



FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS

GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD

El sector energético español 2000-2018: evolución y tendencias

Trabajo Fin de Grado presentado por Alberto Carballido Torres, siendo el tutor del mismo el profesor Juan Antonio Martínez Román.

Vº. Bº. del Tutor/a/es/as:

Alumno/a:

D. Juan Antonio Martínez Román.

D. Alberto Carballido Torres

Sevilla. junio de 2019



**GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD
FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS**

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2018-2019]**

TÍTULO:

EL SECTOR ENERGÉTICO ESPAÑOL 2000-2018: EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS

AUTOR:

ALBERTO CARBALLIDO TORRES

TUTOR:

Dr. D. JUAN ANTONIO MARTÍNEZ ROMÁN

DEPARTAMENTO:

ECONOMIA APLICADA I

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

ECONOMIA APLICADA

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación estudia el proceso de cambio experimentado por el sector energético español desde el año 2000 hasta la actualidad, analizando la evolución de las fuentes energéticas renovables y no renovables en dicho periodo y las perspectivas futuras del sector a nivel nacional e internacional. El estudio conduce a extraer conclusiones de las principales fuentes energéticas del mix español, como son la energía eólica, solar, hidráulica, nuclear y del carbón, y deja de manifiesto el avance logrado en esta década en la lucha contra el cambio climático a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en consonancia con las directrices marcadas por el Protocolo de Kyoto y la Cumbre de París.

PALABRAS CLAVE:

Sector Energético; Renovables y No Renovables; España; Protocolo de Kyoto; Cumbre de París.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO	1
1.2	OBJETIVOS	1
1.3	ESTRUCTURA	1
1.4	METODOLOGÍA.....	2
2	REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1	REVISIÓN DE LA LITERATURA EN EL ÁMBITO NACIONAL.....	3
2.2	REVISIÓN DE LITERATURA EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.	9
3	ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA EN EL MIX ENERGÉTICO ESPAÑOL.....	17
3.1	PRODUCCIÓN	17
3.2	DEMANDA NACIONAL	22
3.3	LOS MERCADOS INTERNACIONALES DE ENERGÍA.....	24
3.4	EL MIX ENERGÉTICO ESPAÑOL: FUENTES RENOVABLES Y NO RENOVABLES.....	24
4	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	27
4.1	EL FUTURO ENERGÉTICO ESPAÑOL.	27
4.2	EL SECTOR ENERGÉTICO INTERNACIONAL.	29
5	CONCLUSIONES.....	33

1 INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

Uno de los principales problemas en el mundo actual es el cambio climático. Debido a este problema el planeta tierra esta sufriendo sus consecuencias como son el aumento de temperaturas, la desglaciación, sequías, fenómenos atmosféricos tales como tornados, ciclones, huracanes que cada vez se repiten con mayor frecuencia.

Por eso, en estas últimas décadas los estados más importantes han firmado acuerdos para intentar frenar este problema social. Algunos de esos acuerdos pueden ser el Protocolo de Kyoto o la Cumbre del Clima de París. El primero de todos tiene como objetivo reducir las emisiones de los principales gases de efecto invernadero que provocan los efectos del cambio climático. El segundo se pondrá en marcha en 2020, cuando el Protocolo de Kyoto deje de estar vigente.

Algunas de las soluciones de estos acuerdos son el fomento del uso de energías renovables frente a las energías no renovables. Actualmente con los avances tecnológicos existen casos en los que son más baratos producir energías renovables frente a las que usan combustibles fósiles. El principal problema con el que nos encontramos son las políticas que no son del todo participes de este fomento de energías.

Aquí nace el estudio de este Trabajo de Fin de Grado, conocer el modelo energético español en estas dos últimas décadas. A través de este trabajo se conocerá la evolución y la tendencia de las energías renovables y no renovables en España, y llegaremos a conocer como se ha ido desarrollando la situación energética en el resto del mundo.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es realizar un balance del panorama actual de la energía renovable y no renovable. Se realizará un análisis sobre el sector energético en España durante las dos últimas décadas con los datos obtenidos. Asimismo, se hará un estudio cronológico desde un pasado cercano hasta el futuro más próximo sobre la evolución del sector energético a nivel nacional. También se hará un estudio a través de artículos, para conocer mejor la situación en el resto del mundo sobre el sector, desde un pasado cercano hasta el futuro más próximo. Los resultados del trabajo llevarán a proponer posibles cambios en políticas económicas y medioambientales para combatir con el cambio climático y sus consiguientes efectos en nuestro país.

1.3 ESTRUCTURA

Este Trabajo de Fin de Grado consta de 5 capítulos, el primero de ellos es esta introducción, donde hacemos una justificación del tema elegido, los objetivos y estructura del trabajo y la metodología utilizada para su realización. En el segundo capítulo se realiza una revisión de literatura, donde se han escogido diversos artículos a nivel nacional e internacional. Dentro de dicho capítulo hay dos apartados, un primero donde se ha realizado una tabla con los artículos a nivel nacional y después se han comentado dichos artículos, pero solo los que hablaban del pasado y presente del sector energético. En el segundo apartado, se ha realizado exactamente lo mismo, pero en esta ocasión con los artículos de ámbito internacional.

En el tercer capítulo de este trabajo se ha realizado un análisis de la evolución del sector energético español. Para ello se han conseguido datos sobre la producción, demanda, costes, intercambios de energía internacional y porcentaje de energías renovables y no renovables. Este análisis se ha hecho del periodo comprendido desde el año 2000 hasta 2018, donde se han comentado las diferentes gráficas y el cambio que han desarrollado en esta época. En el cuarto capítulo se realiza una revisión de literatura nacional e internacional desde la perspectiva de la tendencia futura del sector en el corto y medio plazo. Para terminar, el capítulo 5 mostrará las principales conclusiones y hallazgos encontrados durante la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado, añadiendo las limitaciones del trabajo y las líneas futuras de investigación.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo ha sido una búsqueda por bases de datos como son Google Scholar y Web of Science, a través de las cuales hemos localizado una serie de artículos de energías renovables y no renovables, a nivel nacional e internacional. Por otra parte, los datos oficiales que hemos obtenido han sido a través de la página de la Red Eléctrica de España.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA EN EL ÁMBITO NACIONAL.

En este apartado se ha realizado una revisión de literatura especializada de ámbito nacional, analizando artículos científicos relevantes según bases de datos como Web of Science o buscadores como Google Scholar. Para buscar en dichas fuentes, se han usado los topics: renewable energies, nuclear energy, energy industry. El resultado puede observarse en la Tabla 2.1, que muestra los artículos ordenados en 5 columnas: título del artículo y revista, autor/es, objetivo del trabajo, tipo de energía, principales hallazgos y conclusiones. Aquí, sólo hemos tenido en cuenta artículos donde la zona de estudio sea España y las fuentes de energía como se pueden ver están ordenadas por categorías: energías renovables, no renovables o en último caso, el tipo de energía concreta de la que trate el artículo.

TÍTULO Y REVISTA	AUTOR/ES	OBJETIVO DEL TRABAJO	TIPO DE ENERGÍA	PRINCIPALES HALLAZGOS Y CONCLUSIONES
An analysis of Spain's global and environmental efficiency from a European Union perspective. Energy Policy, 104, 183-193	Sanz-Díaz, Velasco-Morente, Yñiguez & Díaz-Calleja, 2017.	Eficiencia natural y eficiencia de gestión de España y comparación con la UE-28. Lugar de estudio: España.	Energía renovable y no renovable.	Resultados eficiencia natural y de gestión: -Valores bajos, aunque evolucionando de manera similar a los primeros países en formar parte de la UE-28. -Niveles altos con respecto a los últimos países en unirse a la UE-28.
Análisis económico y medioambiental del sector eléctrico en España. Estudios de Economía Aplicada, 29 (2), 493-514	Cámara-Sánchez, Flores-García & Fuentes-Saguar, 2011.	Analizar y cuantificar los efectos económicos y medioambientales en emisiones atmosféricas de las distintas ramas que componen el sector eléctrico en España. Lugar de estudio: España.	Energía renovable y no renovable.	Efectos económicos: ramas como la biomasa, eólica y solar tienen una baja capacidad a la hora de crear actividad económica respecto al resto de sectores. Efectos medioambientales: el estudio ha concluido que su investigación es un aliciente para elaborar políticas fiscales dirigidas al decremento de emisiones de gases de efecto invernadero.
El impacto económico del desmantelamiento nuclear en España. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 25, 244-271	Cámara, Martínez & Rodríguez, 2018.	Se analiza el impacto del proceso de desmantelamiento, que incluye el cese de actividad de las centrales nucleares, reemplazo por otras fuentes de energía y administración de los residuos radioactivos.	Nuclear.	Los efectos del desmantelamiento nuclear tendrán impacto en términos ambientales y de seguridad, y además puede mejorar la economía española.

		Lugar de estudio: España.		
El resurgimiento de la energía minihidráulica en España y su situación actual. Revista de Geografía Norte Grande, 67, 115-14	Espejo-Marín, García-Marín & Aparicio-Guerrero, 2017.	Observa el desarrollo de la energía minihidráulica en España desde mediados de siglo XX hasta la actualidad. Lugar de estudio: España.	Energía minihidráulica.	Los conflictos que generan los usos del agua en España, los permisos para fabricar una minicentral y el nuevo régimen económico son las causas que explican la situación actual de estancamiento y retroceso del sector.
Estimation of the potential effects of offshore wind on the Spanish economy. Renewable Energy, 111, 815-824	Varela-Vázquez & Sánchez-Carreira, 2017.	Cuantificar principales efectos de la energía eólica marina en la economía española. Lugar de estudio: España.	Energía eólica marina.	Europa lidera el mercado mundial con la instalación en el Mar del Norte. Está experimentando una reducción de costes y mejoras tecnológicas que facilitan la instalación de aerogeneradores en aguas profundas.
Impacto del desarrollo de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO2 en el sector eléctrico. Revista de Economía Aplicada, 24 (72), 57-85	Cámara, Santero, Martínez & Jiménez, 2016.	Evaluación del impacto económico, social y medioambiental debido a las inversiones necesarias para la implementación de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO2. Lugar de estudio: España.	Tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO2.	La incorporación de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO2 para alcanzar uno de los objetivos del protocolo de Kyoto para la lucha contra el cambio climático. Además, su contribución se estima entorno del 20-30% del total de emisiones evitadas.
La evolución de los costes energéticos y su efecto en la competitividad de la industria española. Economía Industrial, 396, 151-162	Arocena & Díaz, 2015.	Analiza el porcentaje de gasto de energía comparándolo con otros países europeos y la evolución del gasto en energía. Lugar de estudio: España.	Industria energética.	Este estudio concluye que los gastos energéticos tienen una gran importancia en las empresas industriales y que esta tendencia está aumentando desde el año 2005.
Performance analysis of an Integrated Solar Combined Cycle using Direct Steam Generation in parabolic trough collectors. Applied Energy, 88, 3228-3238	Montes, Rovira, Muñoz & Martínez-Val, 2011.	Analiza la contribución de la energía solar térmica para mejorar el rendimiento de los ciclos combinados con gas en condiciones climáticas muy cálidas y secas. Lugar de estudio:	Ciclo combinado solar con gas.	El estudio concluye que pueden existir dos alternativas cuando se dé el caso particular que se explica a continuación en este tipo de energía: -Una pequeña cantidad de gas para cubrir la deficiencia de la planta solar. -Un pequeño uso de energía solar para la caída de eficiencia de las turbinas de gas en

		España y EE. UU.		condiciones muy calientes.
<p>Potenciales de la energía distribuida en España.</p> <p>Revista de Obras Públicas: Órgano Profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 3584, 8-19</p>	Serrano-Rodríguez, 2017.	<p>Pretende estimar las potencialidades de la energía distribuida en lo que se refiere a la generación dispersa de energía eléctrica para el autoconsumo o para uso en procomún de generaciones energéticas puntuales o distribuidas, así como los niveles de mejora de eficacia y de eficiencia.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	Sector energético.	<p>Hay avance en el desarrollo de la energía renovable y el ahorro y mejora de la eficiencia energética nos conlleva a un decremento de la dependencia exterior, un menor uso del carbón en el sector energético y una bajada de gases de efecto invernadero, colaborando con ello al obligado compromiso de mitigación del cambio climático.</p>
<p>Present state and perspectives of variable renewable energies in Spain.</p> <p>The European Physical Journal Plus, 133 (126)</p>	Gómez-Calvet, Martínez-Duart & Serrano-Calle, 2018.	<p>Reducir las emisiones de CO2 con un gran despliegue de fuentes de energías renovables variables, motivadas por la enorme reducción en los precios de las instalaciones solares y eólicas.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	Energías renovables.	<p>El sistema eléctrico español actual variado y tiene una gran capacidad instalada en relación con la demanda. Aparte otros aspectos que ayudarán al cambio:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Adjudicación de 9000 MW de energía renovables. -Sobrecapacidad plantas turbinas de gas de ciclo combinado, uso en la transición como respaldo. -Potencial de bomba hidráulica como almacenamiento de posibles excedentes de energía renovable. -Desmantelar las centrales nucleares.
<p>Renewable Energy Cooperatives as an instrument towards the energy transition in Spain.</p> <p>Energy Policy, 123, 215–229</p>	Capellán-Pérez, Campos-Celador & Terés-Zubiaga, 2018.	<p>Análisis de las cooperativas de energía renovables en España.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	Energías renovables.	<p>El funcionamiento exitoso de las cooperativas de energía requiere un marco legislativo flexible y propicio, un entorno político y condiciones propicias, incluidas medidas de apoyo. La energía renovable en España puede servir como inspiración para otros países donde no hay cooperativas, o si existen no están establecidas.</p>
Renewable energy	Montoya,	Revisa la	Energía	-La energía eólica tiene

<p>production in Spain: A review.</p> <p>Renewable and Sustainable Energy Reviews, 33, 509–531</p>	<p>Aguilera & Manzano-Agugliaro, 2014.</p>	<p>producción y el consumo de energía tradicional y renovable en España durante las últimas dos décadas.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	<p>renovable y no renovable.</p>	<p>una buena tasa crecimiento.</p> <p>-La producción en España tiene superávit gracias a que vende a Portugal y Marruecos y compra a Francia.</p> <p>-Crecimiento desigual por la ubicación de las provincias dentro de las comunidades autónomas.</p>
<p>Spanish Nuclear Industry -Future perspectives and reserves' analysis.</p> <p>Procedia Earth and Planetary Science, 8, 81-85</p>	<p>Martínez-Alegría, Sanz, Oliveira, Montequi & Campos, 2014.</p>	<p>Proporciona una descripción de la generación de la energía nuclear en términos de sostenibilidad económica y ambiental, evaluando su crecimiento potencial como sector económico.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	<p>Nuclear.</p>	<p>La percepción social de la industria nuclear se ha asociado con cambios en los impactos mediáticos de la energía nuclear, sobretodo por los accidentes a lo largo de la historia. El cambio esperado en la percepción acerca de la industria nuclear también jugará un papel importante en los precios de los combustibles tradicionales, y la economía internacional.</p>
<p>The emergence of renewable energy cooperatives in Spain: A review.</p> <p>Renewable and Sustainable Energy Reviews, 94, 1036-1043</p>	<p>Heras-Saizarbitoria, Sáez, Allur & Morandeira, 2018.</p>	<p>Analiza el fenómeno de las cooperativas de energía renovable en España.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	<p>Energías renovables.</p>	<p>La contribución real de las cooperativas de energía renovable en la mejora del impacto ambiental.</p> <p>Ayuda a los responsables de la toma de decisiones públicas a identificar políticas públicas específicas y medidas para fomentar la difusión de las cooperativas de energía renovable.</p>
<p>The Spanish Turn against Renewable Energy Development.</p> <p>Sustainability, MDPI, Open Access Journal, 10 (4), 1-16</p>	<p>Gabaldón-Estevan, Peñalvo-López & Alfonso-Solar, 2018.</p>	<p>Evalúa el papel de la legislación en este escenario modificado y analiza la evolución de la producción de energía en España en el contexto de la UE.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	<p>Energías renovables.</p>	<p>El reciente giro en el desarrollo de las energías renovables en España, desalineado con la política energética de la UE. Retorno al trabajo con los regímenes establecidos y protección de los intereses políticos creados.</p>
<p>Understanding public perception of hydraulic fracturing: a case study in Spain.</p> <p>Journal of Environmental</p>	<p>Costa, Pereira, Góis, Danko & Fiúza, 2017.</p>	<p>Informe sobre encuesta dirigida a españoles (Burgos) sobre el esquisto.</p> <p>Lugar de estudio: España.</p>	<p>Fracturación hidráulica con gas natural (esquisto).</p>	<p>La mitad de la población española se opone al gas de esquisto y esta oposición aumenta en las comunidades autónomas que están más cerca de los sitios de exploración. Necesidad de mejorar el conocimiento y la</p>

Management, 204, 551-562				comunicación de riesgos entre los individuos.
Wind farms and payments to landowners: Opportunities for rural development for the case of Galicia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 95, 38-47	Copena & Simón, 2018.	Analizar los pagos a los propietarios de tierras y estudiar su papel en el desarrollo de la energía en el medio rural. Lugar de estudio: España.	Parques eólicos.	-Se recuperan áreas rurales abandonadas y con escasa actividad económica, abre la puerta a posibles cambios en el modelo de desarrollo rural. -Pagos bajos a los terratenientes en comparación con otros países. -Mejores resultados en los pagos promedios fijos relacionados con la participación en la facturación.

Tabla 2.1. Revisión literatura nacional.*Fuente: Elaboración propia*

La tabla muestra un panorama general de las energías renovables y no renovables, sus resultados y las tendencias de algunas energías específicas en España. En primer lugar, se ha elaborado un estudio donde se observó la producción de energía renovable en España, su evolución y distribución por las diferentes zonas del territorio español (Montoya, Aguilera, & Manzano-Agugliaro, 2014). La energía eólica es la energía renovable que más crece y menos se ve perjudicada por las regulaciones, convirtiéndola en la energía más sostenible de nuestro país. Un dato importante es que en España se ha obtenido generalmente un saldo positivo en energía gracias a las energías renovables. Esta situación ha permitido la venta de electricidad a Portugal y Marruecos, si bien también ha sido necesario adquirir energía a Francia en otros casos (Montoya et al., 2014). El estudio por territorios observamos una desigualdad sustancial. En el caso de aquellas provincias con mayor población y mayor desarrollo industrial el uso de la energía es más eficiente. Sin embargo, en aquellas zonas del territorio con una menor densidad de población y escasamente industrializadas el uso que se hace de la energía es mucho menos eficiente (Montoya et al., 2014).

Otros investigadores señalan la necesidad de desarrollar nuevas medidas de política energética y medioambiental que impulsen el uso de energías limpias (Cámara Sánchez, Flores García, & Fuentes Saguar, 2011); (Sanz-Díaz, Velasco-Morente, Yñiguez, & Díaz-Calleja, 2017), dada la importancia que tales medidas han ejercido en el impulso del sector de energías renovables y la necesidad de cumplir los compromisos asumidos por nuestro país en la Cumbre del Clima de París (Sanz-Díaz et al., 2017). Para abordar los problemas tratados en la capital francesa, cada estado debería efectuar ciertos cambios. En el caso de España, esta se encuentra en las últimas posiciones debido a su escasa eficiencia natural, pero si hablamos de la eficiencia de gestión, se encontraría bien situada respecto al resto de países miembros de la Unión Europea, gracias a sus políticas ambientales (Sanz-Díaz et al., 2017), a pesar de que las restricciones presupuestarias sufridas durante la reciente recesión económica hayan afectado notablemente a la mejora de empleo y las campañas ambientales de concienciación de la población en general (Sanz-Díaz et al., 2017). El aumento en los costes energéticos ha perjudicado a la economía española, sobretudo en la competitividad de la industria en comparación con Alemania, Reino Unido, Francia e Italia. En general, la capacidad de competir de las empresas españolas se ve perjudicada por el continuo aumento de la energía frente a los competidores, para

ello se propone una mejora en la eficiencia energética. Analizando los costes energéticos debido al incremento en la última década en Europa, le ha llevado a tener diferencias en los precios energéticos con respecto a EE. UU. y Asia. Centrándonos en el estudio de España y los cuatro países antes mencionados, la industria española es la que más paga por la energía consumida en la década del 2000 al 2010 (Arocena & Díaz, 2020).

Tras efectuar una revisión de los artículos que abordan la temática energética de una forma general, pondremos el foco en aquellos trabajos que abordan la investigación de fuentes específicas de energía en España. Este es el caso del retorno de la energía minihidráulica, el estudio del ciclo combinado solar con gas y, por último, la fracturación hidráulica con gas natural a partir de esquisto.

La energía minihidráulica, que es un tipo de energía hidroeléctrica a menor escala, se consigue canalizando el agua por unas tuberías con saltos de agua. Esta forma de obtener energía tiene su origen en el siglo XIX (Marín, Marín, & Guerrero, 2017). Con la crisis del petróleo que se produjo en los años setenta del siglo XX, se comprobó la importancia de las energías renovables, debido en gran parte a su aportación al medio ambiente y la reducción de la dependencia del exterior. Durante el presente siglo ha habido un balance positivo, si bien el sector se encuentra paralizado actualmente por la dificultad para la creación de nuevas instalaciones y por la política energética actual española que no favorece a las fuentes de energía renovable (Marín et al., 2017).

Otra de las formas empleadas para obtener energía sería el ciclo combinado solar con gas. El estudio para evaluar la productividad de esta modalidad se ha realizado en dos zonas climáticas muy cálidas y secas, Almería y Las Vegas (Montes, Rovira, Muñoz, & Martínez-Val, 2011). Aunque este tipo de energía es más rentable en Las Vegas debido a su clima más cálido y seco, ambas ubicaciones son buenas para colocar una planta de dicho tipo, ya que reúnen las condiciones necesarias. Asimismo, si en el futuro el precio del gas fuese elevado, el impulso proporcionado por la unidad solar puede aumentar a valores mucho más altos, y se podría diseñar un modelo de rendimiento, donde se puede reducir la potencia de gas en las horas de más irradiación solar, con el fin de mantener la potencia nominal total (Montes et al., 2011).

Otra forma para obtener energía con el gas de como protagonista, es el gas de esquisto. Este se extrae mediante la fracturación de la roca que le da nombre a dicha fuente de energía a gran profundidad. Se ha realizado una investigación sobre la opinión del gas de esquisto en ciertas zonas de la población española, en la cual observamos una gran cantidad de opositores debido a varios aspectos (Costa, Pereira, Góis, Danko, & Fiúza, 2017). Si analizamos por zonas también se observa que en las zonas donde el gas de esquisto es posible hallarlo hay un alto índice de negativa, en cambio si la zona se encuentra alejada no hay tanta negativa a tal fuente. Al haber ausencia de un programa integral de compensación financiera, puede ser otra opción para el rechazo de la población. La oposición tiene un alto grado de conocimiento sobre las fuentes de energía y sus riesgos, esta tendencia se ha observado en países como Estados Unidos y el Reino Unido (Costa et al., 2017). Todavía hay un gran nivel de desconocimiento sobre el esquisto, excepto en las zonas más cercanas a las plantas donde se extrae este gas, donde hay un mayor nivel de concienciación. Con la anterior afirmación queda demostrado la necesidad de mejorar el conocimiento y los posibles riesgos, ya que creará una opinión más desarrollada que podría cambiar percepciones erróneas. La conclusión a la que llega este estudio sería la obligación de mantener encuestas periódicas sobre las actitudes del público, que puede servir como una estrategia importante para la gestión ambiental (Costa et al., 2017).

2.2 REVISIÓN DE LITERATURA EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.

La Tabla 2.2 contiene de forma resumida el resultado de la búsqueda de información sobre estudios que analizan la problemática de las fuentes energéticas en otros países, utilizando los tópicos: “perspectives future renewable energies” y “renewable energies”. A su vez, se ha refinado la búsqueda por años de publicación, categoría económica, tipo de documento (artículo) y mayor número de veces citado. Con esta información se ha elaborado una nueva tabla de igual estructura que la anterior tabla: título del artículo y revista, autor/es, objetivo del trabajo, tipo de energía, principales hallazgos y conclusiones. En este caso los artículos utilizados han sido de ámbito internacional, de las potencias más importantes mundialmente y las categorías de tipo de energía han sido las mismas que en la Tabla 2.1.

TÍTULO Y REVISTA	AUTOR/ES	OBJETIVO DEL TRABAJO	TIPO DE ENERGÍA	PRINCIPALES HALLAZGOS Y CONCLUSIONES
<p>A concept to asses the costs and benefits of renewable energy use and distributional effects among actors: The example of Germany.</p> <p>Energy and Environment, 27 (1), 55-81</p>	Breitschopf, Held & Resch, 2016.	<p>Comparación diferenciada de una amplia gama de efectos, incluidos los costes y beneficios agregados, así como la forma en que se distribuyen entre los diferentes actores económicos.</p> <p>Lugar de estudio: Alemania.</p>	Energías renovables.	Los costes de generación en el sector eléctrico y térmico son parcialmente compensado por los efectos positivos, principalmente de las emisiones evitadas debido al uso de tecnologías renovables en el sector eléctrico y térmico.
<p>An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment.</p> <p>Energy Policy, 38, 955-965</p>	Couture & Gagnon, 2010.	<p>Este documento examina las ventajas y desventajas de estos diferentes modelos de FIT (tarifas de alimentación) y concluye con un análisis de estas opciones de diseño, con un enfoque en sus implicaciones tanto para los inversores como para la sociedad.</p> <p>Lugar de estudio: Internacional.</p>	Energías renovables.	Si bien las políticas de precios fijos que ofrecen una remuneración independiente de los precios de la electricidad prevalecientes pueden ayudar a reducir los riesgos de inversión, las políticas de precios premium crean incentivos para generar electricidad cuando más se necesita, lo que puede aliviar las presiones de suministro y mejorar la integración de las fuentes de ER en el mercado.
<p>An overview of biofuel policies across the world.</p>	Sorda, Banse & Kempfert, 2010.	<p>Revisa los planes de estrategia nacional de los principales productores del mundo. Se presta especial atención a la mezcla de objetivos, esquemas de soporte</p>	Biocombustibles.	<p>-La producción de biocombustibles ha sido impulsada por políticas gubernamentales.</p> <p>-Los aranceles de importación también</p>

<p>Energy Policy, 38, 6977-6988</p>		<p>y uso de materias primas. Lugar de estudio: Internacional.</p>		<p>han desempeñado un papel importante al proteger a las industrias nacionales de la competencia externa. -Todavía no hay instalaciones de producción a gran escala de biocombustibles de segunda generación. Será una tarea exigente unir la expansión de la capacidad con una producción ambientalmente sostenible y, al mismo tiempo, limitar la carga de los biocombustibles en los presupuestos nacionales.</p>
<p>CO2 emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US. Energy Policy, 38, 2911-2915</p>	<p>Menyah y Wolde-Rufael, 2010.</p>	<p>Explora la relación causal entre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), el consumo de energía renovable y nuclear y el PIB real para los Estados Unidos para el período 1960-2007. Lugar de estudio: EE. UU.</p>	<p>Energía nuclear y renovable.</p>	<p>Equilibrar los suministros de energía sectoriales para producir energía más segura y barata y, al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El consumo de energía nuclear y el consumo de energía renovable ayudan a reducir las emisiones de CO₂.</p>
<p>Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. Energy Policy, 39, 7896-7906</p>	<p>Bazilian, Rogner, Howells, Hermann, Arent, Gielen, Steduto, Mueller, Komor, Tol & Yumkella, 2011.</p>	<p>Este documento consideró brevemente el nexo entre la energía, el agua y los alimentos, principalmente desde la perspectiva de un país en desarrollo. Lugar de estudio: Internacional.</p>	<p>Sector energético.</p>	<p>Parece probable que el resultado neto de tratar las tres áreas del nexo energía, agua y alimentos de manera integral conduciría a una asignación de recursos óptima, una mayor eficiencia económica, menores impactos ambientales y de salud y mejores condiciones de desarrollo económico, en resumen, la optimización general del bienestar.</p>
<p>Energy policy to promote photovoltaic generation.</p>	<p>Moosavian, Rahim, Selvaraj & Solangi, 2013.</p>	<p>Políticas existentes y en proceso en 7 países que abogan el uso de energía fotovoltaica.</p>	<p>Energía fotovoltaica.</p>	<p>Promover energía fotovoltaica por la ausencia de ruido, emisiones y no tóxicas y funcionamiento y</p>

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, 44-58		Lugar de estudio: Australia, Canadá, China, Japón, Francia, Alemania y EE. UU.		mantenimiento simple.
Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity. Energy Policy, 39, 1817-1830	Denholm & Hand, 2011.	Examinamos los cambios en el sistema de energía eléctrica necesarios para incorporar una alta penetración de la generación variable de energía eólica y solar en una red restringida de transmisión. Lugar de estudio: EE. UU.	Energía solar fotovoltaica y eólica.	Donde diferentes mezclas de energía eólica, solar fotovoltaica y de concentración solar satisfacen hasta el 80% de la demanda eléctrica.
Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies. Energy Policy, 39, 1170-1190	Delucchi & Jacobson, 2011.	Aquí, discutimos: -Métodos para abordar la variabilidad de la energía eólica, hidráulica y solar para garantizar que la fuente de alimentación se adapte de manera confiable a la demanda. -La economía de la generación y transmisión de energía eólica, hidráulica y solar. -La economía del uso de energía eólica, hidráulica y solar en el transporte. -La política de medidas necesarias para mejorar la viabilidad de un sistema energía eólica, hidráulica y solar. Lugar de estudio: Internacional.	Energía eólica, hidráulica y solar.	-Evalúan la posibilidad de proporcionar toda la energía para todos los propósitos (energía eléctrica, transporte y calefacción / refrigeración), en cualquier parte del mundo, desde el viento, el agua y el sol. -Encontramos que el costo de la energía en un sistema de energía eólica, hidráulica y solar del 100% será similar al costo actual. -Llegamos a la conclusión de que las barreras para una conversión del 100% al poder de energía eólica, hidráulica y solar en todo el mundo son principalmente sociales y políticas, no tecnológicas o incluso económicas.
Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure,	Jacobson & Delucchi, 2011.	-Analizamos las características del sistema de energía eólica, hidráulica y solar. -La demanda de energía actual y futura. -La disponibilidad de los recursos de energía eólica,	Energía eólica, hidráulica y solar.	-La conversión a una infraestructura energética de energía eólica, hidráulica y solar reducirá la demanda mundial de energía de 2030 en un 30%. -La cantidad de energía solar y eólica

<p>and materials.</p> <p>Energy Policy, 39, 1154-1169</p>		<p>hidráulica y solar.</p> <p>-La cantidad de dispositivos energía eólica, hidráulica y solar.</p> <p>-Los requisitos de área y materiales.</p> <p>Lugar de estudio: Internacional.</p>		<p>necesaria excede la demanda energética mundial en mas de un orden de magnitud.</p>
<p>Putting renewables and energy efficiency to work: ¿How many jobs can the clean energy industry generate in the US?</p> <p>Energy Policy, 38, 919-931</p>	<p>Wei, Patadia & Kammen, 2010.</p>	<p>Se presenta un modelo analítico de creación de empleos para el sector eléctrico de EE. UU. Desde 2009 hasta 2030. El modelo sintetiza datos de 15 estudios de trabajo que cubren energía renovable (RE), eficiencia energética (EE), captura y almacenamiento de carbono (CCS) y energía nuclear.</p> <p>Lugar de estudio: EE. UU.</p>	<p>Energías renovables.</p>	<p>Encontramos que todas las tecnologías de combustibles no fósiles (energía renovable, EE, baja emisión de carbono), crean más empleos por unidad de energía que el carbón y el gas natural.</p> <p>Tres argumentos clave para construir una industria doméstica de energía limpia: seguridad energética mejorada, protección y beneficios ambientales, y como un motor potencial para el crecimiento económico.</p>
<p>Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries.</p> <p>Energy Policy, 38, 656-660.</p>	<p>Apergis & James Payne, 2010.</p>	<p>Este estudio examina la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico para un panel de veinte países de la OCDE durante el período 1985-2005 en un marco multivariado.</p> <p>Lugar de estudio: Países de la OCDE.</p>	<p>Energías renovables.</p>	<p>Los resultados de causalidad de Granger indican la causalidad bidireccional entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico tanto a corto como a largo plazo.</p>
<p>Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts.</p> <p>Environ Resource Econ, 45 133-155</p>	<p>Johnstone, Haščič & Popp, 2010.</p>	<p>Este documento examina el efecto de las políticas ambientales en la innovación tecnológica en el caso específico de las energías renovables.</p> <p>Lugar de estudio: Internacional.</p>	<p>Energías renovables.</p>	<p>-Los datos descriptivos indican un rápido crecimiento en la actividad de patentes de energía eólica, particularmente desde los años noventa.</p> <p>-Del mismo modo, recientemente ha habido un alto crecimiento en las patentes de energía oceánica.</p> <p>-Sigue habiendo</p>

				<p>innovación con respecto a la energía solar, poco crecimiento en los niveles de innovación en el área de la geotermia y biomasa.</p> <p>-Cambios significativos en el marco de política pública, programas de I + D, incentivos a la inversión, incentivos fiscales y aranceles preferenciales.</p>
<p>States and the nuclear power. An international perspective.</p> <p>International Review of Sociology, 22(3), 446-470</p>	<p>Baigorri, Caballero & Chaves, 2012.</p>	<p>Analiza evolución de las políticas públicas sobre la energía nuclear.</p> <p>Lugar de estudio: Internacional.</p>	<p>Nuclear.</p>	<p>-Los países ricos como Finlandia quieren extender la vida útil y construir nuevas plantas.</p> <p>-BRIC (China, India, Brasil, Rusia, etc.): las políticas pro-nucleares se mantienen firmes y sólidas sobre la base de una creciente demanda de electricidad.</p>

Tabla 2.2. Revisión literatura internacional.

Fuente: Elaboración propia

Como se ha realizado en el apartado anterior, primero se analizarán los hallazgos y conclusiones de artículos que analizan las energías renovables y no renovables de forma generalizada, para continuar con aquellos otros trabajos centrados específicamente en los resultados y las tendencias de determinadas fuentes energéticas. En el primer caso, los autores clasifican los impactos de energía renovable en 3 niveles: microeconómico, macroeconómico y el sistema energético. En el nivel micro se examina los gastos o ingresos suplementarios de los diferentes actores y los efectos de los precios. En el nivel macro se explica los efectos al variar los precios de los productos o diferente consumo en el hogar. En último lugar, el sistema energético donde la comparación entre costes y beneficios está relacionada con la tasa de descuento (Breitschopf, Held, & Resch, 2016). Cuando las tecnologías tienen un alto coste e inversión en capital, estas tienen unas tasas de descuentos más altas. Estas tasas dependen del riesgo de las inversiones y varían según el tipo de inversionista, las tecnologías y los países. Aunque dicho análisis puede servir de guía para otros estados europeos miembros, la dificultad se encuentra en la obtención de suficientes datos de buena calidad. Este artículo se realizó con datos de Alemania, que se obtuvieron durante las fases iniciales del desarrollo de energías renovables. Debido a esto, el estudio concluye que sigue habiendo problemas a la hora de obtener datos en tal país y esto es principalmente el gran problema con el que se encuentra (Breitschopf et al., 2016).

Tras analizar los costes y beneficios y los efectos que tienen las energías renovables, se analizan las ventajas y desventajas de las tarifas de alimentación (FIT). Existen dos modelos de FIT, uno de precios fijos, que se muestran independientes del mercado y

otro de precios premium (Couture & Gagnon, 2010). El modelo de precios fijos crea mayor seguridad en la inversión y llevan a una situación donde las renovables tienen menor coste que los modelos dependientes del mercado. Todo esto viene dado por inversiones de menor riesgo y la previsibilidad de los flujos de efectivo futuros. Al crear situaciones de bajo riesgo que conlleva que cada vez más se unan inversionistas pequeños, lo que crea que sea más fácil de financiar proyectos de energía renovables con inversionistas no tradicionales (Couture & Gagnon, 2010). Con este apoyo se puede conseguir menor oposición al despliegue de energía renovables y alcanzar mayor penetración de dichas energías en el futuro. En los modelos de precios premium, los niveles de pago recibidos por los generadores de energía renovable rastrean las tendencias del mercado, que generalmente son impulsadas por los precios de los combustibles fósiles, en lugar de las tendencias de coste de generación. En resumen, los modelos que son independientes del mercado demuestran ser la mejor opción a corto plazo debido a su bajo riesgo y su certeza en los ingresos futuros, por tanto, mejoran la participación en el desarrollo de energías renovables (Couture & Gagnon, 2010).

En cuanto a los factores que más determinan la optimización del bienestar humano, son la energía, los alimentos y el agua. Para formar vínculos entre estas áreas se requerirá de un fuerte liderazgo político, visiones convincentes, cooperación significativa y humildad (Bazilian et al., 2011). Para concluir hay que tener en cuenta los aspectos positivos que se pueden obtener en el bienestar humano gracias a la unión de estas 3 áreas. Todo esto se puede llegar a perder debido a las actuales políticas, de modo que tiene que ser de suma prioridad el apoyo a la comunidad a través de nuevas políticas para que siga habiendo este nexo entre dichas áreas (Bazilian et al., 2011).

Después de conseguir el bienestar humano, se ha examinado la relación entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico. Este estudio se ha elaborado para veinte países de la OCDE durante 1985-2005 (Apergis & Payne, 2010). El estudio revela la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo entre el PIB real, el consumo de energía renovable, la formación real bruta de capital fijo y la fuerza laboral. Las políticas gubernamentales son las que se pueden encargar de hacer que este resultado sea positivo, usando créditos fiscales para la producción de energía renovable, creando reembolsos por la instalación de sistemas de energía renovable y diversificando la base energética de los países de la OCDE con estándares de cartera de energía renovable y el establecimiento de mercados para certificados de energía renovable (Apergis & Payne, 2010). Además, se vuelve a poner de manifiesto la importancia de la energía renovable para crecer económicamente, junto con la reducción de la dependencia de países para el consumo de energía, los precios volátiles del petróleo y el gas natural en los mercados internacionales, y la reducción de la degradación ambiental a largo plazo asociada con las emisiones de carbono (Apergis & Payne, 2010).

Es conocido que las energías renovables son una buena fuente para reducir las emisiones de CO₂, pero también lo son las centrales nucleares. En este sentido, la investigación realizada revela que los Estados Unidos pueden reducir sus emisiones de CO₂ aumentando el consumo de energía nuclear (Menyah & Wolde-Rufael, 2010). Por eso se llega a propuestas como aumentar las centrales nucleares debido al aumento de demanda de energía. Otras propuestas son la seguridad energética y también el aumento de la capacidad de los Estados Unidos para reducir sus emisiones de CO₂ (Menyah & Wolde-Rufael, 2010).

Entre las fuentes energéticas que han suscitado mayor interés en la investigación internacional podemos señalar la energía nuclear y de los biocombustibles. Así, a los Estados Unidos se le unen países como Francia y Finlandia, que ven la energía

nuclear como energía limpia, ya que reduce las emisiones de CO₂ y ayuda a la reducción del cambio climático (Baigorri, Caballero, & Chaves, 2012). Incluso no se dependería de combustibles fósiles, que se agotan y producen aumentos en los costes que conllevan, junto con la ya mencionada dependencia de otros países, que desaparecería. Por tanto, se aprecia un retorno a esta fuente energética en la mayoría de los países nuclearizados del mundo (Baigorri et al., 2012). No obstante, a medio plazo se puede dar un proceso de rechazo hacia la energía nuclear si ocurren varios factores en conjunto: una catástrofe nuclear, una movilización antinuclear masiva en los países afectados y la persistencia de la actual crisis financiera (Baigorri et al., 2012).

A parte de la energía nuclear, otra opción de fuente de energía es la producción de biocombustibles. A comienzos del presente siglo se han adoptado políticas para fomentar la producción de biocombustibles, con apoyos en los cultivos de materias primas, subsidios en mano de obra, capital y tierra e incentivos en los productos finales (Sorda, Banse, & Kemfert, 2010). Está empezando a haber preocupación sobre el impacto de los biocombustibles en los precios de los alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero que entran en debate político. El aumento del precio del petróleo hace que la producción y consumo de biocombustibles sean más baratos y no se sabe cuánto más tendrá que pasar para que la industria de los biocombustibles no tenga que depender más de los gobiernos (Sorda et al., 2010).

3 ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE ENERGÍA EN EL MIX ENERGÉTICO ESPAÑOL

En este apartado se han realizado diversas gráficas, gracias a los datos obtenidos a través de la página de Red Eléctrica de España. Se han elaborado gráficas sobre la producción y la demanda energética en España, tanto a nivel peninsular como extrapeninsular, del coste del MWH, los intercambios de energía internacionales y el porcentaje de participación de renovables y no renovables en el mix energético de nuestro país. Esta labor se ha visto limitada en alguna ocasión por la ausencia de datos anteriores a 2005 o 2007 en las estadísticas disponibles utilizadas en este trabajo.

3.1 PRODUCCIÓN

3.1.1. PRODUCCIÓN NACIONAL

Las fuentes de energías más productivas a nivel nacional son la nuclear, eólica, carbón, hidráulica, ciclo combinado y cogeneración y restos. La energía nuclear cada vez va teniendo menor producción, a pesar de eso es la energía más productiva de todo el territorio español. La energía eólica es dentro de las energías renovables las más productiva, está teniendo un crecimiento bajo pero continuo, donde intenta superar a la energía nuclear en la lucha por ser la más productiva del país.

El carbón duplica su producción en 2015 con respecto a 2010, pero vemos como actualmente su producción se vuelve a reducir, debido a la descarbonización que se quiere realizar en el mundo y también por el aumento de las energías renovables.

La energía hidráulica tuvo un periodo donde la sequía dada por las pocas precipitaciones trunco sus resultados, pero en 2010 vuelve a verse favorecida por las lluvias y vuelve a ser una de las energías limpias de más auge.

La cogeneración es otras de las fuentes que se ha mantenido constante con respecto a su productividad, también tuvo un decremento en 2015, pero aumentó en 2018. El ciclo combinado es la mayor fuente de energía en 2010, tras esto en 2015 ve como su producción baja hasta más del 50%. Otras fuentes que reducen su producción, pero no de una manera tan drástica son la turbinación de empleo y el resto de las hidráulicas. La solar térmica incrementa su producción, aunque en la combinación global no sea importante, pero aumenta su producción en 9 veces con respecto a 2010. Las energías que aparecen, pero no tienen mucho significado en la producción, son la hidroeléctrica, residuos no renovables y renovables.

Debido a la menor producción de energía hidráulica y eólica durante el periodo de 2010 a 2015 y el mayor uso de carbón las emisiones de CO₂ aumentaron. En 2018 se produce menos energía debido a la caída del carbón y ciclo combinado, eso apoyado de un incremento de la energía renovable, que ya consigue ser el 40% de la producción anual de la energía española, hace que las emisiones de CO₂ se reduzcan este año.

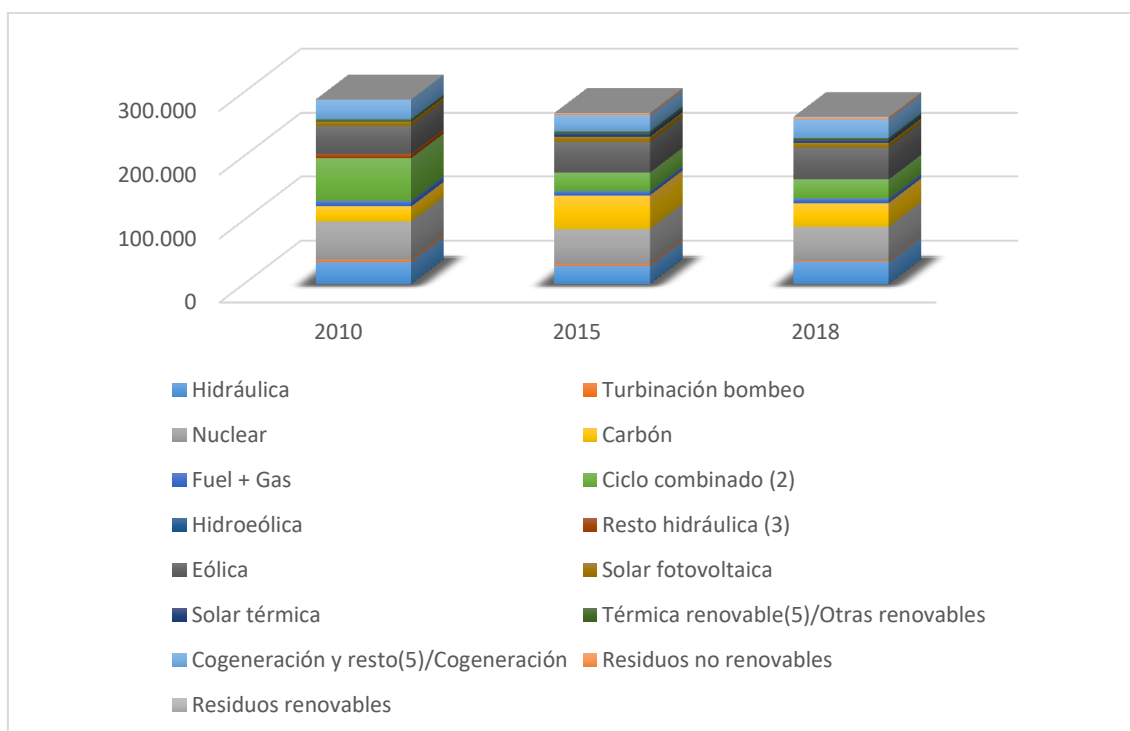


Figura 3.1. Producción Nacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE, 2019).

3.1.2. PRODUCCIÓN PENINSULAR Y EXTRAPENINSULAR

La Figura 3.2 muestra la evolución de distintas fuentes energéticas del mix español desde 2000 al 2018. Como puede observarse, la producción hidráulica disminuye drásticamente en el año 2005, debido a la época de sequía en la que se encuentra el país. Tras este periodo, en el año 2010 crece más del doble la producción y desde entonces se mantiene constante la producción. Asimismo, la generación de energía mediante la turbinación de bombeo y la energía térmica no renovable se mantienen entre las franjas de 2.000 y 4.000 GWh, y 17.000 y 30.000 GWh, respectivamente. A destacar que la energía térmica se mantiene constante en torno a los 30.000 GWh a partir del año 2010.

Una nueva fuente de energía es el ciclo combinado que aparece en 2002, aumentando su producción hasta 2008, año en el que esta fuente de energía comienza a decaer. No es hasta el 2015 cuando se estabiliza en torno a los 25.000 GWh. La energía solar fotovoltaica, por su parte, aparece en el periodo de una manera muy leve, en términos productivos. No es hasta 2009 cuando esa producción aumenta de manera significativa y se establece de manera constante en torno a los 7.000 GWh.

En el caso carbón, se observa una bajada de casi la cuarta parte de su producción a partir de 2005-2010, debido a la implantación de nuevas energías renovables y una descarbonización del sistema energético nacional. A pesar de esto, en 2012 y 2015, se produjo un repunte de más de la mitad de lo obtenido en 2010, debido a las nuevas políticas que se implantaron y la necesidad de producir más cantidad y más barato. A partir de 2015 su uso fue disminuyendo

hasta la actualidad, debido a que es uno de los objetivos actuales de todos los gobiernos tras los pactos del Protocolo de Kyoto y la Cumbre del Clima de París.

Respecto a la energía nuclear, cabe destacar que es una de las fuentes de energía que mayor peso tienen durante el periodo estudiado. Al principio ésta era capaz de producir una cuarta parte del total de energía producida, pero transcurrido estos

periodos ha ido cayendo su uso frente a otras alternativas, llegando su producción a ser una quinta parte. Aún así, la energía nuclear sigue manteniendo su producción entre los 50.000 y 60.000 GWh, siendo actualmente la energía más productiva del mix energético español.

La fuente de energía renovable que tiene mayor impacto actualmente es la energía eólica. En el año 2000 su producción era bastante baja, pero en tan sólo 10 años ha conseguido multiplicar por 10 su producción. Actualmente ha aumentado proporcionalmente su productividad, consolidándose como la mayor fuente de energía renovable y tan sólo por detrás de la energía nuclear en el tejido eléctrico español.

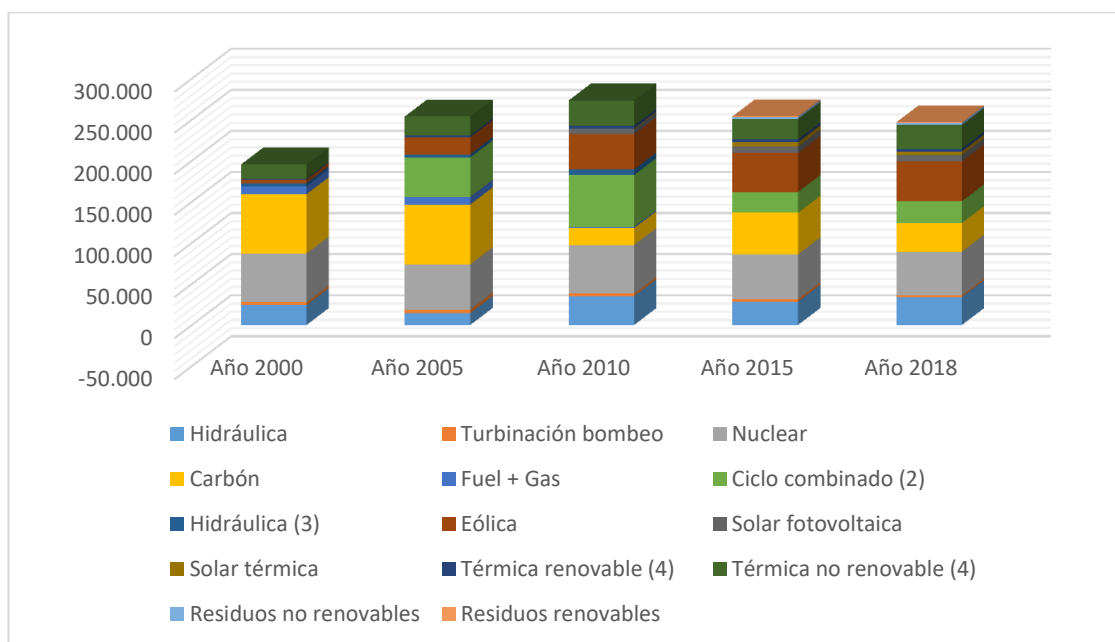


Figura 3.2. Producción Peninsular.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

En cuanto a la producción extrapeninsular, comentaremos la producción eléctrica de las Islas Canarias, Islas Baleares, Ceuta y Melilla. En las Islas Canarias la producción se basa en la energía de ciclo combinado y la de fuel más gas. La fuente de energía basada en fuel más gas es la que mayor importancia tiene, ya que su producción es la mitad del total producido por las Islas Canarias. El ciclo combinado también tiene importancia, aunque menor que la comentada anteriormente. Esta fuente de energía se mantiene constante durante el período estudiado.

La energía hidroeólica aparece en 2014, y va creciendo despacio, pero de manera progresiva. Otra fuente de energía que crece paulatinamente es la energía solar fotovoltaica, donde no se destaca por su rápido crecimiento, pero sí por su constante subida. En el periodo estudiado, observamos como la energía eólica consigue casi duplicar su producción desde el año 2010 hasta la actualidad. Una de las fuentes que va en declive es la energía térmica renovable, que ha visto disminuida su producción hasta llegar casi a valores nulos.

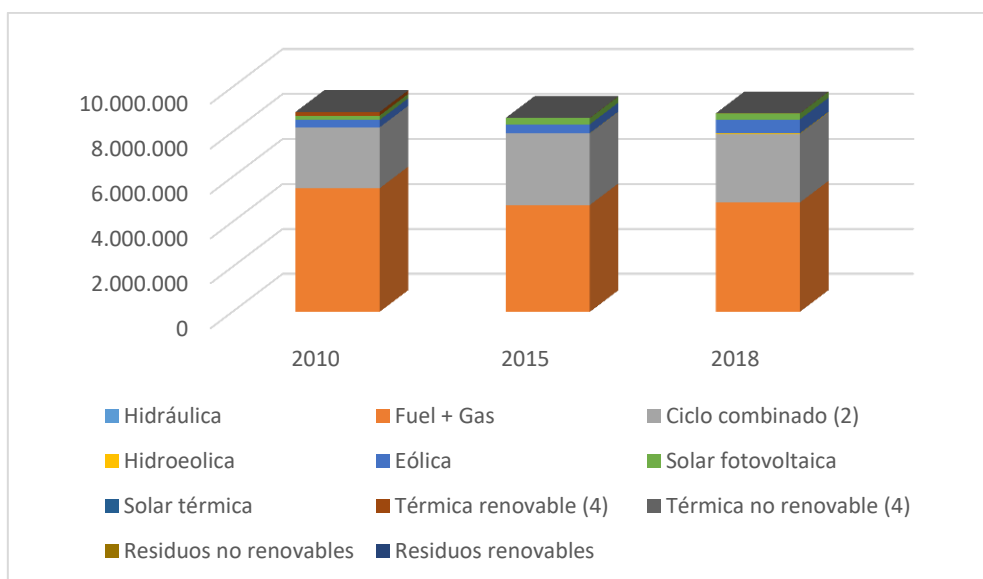


Figura 3.3. Producción Islas Canarias.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE, 2019)

En las Islas Baleares la mayor fuente de producción es el carbón, que sufrió una decadencia en su producción en 2015 con respecto a 2010, casi en un 50%. En 2018, ésta aumentó, seguramente por una mayor demanda. Resulta de interés como esta fuente de energía sigue siendo la alternativa a otras fuentes fuera del territorio peninsular, debido en gran parte por la facilidad de producir en estos sistemas, donde otra fuente de energía es más complicada de producir. El fuel más gas es otra de las grandes alternativas de las Islas Baleares y el cual se ha mantenido constante durante el periodo analizado. Con respecto al ciclo combinado, cabe destacar que por el contrario que ocurre en las Islas Canarias, donde este se mantiene, aquí su uso ha ido en declive. La energía térmica no renovable ha sufrido también una etapa de declive, hasta llegar a producir una quinta parte de lo que producía en 2010. El resto de las energías se mantienen constantes en su producción durante el período analizado.

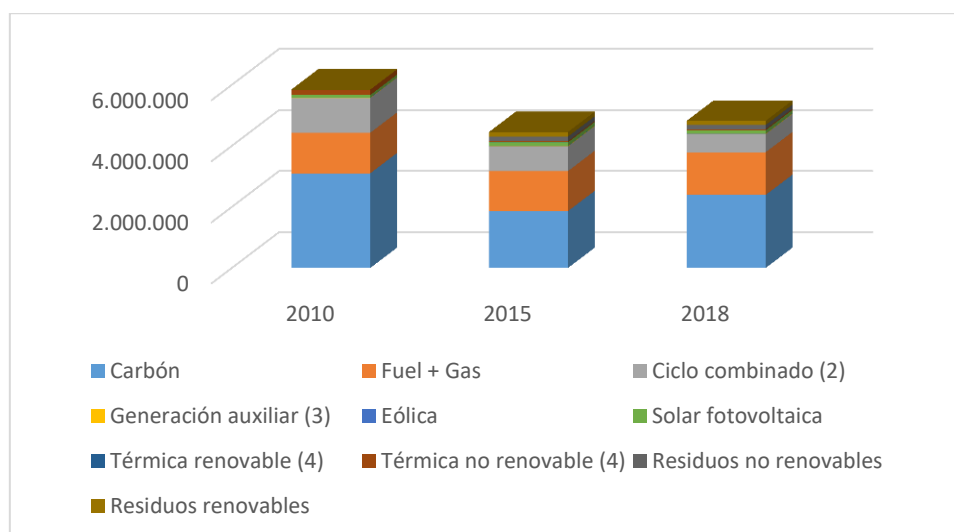


Figura 3.4. Producción Islas Baleares.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE, 2019).

La producción de Ceuta es únicamente la formada por la energía de fuel más gas. Aunque en 2015 su producción baja debido a la menor demanda, su producción suele estar mantenida siempre en torno a la misma cifra.

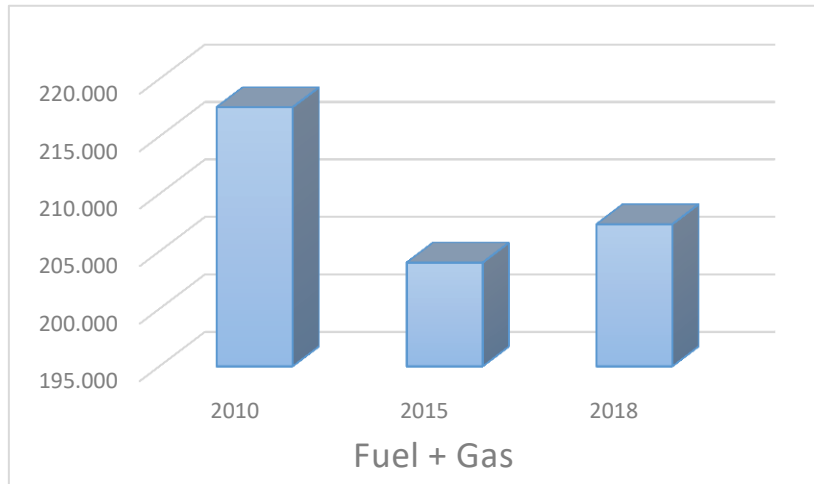


Figura 3.5. Producción Ceuta.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

La producción de Melilla al igual que en Ceuta, se basa en fuel más gas. Durante el periodo estudiado esta fuente forma más del 95% de la producción total. Al contrario que en Ceuta, aquí existen más fuentes de energía. Dos de ellas han aparecido en 2011, los residuos renovables y no renovables. La energía solar tiene muy poca producción llegando a ser insignificante, en cuanto a la térmica no renovable llega a desaparecer en los últimos años.

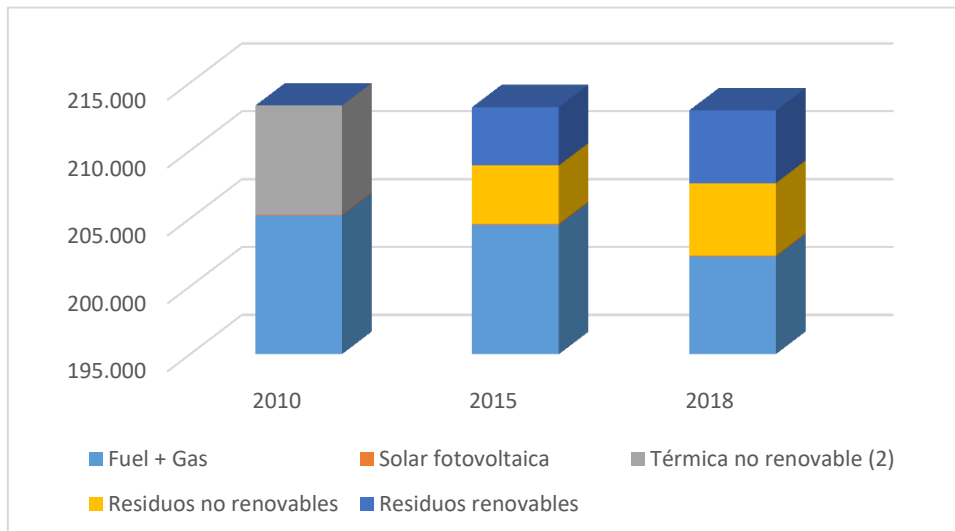


Figura 3.6. Producción Melilla.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

3.2 DEMANDA NACIONAL

Hay que comentar que en el año 2000 y 2005 no existen datos de la demanda a nivel extrapeninsular, debido a que la recogida de datos comenzó en 2006 para las Islas Canarias y Baleares, y en 2007 en Ceuta y Melilla.

La demanda peninsular aumenta desde el 2000 hasta el 2010. Aunque hay que destacar que en 2010 tiene una recuperación del consumo eléctrico después de que la demanda en 2009 sufriera una caída importante. Dicho aumento de la demanda se debe al aumento de la economía española, cuyo PIB descendió un 0,1% en 2010, pero es inferior a la caída del 3,7% registrada en 2009. Con respecto a los sistemas extrapeninsulares desde que se tienen datos en comparación con 2010 observamos que tanto en las Islas Canarias como en las Islas Baleares la demanda ha disminuido volviendo a estar en los niveles desde que se obtienen datos (2006). En cambio, tanto en Ceuta como Melilla la demanda aumenta progresivamente desde el 2007 hasta el 2010.

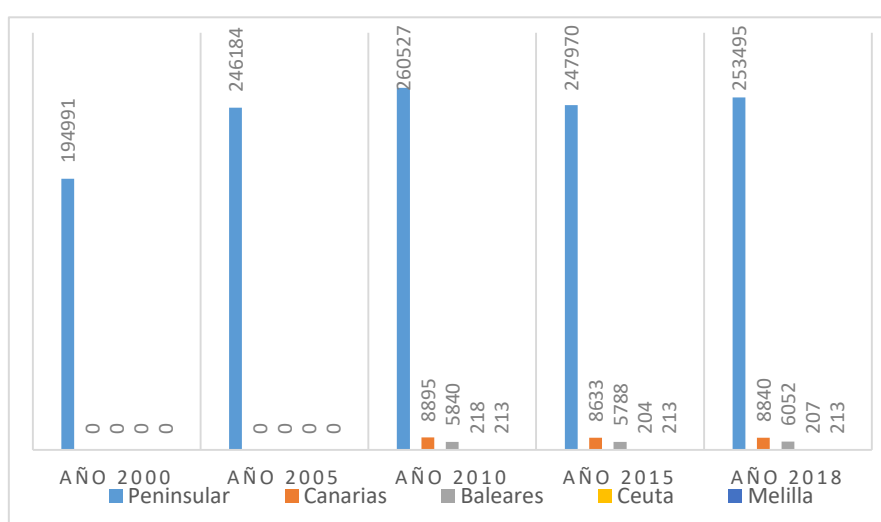


Figura 3.7. Demanda Peninsular y Extrapeninsular.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

En todo el territorio español la demanda se ha recuperado en 2015 tras los descensos que experimentó durante 4 años seguidos. Cabe destacar que la única zona que no experimenta este incremento es Ceuta, que ha tenido un vaivén en este periodo (2010-2015). Este aumento de la demanda se debe a la economía creciente y al efecto de las temperaturas. Este año se registraron temperaturas más cálidas en verano y más suaves en invierno.

Tras el anterior periodo donde se registraron 4 años consecutivos de descenso en la demanda, se da la vuelta a ese resultado y el 2018 se convierte en el cuarto año consecutivo aumentando, debido en este caso al aumento de la economía y el efecto de la laboralidad gracias a la descomposición del calendario. En cambio, el efecto en la demanda de las temperaturas afecta negativamente, debido a que han sido más bajas en verano y más altas en invierno. Se observa que con respecto al año 2017, la demanda aumenta en todo el territorio español, excepto en las Islas Canarias.

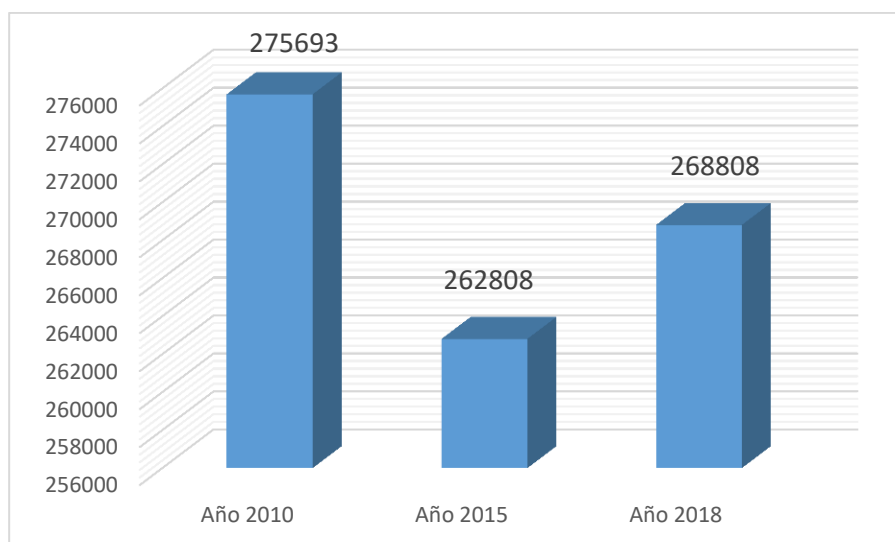


Figura 3.8. Demanda Nacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

Con respecto al coste del MWh, observamos que en el año 2010 el precio es bajo con respecto a los años posteriores y la demanda es mayor. En cambio, en 2015 cuando sufre una subida bastante significativa del precio la demanda baja. Una de las consecuencias es la etapa que sufre el país de pobreza energética, donde las familias que han sufrido más desde la crisis no tienen nivel adquisitivo para pagar la factura de la luz, y es el bien básico que más se deja de pagar en esta época. Otro de los factores que puede ser importante para la bajada de demanda en este periodo y los costes, es la posibilidad a través de las nuevas políticas de que las personas produzcan su propia energía a través de paneles solares.

La bajada en el precio en 2016 tiene dos causas principales: la mayor producción de energía a través de las fuentes renovables y el menor precio diario en los mercados eléctricos. A partir de ese año el precio ha ido aumentando, considerablemente debido al precio mayor precio en el mercado diario y la disminución de la producción de energía renovable.

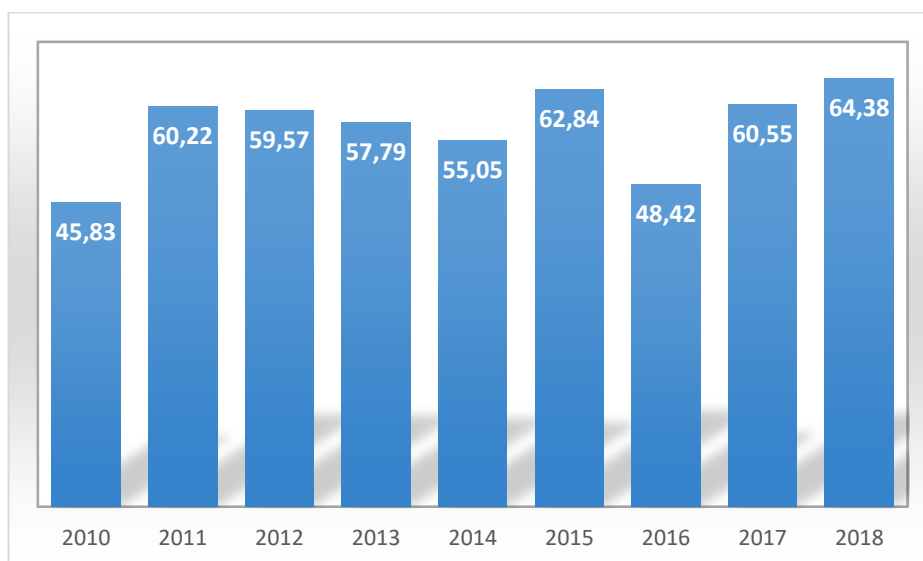


Figura 3.9. Coste MWh.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

3.3 LOS MERCADOS INTERNACIONALES DE ENERGÍA.

El mercado internacional es aquel donde se compra y vende energía a otros países. En el caso español, hay ocasiones que puede tener saldo exportador con algunos países e importador con otros, debido al poder de negociación. Los países con los que negocia España energía son Marruecos, Portugal y Francia.

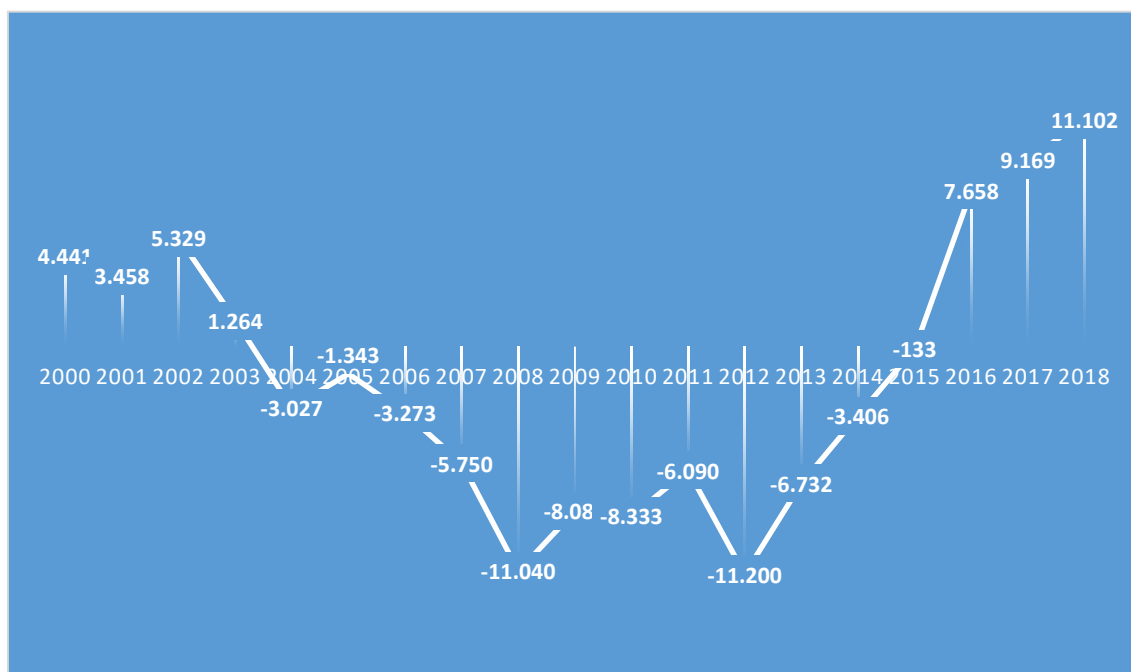


Figura 3.10. Intercambios Internacionales de Energía.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

Desde el año 2000, España estuvo necesitando energía que compraba a sus países vecinos, durante un periodo de 4 años. Es en 2004 cuando tenemos un superávit de energía y somos un país exportador de energía, en 2005 seguimos siendo exportadores, pero en menor nivel que en 2004. Cuando en 2006 comienzan a revelarse indicios de la recesión económica, seguimos siendo exportadores. En 2008 cuando la crisis ya está en su comienzo es cuando tenemos uno de los mayores saldos exportadores de energía. Este periodo de saldos exportadores sigue hasta el 2015, teniendo otra gran caída en 2012, donde alcanza su mínimo histórico de saldo exportador. En 2015 ya se ven las mejoras económicas con respecto a 2014, debido a que no exportamos tanta cantidad, lo que indica una mayor similitud entre producción y demanda. Desde 2016 hasta la actualidad se contempla un aumento en los saldos de intercambio de energía, como consecuencia de que producimos menos cantidad de energía que en 2015. Este descenso de producción se debe al periodo de transición energética que está desarrollando el país, con la implantación de más fuentes de energía limpia y la caída de producción de fuentes como el carbón.

3.4 EL MIX ENERGÉTICO ESPAÑOL: FUENTES RENOVABLES Y NO RENOVABLES.

Al comienzo del estudio el porcentaje de no renovables sobre las renovables era claramente superior, siendo un 80% y 20%, respectivamente. En el año 2010 se observa como este porcentaje crece debido a las políticas que se implantaron y que el gobierno apostó fuertemente por las energías renovables, con incentivos y primas para las nuevas instalaciones de energía renovables. La más destacada fue la energía

fotovoltaica, debido a un incremento descompensado, los costes fueron muy superiores a los esperados. Después de este aumento vinieron 3 años en los que las primas a las plantas fotovoltaicas se limitaron. Más tarde con el nuevo gobierno, se aprobó la suspensión de primas a todas las fuentes renovables. Actualmente, en estos últimos años ya es más barato producir energía renovable que con combustibles fósiles, eso combinado con el cierre de varias plantas nucleares y la apuesta por las renovables con la electrificación del transporte y de la buena ubicación geográfica, nos da motivos para creer que el porcentaje de producción de renovables irá en aumento.

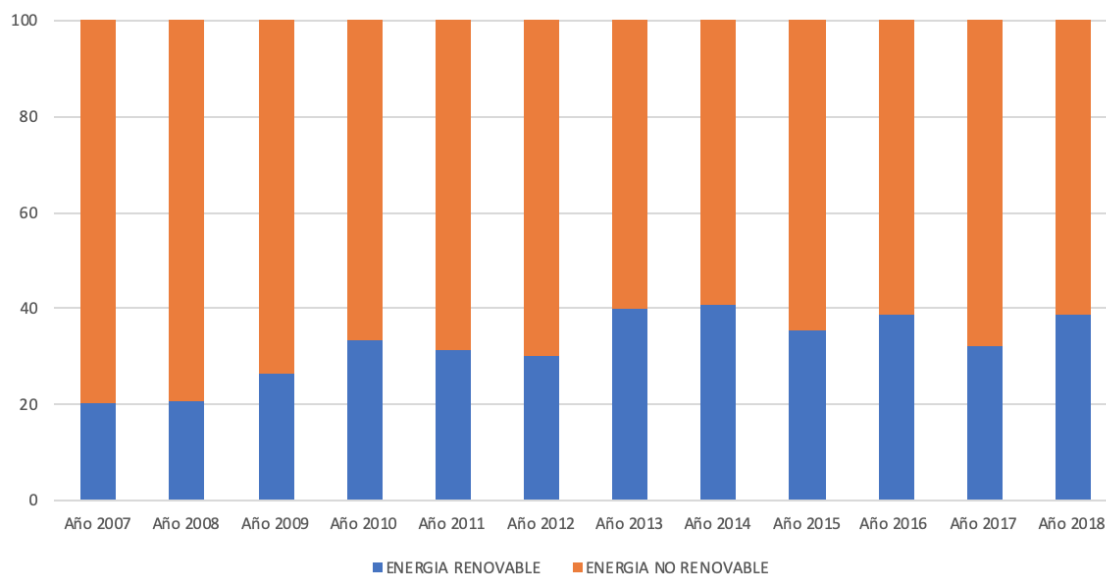


Figura 3.11. Evolución energías en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

La Figura 3.12 muestra la combinación actual de fuentes energéticas que se combinan actualmente en la producción eléctrica española. Como puede observarse en dicha figura, la energía nuclear es la predominante junto con la energía eólica. Otras fuentes de energía con bastante peso son la energía hidráulica, el carbón y ciclo combinado, estas dos últimas cada vez en menor uso. Actualmente la hidráulica es una de las fuentes que más ha crecido este año hasta un 84,8% respecto al 2017. La eólica también experimento un aumento, pero tan solo del 3,3%. Con respecto a las energías que han bajado su producción este año, el ciclo combinado lidera con una disminución del 18,9%, el carbón le sigue con un 17,2% y ya la energía nuclear es la que menos bajada experimenta con tan sólo un 4,2%. España ha crecido en energía renovable y con ello ha logrado una importante disminución de CO₂, gracias al aumento en energía eólica e hidráulica, y al apoyo de la producción de energía nuclear. Todo esto son los comienzos de un largo camino hacia los objetivos planteados en el Protocolo de Kyoto y la Cumbre de Energía de París, donde hay que conseguir la menor producción de energía a través de fuentes no renovables para reducir la producción de CO₂, entre otros objetivos.

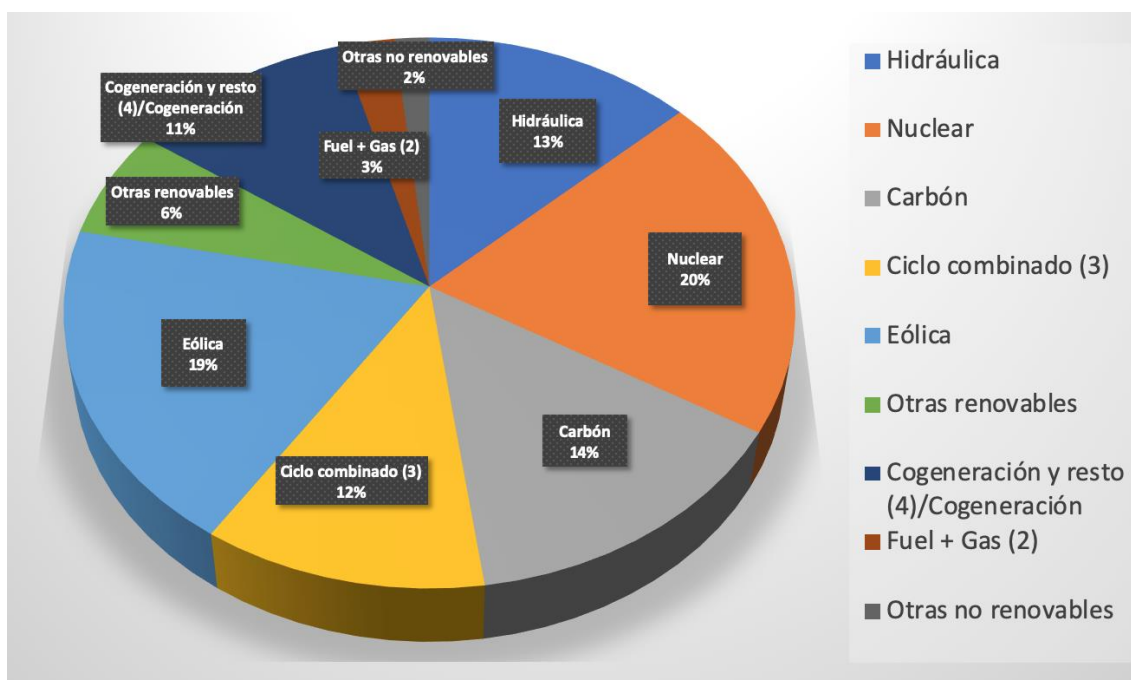


Figura 3.12. Mix energético actual.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

En la Figura 3.13 se agrupan las distintas fuentes energéticas en dos categorías, renovables y no renovables. Como observamos en la siguiente gráfica, más del 60% de la producción de energía es no renovable, esto se debe a la gran presencia que sigue habiendo de la energía nuclear. Tras el proceso de desmantelamiento de centrales nucleares que están sufriendo varios países, entre ellos España, y el proceso de transición de cambio de energías renovables y no renovables, observaremos cómo evoluciona el mix energético.

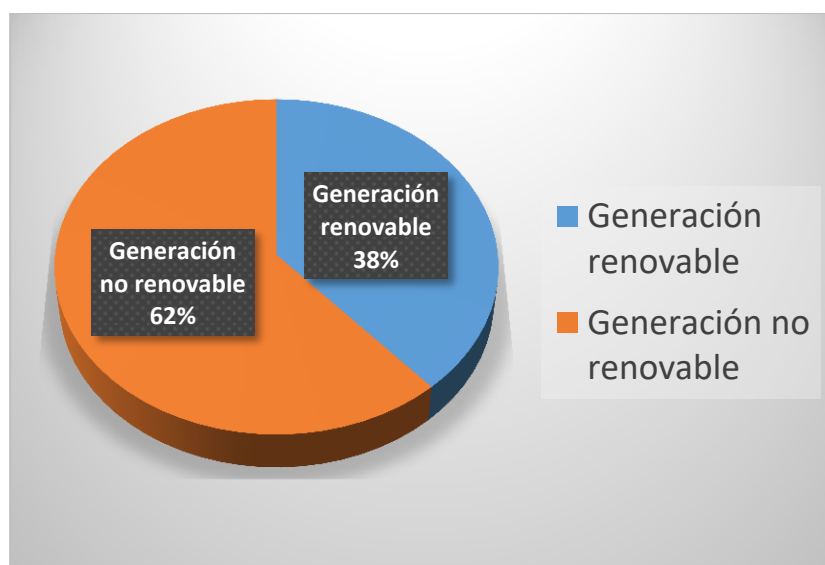


Figura 3.13. Generación actual energías.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE,2019).

4 PERSPECTIVAS FUTURAS

4.1 EL FUTURO ENERGÉTICO ESPAÑOL.

España, es un país que posee un gran potencial de desarrollo en relación a las energías eólica y solar gracias a su localización, facilitando la transformación en un sistema energético más limpio y respetuoso con el medio ambiente (Serrano, 2017). Tras la pasada crisis económica, España ha realizado una política poco ambiciosa, donde principalmente ha puesto diversos obstáculos a los pequeños inversionistas en energía fotovoltaica y caracterizada por la resistencia a los combustibles fósiles. Necesitamos un mayor apoyo económico, estabilidad regulatoria, innovaciones sociales y una política de facilitación de los "prosumidores" (Gabaldón-Estevan, Peñalvo-López, & Solar, 2018). Los objetivos anteriormente comentados se ven gravemente perjudicados por la actual regulación que no permite el desarrollo necesario, ni optimizar el sistema energético. Por tanto, un cambio en la regulación debe de ser uno de los principales cambios, para avanzar como el resto de los países de la Unión Europea y llegar a los objetivos socioeconómicos, energéticos y ambientales de la propia (Serrano, 2017). Para cumplir con los objetivos de la UE para el 2050, España debe pensar en un modelo de producción donde existan lugares o zonas basadas en la creación únicamente de energía renovable. Aquellos cambios en la regulación tienen que tener como prioridad los que defiendan los intereses de los ciudadanos y que nos aleje de un uso del carbón como fuente energética. Por último, los diferentes problemas que surgen entre red y energía distribuida pueden desaparecer si se perdieran su carácter privado y pasaran a ser públicas (Serrano, 2017).

En el Acuerdo Climático de París y en el paquete de invierno de la UE (noviembre 2016) los países europeos se comprometieron a reducir las emisiones de CO₂ en al menos un 40% en 2030 y aumentar a 27% el porcentaje de energías renovables en todo el sistema energético (Gómez-Calvet, Martínez-Duart, & Serrano Calle, 2018). En el caso español, la Ley de Transición Energética contempla un aumento en las energías renovables, sobretudo en la producción eólica y solar. El mix energético español es muy variado y con un gran potencial respecto a las energías renovables gracias a su situación geográfica privilegiada. Otro de los factores es la gran capacidad de bomba hidráulica que nos servirá de gran ayuda para conseguir los objetivos planteados (Gómez-Calvet et al., 2018).

A pesar de que las actuales políticas no están siendo de mucha ayuda para el desarrollo de energía limpia en España, un importante cambio en el sector energético se está produciendo con el surgimiento de cooperativas de energía renovables. Estas se encuentran en una etapa de desarrollo y ha surgido por una combinación de factores: concienciación de la privatización del sector caracterizado por el predominio de las llamadas 5 grandes, que controlan el mercado eléctrico español, la posibilidad legal de las cooperativas de vender electricidad a partir de 2010, la politización del problema energético del movimiento 15-M de 2011 y los cambios en la política española contra las energías renovables (Heras-Saizarbitoria, Sáez, Allur, & Morandeira, 2018). Las cooperativas aprovecharon todos estos factores para reforzar su posición en el mercado, y a pesar del aumento de energía renovable desde 1997-2012, la población no puso problemas al incremento de la capacidad de combustibles fósiles durante el período favorable para las energías renovables. Como resultado, cuando la demanda de energía disminuyó debido a la crisis, el gobierno protegió a los servicios tradicionales frente a las energías renovables, fortaleciéndolo con diversas barreras financieras, regulatorias y perceptivas (Heras-Saizarbitoria et al., 2018).

Para que las cooperativas puedan crecer en el actual sistema debe crearse una base de datos común con datos centralizados, homogéneos y actualizados sobre la

evolución del resto de cooperativas (Capellán-Pérez, Campos-Celador, & Terés-Zubiaga, 2018). Se proponen medidas directas e indirectas para promover el desarrollo de las cooperativas, algunas medidas directas serían préstamos específicos, asistencia técnica y creación de capacidad; algunas medidas indirectas podrían ser la promoción de las energías renovables, requisitos eco-sociales en licitaciones públicas. Hay muchos países donde se niegan a la transición de la energía renovable basada en una producción democrática, sostenible y descentralizada (Capellán-Pérez et al., 2018). En España una de las principales cooperativas es Som Energía, donde su principal objetivo es la venta de energía verde, porque piensan que el actual modelo energético basado en combustibles fósiles es insostenible. En otros casos, quieren desarrollar proyectos específicos para producir energía renovable.

Otras investigaciones se centran en un tipo de fuente de energía, profundizando en las nuevas tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO₂, la energía eólica marina, la energía eólica en Galicia y la energía nuclear, entre otros casos específicos.

Uno de los principales objetivos del Protocolo de Kyoto es la reducción de CO₂, por eso se han desarrollado las tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO₂. En este campo España puede ser uno de los grandes países líderes tecnológicamente, gracias al número de proyectos en el territorio español y a la cantidad de investigadores que trabajan en esta área en colaboración con socios europeos (Cámara, Santero, Martínez, & Jiménez, 2016). Según los datos que ofrecen recientes investigaciones, haría falta una inversión de 22.915 millones de euros en este sector, de los cuales el 72,4% se destinaría para la captura, el 17,1% al transporte y el 10,5% a resolver los problemas asociados al almacenamiento de este tipo de energía. Esta inversión crearía más de 247.000 empleos, la mayoría de los puestos se concentrarían en el sector de la construcción, que sería el más beneficiado. El volumen de inversiones es muy elevado, por eso se necesita el apoyo del gobierno con políticas y normas específicas que unifiquen criterios con respecto a las nuevas tecnologías. Todo esto ayudará al desarrollo tecnológico, además de un marco fiscal, generar la confianza y reducir la inseguridad para poder realizar las inversiones (Cámara et al., 2016).

Otro caso de obtención de energía limpia es la instalación de energía eólica marina situada en el Mar del Norte. Este tipo de energía hace que Europa lidere el mercado mundial, en cambio, España está retrasada en comparación con Europa. Este tipo de energía hace que la combinación de fuentes energéticas sea mayor y proporciona beneficios medioambientales (Varela-Vázquez & Sánchez-Carreira, 2017). En España sería una importante fuente eléctrica, debiendo estudiarse los posibles efectos en la economía para que sea apoyada con políticas de promoción. Con este análisis se estudia las diferentes características de la creación de empleos y la contribución al PIB. En el sector eólico marino se podría alcanzar los 2.850 empleos para el año 2028, la mayor parte del empleo dependería de la capacidad instalada y se llevaría a cabo en el sector industrial (Varela-Vázquez & Sánchez-Carreira, 2017). El sector es intensivo en capital, debido a que la contribución al PIB español es el doble que la contribución al empleo nacional. Las políticas de promoción juegan un papel importante, porque son las encargadas de aumentar el tamaño del mercado y proporcionar un futuro estable a largo plazo, asegurando las nuevas inversiones. La estabilidad legislativa es la principal impulsora del desarrollo del sector, debido a la gran inversión que hay que realizar, y establecer condiciones del mercado para mejorar la capacidad instalada (Varela-Vázquez & Sánchez-Carreira, 2017).

En cuanto a la producción de energía a través del viento, se ha estudiado el parque eólico en el mundo rural. Concretamente la zona donde se lleva a cabo el estudio es en Galicia, donde observamos un aumento en las ganancias para los propietarios de 0,84 millones de euros en 1999 hasta los 10,1 millones de euros en 2015 (Copena &

Simón, 2018). Esto solo representa un 1,5% del volumen total facturado por los parques eólicos. Partes de los ingresos se dedicaron al desarrollo de iniciativas innovadoras rurales y sociales para aumentar la calidad y el nivel de vida de los habitantes rurales. Los terratenientes rurales desarrollaron actividades para revitalizar económicamente la zona local, a pesar de que las políticas eran desfavorables. Para terminar, se llega a la conclusión de que con un marco legislativo más favorable el impacto económico local sería mucho mayor (Copena & Simón, 2018).

Respecto al impacto económico de la energía nuclear en España, en la próxima década habrá cesado su actividad. Durante estos años se realizará de forma escalonada el trasvase de producción a otras fuentes de energía y el comienzo de desmantelamiento de las centrales. Se llevarán a cabo varias actividades entre las que se encuentran: el trasvase de la energía nuclear a otros tipos de energía, el incremento de potencia de energía renovable para compensar la pérdida de producción nuclear, el derrumbe de las centrales nucleares y la renovación del terreno y el almacenamiento de los residuos nucleares procedentes de la actividad nuclear y del proceso de desmantelamiento (Isabel, 2018). Se estima que dicho proceso necesitará inversiones por valor de 22.000 millones de euros, de los cuáles 17.200 serán destinados para el aumento de potencia de energía renovable, las actividades de desmantelamiento costarán 4.200 y en torno a 800 el almacenamiento de los residuos nucleares (Isabel, 2018). Estas actuaciones tendrán una repercusión en el PIB aumentándolo en 20.000 millones de euros. En términos de creación de empleo, se estima que se crean unos 300.000 empleos (Isabel, 2018). Los dos sectores más beneficiados serán el comercio y la hostelería, y las actividades financieras, profesionales y científicas, que tienen un impacto directo de las inversiones. Un segundo grupo con un impacto significativo serían la administración pública, sanidad y educación, y por otro lado maquinaria y construcción. El impacto fiscal se estima en torno a los 2.800 millones de euros, donde los impuestos netos sobre los productos serían de 370 millones, el impuesto de actividades económicas y el impuesto sobre bienes e inmuebles unos 425 millones y las cotizaciones a la seguridad social 2.000 millones. Como vemos todo esto conlleva un volumen importante de inversiones destinadas a las instalaciones de potencia de energía renovable y el proceso de desmantelamiento, con esto lo que más beneficiado se verá será la creación de empleo (Isabel, 2018).

Otra forma para obtener energía nuclear es el uso de uranio. El coste del uranio representa el 43% del costo total del combustible nuclear. Este recibió una importante disminución en el precio desde el accidente de Fukushima, una tendencia que se mantiene hasta hoy (Martínez-Alegría, Sanz, Oliveira, Montequi, & Campos, 2014). Hay que tener en cuenta el contraste entre la evolución de los precios del uranio y del barril de Brent desde 2008 hasta la actualidad, que ha llevado al uranio a ganar puntos como fuente de energía. Se propone una hipótesis donde el crecimiento del uranio sea moderado, en la que se espera que entre los años 2020 y 2040, ocurra un decremento en su consumo. Esta tendencia podría sufrir un cambio si el crecimiento tecnológico permite el uso del torio como combustible nuclear, además el torio es 3 veces más común que el uranio (Martínez-Alegría et al., 2014).

4.2 EL SECTOR ENERGÉTICO INTERNACIONAL.

Según los resultados de la investigación, las fuentes de energías renovables y bajas en carbono son capaces de generar más empleos que los combustibles fósiles por unidad de energía entregada. Los gobiernos pueden aprovechar este tipo de información para elaborar políticas energéticas a largo plazo o programas a corto plazo con incentivos para crear empleos en este sector. La inversión en eficiencia energética nos ayuda a conseguir una mayor empleabilidad y menor coste en la producción de energía, siendo esta una de las opciones más fáciles de implantar (Wei,

Patadia, & Kammen, 2010). Con ello, obtenemos tanto la posibilidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles, como de crear nuevas plantas de energía renovable. Gracias al estudio se puede concluir que, con políticas agresivas de eficiencia energética, como la reducción de las barreras del mercado, la mejora de la conciencia pública y la educación, y la facilidad de financiación de la energía entregada, se puede llegar a lo anteriormente expuesto. Además, se espera que el volumen de empleo generado sea similar en los países desarrollados, mientras que pudieran existir diferencias sustanciales en el caso de los países en desarrollo (Wei et al., 2010).

El protocolo de Kyoto tiene un efecto positivo en el desarrollo de patentes de energía eólica y solar, así como en otras fuentes de energías renovables. La energía eólica es la más destacable por su moderado coste de producción y consigue ser una de las más competitivas. (Johnstone, Hašič, & Popp, 2010). Asimismo, la literatura destaca el papel de las patentes en los efectos tanto económicos como ambientales, en especial en la introducción de innovaciones para la reducción de costes y emisiones de CO₂ (Johnstone et al., 2010).

Otras investigaciones profundizan en el futuro de la energía eólica, hidráulica y solar en diversos países. Estos trabajos analizan con detalle, por un lado, las tecnologías, recursos energéticos, cantidades y áreas de infraestructura y materiales; y por otra parte, estudian con detalle la confiabilidad, los costes del sistema y la transmisión y las mejores políticas (Jacobson & Delucchi, 2011). En relación a los temas abordados en la primera categoría de temas de investigación, se ha llegado a la conclusión de que el desarrollo de los sistemas de energía eólica, hidráulica y solar no se verá limitado por la disponibilidad de materiales, como pueden ser el acero y el hormigón (Jacobson & Delucchi, 2011). En un sistema como el planteado, algunos de los materiales más raros como el neodimio, platino y litio, tendrán que ser reciclados o reemplazados por materiales menos escasos. No es probable que el costo de reciclar o reemplazar el neodimio o platino afecte a la economía de estos sistemas, pero el costo a gran escala de baterías de litio es desconocido, y eso es lo que puede plantear un problema (Jacobson & Delucchi, 2011).

En el segundo grupo de temas investigados, el agua y el viento pueden suministrar todas las necesidades energéticas con un beneficio para el clima, la calidad del aire, la calidad del agua, la mejora en los sistemas ecológicos y seguridad energética, y todo ello a un costo razonable (Delucchi & Jacobson, 2011). Los resultados muestran que el coste privado de generar electricidad a partir de la energía eólica es menor que el coste privado de generar energía a través de combustibles fósiles, siendo aún mayor esta diferencia en el futuro. Para 2030, el coste social de generar electricidad a partir de cualquier fuente de energía eólica, hidráulica o solar será menor que el costo social de la generación convencional de combustibles fósiles (Delucchi & Jacobson, 2011). Los principales obstáculos que nos encontramos para realizar esta transformación del sector energético son sociales y políticos, no tecnológicos. Puede ser necesario un cambio en las tarifas de alimentación que son una herramienta utilizada por los gobiernos de cada país para intervenir en los precios de la energía renovable producida. Su principal objetivo es la protección de los pequeños inversores, ya que requieren una alta inversión. Además también se necesitarán cambios con incentivos y el sistema de transmisión de electricidad expandido y organizado, pero quizás no sea suficiente para garantizar un rápido desarrollo de tales fuentes eléctricas (Delucchi & Jacobson, 2011).

Debido al protocolo de Kyoto los gobiernos están actualmente creando políticas para fomentar el aprovechamiento y uso de las energías renovables. El despliegue que está teniendo la energía renovable se ha vuelto necesario, junto con la preocupación por la emisión de gases de efecto invernadero, principal motivo del calentamiento global (Moosavian, Rahim, Selvaraj, & Solangi, 2013). Existen varios países que lideran el

sector energético solar, debido a sus propiedades de cero emisiones, ausencia de ruido y un funcionamiento y mantenimiento básico. Entre esos países se encuentran Australia, Canadá, China, Japón, Francia, Alemania y Estados Unidos. Para que esta energía aumente su participación en la producción total a nivel mundial se necesita que la financiación para los minoristas sea flexible. Las naciones líderes establecen estándares de cartera renovables, los que indican que un porcentaje del total de energía debe ser producida a partir de energías renovables. Para alcanzar este porcentaje, se recurre a tarifas de alimentación más ventajosas, incentivos, subsidios y exenciones fiscales (Moosavian et al., 2013).

Para fomentar el uso de energías renovables y contribuir a los objetivos futuros, se ha realizado un estudio en Estados Unidos para ver la posibilidad de un sistema energético basado principalmente en energía eólica y solar (Denholm & Hand, 2011). Se ha llegado a la conclusión de que tendría unas restricciones: limitada coincidencia de tiempo del recurso con la demanda normal de electricidad, combinada con la flexibilidad limitada de los generadores térmicos para reducir la producción y la incapacidad actual de intercambiar energía con las redes cercanas, darían como resultado una generación renovable inutilizable y un aumento de los costos (Denholm & Hand, 2011).

5 CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación ha pretendido mostrar la estructura del sector energético español y sus tendencias futuras, así como analizar la situación internacional del sector de las energías. Este propósito ha llevado a efectuar un estudio cronológico de las energías renovables y no renovables, a partir de una revisión de artículos recientes y relevantes sobre ambas fuentes de producción en España y a nivel internacional. El trabajo también realiza una aportación empírica al analizar la serie de datos disponibles de la base de Red Eléctrica de España en el periodo 2000-2018, desde la perspectiva de la producción, la demanda, los costes e intercambios internacionales y la proporción de fuentes renovables y no renovables en el mix energético español durante dicho periodo.

Primero, se ha contemplado la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente del CO₂, a lo largo de estos años. Los resultados de las investigaciones muestran claramente que las fuentes de energía renovables son las grandes candidatas para conseguir este objetivo plausible. Lo que sorprende es que la energía nuclear también se vea como una de las fuentes que pueden contribuir a este objetivo deseado, debido a que es actualmente una energía que no emite CO₂. Esto suscita una polémica ya que, aunque en su proceso productivo no emita CO₂, si lo hace en los periodos anteriores a la obtención de energía, como puede ser la extracción del uranio y la construcción de la planta. Existen países que están retornando a este tipo de energía, entre ellos cabe mencionar a EE. UU., Francia y Finlandia. Este retorno a esta fuente energética, también se debe al aumento de la demanda, la actual seguridad energética y la ayuda a frenar el cambio climático. Otra manera de combatir las emisiones de CO₂, es la creación de nuevas tecnologías en materia de captura, transporte y almacenamiento de este gas, y donde España puede ser una gran potencia debido a la cantidad de proyectos y cualificación de los investigadores.

En segundo lugar, se confirma el gran potencial de nuestro país en fuentes de energía renovables, destacando en este ámbito la energía eólica y solar, gracias en gran parte a nuestra privilegiada ubicación geográfica. En España la energía eólica se está convirtiendo en la energía más destacable por su coste de producción y competitividad, por lo que su contribución al objetivo de convertirnos en un país más limpio y respetuoso con el medioambiente resulta ser decisiva. Actualmente es más bajo el coste de producción de energía eólica que de energía obtenida a partir de combustibles fósiles. En EE. UU. se ha realizado un análisis para estudiar la posibilidad de un sistema basado únicamente en energía solar y eólica, lo que traería consigo múltiples beneficios. Sin embargo, los principales problemas para el cambio de sistema energético son los fallos en las políticas llevadas a cabo en los diferentes países, ya sea porque no se fomenta de forma adecuada el uso de energías renovables frente las fuentes tradicionales o por la ausencia de incentivos económicos a los productores y consumidores de energía limpia.

En tercer lugar, uno de los hallazgos más importantes es la importancia del marco regulatorio nacional en esta fase de transición de modelo energético en los distintos países. Así, lo gobiernos podrán impulsar el uso de fuentes de energía renovables y restringir las no renovables mediante la administración de adecuados incentivos a productores y consumidores de energía. Esta firme apuesta política contribuirá decisivamente al logro de los grandes objetivos marcados en el protocolo de Kyoto y en la Cumbre de Energía de París en relación con la reducción drástica en la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Por ejemplo, el uso de energía

renovable se puede mejorar con incentivos, ayudas fiscales o reembolsos por la instalación a los pequeños inversionistas privados. Al implantar estas ayudas, se fomentará el desarrollo de estas energías y se reducirá la actual dependencia de los precios del petróleo y gas, como principales fuentes de energía no renovables. También compete a las Administraciones Públicas la mejora en la red de transporte de energía con nuestros países vecinos para fomentar el intercambio y regulación conjunta del mercado energético.

Por último, cabe destacar el surgimiento de las cooperativas de energías renovables. Estas se encuentran con muchas barreras financieras y regulatorias, provocando muchas dificultades para crecer en este sector emergente. La principal solución podrá ser el cambio de las políticas por parte del gobierno y mejorar la obtención de datos entre los países, compartiendo la información que obtengan directamente de cooperativas y otros productores energéticos..

En el presente trabajo hemos tenido una serie de limitaciones derivadas de la disponibilidad de bases de datos actualizadas y comparables, ya que sólo se ha podido obtener datos fiables a través de la página de la Red Eléctrica de España. Otro problema con respecto a los datos ha sido que los datos en ciertos lugares del territorio español no se empezaron a recolectar hasta fechas recientes. Es el caso de las Islas Canarias y de las Islas Baleares, cuya serie de datos cronológica comienza en 2005. En otro caso como Ceuta y Melilla no existen datos disponibles hasta 2007. Estudios posteriores podrían realizar comparaciones con nuestros países vecinos y seguir la tendencia de observar la evolución de las diferentes fuentes energéticas a nivel nacional y comunitario.

Bibliografía

- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Coal consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(3), 1353–1359. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.016>
- Arocena, P., & Díaz, A. N. A. C. (2015). La evolución de los costes energéticos y su efecto en la competitividad de la industria española. *Economía Industrial*. 151–162.
- Baigorri, A., Caballero, M., & Chaves, M. (2012). States and the nuclear power. An international perspective. *International Review of Sociology*, 22(3), 446–470. <https://doi.org/10.1080/03906701.2012.730823>
- Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., ... Yumkella, K. K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, 39(12), 7896–7906. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039>
- Breitschopf, B., Held, A., & Resch, G. (2016). A concept to assess the costs and benefits of renewable energy use and distributional effects among actors: The example of Germany. *Energy and Environment*, 27(1), 55–81. <https://doi.org/10.1177/0958305X16638572>
- Cámara, Á., Santero, R., Martínez, M. I., & Jiménez, J. (2016). Impacto del desarrollo de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO₂ en el sector eléctrico. *Revista de Economía Aplicada*, 24(72), 57–85.
- Cámara Sánchez, Á., Flores García, M., & Fuentes Saguar, P. (2011). Análisis económico y medioambiental del sector eléctrico en España. *Estudios de Economía Aplicada*, 29(2), 4–11.
- Capellán-Pérez, I., Campos-Celador, Á., & Terés-Zubiaga, J. (2018). Renewable Energy Cooperatives as an instrument towards the energy transition in Spain. *Energy Policy*, 123(September), 215–229. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.064>
- Copena, D., & Simón, X. (2018). Wind farms and payments to landowners: Opportunities for rural development for the case of Galicia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 95(June), 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.043>
- Costa, D., Pereira, V., Góis, J., Danko, A., & Fiúza, A. (2017). Understanding public perception of hydraulic fracturing: a case study in Spain. *Journal of Environmental Management*, 204, 551–562. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.001>
- Couture, T., & Gagnon, Y. (2010). An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment. *Energy Policy*, 38(2), 955–965. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.047>
- Delucchi, M. A., & Jacobson, M. Z. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies. *Energy Policy*, 39(3), 1170–1190. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.045>
- Denholm, P., & Hand, M. (2011). Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity. *Energy Policy*, 39(3), 1817–1830. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.019>
- Gabaldón-Estevan, D., Peñalvo-López, E., & Solar, D. A. (2018). The Spanish turn against renewable energy development. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041208>

- Gómez-Calvet, R., Martínez-Duart, J. M., & Serrano Calle, S. (2018). Present state and perspectives of variable renewable energies in Spain. *European Physical Journal Plus*, 133(3). <https://doi.org/10.1140/epjp/i2018-11960-9>
- Heras-Saizarbitoria, I., Sáez, L., Allur, E., & Morandeira, J. (2018). The emergence of renewable energy cooperatives in Spain: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94(April), 1036–1043. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.049>
- Isabel, M. (2018). *El impacto económico del desmantelamiento nuclear en España The Economic Impact of Nuclear Dismantlement in Spain*. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* (25), 244–271.
- Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*, 39(3), 1154–1169. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.040>
- Johnstone, N., Haščič, I., & Popp, D. (2010). Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*, 45(1), 133–155. <https://doi.org/10.1007/s10640-009-9309-1>
- Marín, C. E., Marín, R. G., & Guerrero, A. E. A. (2017). El resurgimiento de la energía minihidráulica en España y su situación actual. *Revista de Geografía Norte Grande*, 143(67), 115–143.
- Martínez-Alegría, R., Sanz, G., Oliveira, S., Montequi, I., & Campos, F. (2014). Spanish Nuclear Industry – Future Perspectives and Reserves’ Analysis. *Procedia Earth and Planetary Science*, 8, 81–85. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2014.05.017>
- Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). CO2 emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US. *Energy Policy*, 38(6), 2911–2915. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.024>
- Montes, M. J., Rovira, A., Muñoz, M., & Martínez-Val, J. M. (2011). Performance analysis of an Integrated Solar Combined Cycle using Direct Steam Generation in parabolic trough collectors. *Applied Energy*, 88(9), 3228–3238. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.03.038>
- Montoya, F. G., Aguilera, M. J., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Renewable energy production in Spain: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 509–531. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.091>
- Moosavian, S. M., Rahim, N. A., Selvaraj, J., & Solangi, K. H. (2013). Energy policy to promote photovoltaic generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 44–58. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.030>
- Red Electrica de España (2019). *Series estadísticas del sistema eléctrico español*. <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales>. (Fecha de consulta: 09/03/2019).
- Sanz-Díaz, M. T., Velasco-Morente, F., Yñiguez, R., & Díaz-Calleja, E. (2017). An analysis of Spain’s global and environmental efficiency from a European Union perspective. *Energy Policy*, 104(January 2017), 183–193. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.030>
- Serrano, A. (2017). Potenciales de la energía distribuida en España. *Revista de Obras Públicas*, 3584, 8–19.
- Sorda, G., Banse, M., & Kemfert, C. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38(11), 6977–6988. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.066>
- Varela-Vázquez, P., & Sánchez-Carreira, M. del C. (2017). Estimation of the potential

effects of offshore wind on the Spanish economy. *Renewable Energy*, 111, 815–824. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.002>

Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38(2), 919–931. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.044>