



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Análisis del Sector de las Energías Renovables. El caso de la energía solar fotovoltaica.

Autor: Íñigo Rodríguez Valero
Director: Francisco Borrás Pala

Resumen

El presente trabajo realiza un análisis del sector de las energías renovables, tanto a nivel mundial como a nivel de España. Asimismo, nos hemos centrado en un análisis más en profundidad del sector de la energía solar fotovoltaica, así como una breve explicación de la crisis que hubo en España en el año 2008 y la forma en la que la legislación ha afectado a dicho sector. También se ha investigado sobre las formas en las que se invierte en energía renovable y las diferencias existentes entre países desarrollados y países en vías de desarrollo. Y, por último, se han realizado unas breves proyecciones sobre el sector de las energías renovables.

Palabras clave: energías renovables, energía solar fotovoltaica, crisis, inversión, proyecciones, contaminación, España.

Abstract

This paper contains an analysis of the renewable energy sector, both worldwide and Spanish level. Moreover, we have focused on the photovoltaic solar energy, with a brief explanation of the Spanish crisis in 2008 and the way the law affects this sector. Also, we have done research about the ways of investment in renewable energy and the differences between developed countries and developing countries. Finally, projections have been done about the renewable energy sector.

Key words: renewable energies, photovoltaic solar energy, crisis, investment, projections, pollution, Spain.

Índice de Contenido

Índice de Figuras	4
Índice de Anexos	6
Introducción.....	7
I. Justificación del Tema.	7
II. Objetivos específicos del TFG.	8
III. Enfoque de la investigación.....	8
IV. Estructura del Trabajo	9
Capítulo 1. Análisis del Sector de las Energías Renovables.	10
1.1 Introducción a la Energía	10
1.2 Tipos de Energías Renovables	12
1.3 Necesidad Actual de las Energías Renovables	14
1.4 La Unión Europea y las Energías Renovables	16
1.5 El Sector de las Energías Renovables en España.....	19
Capítulo 2. Análisis del Sector de la Energía Solar Fotovoltaica	23
2.1 Introducción a la Energía Solar Fotovoltaica.....	23
2.2 La Unión Europea y la Energía Solar Fotovoltaica	25
2.3 El Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en España.....	27
2.3.1 Evolución del Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en España y situación actual	27
2.3.2 El Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en las Comunidades Autónomas	31
2.3.3 Crisis de la Energía Solar Fotovoltaica en España.....	34
2.3.4 Impacto Macroeconómico de la Energía Solar Fotovoltaica en España.....	36
Capítulo 3. Legislación en el sector Energía Renovable, en concreto en la Energía Fotovoltaica	38
3.1 Panorama Actual Legislativo en España	38
3.1.1 Régimen Retributivo de las Energías Renovables en España.....	39
3.1.2 Régimen de Subasta de las Energías Renovables en España	40
3.2 Comparación del régimen retributivo de España con otros países	42
Capítulo 4. Análisis de las Inversiones dirigidas a Energías Renovables, en especial a la energía solar fotovoltaica	45
4.1 Introducción a la Inversión en Energías Renovables	45
4.2 Inversiones en Energía Renovable por Tipo de Economía	46
4.3 Tipos de Inversiones en Energías Renovables	49
4.3.1 Inversión por financiación de activos	50
4.3.2 Pequeña capacidad distribuida	51
4.3.3 Inversiones en el mercado público	51
4.3.4 Venture Capital y Private Equity	52

4.3.5 Inversión en Investigación y Desarrollo	53
Capítulo 5. Proyecciones de futuro	56
Capítulo 6. Conclusiones	60
Bibliografía.....	64
Anexos.....	68

Índice de Figuras

Figura 1: Consumo de Energía Mundial por Fuentes de Energía (1970-2017)	11
Figura 2: Previsiones de demanda de electricidad por regiones	12
Figura 3: Países más contaminantes del mundo por emisiones de dióxido de carbono en el año 2017.....	14
Figura 4: Concentración de dióxido de carbono por décadas (ppm).....	16
Figura 5: Cuota de Electricidad procedente de Fuentes de Energía Renovable en los países miembros de la Unión Europea en 2017 (%).....	18
Figura 6: Cuota de Electricidad procedente de Fuentes de Energía Renovable en España de 2008 a 2017 (%)	19
Figura 7: Estructura de potencia instalada a 31.12.2017 de Energías Renovables. Sistema eléctrico nacional (%)	20
Figura 8: Estructura de generación anual de energía renovable en 2017. Sistema eléctrico nacional (%).....	21
Figura 9: Generación Renovable de cada Comunidad Autónoma sobre la generación renovable nacional en 2017	22
Figura 10: Coste Medio de la Energía en Estados Unidos (dólares por megavatio hora)	24
Figura 11: Potencia Acumulada Fotovoltaica Mundial 2017 (GW)	25
Figura 12: Potencia Fotovoltaica Acumulada en Europa.....	26
Figura 13: Potencia Acumulada Fotovoltaica en Europa por países 2017 (GW)	27
Figura 14: Potencia Solar Fotovoltaica acumulada en España entre 2006 y 2017 (MW)	28
Figura 15: Potencia Solar Fotovoltaica instalada anualmente en España desde 2006 (MW)	28
Figura 16: Mapa de Radiación Solar en Europa (KWh / m2).....	30
Figura 17: Potencia solar fotovoltaica de cada Comunidad Autónoma sobre la potencia fotovoltaica nacional a 31.12.2017 (%).....	32

Figura 18: Mapa de Radiación Solar en España (KWh / m2).....	33
Figura 19: Aportación al PIB español de la energía solar fotovoltaica (millones de € corrientes).....	36
Figura 20: Parámetros retributivos de las instalaciones tipo para la convocatoria en la Orden ETU/315/2017	41
Figura 21: Evolución anual del precio de mercado y establecimiento de límites inferiores y superiores en la Orden ETU/315/2017.....	41
Figura 22: Régimen retributivo en la Unión Europea y Noruega (2015).....	43
Figura 23: Nueva Inversión Global en Energía Renovable por tipo de economía desde 2004 hasta 2017 (BN\$	47
Figura 24: Nueva Inversión Global en Energía Renovable por tipo de economía y tipo de energía renovable en el año 2017 (BN\$)	48
Figura 25: Nueva Inversión Global en Energía Renovable atendiendo a la clase del activo (\$BN)	49
Figura 26: Inversión global por financiación de activos por sector renovable (\$BN) (2004-2017)	50
Figura 27: Inversión a través de PE/VC en energía renovable por sector (\$BN)	52
Figura 28: Inversión en I+D para energías renovables (BN \$) (2004-2017)	54
Figura 29: Proyección de coches eléctricos en el futuro (2025 y 2040)	57
Figura 30: Capacidad Instalada Total de Energía en el mundo (2000-2040).....	58
Figura 31: Proyección Capacidad Instalada Energía Solar Fotovoltaica en Europa (2017-2022) (MW)	59

Índice de Anexos

Anexo 1: Implantación prevista de las fuentes de energía renovables (FER) en los Estados miembros y objetivos en materia de energías renovables para 2020	68
Anexo 2: Extensión de las Comunidades Autónomas de España	68

Introducción.

El propósito de este trabajo es el análisis en detalle del sector de las energías renovables, en concreto la energía solar fotovoltaica, así como el impacto que tienen las decisiones de la Administración Pública en dicho sector. A continuación, se realizarán proyecciones sobre el sector de las energías renovables, en concreto, la energía solar fotovoltaica, y se analizará como afrontan los fondos de inversión y los inversores dichos activos, teniendo en cuenta el auge que se está produciendo en los últimos años.

Tras haber realizado unas prácticas en el departamento de energía (Q-Energy) del fondo de inversión Qualitas Equity Partners, se pretende analizar de una manera más detallada el funcionamiento del sector de las energías renovables, y en concreto el de la energía solar fotovoltaica.

I. Justificación del Tema.

En este mundo afectado por el cambio climático, es necesario realizar inversiones sostenibles, dirigidas no solo al beneficio económico del inversor, sino también al beneficio general de la sociedad. Con este trabajo se quiere analizar hacia donde se dirige el sector de las energías renovables, en particular, el de la energía solar fotovoltaica, ya que se espera que sea un sector de grandísima importancia en un futuro próximo. Además, al ser un sector tan regulado, se busca analizar la influencia que tiene la Administración Pública y si es necesario desregularizar un poco dicho sector o mantenerlo como se encuentra en la actualidad.

Por otro lado, teniendo en cuenta la ubicación de España y la alta radiación solar que recibimos a lo largo del año, es necesario potenciar más la energía solar fotovoltaica, ya que, dadas las condiciones geográficas de nuestro país, España debería ser un referente mundial en esta materia. El futuro pasa por el potenciamiento de las energías renovables, por lo que España, dada su situación geográfica, debe aprovechar esta ventaja y ser un país puntero en la producción de energía solar fotovoltaica.

II. Objetivos específicos del TFG.

- i. Analizar la situación actual del sector de las energías renovables, comparando las distintas fuentes energéticas que se encuentran actualmente en el mercado.
- ii. Examinar los cambios de legislación en España y el impacto que tiene la Administración Pública en dicho sector.
- iii. Analizar la situación de España en materia de energía solar fotovoltaica en comparación con otros países.
- iv. Realizar proyecciones de futuro para el sector de la energía renovable, en concreto de la energía solar fotovoltaica.
- v. Análisis de las inversiones en energía renovable, en concreto, la energía solar fotovoltaica.
- vi. Observar el tipo de inversiones de los grandes inversores y fondos de inversión sobre activos de energía solar fotovoltaica y otras energías renovables.

III. Enfoque de la investigación

Para la realización de este trabajo de fin de grado nos basaremos en un enfoque de investigación deductivo, ya que primero se tendrán que recoger datos e información obtenidos de literatura y estudios anteriores, en segundo lugar, se analizará esa información y, por último, se intentarán verificar dichas teorías y contrastarlas.

Se tratará de recabar la máxima información posible sobre el sector de las energías renovables, en concreto la energía solar fotovoltaica, de diferentes artículos, publicaciones, libros o páginas web. Asimismo, se recabarán datos cuantitativos para contrastar diferentes países y comparar diferentes momentos en el tiempo.

Las proyecciones se realizarán basándonos en la tendencia existente en los últimos años, así como en informes que hayan podido realizar otras instituciones.

IV. Estructura del Trabajo

El trabajo en cuestión se estructura de la siguiente manera:

El primer capítulo, Análisis del Sector de las Energías Renovables, se compone de una introducción a la energía, tanto renovable como no renovable, diferenciando la situación actual a nivel global, europeo y de España

El segundo capítulo, Análisis del Sector de la Energía Solar Fotovoltaica, se compone de una introducción a la energía solar fotovoltaica y un análisis del sector tanto en Europa como en España. Adicionalmente, se habla de la crisis de las energías solares fotovoltaicas en España y del impacto macroeconómico del sector.

El tercer capítulo, Legislación en el sector Energía Renovable, en concreto en la Energía Fotovoltaica, se analiza tanto el régimen retributivo como el régimen de subastas, y se realiza una breve comparativa de los distintos regímenes retributivos de determinados países de Europa.

El cuarto capítulo, Análisis de las Inversiones dirigidas a Energías Renovables, en especial a la energía solar fotovoltaica, se compone de una explicación de las inversiones en energías renovables, seguido por un análisis de las inversiones diferenciando por tipo de economía. En último lugar se analizan los tipos de inversiones que se pueden realizar atendiendo a la forma de inversión.

El quinto capítulo, Proyecciones de futuro, contiene las proyecciones existentes sobre las energías renovables y sobre aquellas predominantes como el carbón o el petróleo. Asimismo, se profundiza sobre las proyecciones existentes con respecto a la energía solar fotovoltaica.

Por último, terminamos con las Conclusiones, que incluyen una opinión del autor sobre los resultados obtenidos a lo largo del trabajo.

Capítulo 1. Análisis del Sector de las Energías Renovables.

1.1 Introducción a la Energía

La energía se entiende como la capacidad que tienen los cuerpos de realizar un trabajo, un trabajo que puede externalizarse de diferentes maneras como la generación de calor, la emisión de luz o un trabajo mecánico (C. Schallenberg et al., 2008, p.14).

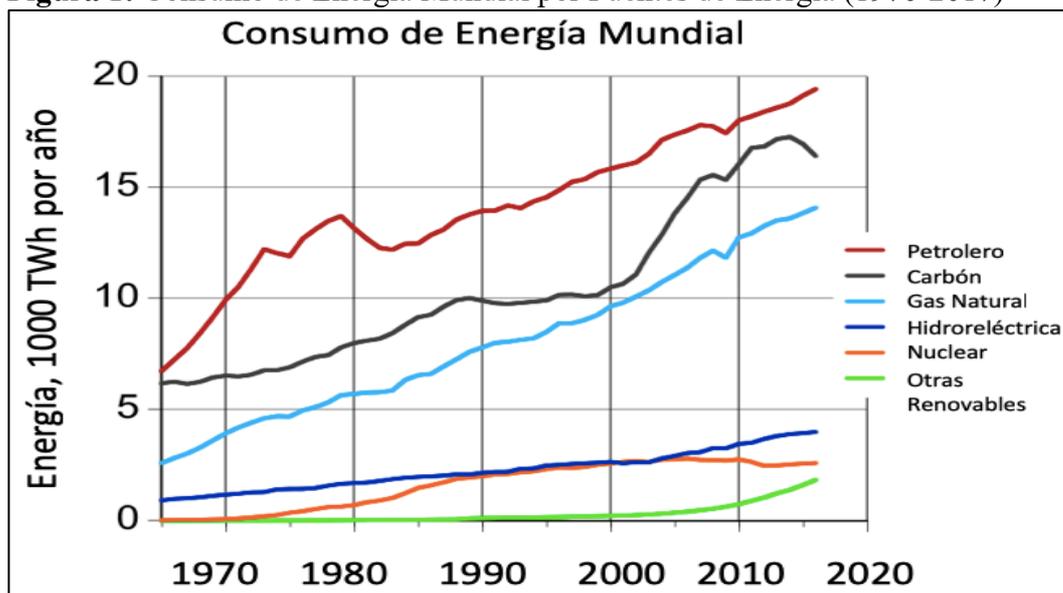
Al hablar de energía, no podemos obviar el principio de conservación de la energía, que establece que “la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma”. Este principio es muy importante sobre todo al hablar de las energías renovables, donde se aprovecha la energía que desprende la naturaleza y sus fuentes para transformarla en la energía de la que nos servimos para vivir en sociedad. Las energías renovables aprovechan el hecho de que este tipo de fuentes sean infinitas, y por ello, a pesar de que, a priori, necesitan de un mayor desembolso inicial, es necesario potenciarlas y darles un uso más eficaz.

La energía puede dividirse, atendiendo a su disponibilidad, en dos grandes grupos. Estos dos grupos son los siguientes (C. Schallenberg et al., 2008, p.16):

- i. En primer lugar, las energías no renovables, que son aquellas que existen con una cantidad limitada y no se renuevan en el corto plazo. En este gran grupo podemos encontrar fuentes como el carbón, el petróleo o el gas natural. En el pasado, estas fuentes de energía se han utilizado sin ningún tipo de medida, hasta el momento en que se han dado cuenta de su naturaleza limitada y dañina hacia el medio ambiente.
- ii. En segundo lugar, las energías renovables, que son aquellas que existen en cantidades ilimitadas debido a que nuestro planeta la recibe de forma continua. En el siguiente punto se explicarán brevemente los tipos más importantes de energías renovables, puesto que es el tema principal del presente trabajo.

A pesar del esfuerzo que se está realizando para avanzar hacia un mundo más sostenible y con menos contaminación generada por las diferentes fuentes de energía, las fuentes de energía contaminantes como el carbón, el petróleo o el gas natural no están cesando de ser consumidas, es más, como se puede observar en la Figura 1, su consumo sigue aumentando año tras año.

Figura 1: Consumo de Energía Mundial por Fuentes de Energía (1970-2017)

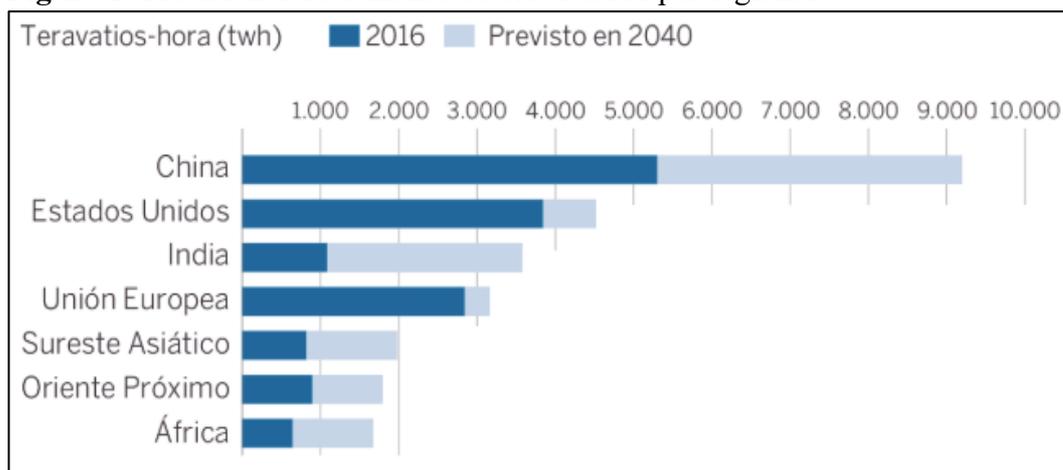


Fuente: Traducción propia del gráfico de Con-struct, realizado a partir de datos de BP Statistical Review of World Energy.

En este aspecto, el 12 de diciembre de 2015 se firmó el Acuerdo de París para combatir el cambio climático. El principal objetivo en el largo plazo de dicho acuerdo es evitar que la temperatura media del planeta supere en 2 grados centígrados a la temperatura de los niveles preindustriales, así como la realización de acciones para que el calentamiento global no supere 1,5 grados centígrados (Acuerdo de París, 2015).

Según la Agenda Internacional de la Energía (AIE), los países firmantes no se están dirigiendo hacia los objetivos fijados por el Acuerdo de París, debido al crecimiento global de la economía y el gran aumento de la población que supondrá un inmenso proceso de urbanización, por lo que se estima que el mundo consumirá un 30% más de energía en 2040, lo que a su vez conllevará un aumento en la contaminación si no se toman medidas (Planellas y Delgado, 2017). A continuación, en la Figura 2 se puede observar cómo se va a desglosar este aumento de la demanda de electricidad entre los distintos países del mundo.

Figura 2: Previsiones de demanda de electricidad por regiones



Fuente: El País, elaborado a partir de datos de Agencia Internacional de la Energía (2017).

Se puede observar en la Figura 2 que los países que más demanda van a realizar de electricidad, en comparación con la de 2016, son aquellos países en vías de desarrollo y China, que tienen una previsión para 2040 de prácticamente doblar la demanda de electricidad. Se trata de una situación complicada, ya que, en términos de contaminación, no se le puede exigir lo mismo a países en vías de desarrollo que a países que participaron activamente en la revolución industrial y que, por ello, se encuentran ya desarrollados. Por esta razón, los países en vías de desarrollo son las regiones que realizarán un mayor cambio en relación con su situación actual, puesto que es su momento para desarrollarse y avanzar hacia una sociedad moderna.

1.2 Tipos de Energías Renovables

Como bien se ha señalado anteriormente, actualmente se están buscando nuevas formas y fuentes de producción de energía dado el uso intensivo de energías no renovables en las últimas décadas y su carácter dañino para el medio ambiente. En este trabajo se tratará fundamentalmente la energía solar fotovoltaica, pero existen otras muchas energías renovables que merecen una mención. A continuación, se van a resumir de forma breve las energías renovables más utilizadas (APPA, n.d.).

- i. Biocarburantes; se trata de combustibles líquidos o gaseosos que son generados a partir de materias primas biológicas vegetales o animales. Se trata de la energía renovable con un uso más extendido, y los ejemplos más notorios son el biodiesel y el bioetanol.

- ii. Biomasa; se trata de materia orgánica utilizada como fuente de energía, que deriva de un proceso orgánico que puede ser espontáneo o provocado. Estos recursos se podrían dividir en forestales o agrícolas.
- iii. Eólica; se trata de la energía cinética generada por una masa de aire. Esta fuerza del viento se explota a través de los llamados aerogeneradores.
- iv. Geotérmica de Alta Entalpía; se trata de la energía que se encuentra almacenada en forma de calor bajo tierra que tiene unas determinadas condiciones de presión y alta temperatura.
- v. Geotérmica de Baja Entalpía; también se trata de aquella energía almacenada bajo tierra en forma de calor, pero estos recursos geotérmicos, al tener menores temperaturas pueden ser utilizados para la producción de agua caliente sanitaria y para climatización.
- vi. Marina; se trata de la energía que aprovecha la fuerza de los océanos, en concreto la fuerza de olas, mareas, corrientes y la diferencia de temperatura entre el fondo y la superficie marina.
- vii. Minieólica; se trata de una variante de la energía eólica cuya particularidad es que la potencia de los aerogeneradores debe ser inferior a los 100kW, así como tener un área de barrido que no puede superar los 200 metros cuadrados.
- viii. Hidráulica; se trata de aquella fuente de energía que se aprovecha de la energía cinética de una masa de agua a través de un sistema de turbinas.
- ix. Solar Fotovoltaica; se trata de la transformación directa de la radiación solar en energía. En los siguientes puntos desarrollaré este tipo de energía renovable.
- x. Solar Térmica; se trata de aquella energía que se aprovecha del calor generado por el Sol para, por ejemplo, calentar agua que posteriormente se convertirá en energía eléctrica.
- xi. Solar Termoelectrica; se trata de la energía que es generada mediante la utilización de espejos y dispositivos de seguimiento solar con el objetivo de concentrar la radiación solar en una reducida superficie, cuyo calor se transfiere normalmente a un fluido que pasa a través de una turbina.

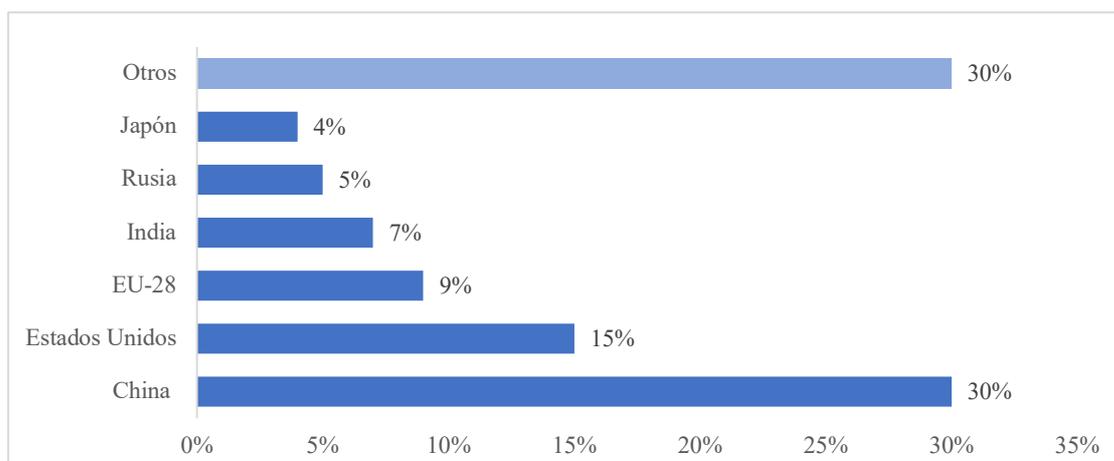
1.3 Necesidad Actual de las Energías Renovables

En la actualidad, la sociedad no cesa de consumir y utilizar energía en grandes cantidades, en especial carbón y petróleo, que son energías, que como se ha comentado anteriormente, no son de carácter renovable y su uso da lugar a efectos dañinos para el medio ambiente y eventualmente a un posible encarecimiento debido a su naturaleza finita y a la escasa oferta que existirá en comparación con la demanda que habrá en un futuro.

La razón de la gran utilización de estas energías no renovables es que son seguras, en el sentido de que se sabe la cantidad de energía que se va a obtener, ya que en el caso de energías renovables como la solar o la eólica, la cantidad de energía generada depende de la cantidad de radiación solar y la cantidad de viento que haya, por lo que son energías menos fiables a la hora de calcular la cantidad de energía generada debido a su gran fluctuación.

A pesar del carácter estable y recurrente de estas energías no renovables, nos encontramos con el problema de su escasez y su naturaleza contaminante hacia el medio ambiente, que está ocasionando un cambio climático con consecuencias devastadoras para nuestra sociedad. En la siguiente figura se puede observar cuáles fueron los países más contaminantes del mundo por emisiones de dióxido de carbono en el año 2017.

Figura 3: Países más contaminantes del mundo por emisiones de dióxido de carbono en el año 2017.

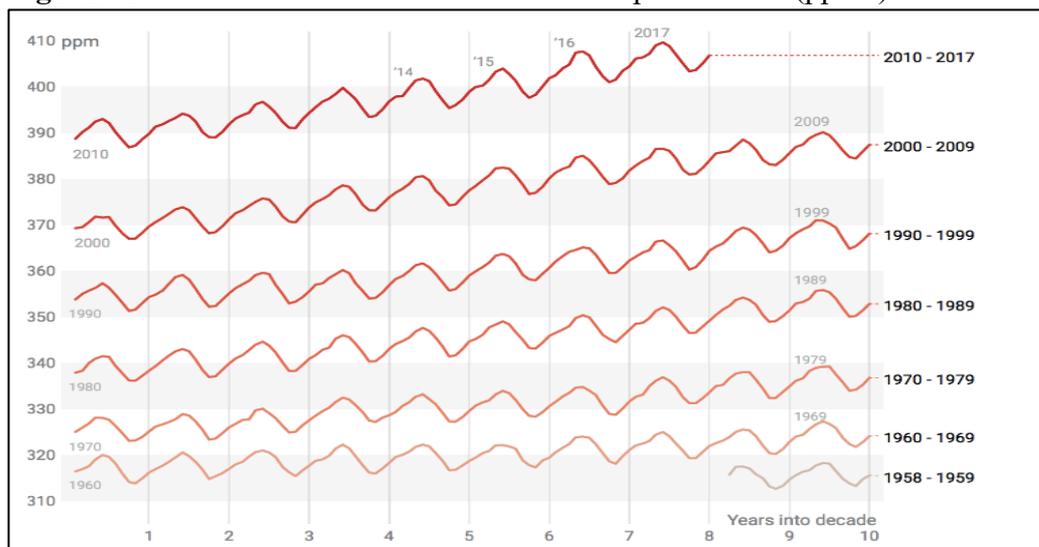


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de United States Environment Protection Agency (2017), gráfico encontrado en Statista.

Cómo podemos observar en la Figura 3, la potencia china es el país que más contamina en cuanto a emisiones de dióxido de carbono, seguido por Estados Unidos y los 28 países de la Unión Europea. Con este gráfico observamos que existe una relación directamente proporcional entre el número de las emisiones del dióxido de carbono y el PIB, puesto que China, Estados Unidos y Japón son los países con un mayor PIB, sin tener en cuenta a la Unión Europea como agrupación de países. A pesar de encontrarse China en la primera posición, está demostrando ser un referente en cuanto a medidas impuestas contra el cambio climático y hacia un futuro de energías renovables con proyectos como la construcción de la mayor planta fotovoltaica del mundo. Por otro lado, nos encontramos con Estados Unidos, país que tomó la decisión en 2017 de dejar de formar parte del Acuerdo de París, acción que se trata de toda una declaración de intenciones. En cuanto a la Unión Europea, se hablará más adelante de las medidas que se están llevando a cabo para combatir el cambio climático y para avanzar hacia un futuro de energías limpias. Atendiendo a esta relación entre la contaminación y el PIB, es de esperar que los países en vías de desarrollo, con su crecimiento y consiguiente aumento del PIB, también tenga un efecto en la contaminación que dichos países emitirán.

A continuación, en la Figura 4, se muestra un gráfico muy interesante sobre la concentración de dióxido de carbono en cada década desde el año 1958 hasta 2017.

Figura 4: Concentración de dióxido de carbono por décadas (ppm1)



Fuente: National Oceanic & Atmospheric Adm. (NOAA).

Este gráfico es una muestra del futuro que tenemos por delante si seguimos contaminando a esta gran escala y al ritmo de las últimas décadas. Como se puede observar en la Figura 4, las emisiones de CO₂ no hacen más que incrementarse década tras década, y es necesario tomar medidas drásticas para que esta situación cambie. En este momento es donde entran en juego las energías renovables, ya que es necesario llevar a cabo una gran inversión y concienciar a la población de la importancia que éstas tienen y del decisivo papel que van a desempeñar en el futuro. Las energías renovables son necesarias para salvar a las generaciones venideras y conseguir un mundo que no esté azotado por un cambio climático que está dejando tras de sí repercusiones muy negativas para el planeta.

1.4 La Unión Europea y las Energías Renovables

Durante más de dos décadas, la Unión Europea ha encabezado la implantación de medidas para fomentar la utilización de energías renovables. El resultado de estas medidas y objetivos a corto plazo ha sido un incremento del consumo de esta energía renovable de un 9% en 2005 a un 16,7% en 2015, con un objetivo del 20% para el año 2020 (European Commission, 2018, p.15).

¹ Ppm, o partes por millón, es una unidad de medida por la que se mide la concentración. Es una unidad de medida utilizada para la medición de la calidad del aire. En este caso, se refiere a la cantidad de sustancia de dióxido de carbono que hay por cada millón de unidades del conjunto, en este caso, de aire.

En el marco jurídico de la Unión Europea existen una serie de actuaciones que tratan de fomentar este cambio energético, como son la “Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables”, modificada por la Directiva (EU) 2015/1513, o el “Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Informe de Situación en Materia de Energías Renovables. {SWD (2015) 117 final}”.

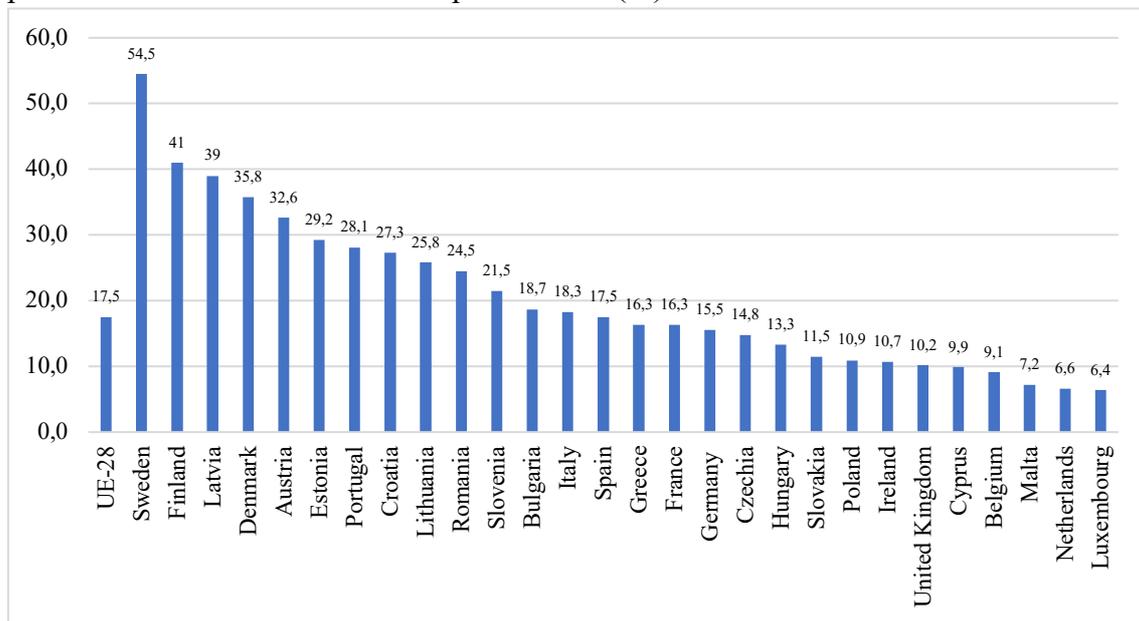
En cuanto a la Directiva 2009/28/CE, se establecen una serie de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y favorecer el ahorro energético y una mayor eficiencia energética con la mayor utilización de energía procedente de fuentes renovables. En la directiva se hace especial inciso al transporte y a favorecer el desarrollo de un mercado de fuentes de energías renovables con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir la dependencia con respecto a las importaciones energéticas. Cada país deberá de elaborar un plan de acción nacional en materia de energías renovables en el que deben establecer de que manera contribuyen a la eficiencia energética y el ahorro energético que están realizando para alcanzar los objetivos que se establecieron. Además, con la Directiva se busca favorecer el intercambio de energía producida a través de fuentes de energía renovable, tanto entre los países de la Unión Europea como con países que no forman parte de la Unión Europea. Por consiguiente, la Directiva tiene como objetivos principales para 2020, en primer lugar, alcanzar una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de los países de la Unión Europea y, en segundo lugar, alcanzar una cuota del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte de cada uno de los Estados miembros de la Unión Europea (Directiva 2009/28/CE).

Por otro lado, el Informe mencionado anteriormente realiza una evaluación sobre el avance que se ha conseguido con respecto a la Directiva 2009/28/CE. En el Informe se establece que la Unión Europea va en buen camino para conseguir su objetivo de alcanzar una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía, puesto que en el año 2014 esta cuota fue del 15,3%, aunque no todos los estados cumplieron con los objetivos intermedios, y por tanto, de seguir así, no cumplirán con los objetivos de 2020, como se puede observar en el Anexo 1. Además, el Informe

resalta la disminución de emisiones de CO₂, por lo que en general, la Directiva 2009/28/CE puede ser considerada como un éxito en materia de las energías renovables. (COM/2017/057)

A continuación, en la Figura 5, se muestra un gráfico donde se puede observar el porcentaje de energía que es fruto de fuentes renovables en los diferentes países miembros de la Unión Europea.

Figura 5: Cuota de Electricidad procedente de Fuentes de Energía Renovable en los países miembros de la Unión Europea en 2017 (%)



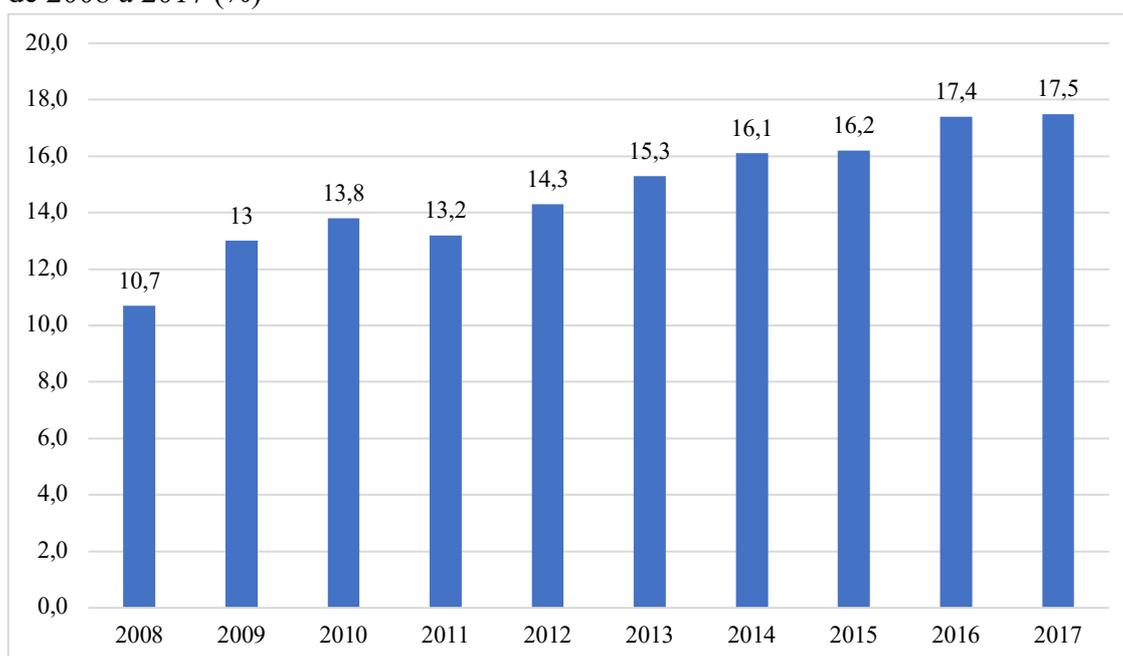
Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Eurostat (2017).

Como se puede observar en la Figura 5, España se encuentra en la mitad de la tabla, justo en la media de la Unión Europea, con un 17,5% de la energía derivada de fuentes renovables. Por lo tanto, España deberá incrementar este porcentaje en los próximos años para alcanzar los objetivos establecidos por la Unión Europea. En general, la Unión Europea está haciendo un gran trabajo para fomentar la utilización de fuentes de energía renovables y está dando ayudas para que se cumplan los objetivos fijados y conseguir que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y se genere más energía derivada de fuentes de energía renovables.

1.5 El Sector de las Energías Renovables en España

A continuación, se hablará del sector de las energías renovables en España. Para enlazar con la Figura 5, en la Figura 6 se puede observar como ha ido aumentando progresivamente la cuota de electricidad procedente de fuentes de energía renovable en España, hasta llegar a un 17,5% en el año 2017.

Figura 6: Cuota de Electricidad procedente de Fuentes de Energía Renovable en España de 2008 a 2017 (%)

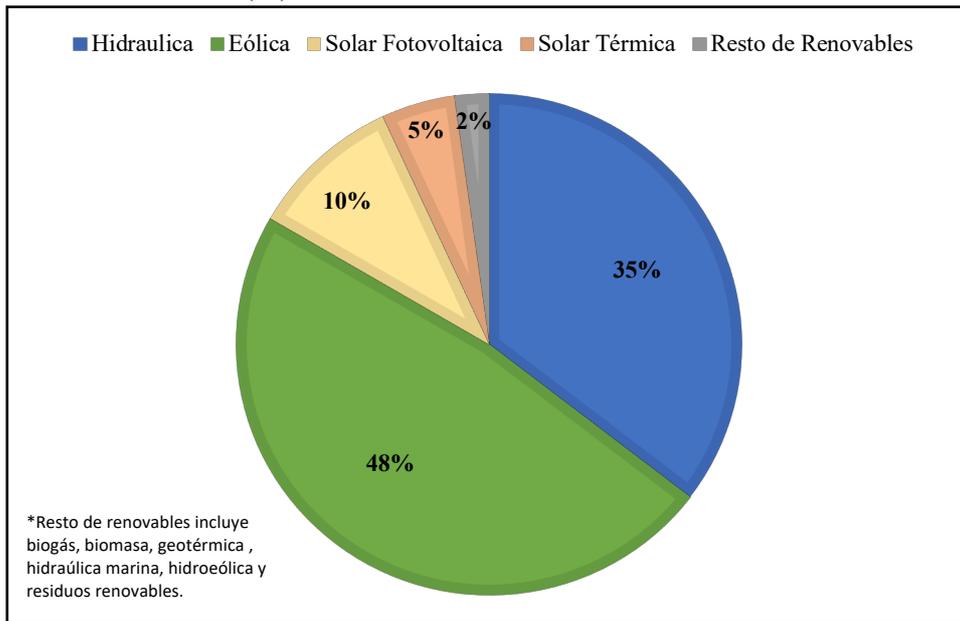


Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Eurostat.

El objetivo, como se ha comentado antes, que se busca en España en esta materia, y en relación con la Directiva 2009/28/CE, es alcanzar una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía. Teniendo en cuenta el crecimiento de los últimos años, no parece que España vaya a conseguir llegar el 20% en el año 2020, por lo que es necesario que se realice una mayor inversión en energías renovables en los próximos años para así llegar hasta el objetivo fijado por la Unión Europea.

En cuanto a los tipos de energías renovables que más se utilizan en España, tenemos que atender a la Figura 7, que está expuesta a continuación.

Figura 7: Estructura de potencia instalada a 31.12.2017 de Energías Renovables. Sistema eléctrico nacional (%)

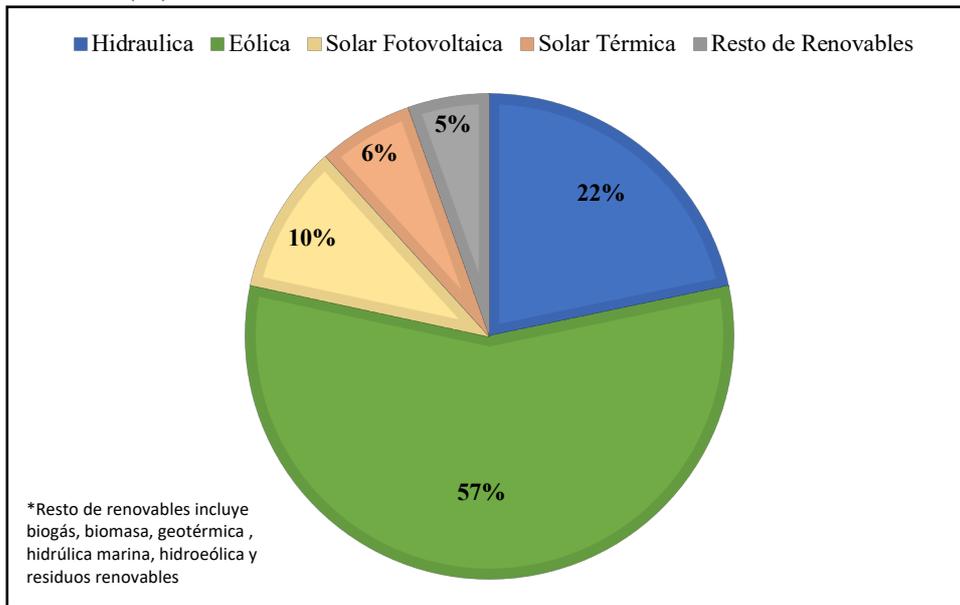


Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Red Eléctrica de España encontrados en “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2017”.

Como se puede observar en la Figura 7, la energía eólica, con un 48%, y la energía hidráulica, con un 35%, conforman las dos energías renovables que más cuota conforman con respecto al total de la potencia instalada de energías renovables que, según Red Eléctrica de España, fue de 48.208,486 MW en 2017.

Pero este gráfico es insuficiente para obtener una imagen fiel del funcionamiento de las energías renovables en España, ya que la potencia instalada no es un indicador claro sobre el rendimiento real de dichas construcciones de energías renovables. Por ello, nos apoyaremos también en la Figura 8, ya que utilizando los dos gráficos podremos entender mejor el panorama nacional español de las energías renovables en el año 2017.

Figura 8: Estructura de generación anual de energía renovable en 2017. Sistema eléctrico nacional (%)

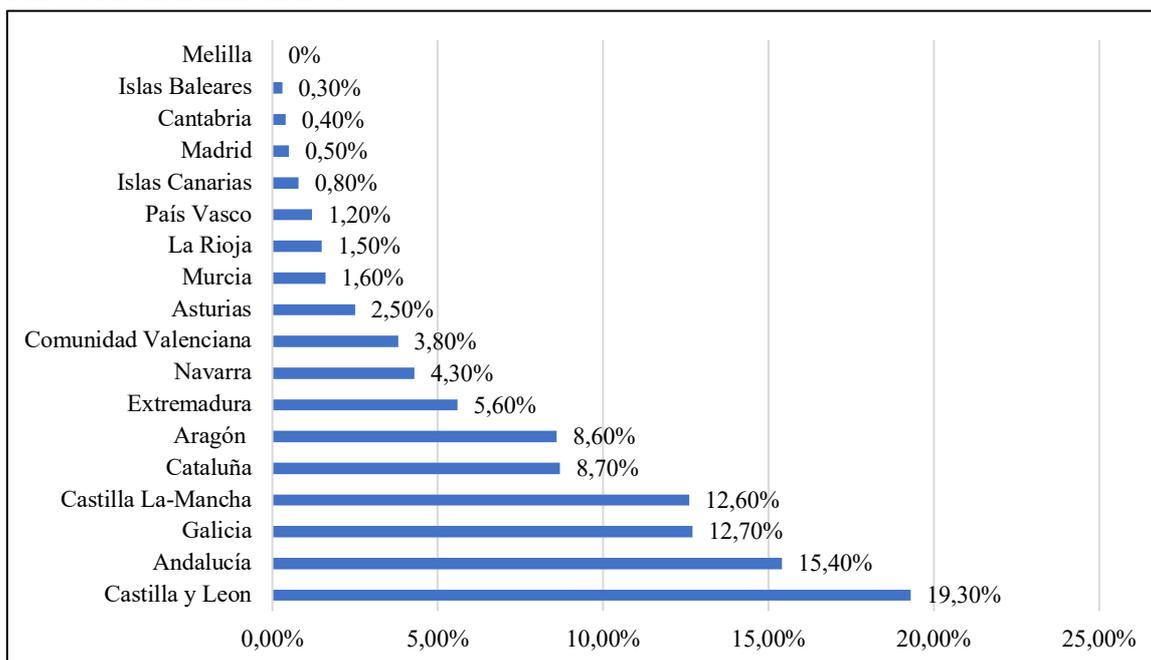


Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Red Eléctrica de España encontrados en “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2017”.

Como se puede observar, existe una gran diferencia entre la cuota de generación de la energía hidráulica y cuota de potencia instalada de la misma. Esto se debe principalmente a la gran dependencia a las condiciones meteorológicas que existe en la energía hidráulica. La energía eólica, por otro lado, es mucho más constante en su producción a pesar de existir también dependencia a las condiciones meteorológicas. En cuanto a la generación en 2017, ésta descendió un 16,3% con respecto al año anterior, hasta llegar a una generación anual total de 84.505 Gwh, que se trata de la producción de energía renovable más baja desde el año 2009 (Red Eléctrica de España, 2018, p.8).

En cuanto a la generación de energía renovable por Comunidades Autónomas, tenemos que atender a la Figura 9.

Figura 9: Generación Renovable de cada Comunidad Autónoma sobre la generación renovable nacional en 2017



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Red Eléctrica de España encontrados en “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2017”.

Como se puede observar en la Figura 9, cuatro Comunidades Autónomas generan el 60% de toda la energía renovable a nivel nacional, y éstas son Castilla y León (19,3%), Andalucía (15,4%), Galicia (12,7%) y Castilla La-Mancha (12,6%). Esto se debe principalmente a la extensión de su territorio y a su situación geográfica, como veremos más detalladamente a continuación en el caso de la energía solar fotovoltaica, ya que las energías renovables están muy condicionadas por el tiempo atmosférico y necesitan de mucho terreno para generar grandes cantidades de energía, como es el caso de la energía eólica y la energía fotovoltaica.

Capítulo 2. Análisis del Sector de la Energía Solar Fotovoltaica

2.1 Introducción a la Energía Solar Fotovoltaica

A continuación, nos vamos a centrar en el objeto de este trabajo: la energía solar fotovoltaica. Como se explicó brevemente en apartados anteriores, la energía solar fotovoltaica se trata de aquella energía renovable que transforma de manera directa la luz solar en electricidad. La tecnología usada está basada en el efecto fotovoltaico, cuyo funcionamiento comienza con la radiación solar sobre una célula fotoeléctrica que produce una diferencia de potencial eléctrico entre las dos caras de dicha célula y hace que los electrones vayan de un lugar a otro, de tal forma que se genera electricidad (Acciona.com, n.d.).

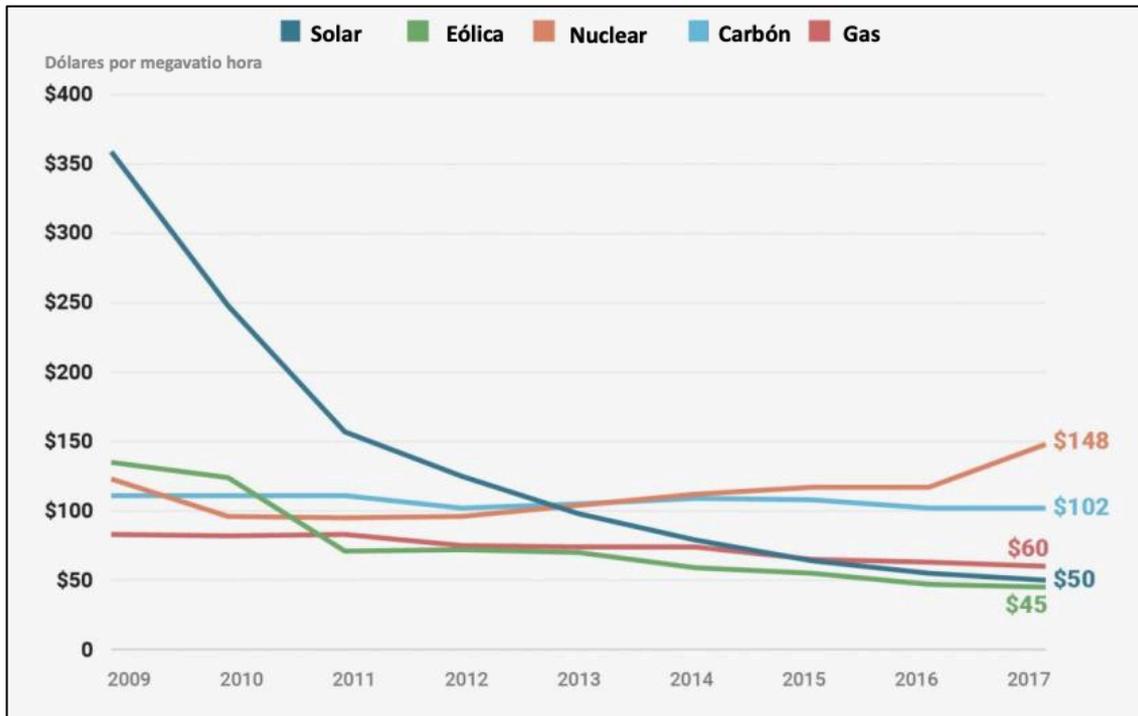
La energía solar fotovoltaica es inagotable, como bien dice Varum Sivaram en su libro, “el sol irradia más energía a la superficie de la tierra en una hora que la que la tierra utiliza en todo un año” (Sivaram, 2018). Por esta razón, y al no ser una energía contaminante, nos encontramos ante un tipo de energía que contribuye al desarrollo sostenible.

Por otro lado, otra de las ventajas ante la que nos encontramos con la energía solar fotovoltaica es su ayuda y contribución a la generación del empleo local. Con esto nos referimos a que dicha energía puede ser utilizada tanto para abastecer a la red eléctrica central como para el consumo de poblaciones que viven aisladas o en zonas rurales. Es decir, existen zonas aisladas en las que, por su situación geográfica, es difícil la construcción de redes eléctricas y, por ello, la existencia de placas solares fotovoltaicas favorece la llegada de electricidad a dichos lugares (Acciona.com, n.d.).

Además, debemos tener en cuenta también el descenso del coste de la energía solar fotovoltaica en los últimos años, ya que según PVinsights éste ha bajado un 72% desde el año 2010 (Sánchez, 2017). Los motivos de esta bajada de los costes los podemos agrupar en tres fundamentos. La primera razón es la preferencia de los Estados por las subastas y concursos públicos a la hora de otorgar nuevos contratos, lo que aumenta la competencia entre los constructores y rebaja la tarifa que cobraban con anterioridad a los compradores. El segundo motivo es el aumento de ingenieros con experiencia que compiten por proyectos, lo que aumenta la eficiencia de las plantas solares fotovoltaicas. Por último, el tercer argumento es la gran mejora de la tecnología utilizada para el diseño

y producción de las plantas solares fotovoltaicas. Todas estas razones han provocado un rápido decrecimiento del coste de la energía solar fotovoltaica que, como se puede observar en la Figura 10 sobre el coste de la energía en Estados Unidos que se muestra a continuación, se encuentra ya por debajo de otros tipos de energía (Dudley, 2018).

Figura 10: Coste Medio de la Energía en Estados Unidos (dólares por megavatio hora)

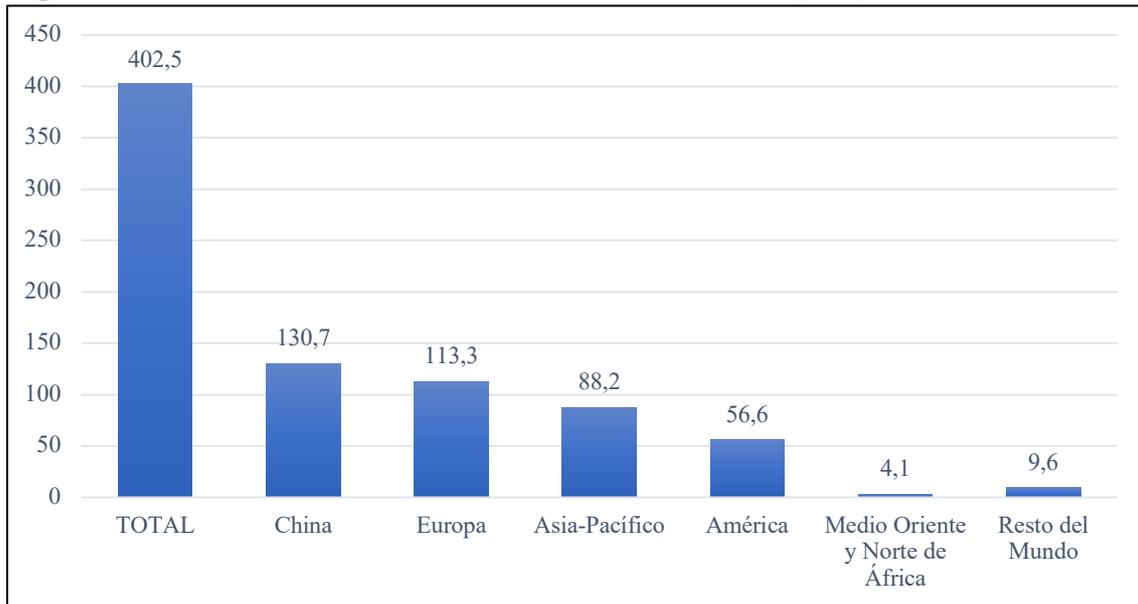


Fuente: Traducción propia del gráfico de Shayanne/Business Insider, elaborado a partir de datos del “Lazard leveled cost of energy analysis” (2018).

La Figura 10, a pesar de contener datos de Estados Unidos, se puede extrapolar al resto del mundo, y podemos observar el gran descenso del coste de la energía solar fotovoltaica en los últimos años. La Figura 10 muestra el coste por megavatio hora de cada una de las fuentes de energía, y se puede observar que en el año 2017 la energía solar fotovoltaica ya tiene un coste inferior a la energía nuclear, el carbón y el gas. Este gran descenso de la energía solar fotovoltaica supone un punto de inflexión para este tipo de energía, ya que el coste suponía la mayor barrera a la hora de invertir en esta energía renovable. Por ello, con la bajada del coste se espera que la energía solar fotovoltaica sea un referente de desarrollo sostenible en los próximos años.

A efectos prácticos de este trabajo, será necesario conocer cuáles son los territorios con una mayor potencia de energía solar fotovoltaica. A continuación, se muestra en la Figura 11 un gráfico con los territorios mundiales con una mayor potencia acumulada.

Figura 11: Potencia Acumulada Fotovoltaica Mundial 2017 (GW)



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos del Informe Anual 2018 de la Unión Española Fotovoltaica.

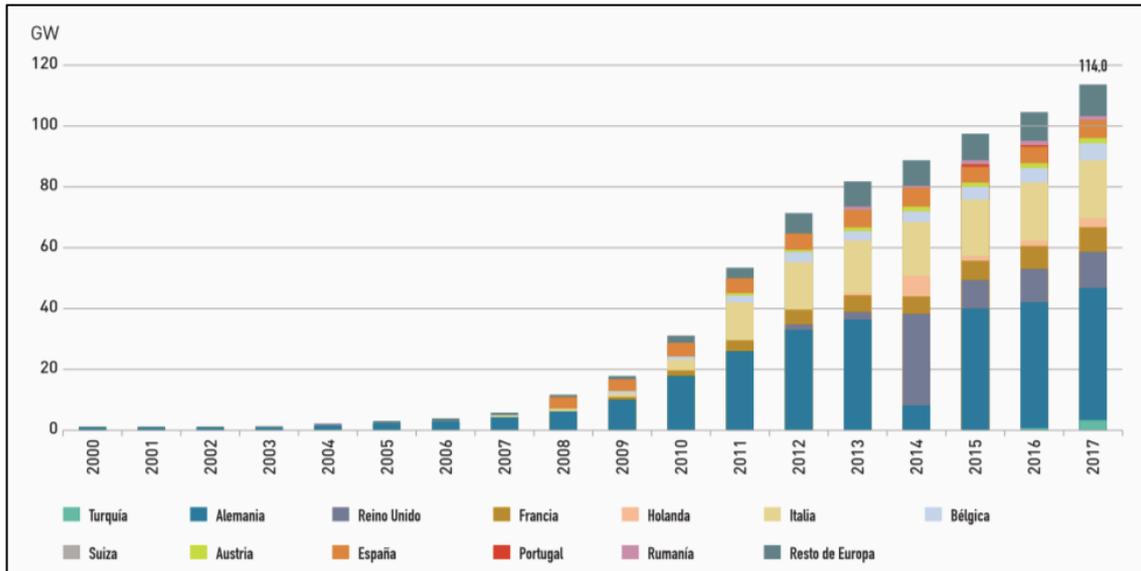
Como se puede observar en la Figura 11, el país con una mayor potencia acumulada es China, seguido por la Unión Europea y por Asia-Pacífico. Según el Informe Anual 2018 de la Unión Española Fotovoltaica, el crecimiento mundial en 2017 en cuanto a energía fotovoltaica fue un 30% superior que en 2016. Los países que más potencia fotovoltaica instalaron en 2017 fueron China, con 53,1 GW, Estados Unidos, con 10,6 GW, India, con 9,1 GW, y Japón con 7 GW, de un total de 100 GW instalados en el mundo (Unión Española Fotovoltaica, 2018). Es muy significativo el hecho de que China esté haciendo tantos esfuerzos en instalar potencia proveniente de energías renovables, puesto que, como vimos en la Figura 3, se trata del país más contaminante del mundo. La predisposición de China hacia la transición renovable puede ser clave para la bajada del coste de producción y la posterior implantación masiva de energías renovables por el resto de los países.

2.2 La Unión Europea y la Energía Solar Fotovoltaica

Europa es segunda fuerza mundial en lo que respecta a potencia acumulada de energía fotovoltaica, como se puede observar en la Figura 11, por ello, será necesario hablar de forma individual del mercado de la energía solar fotovoltaica en Europa.

En la Figura 12 se puede observar un gráfico con la potencia fotovoltaica acumulada en Europa donde se distribuye en función de la potencia de cada país europeo. Este gráfico muestra el incremento de potencia fotovoltaica en Europa durante el siglo XXI, impulsado por las diferentes medidas y regulaciones llevadas a cabo por las instituciones de la Unión Europea y de los diferentes países de la Unión Europea.

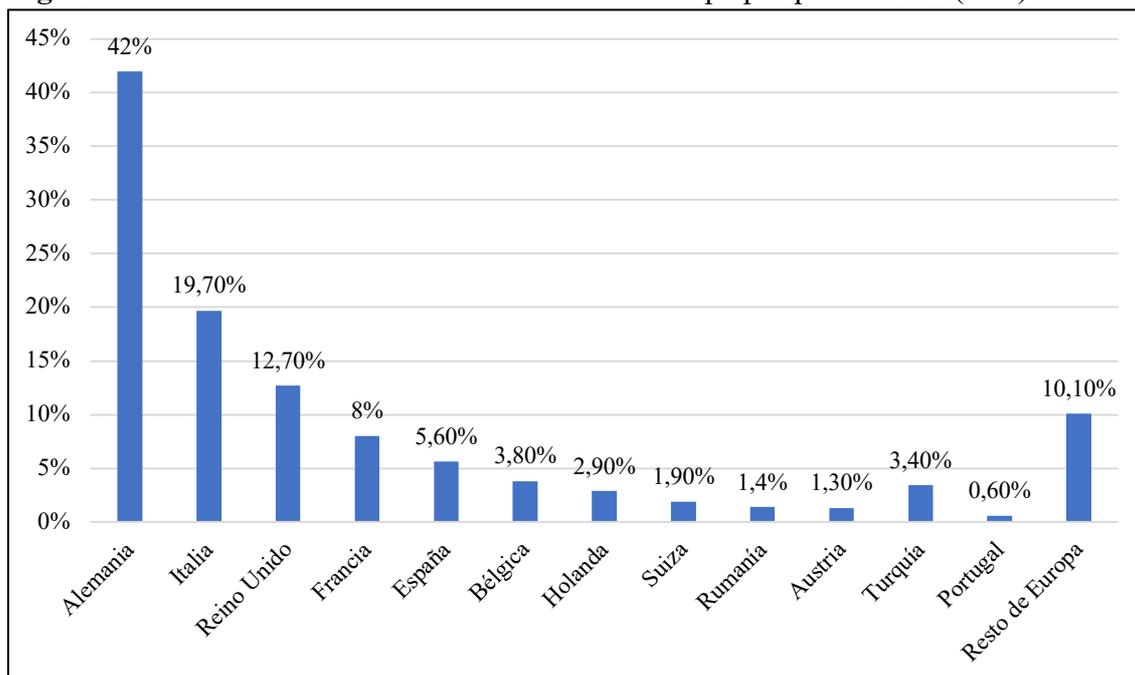
Figura 12: Potencia Fotovoltaica Acumulada en Europa



Fuente: Solar Power Europe 2018.

Cómo se puede observar, los mayores cambios proporcionales se producen en los años 2008, cuando España realiza una gran inversión, y en el año 2011, donde Italia crece en una gran proporción en comparación con el resto de los países. También hay que resaltar la inversión que ha realizado Turquía en el último año, ya que se trata de un gran salto tras sus pequeñas inversiones en los años anteriores. La Figura 12 se va a complementar con la Figura 13 para clarificar cual es la distribución de la potencia fotovoltaica entre los países europeos en el año 2017.

Figura 13: Potencia Acumulada Fotovoltaica en Europa por países 2017 (GW)



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Agencia Internacional de la Energía, a partir de un gráfico elaborado por la UNEF.

En la Figura 13 se muestra la potencia fotovoltaica acumulada por países en el año 2017, por lo que nos permite entender de una manera gráfica el panorama actual del sector de la energía fotovoltaica en Europa. Como se puede observar, actualmente dos países, Alemania e Italia, tienen más del 60% de la potencia acumulada fotovoltaica en Europa. Gran Bretaña se encuentra también en el top 3 con un 12,7% de la potencia acumulada fotovoltaica, seguido por Francia con un 8% y España con un 5,6%. Conviene mencionar también el gran avance que ha realizado Turquía en los últimos años, ya que actualmente se encuentra con un 3,4% de la potencia acumulada fotovoltaica en Europa, por delante de países como Holanda o Suiza, siendo el país que más potencia instaló de Europa en el año 2017, más de un 200% más que la potencia instalada en el año 2016.

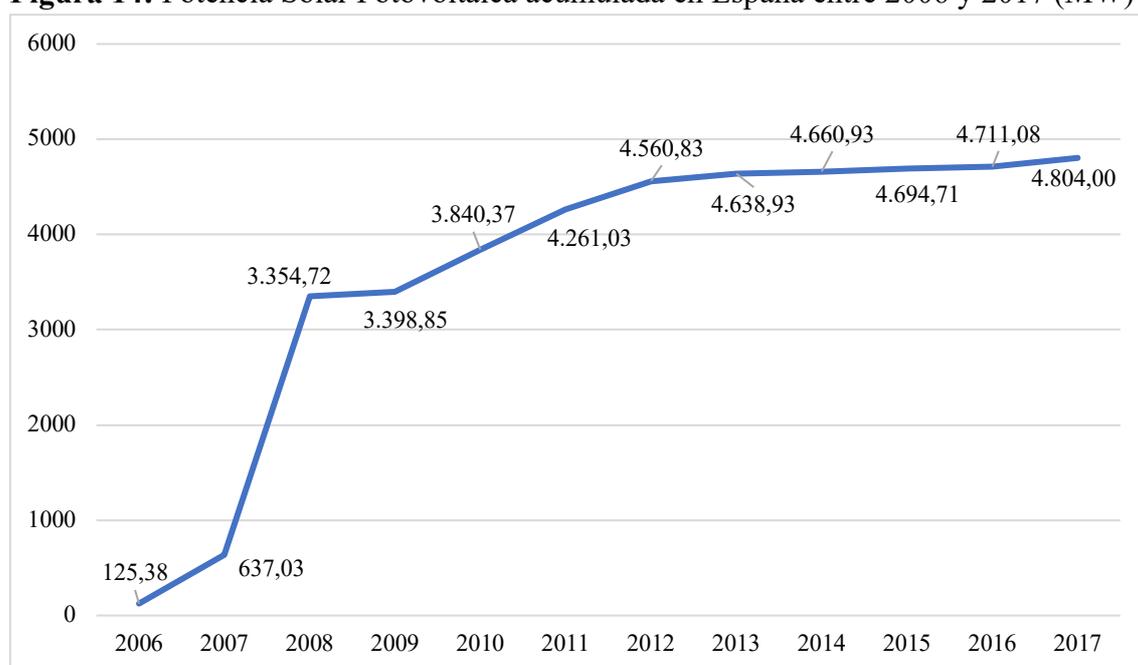
2.3 El Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en España

2.3.1 Evolución del Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en España y situación actual

Para analizar la evolución del sector de la energía solar fotovoltaica en España y su situación actual nos apoyaremos en una serie de gráficos para entender de una forma más clara la situación de dicho sector en España.

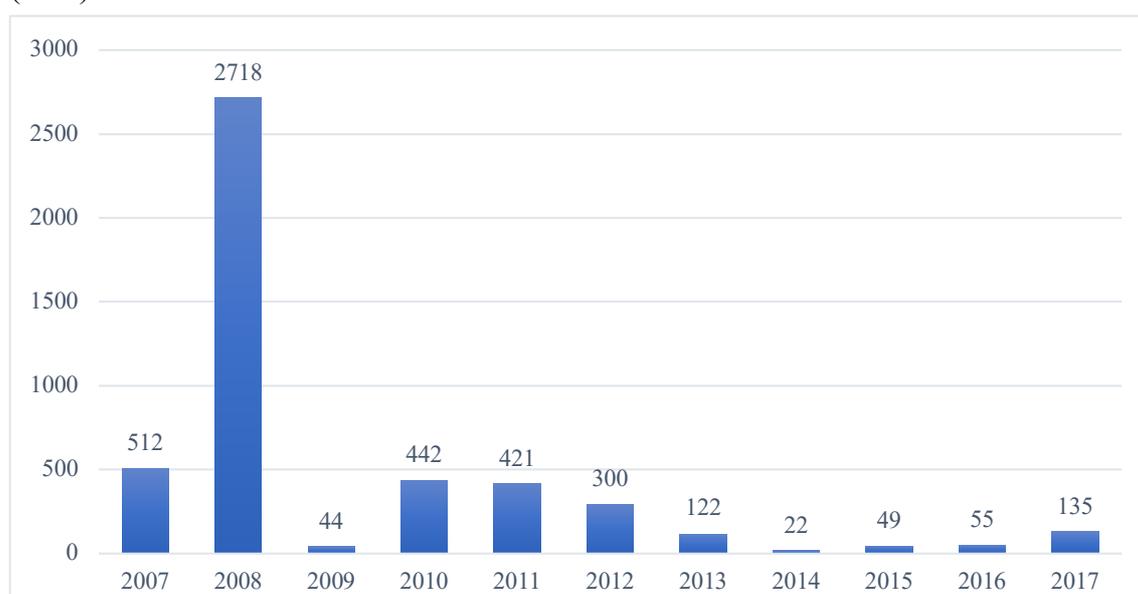
Para analizar la evolución del sector de la energía renovable en España, se utilizará la Figura 14, gráfica que expone la potencia solar fotovoltaica acumulada en España en los últimos años, y la Figura 15, donde se puede observar cual es la potencia instalada anualmente en España de energía solar fotovoltaica; dos gráficos que se entienden mejor si se observan conjuntamente.

Figura 14: Potencia Solar Fotovoltaica acumulada en España entre 2006 y 2017 (MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica de España y la elaboración de la UNEF.

Figura 15: Potencia Solar Fotovoltaica instalada anualmente en España desde 2006 (MW)



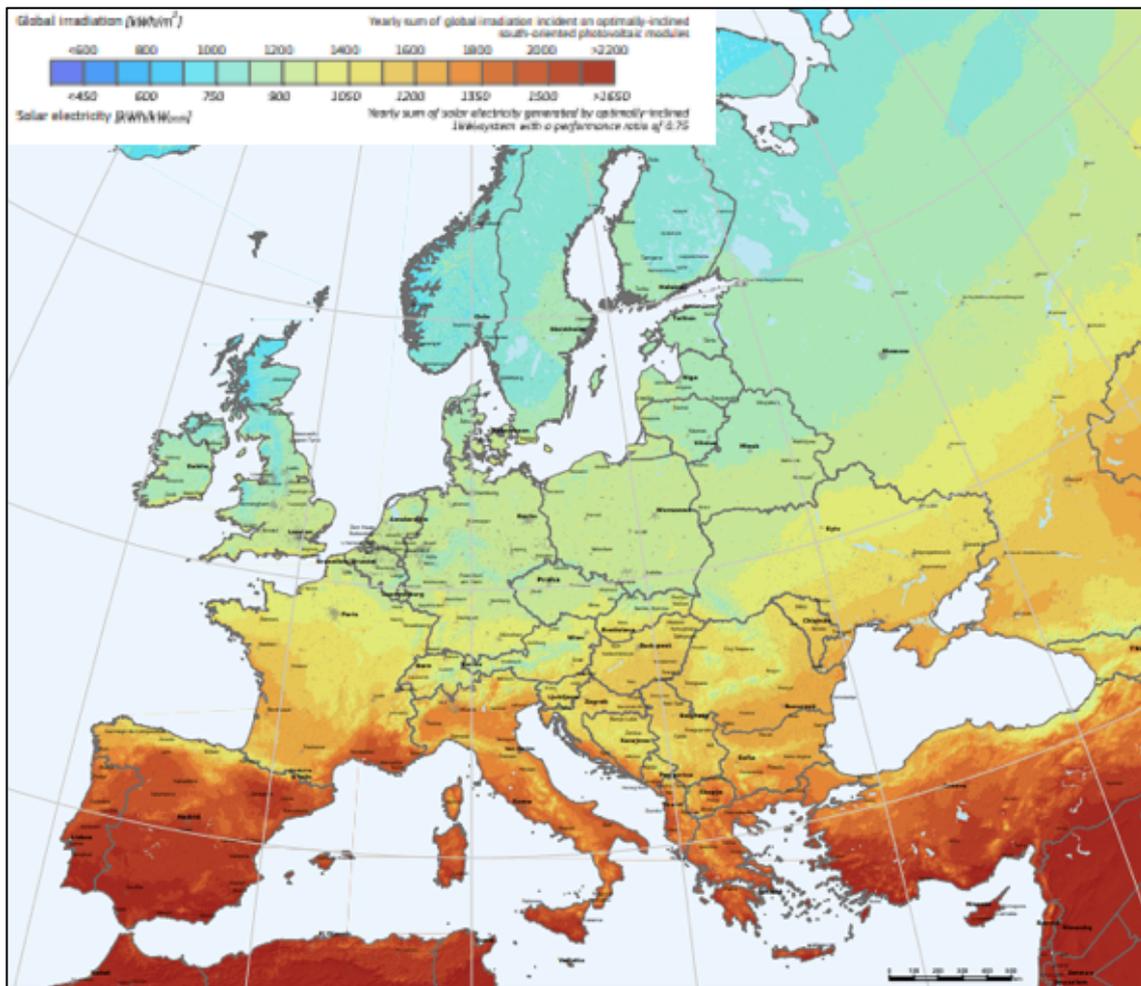
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica de España y la elaboración de la UNEF.

Como se puede observar en la Figura 14 y en la Figura 15, el sector de la energía solar fotovoltaica en España creció 2718 MW en el año 2008, llegando hasta los 3345 MW acumulados, un aumento que no volveremos a ver en los años posteriores. Estos gráficos desprenden mucha información, pues vemos que no siguen ningún tipo de tendencia, y esto se puede observar de una manera más clara en la Figura 15, donde se pasa de instalar 2718 MW en 2008, como he dicho antes, a instalar tan solo 44 MW en 2009.

El aumento de potencia instalada de energía solar fotovoltaica en España se debe al Real Decreto 661/2007, por el que se regulaba la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial en España, y a la campaña que realizó el Gobierno con “El sol puede ser tuyo” para que los ciudadanos españoles decidieran invertir su dinero en energía solar fotovoltaica a cambio de una prima ((Terrasa y Di Lolli, 2017). El Real Decreto 661/2007 establece en su segundo párrafo que *“la política energética nacional debe posibilitar, mediante la búsqueda de la eficiencia energética en la generación de electricidad y la utilización de fuentes de energía renovables, la reducción de gases de efecto invernadero de acuerdo con los compromisos adquiridos con la firma del protocolo de Kyoto”*. Dicho decreto establecía un régimen retributivo en función del nivel de tensión de entrega de la energía a la red, la contribución a la mejora del medio ambiente, el ahorro de energía primaria, la eficiencia energética y los costes de inversión (Real Decreto 661/2007). Todas estas medidas y regulaciones fueron las que animaron a los españoles a realizar una inversión tan grande en energía solar fotovoltaica durante el año 2008. Tras un año de grandes inversiones tanto a nivel de instituciones como a nivel de los ciudadanos, llegó una crisis en el sector de la energía solar fotovoltaica que se explicará en el siguiente punto, y es la causa principal de la baja potencia solar fotovoltaica instalada en los años posteriores.

Para entender la situación de España en cuanto al sector de la energía solar fotovoltaica, es necesario tener en cuenta la principal fuente de dicha energía, es decir, la radiación solar. Por ello, nos basaremos en la Figura 16 para entender cómo es la situación en Europa sobre la radiación solar que recibe cada territorio.

Figura 16: Mapa de Radiación Solar en Europa (KWh / m2)



Fuente: PVGIS (2012).

En la Figura 16 se puede observar la radiación solar recibida por metro cuadrado por cada territorio de Europa. Este mapa es muy importante a efectos de la energía solar fotovoltaica, pues, como se ha dicho anteriormente, la radiación solar es la fuente principal para la generación de energía solar fotovoltaica. La Figura 16 nos deja clara la gran radiación solar que recibe la Península Ibérica en comparación con el resto de los territorios de Europa. Por ello, el mapa de radiación solar muestra el potencial que tiene España en cuanto a energía solar fotovoltaica, y demuestra que España debería ser un país líder en este tipo de energía, y hace inexplicable el hecho de que Alemania y Reino Unido estén dentro de los tres países con una mayor potencia acumulada de Europa, como se puede observar en la Figura 13, dada su baja radiación solar.

A pesar de ser España el país que mayor radiación solar recibe de Europa, Alemania, por ejemplo, tiene instalada casi 10 veces más capacidad de generación de energía solar

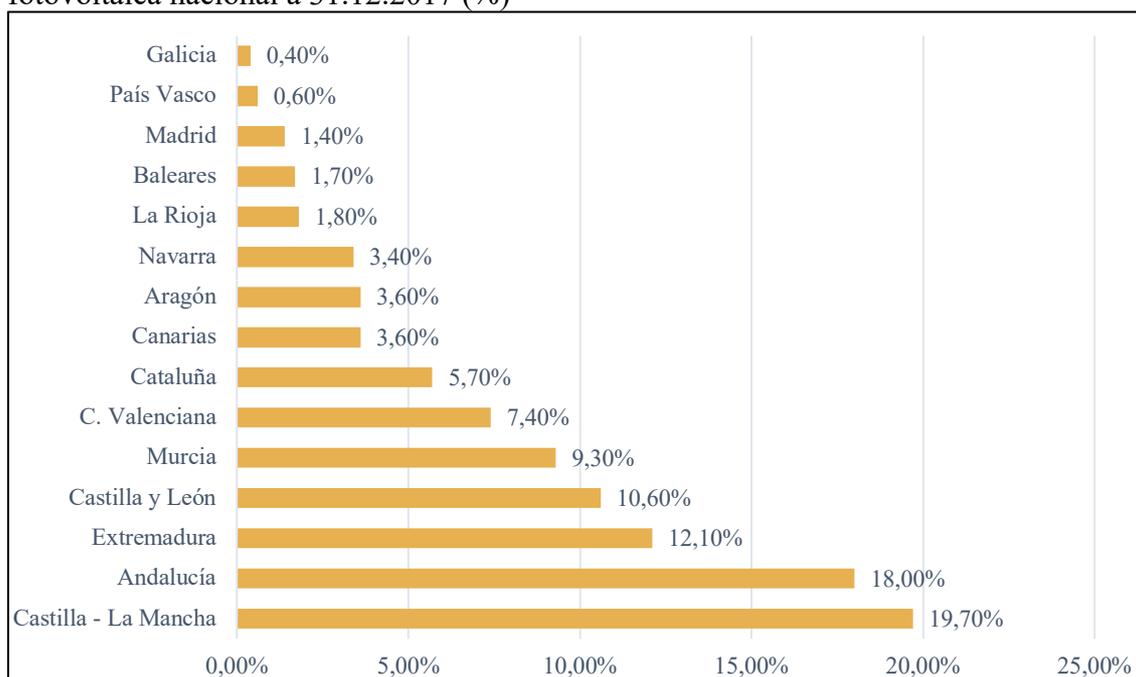
fotovoltaica, y esta es la razón por la cual España no es líder europeo de generación de energía solar fotovoltaica. España no tiene los niveles de instalaciones de energía solar fotovoltaica de otros países europeos debido a las diferentes políticas energéticas llevadas a cabo por los gobiernos que se han llevado a cabo en los últimos años, ya que se han impuesto medidas como el impuesto al sol o las reglas de la subasta que favorecen a la energía eólica, puesto que a igualdad de condiciones se impone la que aporte más horas de funcionamiento. A pesar de estas medidas, el Gobierno español está actualmente actuando para favorecer la energía solar fotovoltaica, ya que tiene como objetivo cumplir con las exigencias de reducción de CO₂ impuestas para el año 2020, aunque las eléctricas tradicionales españolas sigan teniendo mucho poder dentro del panorama eléctrico español (Quirón, 2017).

2.3.2 El Sector de la Energía Solar Fotovoltaica en las Comunidades Autónomas

En este punto, se tratará de analizar el sector de la energía solar fotovoltaica en España desde un punto de vista de las Comunidades Autónomas. Hay que tener en cuenta que España es un país dividido en Comunidades Autónomas, y que, por ello, existen diferentes regulaciones para cada territorio, pero no entraremos en detalle de dicha legislación en este trabajo.

A continuación, en la Figura 17 se muestra cual es la proporción que tiene cada Comunidad Autónoma sobre la potencia solar fotovoltaica total que existe en España.

Figura 17: Potencia solar fotovoltaica de cada Comunidad Autónoma sobre la potencia fotovoltaica nacional a 31.12.2017 (%)²

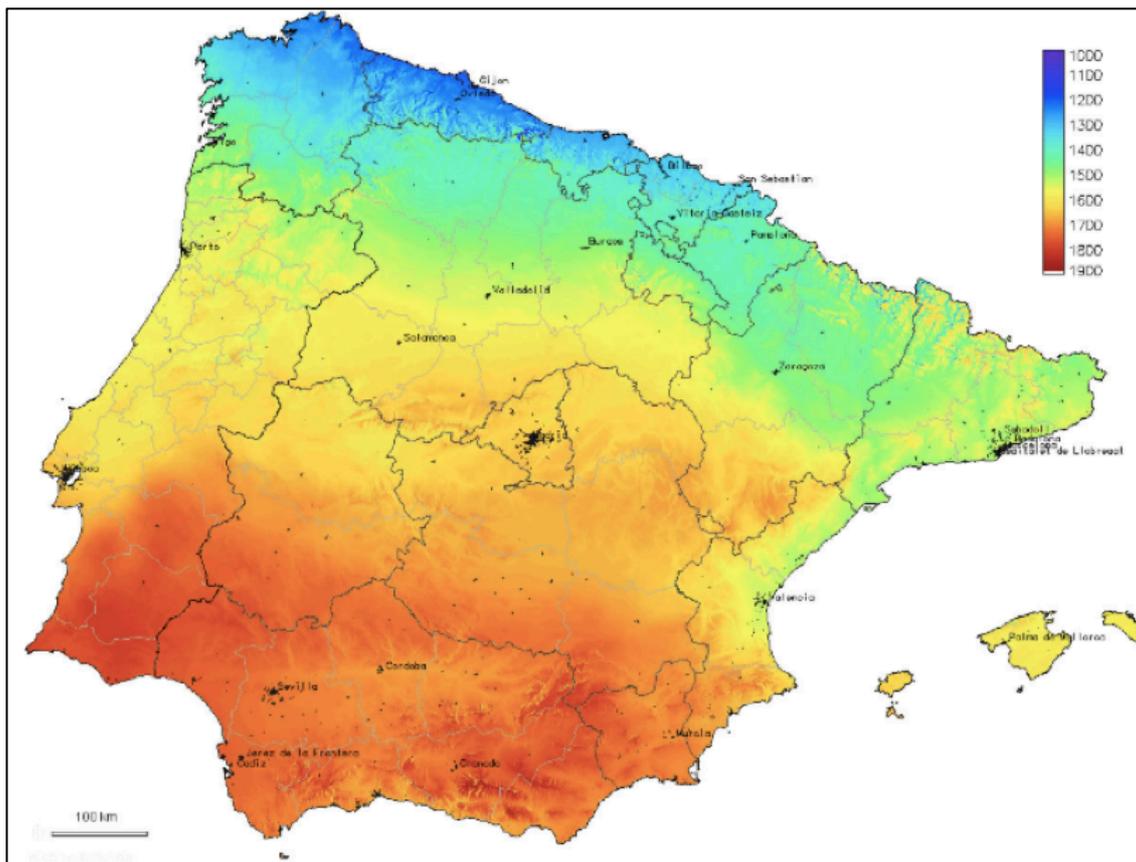


Fuente: Red Eléctrica de España, Las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico Español 2017.

En la Figura 17 podemos observar cómo las Comunidades Autónomas con mayor potencia solar fotovoltaica son Castilla – La Mancha, con un 19,7%, Andalucía, con un 18%, y Extremadura, con un 12,1% de la potencia solar fotovoltaica nacional. Los factores que más influyen en la cantidad de potencia de energía fotovoltaica que tiene cada Comunidad Autónoma son el terreno, ya que la implantación de plantas fotovoltaicas requiere de grandes extensiones de terreno, y la radiación solar que recibe cada uno de los territorios. A efectos de este último factor, la Figura 18 muestra un mapa de España con la radiación solar que recibe cada Comunidad Autónoma.

² En la Figura 17 no se incluyen los territorios Cantabria, Asturias y Melillas debido a que su participación en la energía solar fotovoltaica es muy pequeña.

Figura 18: Mapa de Radiación Solar en España (KWh / m2)



Fuente: PVGIS.

En la Figura 18 podemos observar que los valores máximos se encuentran en Andalucía y Murcia, mientras que los valores mínimos se encuentran en Galicia, Cantabria, Asturias y País Vasco. Por otro lado, la Meseta Sur recibe una mayor cantidad de radiación solar que la Meseta Norte, situación que es lógica teniendo en cuenta la climatología de la Península Ibérica.

Si contrastamos la Figura 17 y la Figura 18, se puede observar que tanto la extensión del territorio, expuesta en el Anexo 2, como la radiación solar recibida inciden en la potencia solar fotovoltaica instalada. El Anexo 2 expone que las Comunidades Autónomas con una mayor extensión son Castilla y León, con 94.200 km², Andalucía, con 87.600 km², Castilla – La Mancha, con 79.500 km², Aragón, con 47.700 km², y Extremadura con 41.600 km². Si comparamos estos datos de extensión del territorio con los datos de la radiación solar recibida de la Figura 18, podremos observar que éstos concuerdan con la potencia fotovoltaica de cada Comunidad Autónoma. Por ejemplo, Castilla y León es la Comunidad Autónoma con mayor extensión, pero recibe menos radiación solar que la meseta sur, y por ello se encuentra en la posición número cuatro en cuanto a potencia

solar fotovoltaica. Por otro lado, Murcia es la novena Comunidad Autónoma con más extensión, con 11.300 km², pero es la que más radiación solar recibe junto a Andalucía, y por ello se encuentra en la quinta posición de potencia fotovoltaica entre las Comunidades Autónomas de España.

2.3.3 Crisis de la Energía Solar Fotovoltaica en España

Como se ha comentado anteriormente, durante los años 2007 y 2008 se fomentó por parte del Gobierno del presidente José Luis Rodríguez Zapatero la inversión en energía solar fotovoltaica, lo que generó a su vez un gran endeudamiento por parte de los ciudadanos e instituciones financieras que confiaron en un negocio limpio, sostenible, viable y seguro. El Gobierno de España prometió y respaldó, con el Real Decreto 661/2007, un negocio que parecía no solo económicamente rentable, sino que también sería un negocio que tendría consecuencias positivas para la sociedad española. Dicha campaña para la inversión en energía solar llevó a España a convertirse en una de las mayores potencias fotovoltaicas del mundo. Pero la crisis de la energía solar fotovoltaica comenzó en el momento en el que, estando muchos inversores, también internacionales, endeudados, el Gobierno de España decide cambiar la regulación que existía en un momento en el que ya se habían realizado las inversiones para el desarrollo de las plantas fotovoltaicas (López Frías, 2018).

En un principio, con el Real Decreto 661/2007, el Gobierno se comprometía a dar una serie de primas para compensar la alta inversión inicial que se realizó sobre la tecnología de la energía solar fotovoltaica, con una rentabilidad esperada del 6% al 9% y la recuperación de la inversión en un plazo de 10 o 12 años. Se trataba, a priori, de un negocio muy seguro que atrajo en los años posteriores una inversión de 25.000 millones de euros con los que se instalaron más de 4.200 megavatios en España. El problema comenzó en el momento en el que los bancos empezaron a especular con la energía solar fotovoltaica como si fuera un producto financiero, lo que creó una burbuja por el efecto llamada que se alejó de los 400 megavatios de instalación previstos en un primer momento por el Gobierno (Terrasa y Lolli, 2017).

Al año siguiente, en 2008, debido a las excesivas inversiones en energía fotovoltaica y a la deficiente previsión del Gobierno ante esta situación, puesto que tendrían que pagar

una cantidad total mayor de primas a los inversores y no eran capaces de afrontar un desembolso tan grande, el Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero creó una nueva regulación, el Real Decreto 1778/2008, que modificaría las condiciones establecidas por el Real Decreto 661/2007 con el fin de corregir el déficit tarifario del sector eléctrico. Dichas modificaciones supusieron un recorte del 45% a las ayudas a los huertos solares, un 25% a las instalaciones de placas grandes y un 5% a las placas solares pequeñas (Terrasa y Lolli, 2017). En resumen, ante una inversión mayor de la esperada por el Gobierno en energía solar fotovoltaica, se tuvo que reducir la subvención que se pagaba a los inversores de forma retroactiva, lo que supuso un daño irreparable a los inversores que contaban con una subvención mayor y que se habían endeudado teniendo en cuenta unos flujos de cajas mayores que serían con los que iban a repagar la deuda en el futuro.

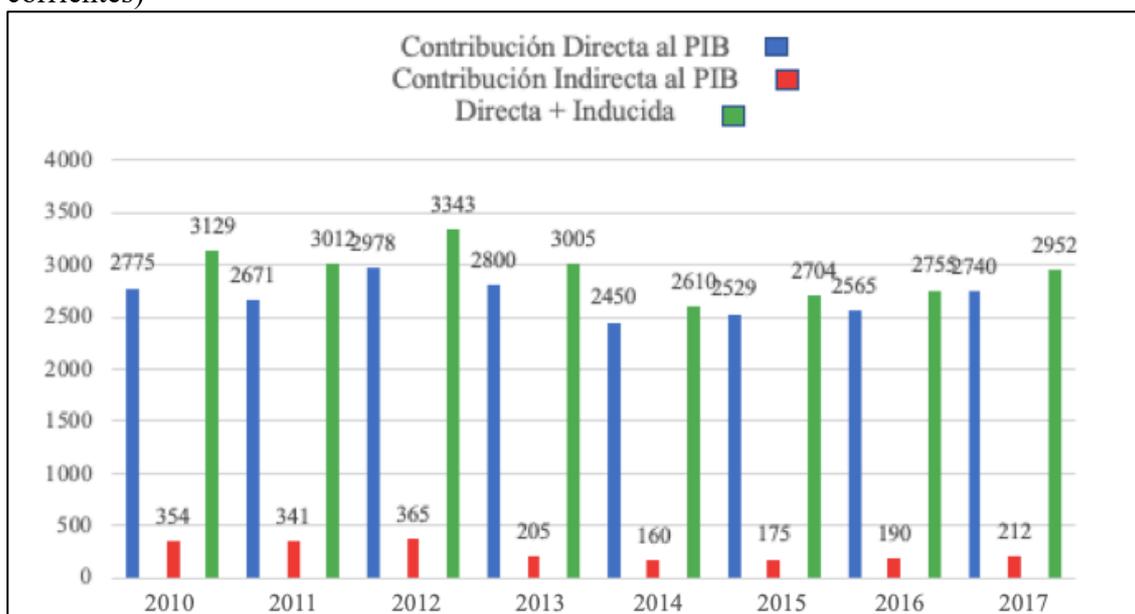
Este cambio en la legislación generó una incertidumbre que tendría un gran impacto en el sector de la energía solar fotovoltaica, puesto que, siendo un sector tan regulado, era difícil confiar en un negocio que dependía tanto de un Gobierno que no cumple con las normas establecidas en un Real Decreto. Asimismo, esta crisis se vio empeorada por la decisión del ejecutivo del presidente Mariano Rajoy en 2012 de realizar un nuevo recorte del 50% a la tarifa regulada que se había pactado con los propietarios de las instalaciones fotovoltaicas. Además, se estableció un impuesto de un 7% a todas las energías renovables, lo que agravó mucho la situación de inversores que tuvieron que pedir refinanciaciones a las instituciones financieras, lo que demoró su retorno en la inversión hasta los 18 años (EL ESPAÑOL, n.d.). Ante esta situación insostenible para algunos inversores, existen plataformas de apoyo a los productores fotovoltaicos, como Anpier, que tratan de buscar justicia para los pequeños y grandes inversores que sufrieron el cambio legislativo. De hecho, ya hay empresas e inversores extranjeros que han llevado el caso ante arbitrajes internacionales y les han dado la razón por el incumplimiento del Estado español ante los cambios retroactivos que realizaron sobre las energías fotovoltaicas. Dichas sentencias recalcan el carácter injusto de las medidas del Gobierno español, que, con ellas, reducía el valor de las inversiones, por lo que estos inversores están a la espera de que se resuelvan los casos y ver si los tribunales les dan la razón (EL ESPAÑOL, n.d.)

Para profundizar un poco más en este tema, más adelante, se analizará brevemente la legislación del sector de las energías renovables, y en concreto el de la energía solar fotovoltaica, así como su régimen retributivo.

3.3.4 Impacto Macroeconómico de la Energía Solar Fotovoltaica en España

El sector de la energía solar fotovoltaica, a pesar de ser un sector con un peso total de tan solo el 0,19% sobre el PIB español (Unión Española Fotovoltaica, 2018), se encuentra en una tendencia positiva desde 2015 y que se espera que aumente su importancia en los próximos años. A continuación, se mostrarán dos figuras donde se puede observar la aportación al PIB español del sector de la energía solar fotovoltaica y su tendencia en los últimos años.

Figura 19: Aportación al PIB español de la energía solar fotovoltaica (millones de € corrientes)



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de APPA Renovables en su Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España.

La Figura 19 muestra la aportación al PIB español del sector de la energía solar renovable y, como se puede observar, está teniendo una tendencia positiva desde el año 2015. El gran aumento sufrido en el año 2017, de un 16,8% respecto al año anterior, se debe a la mayor actividad del sector ocasionada por las subastas celebradas donde se adjudicaron 4.000 MW, una cifra que es muy representativa de las positivas expectativas de futuro que se tienen actualmente. Asimismo, otro factor que ha podido impulsar la aportación

del sector de la energía solar fotovoltaica al PIB español es la actividad ligada al autoconsumo de energía solar, ya que se está fomentando entre las empresas ya existentes en el sector y están apareciendo nuevos actores que tendrán un papel fundamental en los próximos años en lo que respecta al autoconsumo de energía solar fotovoltaica (Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), 2018; p.97-102).

Capítulo 3. Legislación en el sector Energía Renovable, en concreto en la Energía Fotovoltaica

3.1 Panorama Actual Legislativo en España

En este apartado se plasmará brevemente cual es la legislación que rodea al sector de las energías renovables, y en concreto al sector de la energía solar fotovoltaica en la actualidad. En primer lugar, y como legislación consolidada, nos encontramos con el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, cuya norma fundamental es la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico. Cabe mencionar otras regulaciones anteriores y relacionadas con el sector de la energía solar fotovoltaica como el Real Decreto 661/2007, que regula la actividad de producción de la energía eléctrica, en especial la energía solar fotovoltaica, que fue modificado por el Real Decreto 1778/2008 debido a que se superaron los objetivos fijados de potencia instalada y con dicho decreto se cambió la modalidad de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica a través de tecnología solar fotovoltaica.

A continuación, se pasa a profundizar sobre el Real Decreto 413/2014, donde se regula actividad de producción de energía renovable y su régimen retributivo, así como la última convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo de nuevas instalaciones, especificado en el Real Decreto 359/2017. A dicho real decreto le sigue la Orden ETU/315/2017, que asigna el régimen retributivo y recoge el procedimiento de la subasta que también se regula en el Real Decreto 413/2014. Tanto el régimen retributivo específico como los procedimientos de subasta e inspecciones administrativas dependerán del tipo de tecnología de energía renovable con la que nos encontremos, como veremos a continuación.

El artículo 2 del Real Decreto 413/2014 establece una serie de categorías, con grupos y subgrupos para concretar el ámbito de aplicación de dicha ley. En concreto, y a efectos de este trabajo, haremos especial mención a todo aquello que se refiera a la categoría b) sobre aquellas tecnologías dirigidas a las energías renovables no fósiles, y en concreto, al grupo b.1) sobre energía primaria de la energía solar y dentro de este grupo, finalmente, nos centraremos en el subgrupo b.1.1) sobre la tecnología fotovoltaica. A pesar de ser

energía renovable, y como establece el artículo 9 del Real Decreto 413/2014, se les aplicará igualmente la normativa que regula el mercado de producción, es decir, se deberán realizar ofertas económicas al respectivo operador de mercado de forma directa o a través de un representante.

3.1.1 Régimen Retributivo de las Energías Renovables en España

En cuanto al régimen retributivo específico establecido en el Real Decreto 413/2014, que nos encontramos en el artículo 11, a cada instalación le corresponde una instalación tipo en función de sus características, y la retribución dependerá de la instalación tipo que se asigne en base a un procedimiento de concurrencia competitiva. Asimismo, tenemos que diferenciar entre el término retributivo por unidad de potencia instalada (Rinv) y el término retributivo a la operación (Ro), que se explicarán a continuación.

En primer lugar, el término retributivo por unidad de potencia instalada o retribución a la inversión se expresa en €/MW, es decir, el Rinv tendrá en cuenta la inversión inicial realizada en función de los MW. Para el cálculo de la retribución a la inversión habrá que multiplicar el Rinv específico de la instalación tipo y multiplicarlo por la potencia energética con derecho a régimen retributivo. En segundo lugar, el término retributivo a la operación o retribución a la operación se expresa en €/MWh. En este caso, el cálculo se realiza multiplicando la Ro de la instalación tipo en cada periodo de liquidación por la energía que se vende en el mercado de producción en cada periodo. Los parámetros retributivos más relevantes, según el artículo 13, serán la Rinv, la Ro, la vida útil regulatoria, el número de horas de funcionamiento mínimo, el umbral de funcionamiento el precio anual del mercado diario, el número de horas de funcionamiento máximas, los límites anuales superiores e inferiores de precio y el incentivo a la inversión por reducción del coste de generación. Dichos parámetros retributivos podrán ser revisados y actualizados al término de cada periodo mediante una orden del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Además del régimen retributivo anteriormente explicado, también existen convocatorias de ayudas públicas dirigidas a las instalaciones de renovables que aparecen en el Real Decreto 413/2014.

3.1.2 Régimen de Subasta de las Energías Renovables en España

Según el artículo 12 del Real Decreto 413/2014, para el otorgamiento de un régimen retributivo específico, se deben establecer a través de un Real Decreto las condiciones que deben reunir las instalaciones concretas para poder participar en el mecanismo de concurrencia competitiva. Por ello, a efectos del presente trabajo, tan solo nos fijaremos en la última convocatoria que se ha realizado, que se efectuó a través del Real Decreto 359/2017, por el que se considera la introducción de 3.000 MW nuevos de potencia de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable que se sitúen en el sistema eléctrico peninsular³. Para introducir dicha potencia de 3.000 MW en el sistema eléctrico se realizarán subastas entre las distintas tecnologías de energías renovables por concurrencia competitiva con el objetivo de otorgar los proyectos que sean más eficientes en lo que respecta a los costes.

En el Real Decreto 359/2017 se establece que el objeto de aplicación son nuevas instalaciones de producción de energía a partir de fuentes de energía renovable que se encuentren dentro de la categoría b) del artículo 2 del Real Decreto 359/2017 que se comentó anteriormente y dentro de la cual se encuentra la energía solar fotovoltaica. Por ello, no se podrá otorgar dicho régimen retributivo a aquellas instalaciones cuya construcción suponga el cierre o reducción de potencia de una instalación anterior, o aquellas instalaciones cuyos equipos principales no sean nuevos o hayan tenido un uso previo. El Real Decreto 359/2017 tan solo es una convocatoria de la subasta en régimen de concurrencia competitiva, por ello nos tendremos que fijar en la Orden ETU/315/2017, que asignará realmente en régimen retributivo específico de la convocatoria para las nuevas instalaciones con una nueva potencia total de 3.000 MW y explicará cual es el procedimiento de la subasta de dicha nueva potencia.

La subasta, como se ha dicho antes, en este caso, se realizará para un cupo inferior o igual a los 3.000 MW establecidos en el Real Decreto 359/2017, ya que el objeto de la subasta se trata de la nueva potencia instalada que tendrá un derecho a la percepción del régimen retributivo específico para dichas nuevas instalaciones de energía renovable. Se trata de

³ Tan solo habla del sistema eléctrico peninsular porque los sistemas eléctricos no peninsulares tienen unas características específicas y no participarán en dicha convocatoria.

una subasta tecnológicamente neutra supervisada por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por lo que todas las tecnologías renovables que entren dentro de apartado b) del artículo 2 anteriormente mencionado podrán participar. Las instalaciones adjudicatarias de la subasta serán aquellas que tengan un menor sobrecoste unitario, que será calculado como el cociente entre la retribución a la inversión y el número de horas equivalentes de la instalación tipo. Por ello, la última oferta que entre dentro de los nuevos MW de potencia será la que determine cual es el valor del sobrecoste unitario marginal.

Los parámetros retributivos de las instalaciones tipo de referencia son expuestos en el Anexo 1 de la Orden ETU/315/2017, así como la evolución anual del precio de mercado. Dichas tablas son expuestas a continuación.

Figura 20: Parámetros retributivos de las instalaciones tipo para la convocatoria en la Orden ETU/315/2017

Tecnologías	Código de identificación de la instalación tipo de referencia	Año de autorización de explotación definitiva	Vida útil regulatoria (años)	Valor estándar de la Inversión Inicial (€/MWh)	Número de horas equivalentes de funcionamiento (h)	Costes de explotación primer año (€/MWh)	N.º horas equivalentes de funcionamiento mínimo anual (Nh _{mín}) (h)	Umbral de funcionamiento anual (UF) (h)	Retribución a la Inversión 2017-2019 (€/MWh) $R_{invTR_j,a}$	Sobrecoste unitario máximo de la instalación tipo de referencia ¹
Eólica	ITR-0103	2017	25	1.200.000	3.000	20,52	3.000	0	47.684	15,89
		2018	25	1.200.000	3.000	20,57	3.000	0	46.578	15,53
		2019	25	1.200.000	3.000	20,72	3.000	0	45.056	15,02
Fotovoltaica	ITR-0104	2017	25	1.200.000	2.367	21,46	2.367	0	39.646	16,75
		2018	25	1.200.000	2.367	21,49	2.367	0	38.480	16,26
		2019	25	1.200.000	2.367	21,63	2.367	0	36.908	15,59
Resto de tecnologías distintas de eólica y fotovoltaica	ITR-0105	2017	25	2.000.000	5.000	39,55	5.000	0	148.875	29,78
		2018	25	2.000.000	5.000	39,79	5.000	0	147.655	29,53
		2019	25	2.000.000	5.000	40,12	5.000	0	145.636	29,13

Fuente: Orden ETU/315/2017, de 6 de abril (BOE). Anexo I.

Figura 21: Evolución anual del precio de mercado y establecimiento de límites inferiores y superiores en la Orden ETU/315/2017

	2017	2018	2019	2020 en adelante
Precio estimado del mercado (€/MWh)	42,84	41,54	41,87	52,00
LS2 (€/MWh)	49,81	48,30	48,68	60,00
LS1 (€/MWh)	46,33	44,92	45,28	56,00
LI1 (€/MWh)	39,35	38,16	38,46	48,00
LI2 (€/MWh)	35,87	34,78	35,06	44,00

Fuente: Orden ETU/315/2017, de 6 de abril (BOE). Anexo I.

Como se puede observar en la Figura 20 y la Figura 21, la Orden ETU/315/2017 establece un régimen retributivo donde, en función de la instalación tipo de que se trate, se establecerán un número de horas equivalentes, un sobrecoste unitario máximo unitario o

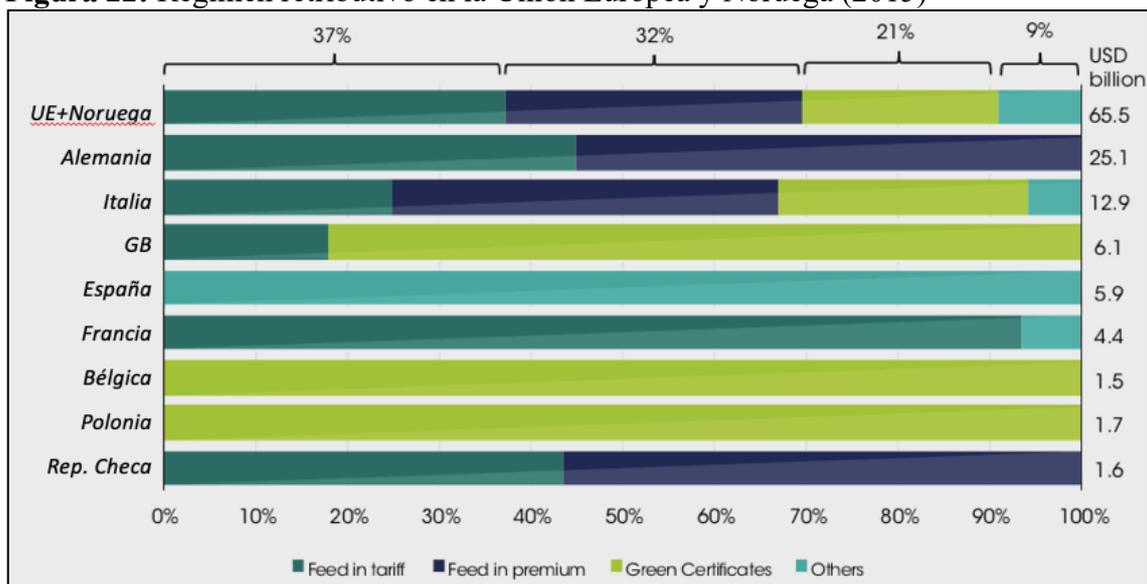
una retribución a la inversión. Asimismo, se establece una evolución anual del precio de mercado con los límites inferiores y superiores, a pesar de que existe un precio estimado, para los años que siguen a la publicación de la Orden OTU/315/2017.

Para terminar, es necesario resaltar la descompensación existente entre la energía fotovoltaica y la energía eólica en lo que respecta a las subastas, puesto que, como se ha comentado, la subasta de MW se otorga a aquellas instalaciones que tengan un menor sobrecoste, cálculo realizado atendiendo a la retribución a la inversión y al número de horas equivalentes. En este punto es donde se da la descompensación citada, puesto que la energía eólica lleva consigo un mayor número de horas de funcionamiento, ya que mientras que no existe radiación solar por la noche, sí que hay viento por la noche y por lo tanto las instalaciones eólicas siguen en funcionamiento durante las 24 horas del día, mientras que, por otro lado, las instalaciones de energía solar fotovoltaica solo generan energía mientras exista radiación solar. Ante esta situación de sinrazón hacia las instalaciones de energía solar fotovoltaica, la Unión Española Fotovoltaica en 2017 presentó un recurso al Tribunal Supremo para que se corrigiesen los errores y no se siguiera dando tal discriminación. Tras este recurso, el Tribunal Supremo corrigió de forma parcial dichos errores, actuación que tuvo efectos positivos en las subastas posteriores para la energía solar fotovoltaica (Lafraya, 2018).

3.2 Comparación del régimen retributivo de España con otros países

A continuación, se analizará brevemente cual es el régimen retributivo utilizado en otros países de la Unión Europea con el objetivo de compararlo con el régimen retributivo existente en España. Para ello, nos apoyaremos en la Figura 22, que contiene el tipo de retribución que se da en los diferentes países a los productores de energías renovables y cuál es el porcentaje de cada una de ellas dentro del régimen retributivo.

Figura 22: Régimen retributivo en la Unión Europea y Noruega (2015)



Fuente: Datos de CEER (2017); Gráfico del informe “Global Landscape of Renewable Energy Finance 2018”.

Como se puede observar en la Figura 22, el régimen retributivo de España es completamente distinto a los regímenes que se dan en otros países de la Unión Europea, ya que, como se ha explicado antes, el régimen retributivo de España se sustenta en el término retributivo por unidad de potencia instalada (R_{inv}) y el término retributivo a la operación (R_o), por lo que entra dentro de la categoría “Otros”. En la mayoría de los países de la Unión Europea utilizan una mezcla de mecanismos para conformar el régimen retributivo, por lo que se procederá a explicar brevemente a continuación cuáles son dichos mecanismos. Será muy interesante fijarse en cual es el régimen de Alemania pues, como vimos anteriormente, en el caso de la energía solar fotovoltaica, a pesar de no tener tanta radiación solar como los países del sur de Europa, ocupaba la posición número uno en cuanto a capacidad instalada.

El “feed-in tariff”, también conocido como balance neto o medición neta de electricidad, se trata de una forma de retribución destinada tanto a empresas e inversores privados como a ciudadanos normales. Es una política económica destinada a fomentar la inversión y producción de energía renovable (Kenton, 2018). Es un modo de retribución muy expandido en el sector de la energía solar fotovoltaica, ya que se retribuye por la energía excedentaria, es decir, por la energía que no se consume por el propio productor (LG Solar FAQs, n.d.). El sistema de “feed-in tariff” es muy utilizado en países como Francia, con más de un 90% o Alemania, con más de un 40%.

El “feed-in premium” se trata de un sistema en el que los productores de energía renovable venden la electricidad en el mercado corriente al precio de mercado y posteriormente reciben un “premium” o una prima por encima de dicho precio (Energypedia.info, 2014). El “feed-in Premium” es el sistema retributivo más utilizado en Alemania, y también está muy extendido en Italia y República Checa.

Por último, los “Green Certificates” son activos intercambiables que demuestran que la energía ha sido producida mediante instalaciones de energía renovable. Normalmente cada certificado es emitido por 1 MWh de energía renovable, aunque se pueden obtener más certificados en función de la sostenibilidad de cada instalación. Estos certificados se intercambian de manera separada al resto de energía y tienen un precio menor (Kyos, n.d.). Los países donde este régimen retributivo está más extendido son Bélgica y Polonia, donde supone el 100% de su régimen retributivo, y Gran Bretaña donde supone más del 80%.

Capítulo 4. Análisis de las Inversiones dirigidas a Energías Renovables, en especial a la energía solar fotovoltaica

4.1 Introducción a la Inversión en Energías Renovables

La inversión en energías renovables está en auge debido a su carácter seguro, rentable y estable, lo que la coloca por encima de otros activos como el oro o los bonos soberanos, según la gestora de activos financieros Kaiserwetter (Europa Press, 2018). Al carácter seguro, rentable y estable de las energías renovables se le suman los compromisos de la Unión Europea para detener el cambio climático, así como acuerdos de carácter global dirigidos a este mismo objetivo, que favorecen la aparición de nuevas plataformas de inversión para que las energías renovables tengan un papel fundamental en las inversiones energéticas que se realizan actualmente (Fundeen Blog I, 2018).

La inversión en energías renovables, además de ser una inversión rentable, también es una inversión ética y accesible que, al contrario de sectores más tradicionales, tiene externalidades positivas, es decir, permite a los inversores aumentar su capital invertido al mismo tiempo que preservan el medio ambiente combatiendo el cambio climático. El factor ético es muy importante a la hora de realizar una inversión en energías renovables, ya que la transformación energética tiene como objetivo un consumo responsable de la energía y una producción que realice el menor daño posible al medio ambiente. Además, como se ha dicho al principio de este punto, la seguridad es otro rasgo característico de la inversión en energías renovables puesto que la Unión Europea se ha comprometido a que, para el año 2030, el 27% de toda la energía provenga de energías limpias, por lo que nos encontramos en una situación de seguridad donde las Administraciones Públicas de los distintos países miembros tomarán medidas para favorecer la transformación energética (Fundeen Blog I, 2018). Además de lo anteriormente mencionado, las energías renovables tienen otras ventajas como su carácter inagotable, la reducción de la dependencia energética con respecto a otros países, el hecho de que tan solo requieren una gran inversión inicial y pequeñas inversiones posteriores de mantenimiento, y la promoción de puestos de trabajo para la instalación y mantenimiento (Fundeen Blog II, 2018).

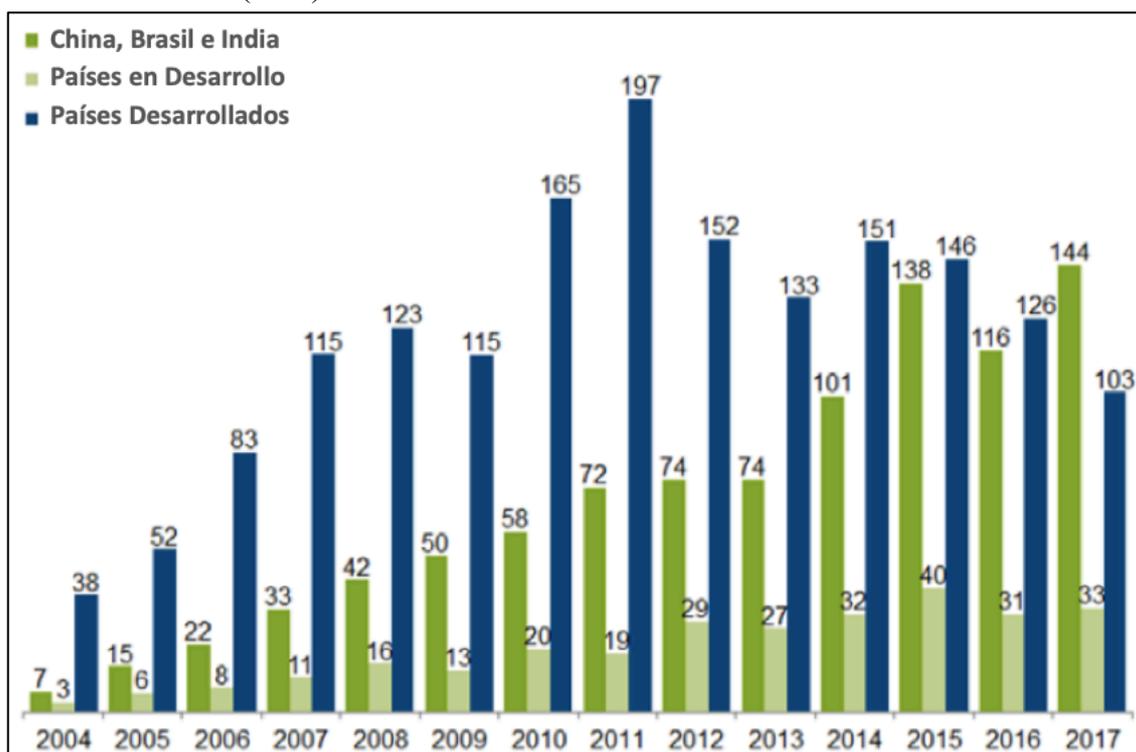
En resumen, la inversión en energías renovables es una muy buena oportunidad de negocio debido a que las energías renovables se encuentran entre las prioridades en las agendas estatales e intergubernamentales en armonía con los objetivos de transformación energética establecidos, tiene costes decrecientes en la tecnología utilizada por lo que se espera que sea incluso más rentable en el futuro, y, por último, tendrá una fácil autogestión debido a las nuevas tecnologías relacionadas con el big data y el blockchain (Fundeen Blog I, 2018).

4.2 Inversiones en Energía Renovable por Tipo de Economía

En este apartado se analizará cómo son y cuánto se invierte en energías renovables dependiendo del país en el que nos encontremos. Para ello, se realizará una distinción entre países desarrollados, como pueden ser Estados Unidos, Australia o los miembros de la Unión Europea, países que están en vías de desarrollo, como pueden ser países de Oriente Medio, África o Sudamérica, y en último lugar distinguiremos las tres potencias de China, Brasil e India, que a pesar de ser economías en vías de desarrollo, se les considera un bloque separado debido a su auge en las inversiones en energías renovables en los últimos años (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

Para poder observar de una manera más clara cual ha sido la inversión realizada en energías renovables por parte de los tres bloques anteriormente mencionados, nos vamos a fijar en la Figura 23, que muestra la inversión global realizada por cada tipo de economía desde el año 2004 hasta el año 2017.

Figura 23: Nueva Inversión Global en Energía Renovable por tipo de economía desde 2004 hasta 2017 (BN\$)



Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

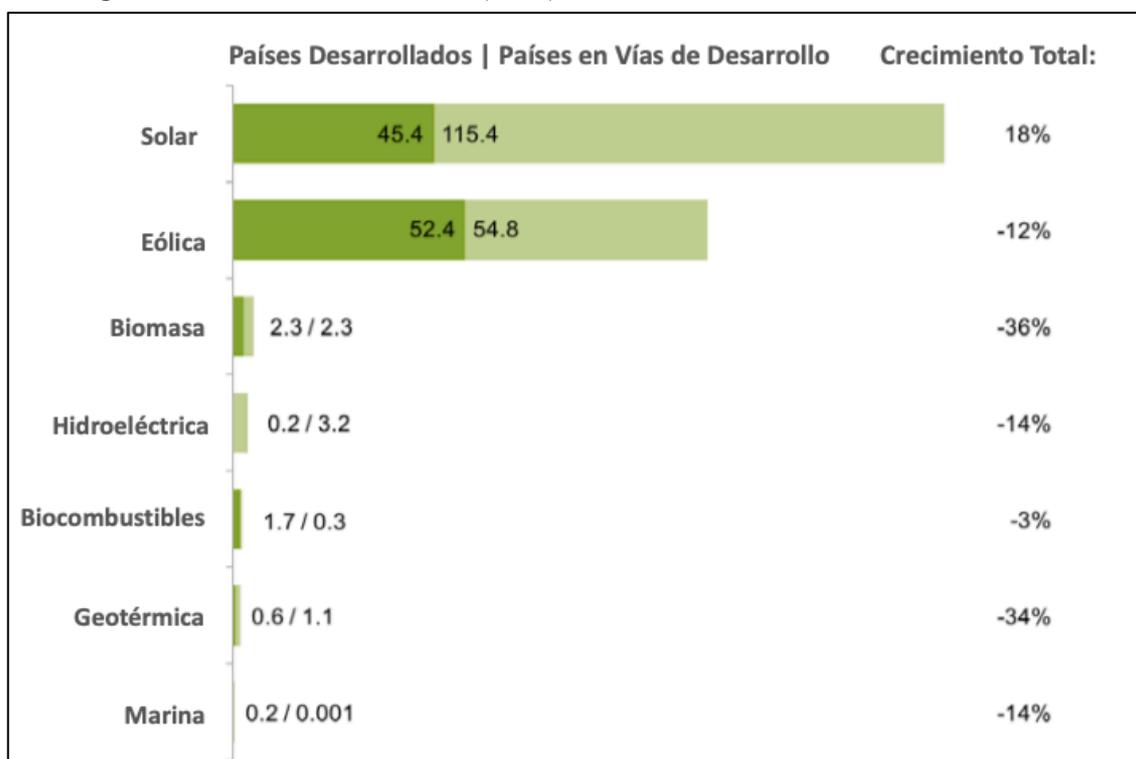
En la Figura 23 se puede observar como en el año 2017, China, India y Brasil han superado en nueva inversión en energía renovable a los países desarrollados. Es muy importante resaltar que de los 144 BN\$ invertidos por China, Brasil e India en 2017, 126,6 BN\$ fueron invertidos por la potencia China, 6 BN\$ por Brasil y 10,9 BN\$ por India. Estos datos demuestran la capacidad de aumento que siguen teniendo India y Brasil, países con grandes extensiones de terreno que no están explotando tanto como podrían, dada su grandísima población, una fuente de energía que está decreciendo en costes y que comienza a ser muy rentable. De entre los países desarrollados, que invirtieron un total de 103 BN\$ en el año 2017, los países miembros de la Unión Europea invirtieron 40,9 BN\$, mientras que Estados Unidos invirtió una suma que ascendió a 40,5 BN\$ (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

Al analizar la Figura 23, es muy importante tener en cuenta la bajada de los costes de las energías renovables, es decir, el hecho de que una inversión muy grande de dinero hace unos años pudo no generar los mismos gigavatios que esa misma inversión generaría en el presente. Es decir, si la inversión record en países desarrollados de 197 BN\$ del año

2011 se repitiera este mismo año, generaría una mayor cantidad de gigavatios que la que se generó aquel año. Esta tendencia decreciente de los costes de las energías renovables está siendo muy favorable para todos los países a la hora de acometer un proyecto dirigido al fin de construir una planta para producir energía renovable (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

En la Figura 23 se puede observar un gran cambio en el año 2017 con respecto al año 2016, y la respuesta al porqué de este intercambio de posiciones entre países desarrollados y países no desarrollados se puede deducir del gráfico que se muestra a continuación en la Figura Y.

Figura 24: Nueva Inversión Global en Energía Renovable por tipo de economía y tipo de energía renovable en el año 2017 (BN\$)



Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

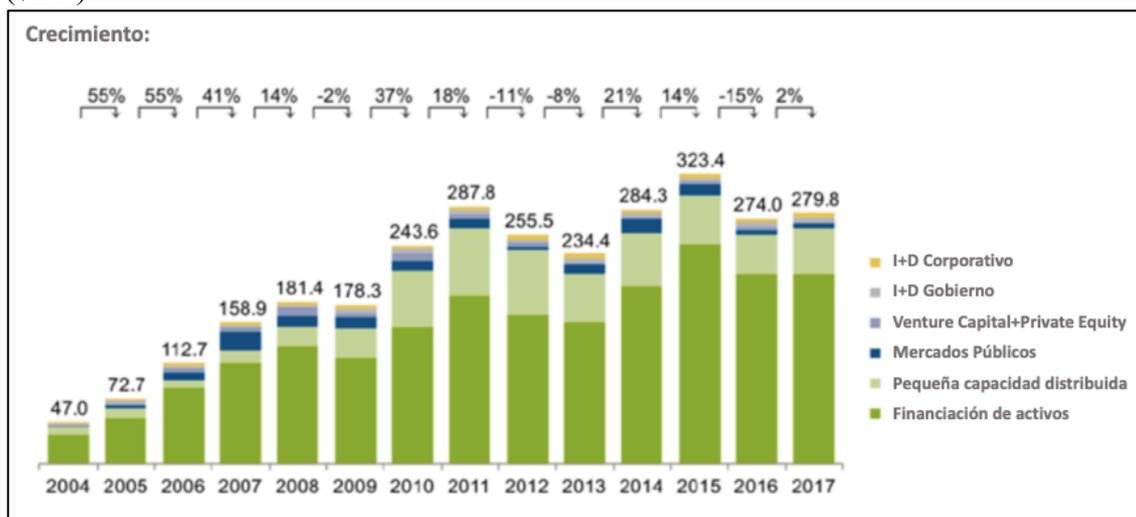
Como podemos observar en la Figura 24, la inversión en energía eólica, tanto de los países desarrollados como de los países en vías de desarrollo, es ligeramente superior a los 50 BN\$. El punto diferencial entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo, entre los que se encuentran Brasil, China e India, en el año 2017, es la energía solar, ya que la diferencia es de 70 BN\$. Esta diferencia se debe a una bajada del 17% de inversión

en energía solar de los países desarrollados y a un aumento en un 41% de los países en vías de desarrollo, impulsados por una gran inversión en energía solar fotovoltaica por parte de China (Frankfurt School of Finance & Management, 2018). Este gráfico muestra la gran importancia que va a tener la energía solar fotovoltaica en el futuro, que estará más desarrollado en el último punto, sobre proyecciones de futuro, del presente trabajo.

4.3 Tipos de Inversiones en Energías Renovables

En este apartado se hablará de cuáles son los vehículos de inversión en energía renovable, es decir, cuáles son los tipos de inversiones y quiénes son las partes que realizan inversiones en energías renovables. Para ello, en primer lugar, se expondrá en la Figura 25 una gráfica con la nueva inversión global cada año en energía renovable por tipo de inversión, y posteriormente se hablará individualmente de cada uno de ellos.

Figura 25: Nueva Inversión Global en Energía Renovable atendiendo a la clase del activo (\$BN)



Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

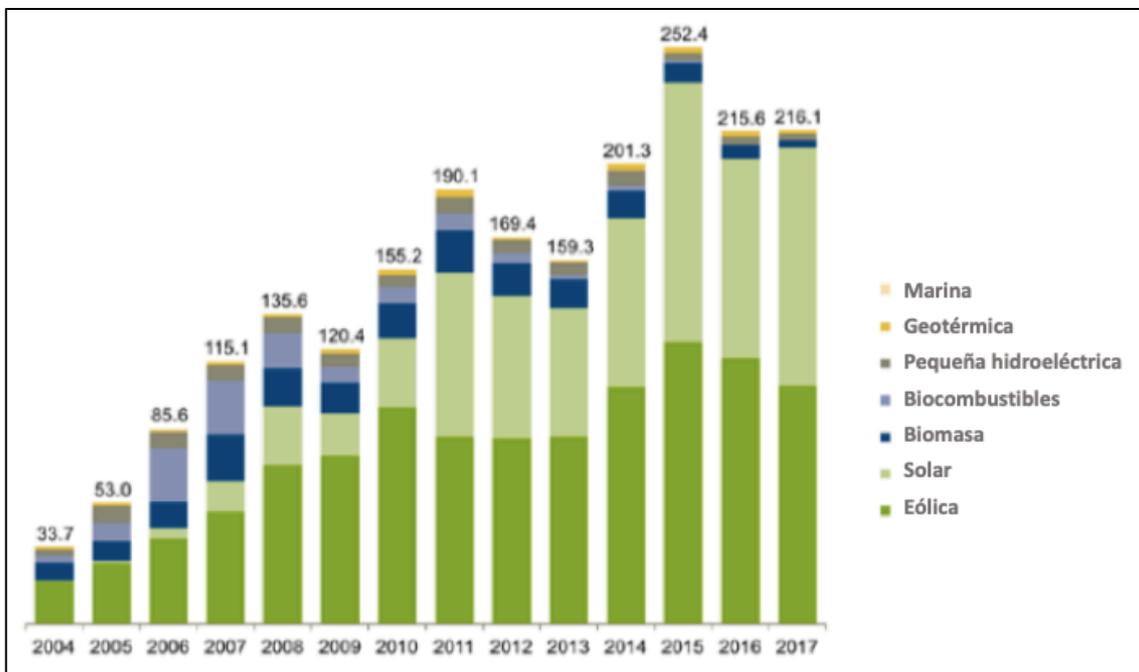
Como se puede observar en la Figura 25, la mayor parte de la inversión en energía renovable la conforman la financiación de activos y la pequeña capacidad distribuida. A continuación, se tratará brevemente cada uno de los tipos de inversión en energía renovable.

4.3.1 Inversión por financiación de activos

La financiación de activos, también conocida como “asset finance”, se trata de un tipo de financiación utilizado por las empresas para crecer y conseguir las instalaciones que necesitan (Wise, 2016). En el año 2017, se invirtieron en energías renovables a través de la financiación de activos \$216.1 billones, lo que supone un 0,2% más que en el año 2016 (Frankfurt School of Finance & Management, 2018). A su vez, la inversión por financiación de activos se puede dividir en “on-balance sheet financing”, que se trata de aquellas financiaciones que aparecen en el balance de situación, “project finance”, que es una financiación de grandes proyectos sustentada en los flujos de caja estables del mismo (Furió, 2016), y por último los bonos, que son títulos de deuda.

En cuanto al tipo de energía renovable al que se dirige la inversión por financiación de activos, la Figura 26 muestra la variación existente de dicha inversión desde el año 2004 hasta el año 2017.

Figura 26: Inversión global por financiación de activos por sector renovable (\$BN) (2004-2017)



Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

En la Figura 26 podemos observar la predominancia actual de la energía solar y la energía eólica en lo que respecta a la inversión por financiación de activos, llevándose a cabo una

inversión superior a los 104 BN\$ en cada una, lo que supone más de un 97% de la inversión total del año 2017. En cuanto al sector de la energía solar fotovoltaica, la inversión por financiación de activos subió un 20% con respecto al año 2016, principalmente impulsado por la gran inversión que realizó China, que conforma el 63% del total de la inversión en energía solar. Asimismo, la gran bajada de los costes ha favorecido este aumento de la inversión, ya que el coste por megavatio en 2017 es un 25% más barato que en 2015, por lo que se espera que este sector continúe con una tendencia positiva (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

4.3.2 Pequeña capacidad distribuida

Se trata de inversiones en proyectos de energía solar fotovoltaica de menos de 1 MW, inversiones que, a pesar de ser pequeñas, han aumentado en 2017 un 15% con respecto al año 2016, llegando hasta una inversión total global de 49,4 BN\$. Este tipo de inversiones incluyen una mezcla de instalaciones en los tejados de comercios y residencias, instalaciones en áreas aisladas y proyectos en tierra con agrupaciones de paneles solares. En este tipo de inversiones hay que tener también en cuenta el descenso del coste por vatio de la construcción de una planta fotovoltaica residencial, puesto que, por ejemplo, en el caso de Alemania, que se puede extrapolar a España, el coste por vatio ha descendido alrededor de un 57% desde 2010, desde \$ 3,90 por vatio hasta tan solo \$ 1,69 en el año 2017. Además, es muy importante atender a los precios de los módulos, que han bajado más de un 14% solo en el año 2017, y se espera que sigan disminuyendo al mismo ritmo (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

4.3.3 Inversiones en el mercado público

En cuanto a las inversiones a través de mercados públicos, tan solo 5,7 BN\$ fue levantado por 62 compañías de energía renovable y fondos en 27 mercados de acciones. Con inversiones en el mercado público nos referimos a OPAs, es decir, ofertas públicas de adquisición o salidas a bolsa, a los mercados secundarios, a acciones convertibles y, por último, a operaciones “Over the Counter” (OTCS), es decir, las que son realizadas a medida del que las ejecuta. En el año 2017, este tipo de inversiones ha realizado su inversión más baja desde el año 2012, llegando a 5,7 BN\$. A pesar de estos malos resultados de inversión, hay que tener en cuenta el buen rendimiento que ha tenido el

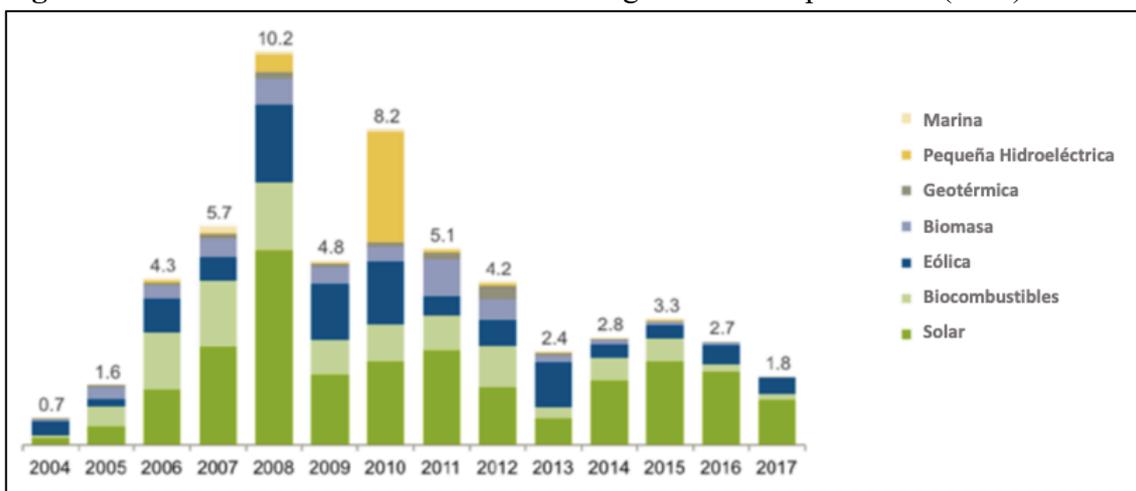
índice NEX (“The WillderHill New Energy Global Innovation Index”), que es un índice compuesto por empresas cotizadas globales cuyo fin es la generación y el fomento de energía renovable a través de su tecnología, en comparación con otros índices como el S&P o el Nasdaq. Una de las razones de la baja inversión en el mercado público es la privatización de grandes empresas de energía solar como Trina Solar y JA Solar Holdings en el año 2017, debido a las bajas cotizaciones que se realizaban en el mercado público (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

4.3.4 Venture Capital y Private Equity

Los “Private Equity” se tratan de instituciones financieras que invierten en otras compañías privadas que tienen una gran proyección de futuro a cambio de una porción de su capital o de sus acciones, con el objetivo de mejorar dicha empresa y venderla en un futuro. Por otro lado, los “Venture Capital” realizan las mismas acciones que los “Private Equity” pero suelen invertir en empresas más jóvenes y tecnológicas un porcentaje menor debido a que tienen un riesgo mayor (Novoa, 2013).

A continuación, en la Figura 27, se muestra un gráfico con la inversión a través de “Venture Capital” y “Private Equity” en los últimos años en base al tipo de energía renovable de que se trate.

Figura 27: Inversión a través de PE/VC en energía renovable por sector (\$BN)



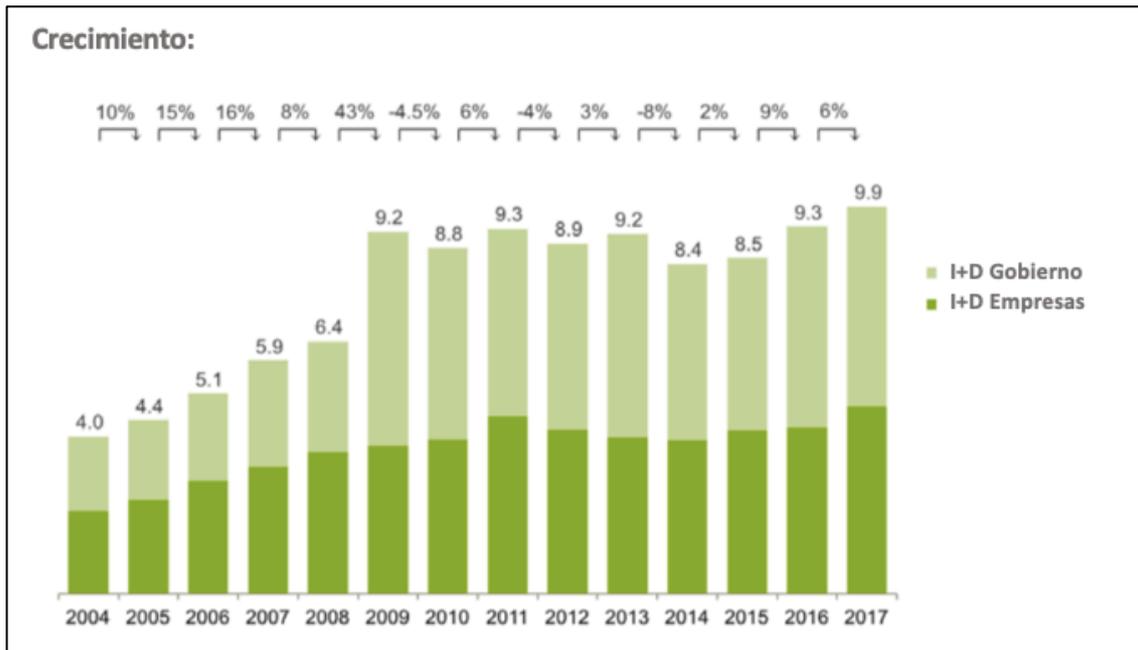
Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

Como podemos ver en la Figura 27, la inversión total en energía renovable a través de “Venture Capital” y “Private Equity” ha descendido en los últimos años. La principal razón de que esto esté ocurriendo es la mayor madurez del sector de la energía renovables, puesto que esto implica unas mayores barreras de entrada debido a las avanzadas tecnologías y al hecho de que las grandes empresas controlan los esfuerzos de Investigación y Desarrollo. En cuanto a la energía solar fotovoltaica, de los 1,8 BN\$ invertidos en energías renovables, 1,2 BN\$ fueron dirigidos a energía solar fotovoltaica, y 27 de los 40 proyectos más grandes realizados en 2017 estuvieron relacionados con la energía solar fotovoltaica, llevados a cabo por grandes fondos como Sunlight Financial, Greenlight Planet o Nova Lumos (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

4.3.5 Inversión en Investigación y Desarrollo

La inversión en investigación y desarrollo en energías renovables tiene como objetivo la creación de nuevas tecnologías o la mejora de las ya existentes, es decir, buscar mejorar la eficiencia a la hora de generar energía renovable. En lo que respecta a la inversión en investigación y desarrollo de energías renovables, tenemos que diferenciar entre la inversión que realizan las empresas y la inversión que realizan los gobiernos, y para ello nos apoyaremos en el gráfico de la Figura 28 que aparece a continuación.

Figura 28: Inversión en I+D para energías renovables (BN \$) (2004-2017)



Fuente: Traducción propia, datos de UN Environment, Bloomberg New Energy Finance; Gráfico del informe “Global Trends in Renewable Energy Investment 2018”.

Como se puede observar en la Figura 28, la inversión global en investigación y desarrollo está teniendo una tendencia positiva, llegando al máximo anual en el año 2017, con una inversión total de 9,9 BN\$, potenciado por un aumento en 12% de la inversión realizada por las empresas, que llegó hasta los 4,8 BN\$, mientras que la inversión realizada por los gobiernos se mantuvo en 5,1 BN\$. Dentro de la inversión en investigación y desarrollo, el sector en el que se realizó una mayor inversión en el año 2017 fue el de la energía solar fotovoltaica, con una inversión total de 4,7 BN\$, seguido por el sector de la energía eólica con una inversión de 1,9 BN\$. El aumento en la inversión en investigación y desarrollo evidencia su gran funcionamiento y la mejora que supone para el sector en general, ya que incrementa la eficiencia de la línea de producto, así como su tecnología (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

En el caso de la energía solar fotovoltaica se han producido los mayores avances del sector de las energías renovables en cuando a investigación y desarrollo, llegando a puntos máximos de eficiencia productiva. Por un lado, tenemos a los grandes fabricantes, que están tratando de mejorar sus técnicas ya existentes, y por otro lado tenemos a los pequeños fabricantes, que están tratando de mejorar su eficiencia eliminando etapas del proceso productivo. En general, las empresas de energía solar fotovoltaica están tratando

de automatizar el proceso productivo, así como la mejora del diseño de las plantas fotovoltaicas con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir costes (Frankfurt School of Finance & Management, 2018).

Capítulo 5. Proyecciones de futuro

A lo largo del trabajo hemos podido ver la evolución del sector de las energías renovables en los últimos años en diferentes partes del mundo y atendiendo a diferentes sectores, y en este apartado del trabajo se verá cuales son las proyecciones de futuro que existen sobre dicho sector.

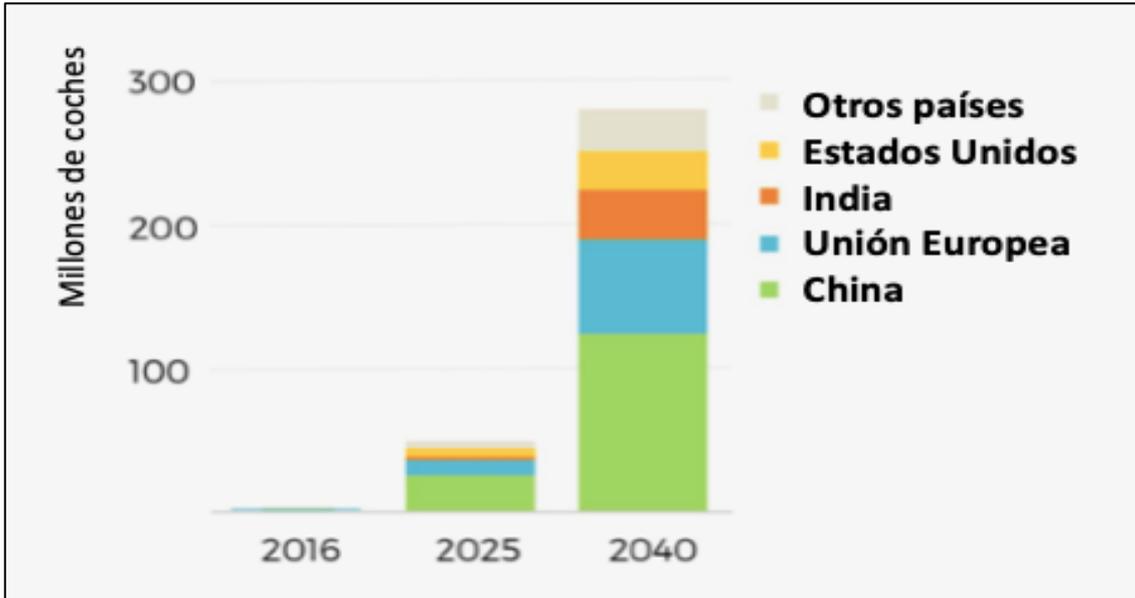
El sector de las energías renovables seguirá creciendo a un ritmo mayor del observado en los últimos años debido a la innovación tecnológica, la eficiencia en costes y el incremento en la demanda de energías renovables de los consumidores (Motyca, Slaughter y Amon, 2018). Como hemos podido observar a lo largo del presente trabajo, la potencia instalada y las inversiones en energía renovable están aumentando, y esas acciones se complementan con las medidas que deben llevar a cabo los gobiernos para cumplir con los objetivos que se fijaron en el pasado, como pueden ser los objetivos del Tratado de Paris o los establecidos por la Comisión Europea. A continuación, veremos una serie de gráficos con las proyecciones realizadas por distintos organismos con respecto a diferentes ámbitos en las energías renovables, prestando especial atención a la situación concreta de España y de la energía solar fotovoltaica.

Como pudimos observar en la Figura 2, los países o territorios que más se espera que crezcan en cuanto a demanda de electricidad van a ser China, India y los territorios del Sudeste Asiático, por lo que estos países van a ser un punto clave para la transformación energética en el futuro, aunque, como vimos en la Figura 23, China, India y Brasil ya conformaban un bloque más potente que los países desarrollados en lo que respecta a nueva inversión en energías renovables. En especial, tendrá un papel fundamental China en la transformación energética, siendo el único país actualmente que tiene una capacidad instalada de más de 100 GW, tanto en energía eólica como en energía solar. Pero incluso sin la potencia china, los países en desarrollo son los que tienen un mayor potencial para llevar a cabo un gran cambio energético en el futuro (Motyca et al., 2018).

Otro factor importante para tener en cuenta para el futuro son los coches eléctricos, puesto que en la actualidad la mayoría de los coches funcionan a base de gasolina o diésel, y se

espera que en el futuro exista una transformación en el mundo del transporte, como se puede observar en la Figura 29.

Figura 29: Proyección de coches eléctricos en el futuro (2025 y 2040)

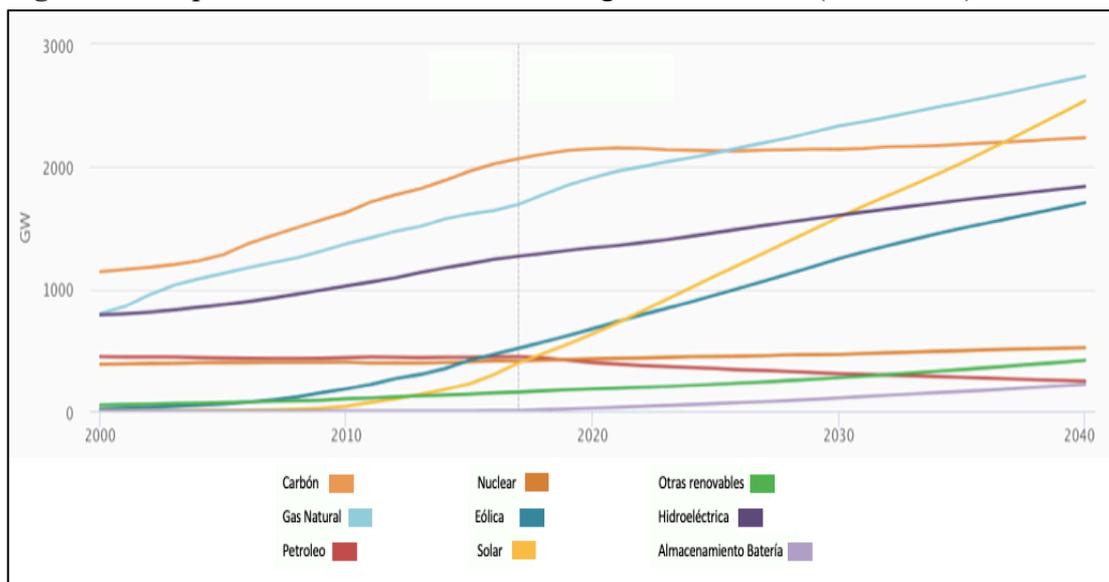


Fuente: Traducción Propia a partir de Datos de IEA y gráfico del World Economic Forum.

El sector del automóvil va a ser uno de los más importantes en la transición energética, ya que, como vemos en la Figura 29, el cambio es más que notorio entre la cantidad de coches eléctricos que había en 2016 y los que se espera que haya en el año 2040. Un cambio impulsado principalmente por China y la Unión Europea, países que en los últimos años están tomando más medidas para que se produzca esta transición energética y se contamine menos el planeta.

Para entender el futuro, no solo de las energías renovables, sino también del resto de energías, nos remitiremos a la Figura 30, que muestra las proyecciones de capacidad instalada en el mundo hasta el año 2040.

Figura 30: Capacidad Instalada Total de Energía en el mundo (2000-2040)



Fuente: Traducción Propia a partir de datos y gráfico del International Energy Agency (2017).

En la Figura 30 se puede observar que el tipo de energía que va a tener un mayor aumento en un plazo de más de 20 años va a ser la energía solar fotovoltaica. Esto se debe principalmente a la mejora en la tecnología, ya que se están investigando nuevos materiales que permitirán fabricar células fotovoltaicas con un coste más bajo y que se podrán integrar en construcciones, vehículos e incluso en la ropa (Velasco, 2018). Además, investigadores como Emilio Palomares afirman que la energía solar es muy democrática al estar al alcance de todos, por lo que si se hace un buen uso de esta energía se conseguirá una transformación energética con la que podremos apartarnos de las energías finitas que se encuentran en manos de unos pocos (Velasco, 2018).

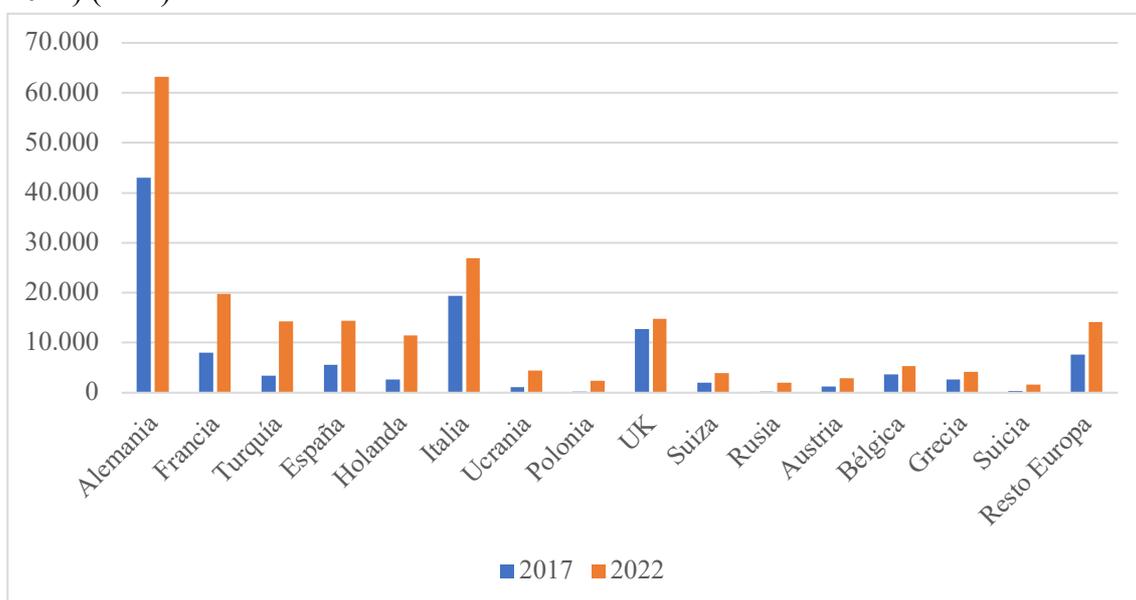
Por otro lado, la energía eólica también va a sufrir un gran aumento. Al igual que en la energía solar fotovoltaica, este aumento se debe a las mejoras de la tecnología que permiten a las energías renovables competir con energías como el carbón o el gas. En este caso concreto, uno de los factores que ha ayudado a la reducción de costes es el aumento continuado del tamaño de los aerogeneradores, así como la gran instalación de parques eólicos en las costas, que están teniendo un crecimiento exponencial (Martil, 2018).

A pesar de que se espera una gran transformación energética, la Figura 30 muestra como energías como el carbón, el gas natural o el petróleo siguen aumentando, lo que es lógico debido a que la cantidad de energía consumida en los próximos años va a seguir aumentando, como ya vimos en la Figura 2 con las proyecciones de demanda de

electricidad. Por otra parte, se puede observar una desaceleración en el crecimiento del carbón y de la energía nuclear, que prácticamente permanece plana, así como un descenso del petróleo, que viene inducido por el aumento de coches eléctricos visto en la Figura 29.

En cuanto a la energía solar fotovoltaica en el caso de Europa, vamos a remitirnos a la Figura 31, donde se muestran las proyecciones para el año 2022 de capacidad instalada total en diferentes países.

Figura 31: Proyección Capacidad Instalada Energía Solar Fotovoltaica en Europa (2017-2022) (MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del informe “Global Market Outlook 2018-2022” de Solar Power Europe.

La Figura 31 nos da una imagen del panorama de la energía solar fotovoltaica en unos años, y parece que, en la mayoría de los países de Europa, las previsiones son muy positivas. El país que más va a crecer en términos absolutos es Alemania, con un crecimiento de más de 20,000 MW, seguido por Francia, con 11,700 MW y Turquía, con 10,900 MW, y en un discreto cuarto lugar se encuentra España con una nueva capacidad esperada absoluta de 8,800 MW. En términos relativos, el país que más va a crecer será Rusia, con una tasa de crecimiento de un 66%, seguido por Polonia con un 55% y Turquía y Holanda con un 34%. En este sentido, España crecerá a una tasa compuesta de crecimiento de un 21% en cuanto a capacidad instalada de energía solar fotovoltaica (Schmela, 2018).

Capítulo 6. Conclusiones

Tras un análisis del sector de las energías renovables, tanto a nivel mundial como de España, así como un análisis más profundo del sector de la energía solar fotovoltaica, nos damos cuenta de la importancia que va a tener este sector en el futuro, dadas las previsiones que existen sobre la demanda de energía y el gran aumento de población que vamos a sufrir. Ante la situación insostenible que se ha expuesto durante este trabajo con respecto a la contaminación, surge la necesidad de potenciar el uso y la inversión en energías renovables, caracterizadas por su naturaleza infinita y poco contaminante.

Con las previsiones existentes de demanda de electricidad para el año 2040 de un incremento de más de un 30%, ante los grandes aumentos en países como China o India, se ha visto una necesidad urgente de que ese aumento en la demanda de electricidad esté acompañado también de un incremento en la inversión y el consumo de fuentes de energía renovable. Ante esta situación insostenible de contaminación, que previsiblemente se prologaría en el tiempo si no se tomaran medidas, han surgido acuerdos como el Acuerdo de París del 12 de diciembre de 2015, que van a tratar de frenar la contaminación y fomentar el uso de energías sostenibles y limpias para nuestro planeta. Esta transformación energética no será fácil, puesto que las energías renovables se enfrentan a grandes sectores y empresas energéticas que tienen mucho poder en el mercado y que ya tienen una gran infraestructura instalada, lo que pone las cosas más difíciles al sector de la energía renovable debido a sus altos costes iniciales. A pesar de esta alta inversión inicial, la mejora de la tecnología y la ayuda de los gobiernos están favoreciendo que sea más económico realizar inversiones en este tipo de energías renovables.

En cuanto a la Unión Europea, es pionera en la implantación de medidas para fomentar la utilización de energías renovables, cuyo objetivo para el año 2020 es que el 20% del consumo energético tenga como origen las fuentes de energía renovable. De entre los países europeos, países nórdicos como Suecia, Finlandia, Letonia o Dinamarca encabezan la lista de países con una mayor cuota de electricidad procedente de fuentes de energía renovable. En el caso de España, la cuota de electricidad procedente de fuentes de energía renovables es de un 17,5%, por lo que es necesario un mayor impulso de cara a conseguir los objetivos fijados por la Unión Europea.

Durante el trabajo hemos profundizado más en el sector de la energía solar fotovoltaica, ya que creemos que esta energía es la que más potencial tiene debido a sus últimas mejoras tecnológicas. Además, puesto que el sol irradia más energía a la superficie terrestre en una hora que lo que la tierra utiliza en todo un año, creemos que se trata de una fuente de energía renovable a la que hay que prestar mucha atención de cara a la transformación energética que se producirá en el futuro. Además, en el caso de España, que se trata del país de Europa que más radiación solar recibe, debemos ser líderes en este tipo de energía renovable, y no debemos permitir que países como Alemania, que reciben mucha menos radiación solar, generen una mayor cantidad de ésta. Y para ello, se debe garantizar un sistema legal y una seguridad jurídica que garanticen la prosperidad de este tipo de energía. En relación con otros países de Europa, España se encuentra en la quinta posición con un discreto 5,6% de toda la potencia acumulada fotovoltaica, mientras que países sin tanto nivel de radiación solar como Alemania, con un 42%, o Reino Unido, con un 12,7%, disfrutaban de grandes inversiones en dicha energía renovable.

En este trabajo se ha observado que la baja potencia solar fotovoltaica instalada anualmente en España es consecuencia directa de las actuaciones de los diferentes gobiernos que han creado situaciones de incertidumbre e inseguridad a la hora de acometer una inversión en dicho sector. Estas situaciones llevaron a una crisis de las energías solares fotovoltaicas, puesto que se fomentó por parte del Gobierno la inversión en energía solar fotovoltaica para después modificar el régimen retributivo por haber cometido un error en las previsiones de la potencia instalada esperada. La crisis redujo de manera drástica la inversión en energías renovables, en concreto en la energía solar fotovoltaica, puesto que los ciudadanos dejaron de confiar en los gobiernos, dada facilidad para modificar el sistema retributivo y de subastas de la potencia energética. Nos parece lógico que las instalaciones de energías renovables hayan descendido tras estas actuaciones del Estado, puesto que nos encontramos ante una situación de inseguridad jurídica en la que los ciudadanos no están dispuestos a volver a comprometer su dinero a una causa sin saber a ciencia cierta cuales son las condiciones de la inversión, y sin que se les asegure que éstas no van a ser modificadas.

En cuanto a la legislación española sobre las energías renovables, tenemos que diferenciar entre el régimen de subastas y el régimen retributivo, dentro del cual hay que distinguir entre término retributivo por unidad de potencia instalada (Rinv) y término retributivo a

la operación (Ro), que es la retribución fijada por el gobierno y su modificación fue la causante de la crisis de las fotovoltaicas en España.

En cuanto al régimen de subastas, se está tratando de subsanar un error, que, en nuestra opinión, es muy grave y afecta de manera muy negativa a la energía solar fotovoltaica en concreto. El hecho de que se otorgue la subasta atendiendo al menor sobrecoste, es decir, que se tenga en cuenta el número de horas de funcionamiento, supone un hándicap para la energía solar fotovoltaica, puesto que tan solo recibe radiación solar durante las horas de sol, mientras que la energía eólica recibe viento durante las 24 horas del día. Por esta razón, el Tribunal Supremo ha corregido de forma parcial dicho error y, se espera que, en el futuro se subsane de forma completa para que la energía solar fotovoltaica pueda tener las mismas oportunidades que otras fuentes de energía renovable.

Respecto al régimen retributivo, se observa que, a pesar de ser España el país de Europa con más radiación solar, no estamos a la altura de otros países como Alemania o Gran Bretaña. Por ello, se podría proponer un cambio en el sistema retributivo y copiar a estos países que van un paso por delante en la transformación energética, es decir, se podría probar con sistemas como el “Feed-in tariff”, el “Feed in Premium” o los “Green Certificates”. El “Feed-in tariff” sería una manera de fomentar la instalación de energía renovable no solo a empresas e inversores privados, sino también a ciudadanos de “a pie”, de tal forma que, en España, país con gran radiación solar, muchas personas serían capaces de generar su propia energía a través de placas fotovoltaicas y además beneficiarse de la energía excedentaria. En cuanto al “Feed-in Premium”, se trataría a la energía renovable como una energía más en el mercado, pero recibirían un “Premium” tras la venta, lo que favorecería asimismo la competencia entre todos los tipos de energía. En lo que respecta a los “Green Certificates”, se trataría de separar aún más la energía renovable de otros tipos de energía, por lo que nos parece que los otros dos métodos de retribución son más adecuados para lo que necesita España actualmente.

Con respecto a las inversiones, la diferencia entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo es cada vez más estrecha, por lo que, teniendo en cuenta que los países en vías de desarrollo son los que más van a crecer en los próximos años, hay que prestar especial atención a la forma en la que van a realizar la transformación energética y tratar de promover de la mejor manera posible la instalación de energías renovables para

acompañar este gran cambio. Además, hemos podido observar que la energía solar fotovoltaica es la que genera una mayor cantidad de inversión, y esto se puede deber principalmente a la bajada en más de un 70% del coste de producción, ya que la gran inversión inicial era la principal barrera de entrada a la que se enfrentaban los inversores a la hora de acometer una inversión en energía solar fotovoltaica.

A pesar de los detractores de la existencia de un cambio climático, es evidente que la sociedad consume y contamina más año tras año, y que los efectos que hay detrás de este sistema productivo son muy negativos para el planeta. Por esta razón, es más que necesaria una transformación energética que debe ser fomentada por los gobiernos de los respectivos países y por las instituciones internacionales. Asimismo, creemos que las grandes empresas energéticas deben dejar paso a la inminente transformación energética, y que, si se ponen de acuerdo y cooperan entre las empresas, no es necesario que exista un ganador y un perdedor, sino que pueden existir acuerdos que favorezcan a las dos caras de la moneda.

Para concluir, nos encontramos en un punto de inflexión en el que somos más conscientes de la repercusión que tienen nuestras acciones y las medidas que tomemos en la forma de vida de las generaciones futuras. Por esta razón, es necesario concienciarnos y pensar en la sociedad futura y en nuestro planeta, de tal forma que se fomente la utilización de fuentes de energía renovables que, no solo generan energía limpia y sostenible, sino que además serán un buen sustitutivo de fuentes de energía como el carbón o el petróleo, que eventualmente sufrirán su naturaleza finita y serán los ciudadanos los que sufran las consecuencias negativas de ello.

Ante esta situación tan insostenible, la única solución es una transformación energética impulsada por los gobiernos y organismos internacionales que conseguirá un futuro más limpio. De esta forma, se debe fomentar y dar ayudas para que se mejoren las tecnologías que hay detrás de las energías renovables. Es verdad que ya existen muchos avances, pero el coste económico sigue siendo la principal barrera al hacer una inversión en energías renovables, por lo que el principal objetivo de gobiernos e instituciones debe ser la implantación de medidas para que las energías renovables sean más baratas y conseguir que la cuota de energías limpias sea lo más alta posible.

Bibliografía

- Acciona.com. (n.d.). Energía solar fotovoltaica y su contribución | ACCIONA. [online] Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>.
- APPA. (n.d.). Tipos de fuentes de energía renovable - APPA. [online] Disponible en: <https://www.appa.es/energias-renovables/renovables-tipos-y-ventajas/tipos-de-fuentes-de-energia-renovable/>.
- Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA) (2018). Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España. pp.97-102.
- C. Schallenberg, J., Pernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., Cabrera, D., Martel, G., Pardilla, J. y Subiela, V. (2008). Energías renovables y eficiencia energética. 1st ed. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Dudley, D. (2018). *Renewable Energy Will Be Consistently Cheaper Than Fossil Fuels By 2020, Report Claims*. [online] Forbes.com. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2018/01/13/renewable-energy-cost-effective-fossil-fuels-2020/#48d97dc04ff2>.
- EL ESPAÑOL. (n.d.). Anpier: La asociación que defiende a los productores fotovoltaicos. [online] Disponible en: <https://www.elespanol.com/branded/anpier-productores-fotovoltaicos/#container-primer-bloque>.
- Europa Press (2018). Invertir en energías renovables, más "seguro, rentable y estable" que en oro o soberanos, según Kaiserwetter. [online] europapress.es. Disponible en: <https://www.europapress.es/economia/finanzas-00340/noticia-invertir-energias-renovables-mas-seguro-rentable-estable-oro-soberanos-kaiserwetter-20180719111850.html>.
- Comisión Europea (2018). *Renewable Energy Prospects for the European Union*. [online] European Commission. Disponible en:

<https://www.irena.org/publications/2018/Feb/Renewable-energy-prospects-for-the-EU>.

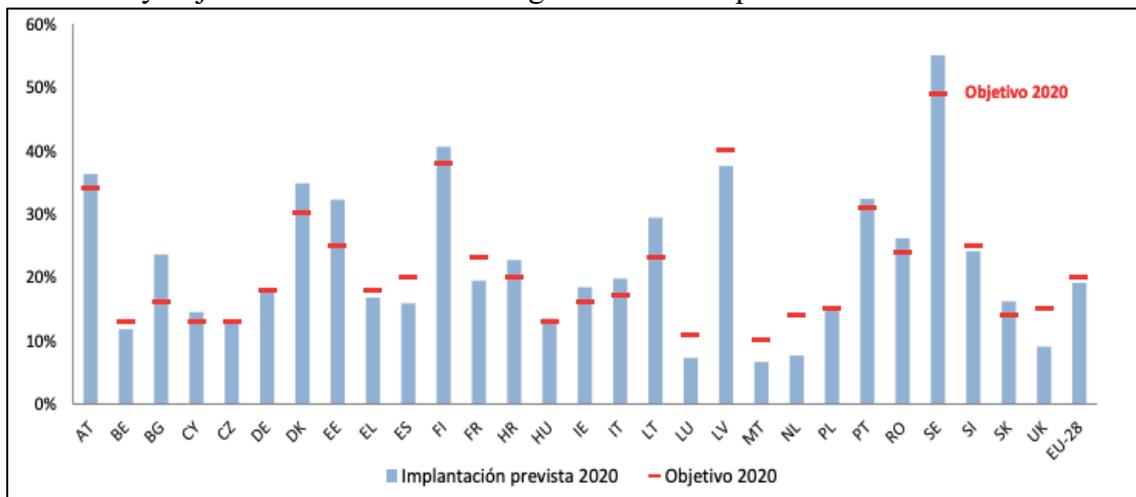
- Energypedia.info. (2014). *Feed-in Premiums* (FIP) - energypedia.info. [online] Disponible en: [https://energypedia.info/wiki/Feed-in_Premiums_\(FIP\)](https://energypedia.info/wiki/Feed-in_Premiums_(FIP)).
- Frankfurt School of Finance & Management (2018). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2018*. Frankfurt.
- Fundeen Blog (2018) I. ¿Es rentable invertir en energías renovables?. [online] Medium. Disponible en: <https://medium.com/fundeen/es-rentable-invertir-en-energ%C3%ADas-renovables-da20ecc8be7a>.
- Fundeen Blog (2018) II. Ventajas de la energía solar. [online] Medium. Disponible en: <https://medium.com/fundeen/ventajas-de-la-energ%C3%ADa-solar-8678fa557d00>.
- Furió, E. (2016). 'Project finance', la alternativa de financiación para grandes proyectos. [online] BBVA NOTICIAS. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/project-finance-la-alternativa-financiacion-grandes-proyectos/>.
- Kenton, W. (2018). *Feed-In Tariff* - (FIT). [online] Investopedia. Disponible en: <https://www.investopedia.com/terms/f/feed-in-tariff.asp>.
- KYOS. (n.d.). *What is a green certificate?* - KYOS. [online] Disponible en: <https://www.kyos.com/faq/green-certificate/>.
- Lafraya, C. (2018). La fotovoltaica resurge con un 145% más de potencia instalada en el 2017. [online] La Vanguardia. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/economia/20180917/451843478077/energia-fotovoltaica-renovables-electricidad.html>.
- LG Solar FAQs (n.d.). *What is the feed-in tariff (FIT) and how does it work?*. [online] Lgenergy.com.au. Disponible en: <https://www.lgenergy.com.au/faq/solar-power-explained/what-is-the-feed-in-tariff-fit-and-how-does-it-work> [Accessed 18 Mar. 2019].

- López Frías, D. (2018). Las 62.000 familias arruinadas por el timo de las solares: suicidios, tumores y depresiones. [online] El Español. Disponible en: https://www.elespanol.com/reportajes/20180303/familias-arruinadas-timo-solares-suicidios-tumores-depresiones/287221972_0.html.
- Martil, I. (2018). Situación actual y perspectivas de futuro de la energía eólica. [online] Un poco de ciencia, por favor. Disponible en: <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2018/09/19/situacion-actual-y-perspectivas-de-futuro-de-la-energia-eolica/>.
- Motyca, M., Slaughter, A. y Amon, C. (2018). *Global renewable energy trends*. [online] Deloitte Insights. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/power-and-utilities/global-renewable-energy-trends.html> [Accessed 17 Mar. 2019].
- Naciones Unidas (2015), “Acuerdo de París”, Nueva York, 12 de diciembre 2015.
- Novoa, J. (2013). ¿Qué es el Private Equity?. [online] Elblogsalmon.com. Disponible en: <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-el-private-equity> [Accessed 16 Mar. 2019].
- Parlamento Europeo (2009), “Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE”, 23 de abril de 2009.
- Planelles, M. y Delgado, C. (2017). El mundo consumirá un 30% más de energía en 2040 y se aleja de cumplir el Acuerdo de París. [online] EL PAÍS. Disponible en: https://elpais.com/economia/2017/11/14/actualidad/1510661591_352717.html.
- Quirós, J. (2017). Por qué España no es una potencia mundial en energía solar. [online] Sol del Sur Tenerife. Disponible en: <http://www.soldelsurtenerife.com/articulo/portada1/espana-no-potencia-mundial-energia-solar/20170528115256018834.html>.

- Comisión Europea (2017). *Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité económico y social europeo y al Comité de las Regiones. Informe de situación en materia de energías renovables*, Bruselas.
- Red Eléctrica de España (2018). Las energías renovables en el sistema eléctrico español. [online] Red Eléctrica de España. Disponible en: https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICACIONES/Documentos/Renovables-2017.pdf.
- Sánchez, S. (2017). Los 11 gráficos que demuestran que lo de la energía solar es imparable. [online] Xataka.com. Disponible en: <https://www.xataka.com/energia/los-11-graficos-que-demuestran-que-lo-de-la-energia-solar-es-imparable> [.
- Schmela, M. (2018). *Global Market Outlook For Solar Power 2018-2022*. 1st ed. Solar Power Europe.
- Sivaram, V. (2018). *Taming the Sun*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Terrasa, R. y Di Lolli, A. (2017). Viaje por la gran estafa solar. [online] ELMUNDO. Disponible en: <https://www.elmundo.es/economia/2017/03/13/58c11c3522601da3218b45e8.html>.
- Unión Española Fotovoltaica (2018). Informe Anual 2018: 2017: el inicio de una nueva era para el sector fotovoltaico. UNEF.
- Velasco, E. (2018). Así será la energía solar del futuro. [online] La Vanguardia. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/ciencia/planeta-tierra/20180113/434235557334/energia-solar-fotovoltaica-futuro-nuevos-materiales-perovskitas-kesteritas.html>.
- Wise, A. (2016). *Asset Finance explained in plain English*. [online] LinkedIn.com. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/asset-finance-explained-plain-english-andy-wise/>.

Anexos

Anexo 1: Implantación prevista de las fuentes de energía renovables (FER) en los Estados miembros y objetivos en materia de energías renovables para 2020



Fuente: Comisión Europea, sobre la base de proyecciones TU Wien (Green-X) (2014).

Anexo 2: Extensión de las Comunidades Autónomas de España

1. Castilla y León ≈ 94 200 km².
2. Andalucía ≈ 87 600 km².
3. Castilla-La Mancha ≈ 79 500 km².
4. Aragón ≈ 47 700 km².
5. Extremadura ≈ 41 600 km².
6. Cataluña ≈ 32 100 km².
7. Galicia ≈ 29 500 km².
8. Valencia ≈ 23 300 km².
9. Murcia ≈ 11 300 km².
10. Asturias ≈ 10 600 km².
11. Navarra ≈ 10 400 km².
12. Madrid ≈ 8000 km².
13. Islas Canarias ≈ 7450 km².
14. País Vasco ≈ 7250 km².
15. Cantabria ≈ 5300 km².
16. La Rioja ≈ 5050 km².
17. Islas Baleares ≈ 5000 km².
- (*) Ceuta ≈ 19 km²; Melilla ≈ 13 km².

Fuente: Saber es Práctico