



**FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

Trabajo Fin de Grado presentado por Adrian Alberto Nähring, siendo la tutora del mismo
Elena Olmedo Fernández

Vº.Bº. de la Tutora:

Alumno:

Doña Elena Olmedo Fernández

Don Adrian Alberto Nähring

Sevilla, Junio de 2021



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO 2020-2021**

TÍTULO:

LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA

AUTOR:

ADRIAN ALBERTO NÄHRING

TUTOR:

DOÑA ELENA OLMEDO FERNANDEZ

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA 1

ÁREA DEL CONOCIMIENTO:

MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA

RESUMEN:

Se analizará la situación actual de las energías renovables en España, incluyendo su evolución a lo largo de las últimas dos décadas y el papel que desarrollarán en el futuro. Además, se harán comparaciones con los líderes mundiales y hablaremos de Andalucía.

KEYWORDS:

Energías renovables; Medio Ambiente, Electricidad; Crecimiento; España

AGRADECIMIENTOS A:

Elena Olmedo Fernández

María Teresa González Gimán

Cristina González Gimán

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	METODOLOGÍA	6
3.	OBJETIVOS	8
4.	MARCO TEÓRICO	9
	4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ENERGÍAS	9
	4.2. ENERGÍAS RENOVABLES DESTACADAS EN ESPAÑA: CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN	10
	4.2.1. <i>Energía solar</i>	10
	4.2.2. <i>Energía eólica</i>	10
	4.2.3. <i>Energía hidráulica o hidroeléctrica</i>	11
	4.3. OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES CON POTENCIAL FUTURO	11
	4.3.1. <i>Energía marina</i>	12
	4.3.2. <i>Biomasa</i>	13
	4.3.3. <i>Energía geotérmica</i>	13
	4.4. ENERGÍAS NO RENOVABLES EN ESPAÑA	13
	4.5. MERCADO ELÉCTRICO DE ESPAÑA	15
5.	MARCO PRÁCTICO	18
	5.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SECTOR ENERGÉTICO EN ESPAÑA	18
	5.2. EVOLUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XXI	20
	5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y GRÁFICOS DEL CRECIMIENTO EN ESPAÑA EN 2020	27
	5.3.1. <i>La energía eólica, la fuente principal de las energías renovables</i>	29
	5.3.2. <i>El actor secundario, la energía hidráulica</i>	32
	5.3.3. <i>El desaprovechamiento de la energía solar</i>	36
	5.4. COMPARACIÓN DE LA GENERACIÓN/PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y EXPORTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES FRENTE A LA UNIÓN EUROPEA Y LÍDERES MUNDIALES	40
	5.5. CRECIMIENTO Y PREVISIÓN DEL FUTURO DE ESPAÑA EN EL SECTOR ENERGÉTICO	46
	5.5.1. <i>Aparición y explotación de nuevas alternativas como fuentes energéticas</i>	46
	5.5.2. <i>Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050) y Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)</i>	54
	5.6. ANADALUCÍA, SU POSICIÓN ACTUAL Y LA IMPORTANCIA DE SU SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE	56
6.	CONCLUSIÓN	63
7.	BIBLIOGRAFÍA	65

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contiene un análisis descriptivo del mercado de las energías renovables existentes en España. Para ello, hemos centrado su estudio en el impacto que tienen estos mercados de energías renovables en la economía española y en nuestro medio ambiente. De esta manera, indagaremos en la evolución que han presentado en los últimos años comparándolas entre los países miembros de la Unión Europea y los líderes mundiales. El interés por abordar este tema se debe a la relevancia que muestra en la actualidad. Por ello, hemos decidido realizar una revisión teórica profundizando en estos temas y transmitir el papel fundamental que toma tanto en el presente como en el futuro próximo. Todo ello, sin olvidarnos de que España aún tiene un enorme margen de provecho y mejora para su consolidación como uno de los grandes líderes, así como servir como marco de referencia mundial.

Por un lado, debemos mencionar que es muy importante cuidar el medio ambiente, dado que se encuentra en un estado bastante delicado. Es un hecho presente en las noticias actuales, siendo además visible en nuestro día a día, ya que el cambio climático genera un sinnúmero de desastres naturales en cualquier parte del mundo. Asimismo, se generan drásticas subidas y bajadas de temperatura que ocurren cada vez con mayor frecuencia. En todo esto, los seres humanos tenemos gran parte de culpa, debido a nuestra falta de responsabilidad y toma de conciencia. Agotamos las energías no renovables y contaminantes, no existe una buena distribución de las mismas, y hay una gran dependencia energética que dificulta su abastecimiento sostenible, desencadenando así una serie de acontecimientos perjudiciales como los que se han mencionado previamente. Es cierto que gran parte de la población es consciente de lo que está ocurriendo, aunque probablemente no le damos el interés que realmente le corresponde. Existen muchas alternativas que ayudarían a sostener esta situación, como no malgastar energía eléctrica o agua innecesariamente o hacer un uso responsable de ella. Otros ejemplos serían no consumir combustible u otros carburantes contaminantes para adentrarnos en el mundo de los coches eléctricos, o aprovechar la energía del sol, del viento o del agua, entre otros, para generar energía renovable procedente directamente de la naturaleza.

Otro punto clave a destacar es la problemática del mercado eléctrico vigente en España que, debido a una serie de motivos, no se está aprovechando de una forma equitativa. Por ello, plantearemos algunas soluciones relevantes para lograr un mejor funcionamiento. Quizás, no apreciamos el hecho de que nuestro país no es solo un foco de turismo colosal, sino que también goza de numerosos recursos naturales debido a su posición geográfica. España se encuentra en una envidiable situación geográfica entre dos grandes áreas de influencia, la del Atlántico y el Mediterráneo, lo cual posee aproximadamente 8.000 kilómetros de costa y diferentes variedades de relieves, climas y vegetaciones.

Gracias a estos elementos físicos, España cuenta con un potencial mayor que otros países en el mundo con respecto a la utilización o distribución de energías renovables, incluyendo también el hecho de ser fabricante y creador de las instalaciones generadoras.

2. METODOLOGÍA

La metodología que se ha llevado a cabo en el presente trabajo comenzó con una recopilación de información para poder definir y explicar brevemente el funcionamiento de cómo aprovechar las principales energías renovables en España. Una vez realizado esto, se agrupó aquellas energías que aún no son tan conocidas, pero que ya cuentan con reconocimiento en el extranjero, como es el caso de la energía marina, para la cual, hemos necesitado consultar el documental presentado por Iberdrola, denominado *“United by the wind”* (“Unidos por el viento”, en castellano). El marco teórico concluye con la explicación del Mercado Eléctrico de España donde, gracias a diversas fuentes y, principalmente, a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla, fue posible desarrollar la composición del mercado, además de mencionar a los agentes que intervienen en él.

Para realizar el marco práctico fue indispensable mostrar la distribución de las energías renovables y no renovables en nuestro país. De esta forma, hemos utilizado los datos aportados por la Red Eléctrica de España (REE), distinguiendo entre los bloques de energía más importantes y aquellos de menor relevancia. Para ello, indagamos acerca de la evolución del sector energético durante las últimas dos décadas, aportando una serie de gráficas y tablas de elaboración propia para analizarlas y comprobar su avance. Asimismo, hemos llevado a cabo una revisión bibliográfica de los informes del Gobierno de España y de revistas de gran peso a nivel nacional con respecto al sector energético como, “Energías Renovables”, y otros datos ofrecidos por empresas como son Iberdrola, Endesa y otras.

A finales de los 90 y principios del siglo XXI, hemos sido testigos de una época con grandes cambios legales y judiciales. El Boletín Oficial del Estado (BOE) ha contribuido a facilitar los cambios normativos producidos, el cual hemos necesitado para explicar lo sucedido de una forma más comprensible. Posteriormente, nos adentramos en el crecimiento que ha experimentado España hasta el año 2020. Dicho análisis abarca tanto las renovables a nivel general y su contribución, como las tres fuentes principales existentes: solar, eólica e hidráulica. La realización del análisis requirió una mayor aportación de gráficas y tablas para aclarar la situación, tomando nuevamente los datos de la Red Eléctrica de España, y de agencias como la Asociación Empresarial Eólica (AEE). Asimismo, hemos realizado una serie de cálculos, medias y porcentajes, para comprender las diferencias existentes entre las Comunidades Autónomas de España y las energías renovables presentes.

Para tener una idea muy clara sobre la importancia y el peso que tienen las energías verdes para España hemos realizado una comparación entre las grandes potencias mundiales y la Unión Europea. Dicha investigación requería la aportación y recopilación de datos de agencias como *“International Renewable Energy Agency”* para ser capaces de construir figuras acordes con los datos. Necesitamos consultar las páginas oficiales de determinados organismos de los países que formaban parte de los rankings. Por ejemplo, en el caso de Alemania, se verificaron los datos con el *“Bundesministerium für Wirtschaft und Energie”* (Ministerio Federal de Economía y Energía) o, en Brasil, con el *“Ministério de Minas e Energia de Brasil”*.

Después de comparar los resultados, nos centramos en el escenario y previsión futura de España, ya que tras comentar la evolución en el pasado y explicada su situación en la actualidad, creíamos conveniente hacer referencia a los objetivos y metas por lograr. Por una parte, mencionamos las fuentes de energías renovables que aún están por consolidarse y explotarse, debido a su gran potencial y posible contribución para la generación de electricidad y disminución de la emisión de gases. Además, nombramos algunas que ya existen, a pesar de que presentan ciertos márgenes de mejora como, por ejemplo, la biomasa.

Por otro lado, hemos incluido los procesos de descarbonización que ya están en marcha, y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), publicado por el Gobierno de España como documento oficial de cumplimiento obligatorio para los estados miembros de la Unión Europea. Como último punto, otro de los objetivos de nuestro trabajo ha consistido en demostrar la importancia que tiene Andalucía a nivel nacional. Con la ayuda de la información proporcionada por la Junta de Andalucía y la Agencia Andaluza de la Energía (AAE), ha sido posible describir su posición actual. Además de la aportación de empresas como EMASESA, hemos plasmado los datos de los nuevos proyectos encaminados a la construcción de nuevas instalaciones de energías renovables.

Finalmente, llegaremos a la conclusión que hemos obtenido a partir de los conocimientos adquiridos tras la realización del presente trabajo, y resumiremos brevemente nuestra opinión sobre lo que está ocurriendo y qué podemos hacer mejorar y encaminar nuestras acciones hacia un futuro sostenible.

3. OBJETIVOS

Con la realización de nuestro de este Trabajo Final de Grado nos hemos marcado la consecución del objetivo principal que consiste en demostrar la importancia del medio ambiente en nuestras vidas.

El medio ambiente es esencial para nuestro bienestar y salud, pero también juega un papel muy importante en la economía. Por esta razón, aprovechando los conocimientos y aprendizajes adquiridos a lo largo de los cuatro cursos que conforman el grado, y gracias a la aportación de los profesores, nos hemos decantado por este tema con la finalidad de investigar el papel crucial de las energías renovables para la economía de España y su aportación para el cuidado de nuestro planeta. Para ello, será necesario dar a conocer la existencia de las diversas fuentes y recursos naturales valiosos en España y su óptima localización geográfica, la cual facilita el aprovechamiento de las energías verdes.

Asimismo, podremos apreciar a lo largo del trabajo, las principales energías renovables existentes y también aquellas que puedan ser relevantes en los próximos años, siendo hoy en día proyectos. Dicho esto, identificaremos las aportaciones que estas realizan a la economía española y al medio ambiente, así como, la evolución del sector energético y cómo funciona el Mercado Eléctrico de España.

A través de la creación de gráficas y tablas descriptivas, contrastaremos su crecimiento con el objetivo de atraer a empresas nacionales y extranjeras a invertir en el sector, y así continuar con la evolución favorable y conseguir mayores inversiones en instalaciones e investigaciones de nuevos proyectos, aumentando la tasa de empleo. En resumen, fomentar la expansión del sector energético español.

Otro de los objetivos que nos hemos marcado, con especial importancia para nosotros, es concienciar a todas las personas que lean este trabajo sobre la importancia del medio ambiente y el papel fundamental del ser humano en este proceso. De tal modo que sea posible fomentar el autoconsumo, el aprovechamiento de energías verdes para los hogares y negocios, la utilización de transportes ecológicos o sensibilizar a la población para prescindir de productos o servicios que perjudiquen nuestro planeta y, en su lugar, utilizar alternativas naturales y ecológicas.

Por otro lado, en los siguientes apartados observaremos el lugar que ocupa España junto a las grandes potencias, y analizaremos la posición en la que se encuentra para determinar si se están aprovechando las energías renovables correctamente. Además, veremos el papel que toma Andalucía en el territorio nacional y cómo podría llegar a convertirse en el líder del país.

Finalmente, con los datos y fuentes disponibles se realizará una evaluación y previsión desde el momento actual hasta los próximos años para obtener una estimación razonable sobre el escenario futuro del país.

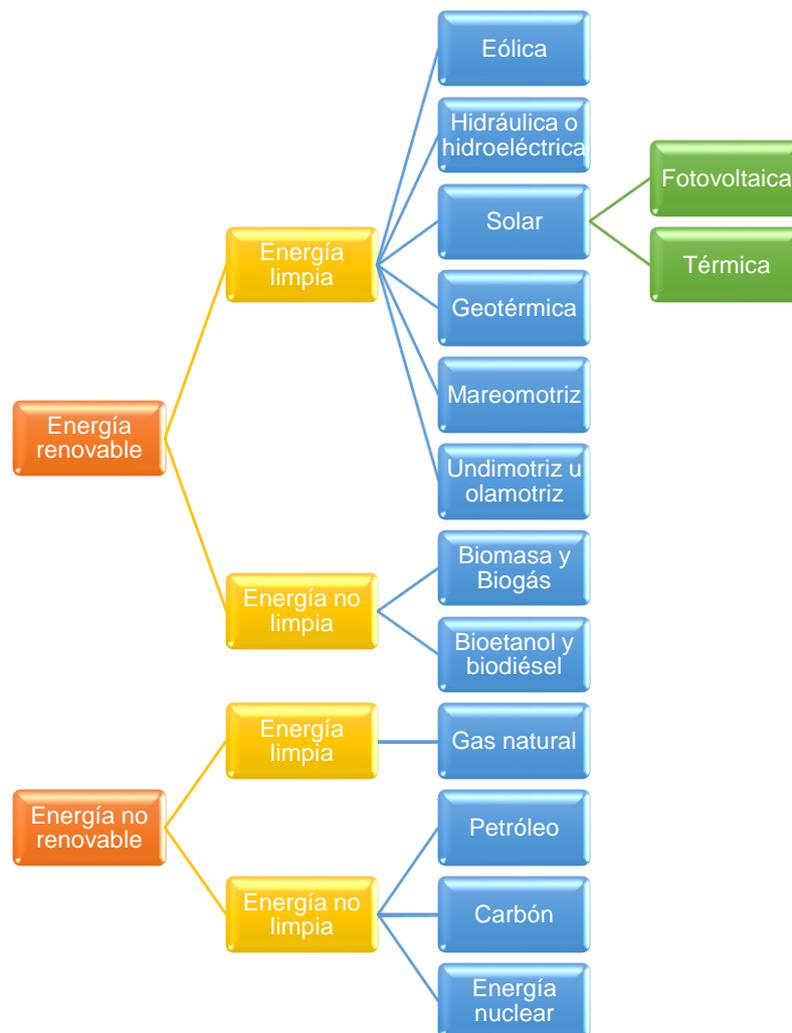
4. MARCO TEÓRICO

4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ENERGÍAS

Las energías se clasifican básicamente en cuatro grandes grupos:

- 1) Energía renovable: Es aquella que se obtiene a través de fuentes y recursos naturales inagotables como el agua, el sol, el viento y la biomasa animal o vegetal.
- 2) Energía no renovable: Dichas energías cuentan con reservas que se agotan, es decir, el agotamiento se produce a raíz del consumo de un factor natural escaso y limitado.
- 3) Energía limpia: Se considera como energía limpia, aquella que durante su producción no contamina, o al menos, contamina bastante menos en comparación a otras.
- 4) Energía no limpia: Esta última es la energía que no cuida el medio ambiente, por lo tanto, se trata de la energía que contamina durante su producción.

Figura 4.1. Clasificación de las energías renovables y no renovables



Fuente: Elaboración propia a partir de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA)

4.2. ENERGÍAS RENOVABLES DESTACADAS EN ESPAÑA: CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN

4.2.1. Energía solar

Comenzamos con la primera energía renovable destacable que se denomina energía solar y como bien indica su nombre, es aquella que proviene del sol, en concreto, de los rayos solares. Básicamente, se trata de la radiación electromagnética proveniente del sol. Esta energía se capta a través de células fotovoltaicas (más conocidas como placas solares, heliostatos o colectores solares), que la transforman en energía solar térmica. Normalmente se suele utilizar para generar electricidad o, como calefacción o frío, aunque también puede ser utilizadas para los medios de transporte, por ejemplo, los coches eléctricos.

A lo largo del marco práctico, distinguiremos los dos tipos de energía solar existentes: la energía fotovoltaica y la energía termoeléctrica, pero de momento, solo introduciremos una breve definición para poder diferenciar a ambas.

La primera, se obtiene a raíz de la radiación solar mediante un panel solar que se encarga de transformarla en electricidad. El ejemplo más frecuente son las placas que se colocan en el tejado de una casa o vivienda para la obtención del agua caliente. Por otro lado, tenemos la energía termoeléctrica que consiste en aprovechar y captar el calor que genera el sol. A través de una central termoeléctrica genera energía eléctrica y la convierte, por ejemplo, en gas natural.

Cuando hablamos de energía solar, estamos ante la fuente energética más limpia existente.

Nadie duda que España es un país precioso para visitar, dada su historia, cultura, playas, paisajes, etc., pero un factor clave para atraer turismo es el clima existente que se traduce en un calor constante durante gran parte del año. Evidentemente, las Comunidades Autónomas como Andalucía o Extremadura que se encuentran más al sur de la península ibérica, sin olvidarnos de las Islas Canarias o aquellas que se localizan en la cuenca Mediterránea, cuentan con temperaturas más altas a lo largo del año que aquellas zonas que se encuentran más hacia el norte como Galicia o Asturias, entre otros. Si comparamos con otros países europeos, es evidente que el tiempo soleado y las horas de luz en España es superior al de países que se encuentran más centralizados y alejados del sur.

Esto se traduce en una inmensa instalación de captadores de energía solar que se encuentran repartidos por todo el territorio español, con mayor influencia, evidentemente, en las zonas más cálidas. De esta manera, la energía solar se convierte en una de las principales energías renovables presentes en el país, con un alto potencial aún por explotar.

4.2.2. Energía eólica

Primeramente, comenzamos sobre la energía proveniente del sol, pero también existen otras que cuentan con una aportación superior a la solar, es el caso de la energía eólica.

Es aquella que se obtiene con el viento. Es decir, se consigue mediante el movimiento de las palas que forman los aerogeneradores. Dichas palas están conectadas a un rotor, el cual está conectado a una multiplicadora que aumenta la velocidad de giro a miles de revoluciones

por minuto, consiguiendo la denominada energía cinética. Esta energía se transfiere a un generador que la convierte finalmente en energía eléctrica. Pero, para que pueda ser distribuida, la energía eléctrica ha de recorrer antes un circuito que empieza en su torre y luego llega a una subestación donde se eleva la tensión necesaria hasta llegar a la red eléctrica y poder aprovecharla.

La energía eólica es tras la energía solar, la fuente energética más limpia.

España cuenta con numerosos terrenos sin edificar donde se pueden localizar grandes campos formados por cientos de aerogeneradores, encontrándose con mayor frecuencia en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Castilla La Mancha o Andalucía. España cuenta con una amplia diversidad de superficies, destacando entre otros, los terrenos montañosos que, favorecen a la captación del viento como es el caso de la región del Mar Cantábrico u el archipiélago canario que se encuentra en el Océano Atlántico. En todas las zonas mencionadas, existen grandes instalaciones de energía eólica.

Todos estos territorios generan una elevada cantidad de energía eléctrica que llegan a nuestros hogares para consumirla en forma de electricidad.

4.2.3. Energía hidráulica o hidroeléctrica

Hasta ahora se han nombrado las energías que provienen del sol y del viento, por lo tanto, queda pendiente aquella que proviene del agua. En concreto, se denomina energía hidráulica, o también conocida por hidroeléctrica. Probablemente, estemos ante la fuente de energía renovable más antigua que lleva utilizando la humanidad. Cabe recordar que, esta energía genera electricidad a raíz del movimiento del agua, es decir, se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua o los saltos de aguas naturales. Cuando cae el agua (por motivo de lluvias o proceso de deshielo) es cuando se convierte en cinética y, con ello, hace mover una turbina para aprovechar dicha energía. En la actualidad, las turbinas suelen estar instaladas junto a las centrales hidroeléctricas: presas, embalses o central.

Las grandes centrales hidroeléctricas en España se concentran a lo largo del río Duero que cuenta con varios embalses desde Aragón hasta Castilla y León, y la influencia del río Tajo, sobre todo en la comunidad de Extremadura. Todo gracias a la ayuda de la climatología y de las precipitaciones que frecuentan algo más en dichas zonas, sin dejar de lado otras zonas como Galicia o Cataluña. Dicha información nos la ha proporcionado el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA).

4.3. OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES CON POTENCIAL FUTURO

Hasta el momento, hemos podido identificar y definir las tres principales energías renovables existentes en España, pero no son las únicas, algunas de ellas ya están en práctica, aunque en menor medida. Las restantes, son actualmente proyectos, pero se consideran alternativas altamente interesantes para el futuro próximo, debido a su alto potencial.

4.3.1. Energía marina

La energía marina en España es quizás el mercado energético renovable con mayor futuro y progreso posible. Es cierto, que no estamos ante una energía que pueda generar un cambio trascendental en los próximos 3 o 4 años, pero cuenta con un elevado potencial, además, mientras que en España solamente es un proyecto de cara al futuro, en otros países está teniendo un papel importante, cosechando diversos éxitos

La energía marina, como bien indica su nombre, es aquella que se aprovecha del mar. Pero, cuidado, esto no engloba un tipo de energía únicamente, sino varios. Por lo tanto, intentaremos centrarnos en dos diferentes.

La primera, es la energía undimotriz, siendo conocida también por energía olamotriz. Se consigue gracias al movimiento de las olas absorbiendo de tal modo la llamada energía cinética y potencial en electricidad.

Suele suceder que, la energía undimotriz se llega a confundir con la denominada energía mareomotriz. No obstante, son dos energías diferentes, debido a que la mareomotriz genera electricidad a raíz del movimiento de las mareas. El gran inconveniente es que no contamos apenas con lugares donde exista una gran diferencia entre la alta y baja mar, por lo que, no nos merece la pena. Y las alternativas serían a través de ríos u bahías y tendrían básicamente el mismo funcionamiento que la energía hidráulica. Por dicha razón, haremos únicamente un leve hincapié en la undimotriz.

De hecho, la primera central comercial de Europa que origina electricidad a partir de las olas se creó en el año 2011 en Mutriku, Guipúzcoa. Por supuesto, no es suficiente y se está a la espera de construir nuevas centrales para avanzar y aportar energía “verde” de un modo que puede aprovechar mejor el país, dado que como ya mencionamos con anterioridad, España cuenta con más de 8.000 kilómetros de costa. Se trata de terreno suficiente para seguir apostando por dicha energía, contando con zonas de altos oleajes como son el Norte del país.

Por último, hemos incluido en este punto la energía marina eólica. Que ya está dando sus frutos a países como Reino Unido o a los países escandinavos.

Básicamente, consiste en la instalación de aerogeneradores dentro del mar. Recordemos que, España está rodeada de mar, lo cual indica una clara ventaja para el país para apostar por este tipo de energía renovable. Aunque, es importante tener en cuenta, que no se trata de un proyecto sencillo ni de bajos costes de inversión. Esto se debe a razones como la profundidad del agua, que conllevará a una instalación con mayores costes, dado que se han de construir aerogeneradores suficientemente largos y resistentes para aguantar por debajo del agua hasta llegar al fondo. Cabe la posibilidad de colocarlos más cercano a las orillas del mar, pero lo ven como un factor perjudicial a la hora de atraer turismo debido al impacto paisajístico.

Sin embargo, con un proyecto serio en cuanto a inversión e implicación, se podrían crear cientos, incluso miles, aerogeneradores tanto en la parte mediterránea como atlántica, asimismo, en las proximidades de las islas Canarias. Actualmente, no se considera un proyecto rentable, ya que la energía eólica terrestre es más sencilla de implementar, aunque con la construcción de grandes campos de aerogeneradores marinos podría cambiar esa tendencia.

4.3.2. Biomasa

Por biomasa entendemos toda la materia orgánica susceptible de ser utilizada como fuente de energía. Su origen puede ser variado, desde animal a agrícola o forestal. La denominada biomasa puede valorizarse energéticamente mediante diversos procesos biológicos o termoquímicos para obtener bioenergía en forma de electricidad, biocarburantes (por ejemplo, el biodiésel) o calor.

Ahora bien, si tenemos en cuenta los orígenes de la biomasa en relación con lo que disponemos en España, en base a ellos, es decir, el peso que tiene la agricultura, la existencia de una gran superficie forestal y, entre otros, la producción de ganado, podríamos pensar que la biomasa tiene un importante papel dentro de las energías renovables del país. Pero, desafortunadamente está infrautilizada, aun contando con un elevado potencial, debido a que los factores mencionados se encuentran en abundancia.

Esa infrautilización viene determinada por el abandono, la quema incontrolada, acumulación o emisiones generadas por recursos biomásicos que pueden tener impactos medioambientales negativos.

4.3.3. Energía geotérmica

Al igual que la energía marina o la biomasa, no estamos ante una de las fuentes energéticas destacadas en la actualidad en España, pero puede llegar a tener un gran papel en el futuro debido a su avance tecnológico.

Cuando hacemos referencia a este tipo de energía, nos referimos a la que se encuentra en el subsuelo de la Tierra en forma de calor y que se puede encontrar en terrenos montañosos y volcánicos. Se puede utilizar tanto para producir electricidad como para uso térmico en los sectores industriales. Hay dos maneras de extraerla, de forma directa o mediante bombas de calor geotérmica.

Las de alta temperatura (superiores a 150 °C) se encuentran a varios kilómetros por debajo de la superficie y se utilizan para generar electricidad y las de temperaturas media-baja (30-150 °C) sirven para proporcionar calefacción y agua caliente mediante las bombas de calor introducidas debajo de los edificios.

Según estudios realizados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), España cuenta con varias zonas en la península para su extracción como podrían ser Granada, Almería o Murcia en el sureste, Barcelona, Gerona y Tarragona en el nordeste o noroeste en Orense, Pontevedra y Lugo.

Sin embargo, conforme avanzaron los estudios, el único territorio con las capacidades para su extracción directa sería el archipiélago canario gracias a su superficie volcánica, contando con un grandísimo potencial futuro.

4.4. ENERGÍAS NO RENOVABLES EN ESPAÑA

Principalmente, el trabajo se centra en las energías renovables y, en concreto, aquellas limpias que podemos encontrar en España. Aunque, también creemos conveniente mencionar las energías no renovables, que se caracterizan por agotarse conforme se

consumen sus recursos. De esta manera, podemos clasificarlas en dos grandes bloques: combustibles fósiles y energía nuclear.

a) **Combustibles fósiles.** Dentro de este grupo, encontramos los siguientes:

- **Carbón:** Se trata de un mineral de color negro, muy presente en nuestras vidas, que se formó hace aproximadamente 340 millones de años. En concreto, es una roca sedimentaria que principalmente está formada por carbono y otros tipos de sustancias. El carbón normalmente se ha utilizado para la generación de electricidad y como fuente de energía en calefacciones o medios de transportes. El proceso comienza con su extracción y su posterior quema, lo cual, genera una alta contaminación y lleva a cabo la emisión de dióxido de carbono. Por esta razón, es una energía altamente contaminable y, como se podrá comprobar a lo largo del marco práctico, su protagonismo en España irá cada vez más disminuyendo, con el objetivo de “descarbonizar” el país y el planeta. Para ello, tanto España como otros países, en la actualidad apuestan por energías renovables para generar electricidad, y así, evitar incurrir en elevados costes que conlleva el derecho de emisión de gases.
- **Petróleo:** Es una de las fuentes de energía no renovables más utilizada en el mundo, siendo la principal fuente en España. Su uso habitual es en forma de gasolina, sin embargo, el petróleo también es fundamental para producir el asfalto o sirve como materia prima para la industria petroquímica. Además, se emplea para producir neumáticos, pinturas, plásticos, cosméticos y numerables objetos más. Este combustible fósil se forma a través de hidrocarburos contenidos en rocas porosas o fracturadas que se encuentran en yacimientos subterráneos profundos, pudiendo llegar a un máximo de 5.000 metros de profundidad. No se utiliza para la generación de electricidad en España.
- **Gas natural:** Aun siendo una energía no renovable, cabe recordar, que es la energía más limpia dentro del grupo de los combustibles fósiles. Cuando combustiona para producir energía, no emite dióxido de azufre, emite un 45% menos de dióxido de carbono que el carbón y un 30% menos que el petróleo. Es un hidrocarburo formado principalmente por metano y comparte muchas propiedades energéticas del petróleo. De hecho, se extrae también de yacimientos subterráneos, pudiendo encontrarse cerca o junto a yacimientos de carbón o petróleo. Se utiliza la producción de electricidad, combustible en transportes, uso en el hogar o para procesos industriales. El gas natural tiene un interés especial, dado que también puede ser una fuente de energía renovable, a la que se denomina biogás. Se obtiene mediante la digestión anaeróbica de desechos orgánicos (biomasa).

b) **Energía nuclear.** La energía nuclear es aquella energía que se encuentra contenida en el núcleo de un átomo. Siendo un átomo, las partículas más pequeñas en las que se puede dividir o “atomizar” un elemento químico, sin variar sus propiedades. El núcleo de un átomo está formado por neutrones y protones. Las fuerzas que logran mantener unidas las partículas del núcleo entre sí, son de corto alcance, además su naturaleza es desconocida. Por lo tanto, únicamente aparecen en el interior de los núcleos, denominándose fuerzas nucleares. La energía acumulada por estas recibe el nombre de energía de enlace. Esta energía de enlace es aquella que se libera cuando surge una reacción nuclear, más conocida como energía nuclear. Hay dos tipos de reacciones, fusión nuclear (combinación de átomos ligeros para formar un núcleo más pesado), y fisión nuclear (átomos pesados se descomponen en núcleos más pequeños y ligeros). Las centrales nucleares emplean elevadas cantidades de

energía calorífica, procedente de la fisión nuclear en cadena para generar electricidad. Ello conlleva convertir agua en estado líquido en vapor, que se utiliza para accionar un grupo turbina-alternador, en el que se genera la energía eléctrica.

4.5. MERCADO ELÉCTRICO DE ESPAÑA

Durante los anteriores puntos hemos clasificado y definido las principales energías renovables y no renovables, por lo cual, hemos podido comprobar que todas las energías mencionadas tienen una aplicación común: la electricidad.

A través de sus determinados procesos, conseguimos convertir la energía en electricidad, ya sea para los hogares o las industrias. Por este motivo, vamos a introducir y explicar de qué se trata y cómo funciona el denominado Mercado Eléctrico de España.

Pues bien, antes de dar a conocer su funcionamiento, hemos de saber quiénes componen dicho mercado. De tal modo, los principales protagonistas en el mercado eléctrico son los productores, la red eléctrica, las distribuidoras y las empresas comercializadoras.

En primer lugar, están los productores que son las centrales energéticas como hemos definido en puntos 4.2. y 4.3. (también serían incluibles las del apartado 4.4.). Concretamente, centraremos nuestro interés en las centrales solares, eólicas, hidráulicas, las centrales de energía marina como la undimotriz o eólica marina, las centrales que trabajan con la biomasa y la geotérmica. Como la realización del trabajo se enfoca principalmente en las tres grandes fuentes energéticas renovables en España, queda en una mera mención el hecho que también contribuyen aquellas que no forman el mencionado bloque, incluyendo las centrales nucleares y de carbón, entre otras.

Segundo, la red eléctrica. Esta red se encarga de trasladar esas energías hacia los núcleos de consumo. Se trata de una red que se ha creado en forma de líneas de alta tensión, que tan acostumbrados estamos de ver en cualquier parte de una ciudad o localidad. Estamos ante un régimen de monopolio, ya que la única compañía que existe es la Red Electrónica Española (REE).

Luego, entran en juego las distribuidoras, las cuales, se encargan de llevarnos la electricidad a nuestras casas o negocios. Por regla general, existen cinco grandes empresas distribuidoras que se reparten todo el territorio español en áreas geográficas y forman un denominado oligopolio. Por lo tanto, dependiendo donde vivamos, tendremos una compañía distribuidora concreta. Y no se pueden cambiar, por la sencilla razón de que son ellas quienes garantizan el suministro, reparan las averías y llevan a cabo las lecturas de los contadores. Las 5 grandes empresas son: Endesa, Iberdrola, Naturgy (anteriormente Gas Natural Fenosa), HC Energía (Grupo EDP) y E.ON España.

Y en último lugar están las empresas comercializadoras. Según la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, hoy en día hay más de 450 empresas dadas de alta. Estas empresas compran la energía a diario a los mayoristas y se la venden a los minoristas (que somos los consumidores) mediante el recibo de la luz.

Una vez analizados, los agentes que forman parte del mercado, habrá que comprender su funcionamiento interno. En este sentido, es muy importante tener en cuenta que la electricidad no es un bien que se pueda almacenar a gran escala, lo cual, implica que requiere sobrecapacidad y realizarla a tiempo real.

Para que el sistema funcione de manera fiable e interrumpidamente, requiere primar el ejercicio de libre competencia para que los consumidores reciban el menor precio posible.

Además, hay que garantizar tanto el suministro como la estabilidad del sistema en todo momento. Aquí, es donde entra en juego la Red Eléctrica de España (REE), que en base a sus conocimientos y estudios es capaz de estimar con cierta exactitud la demanda para cada una de las horas del día, aunque estimar la demanda al 100% no es posible.

Todas las variables que hemos mencionado en los anteriores párrafos se concentran en el mercado de producción de energía eléctrica, más conocido como “pool”. El “pool” es gestionado por el operador del mercado que se denomina Operador del Mercado Ibérico (OMIE). Este mercado consta de diferentes tipos de sesiones: una diaria (se negocia la mayor parte de energía), seis interdiarias (se ajustan cantidades programadas ya fijadas en el mercado diario) y una intradiarias (funciona como la bolsa). En la sesión diaria se negocia la mayor parte de la energía.

En el mercado eléctrico diario, los generadores presentan diariamente sus ofertas de venta para cada una de las horas del día siguiente, siendo en España el precio mínimo de oferta de 0€/MWh, y el máximo 180,30€/MWh. A la misma vez, las empresas comercializadoras y los grandes consumidores presentan sus ofertas de compra, según la energía que prevén consumir en las horas deseadas.

Cabe resaltar que el mercado eléctrico es un mercado marginalista, es decir, independientemente del precio al que haya ofertado un productor, éste recibirá el precio del último productor que haya entrado en el mercado.

Dado que se trata de un tema muy denso, explicaremos cómo se tasa el precio de la electricidad, clasificando las centrales participantes en 3 tipos:

- En primer lugar, tenemos las centrales de generación renovable. Estas centrales cuentan con un coste variable muy bajo, lo cual, conlleva que se realicen ofertas muy bajas en euros por megavatio hora. Básicamente, son instalaciones que cuentan con un coste variable bajo, suelen ser únicamente los de mantenimiento, y grandes costes de inversión. Dentro de este grupo encontramos una excepción donde rara vez se ofertan precios bajos debido a su gestionabilidad por parte de sus propietarios que hacen valer el coste de oportunidad para así maximizar sus beneficios. Es el caso de las centrales hidráulicas.
Por regla general, las energías renovables suelen contar con una prima o una subvención y, por lo tanto, suelen terminar cobrando una cantidad por la energía generada fuera del mercado.
- En un segundo lugar, se localizan las centrales nucleares. Normalmente, tienen un coste variable bajo lo que se traduce en ofertas de precios bajos. Para que no pierdan rentabilidad, sus centrales han de estar en continuo funcionamiento e intentar vender su electricidad a cualquier precio.
- Por último, tenemos las centrales térmicas basadas principalmente en combustibles fósiles, como son el carbón y el gas. En este caso, el coste variable de megavatio hora suele ser más alto, ya que depende del precio de la energía primaria en cada momento y sumándole al precio las emisiones de CO₂. Como esas emisiones requieren precios más altos, el carbón tiene tendencia a salir del mercado.

El sistema de fijación de precios existente quizás no sea, el más apoyado, pero es el que está presente en todos los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y viene regulado desde Europa. La queja principal es que los generadores obtienen los llamados “windfall profits”, traducido al castellano, serían beneficios caídos desde el cielo, debido a que, al aplicarse un precio marginalista, todas las energías que entran al mercado cobran lo mismo que la energía más cara adjudicada).

En resumen, y para así dar comienzo al marco práctico, el precio del pool no nos afecta demasiado a nosotros que consumimos electricidad en nuestras casas, porque supone subidas o bajadas de poca diferencia en nuestras facturas mensuales. El mercado, por lo tanto, solo se encarga de fijar el precio mayorista de la electricidad y la factura de la luz ya incluye muchas otras partidas que están reguladas en su mayoría por el gobierno.

5. MARCO PRÁCTICO

5.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SECTOR ENERGÉTICO EN ESPAÑA

Comencemos con la parte práctica del trabajo, en la cual, vamos a centrarnos en la contribución de cada energía renovable principal para evaluar su peso que tienen en nuestra economía. Además, conforme avance el marco práctico, se verá la evolución y el crecimiento de cada una de ellas.

Llegado a este punto, hemos de plasmar todas las energías que utilizamos, incluyendo, además, aquellas que no son renovables. Daremos comienzo, con la distribución de las energías en España durante el ejercicio pasado. De esta manera, podremos diferenciar en los siguientes apartados cómo ha evolucionado este sector y sus principales energías renovables durante los últimos 20 años y la importancia que tendrá de cara al futuro.

El comienzo del trabajo se centra en el año 2020, dado que la mayoría de los datos ya se han oficializado por parte del Gobierno de España como de los organismos que se encargan de facilitar la información necesaria. Es necesario hacer un inciso, dado que habrá datos que no han sido actualizados aún y tomaremos como referencia los del 2019.

De esta manera, comenzamos con el año pasado, el 2020, para así poder ver la distribución de las energías en España, representando tanto a las renovables como las no renovables.

No es una novedad contar que el año pasado fue un año totalmente diferente y novedoso para todos, dado que nos encontramos con una pandemia mundial que ha puesto a prueba y a logrado frenar a las economías de prácticamente todos los países, incluido también la economía española.

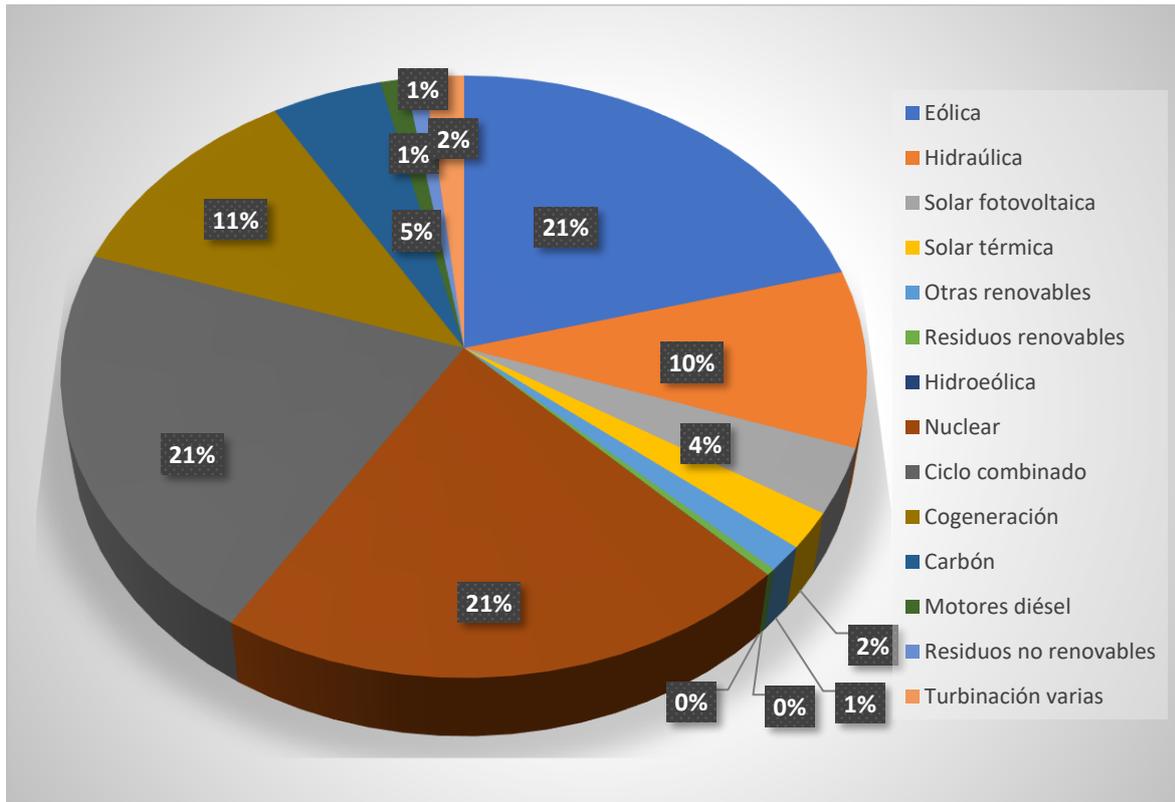
Para ello, analizaremos brevemente la demanda y la cuota de mercado que han alcanzado las diferentes energías existentes en el año 2020 y compararlas, sin profundizar, con las del año previo a la pandemia (2019).

Un inciso previo, desglosaremos las energías conforme su participación y aportación a la generación de la electricidad, dado que, básicamente utilizamos dichas energías para ello.

Según la Red Electrónica de España (REE) se estima que la demanda del año pasado fue de 251.333 gigavatios hora (GWh). Comparado con el año previo al COVID-19, es decir, en 2019, la demanda ha sufrido un leve bajón de 5,6 puntos (5,5%).

En la siguiente gráfica podemos apreciar la generación de electricidad en gigavatios hora (GWh) en el año 2020. Los porcentajes que aparecen están redondeados con los números reales que cada sistema ha contribuido.

Figura 5.1. Generación de gigavatios hora en España (2020)

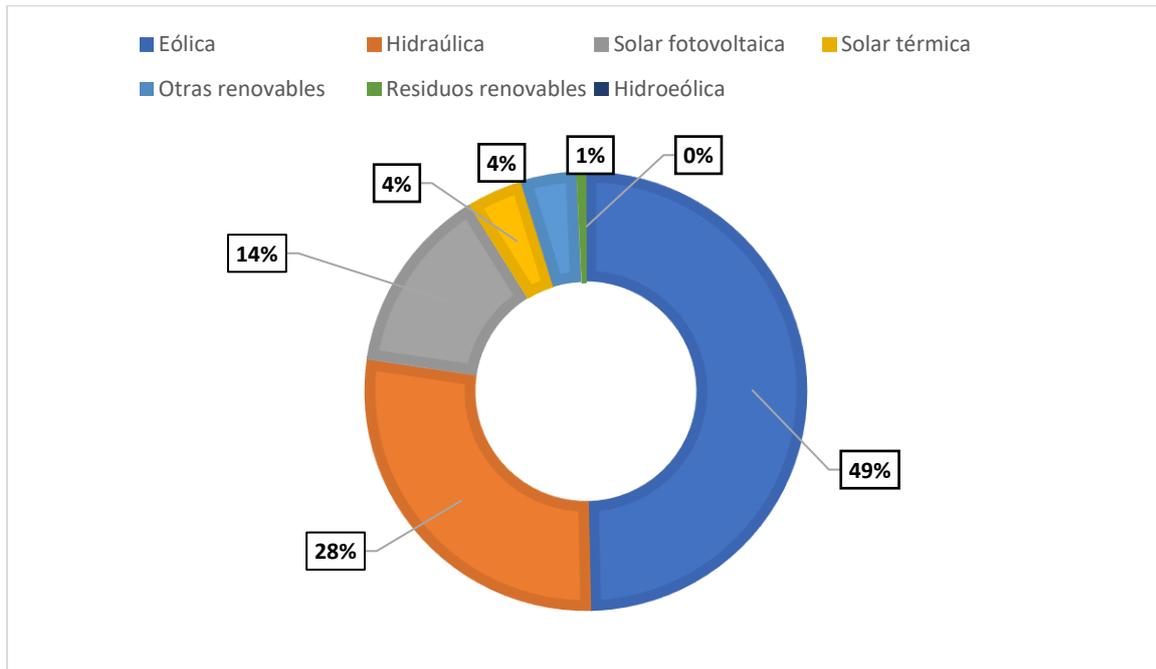


Fuente: Red Eléctrica de España, 31 de diciembre 2020 Diciembre

Aunque la crisis haya producido un decremento en la demanda, se ha podido apreciar un crecimiento acerca de las energías renovables, en concreto, han aumentado en un 6,5% en la generación total de electricidad. Es decir, ha pasado de un 37,50% en 2019 a un 44% en 2020, según la Red Eléctrica de España.

Para que quede algo más evidente, a continuación, mostramos un desglose de las energías renovables del año pasado equivalentes en el 44% de la producción total.

Figura 5.2. Aportación en gigavatios hora de las energías renovables en España en 2020



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar claramente que podemos identificar tres grupos grandes, eólica, hidráulica y solar (fotovoltaica y térmica).

El líder es el sector eólico que controla prácticamente la mitad del total de las renovables. Luego, le sigue el sector hidráulico que supera una cuarta parte. Y finalmente, tenemos los dos sectores solares, el fotovoltaico y el térmico, decidiendo juntarlos en un bloque más grande, aunque a lo largo de los siguientes apartados haremos un inciso a su crecimiento y evolución por separado.

Resaltamos que se incide en las energías que se ha hecho hincapié en la introducción teórica, y, por tanto, serán las analizadas más a fondo en la parte práctica.

En los restantes grupos que, cuentan con poco protagonismo en la actualidad a nivel nacional, encontramos las energías relacionadas con la biomasa u otros residuos renovables, la undimotriz, hidroeléctrica, etc.

5.2. EVOLUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XXI

En la actualidad, España ha tenido un gran proceso de mejora e incremento del uso de energías renovables, sustituyendo a otras que no lo son. Pero, ha sido un proceso lento que aún no ha llegado a su final ni mucho menos. Vamos a analizar cómo ha evolucionado la demanda energética del país en las últimas dos décadas y que sucesos han promovido los diferentes cambios.

Antes de dar entrada al siglo XXI, nos desplazamos unos años atrás, en concreto, al 27 de noviembre de 1997. Fue un momento importante para el mercado eléctrico español, debido a que tuvo lugar su liberalización. Aquel día, se promulgó la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico

(LSE), con la posibilidad de que se privatizara el sector, ya que estuvo controlado durante los años anteriores por el Gobierno, así mismo, también se encargaba de controlar el precio de la electricidad.

Dicha liberalización supuso la dismantelación de los monopolios verticalmente integrados existentes para fomentar la competencia en los segmentos de generación y comercialización, aunque debido a su circunstancia de ser un monopolio natural, tanto el transporte como la distribución seguían reguladas. De tal modo, al implantar un modelo de mercado, dio lugar a la creación de un nuevo marco institucional, de acuerdo con la normativa europea. Todo esto, obligó a crear un mercado mayorista de electricidad gestionado por un operador del mercado eléctrico (OMEL). Dichas circunstancias hicieron dar lugar a la creación del Red Eléctrica de España (REE) que, hacia el papel de operador del sistema eléctrico y actuaba como gestor del transporte independiente del resto del sector. Gracias a ello, se generó el libre acceso de terceros que impidió que las empresas propietarias pudieran llevar a cabo medidas anticompetitivas.

De esta forma, la Ley del Sector Eléctrico estableció el procedimiento de autorización para la producción de electricidad y el mecanismo de recuperación de los costes de transición a la competencia (CTC).

Este mismo año, España, como país miembro de la Unión Europea, se vio también afectada por la Convención Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas, que, como parte del protocolo de Kioto para reducir emisiones, le exigió a la Unión Europea una reducción del 8%.

Justo antes de comenzar el año 2000, el Gobierno español elaboró el 30 de diciembre de 1999 el Plan de Fomento de las Energías Renovables para el período 2000 – 2010, con el objetivo del crecimiento de las energías renovables y la intención de cubrir al menos el 12% del consumo de energía primaria en el año 2010.

A partir del año 2000, entramos en la que podría calificarse como la década prodigiosa de las energías renovables en España (2000-2010).

Durante el año 2000, se instalaron en España 740 megavatios (MW), una cifra que nunca se había alcanzado, y que convirtió a España en el tercer país del mundo en potencia instalada, siendo superado únicamente por Alemania y Estados Unidos. Unas cifras que generaban entusiasmo y esperanza de cara al futuro. Además, la potencia que más destacó fue la eólica, según la prodigiosa revista “World Watch”, pasando de 1,495,1 megavatios (MW) en 1999 a 1.829 megavatios (MW) en el año 2000.

A continuación, se aprecia una tabla que contiene la evolución de la potencia instalada en España para los años 1995, 2000, 2005 y 2010, con la intención de comprobar el crecimiento que tiene lugar durante esos quince años.

Tabla 5.1. Evolución de la potencia instalada nacional en megavatios (MW) durante los años 1995, 2000, 2005 y 2010

	1995	2000	2005	2010
Hidráulica	16.517	16.728	16.963	17.107
Nuclear	7.391	7.677	7.597	7.515
Carbón	10.310	11.049	10.910	11.342
Fuel + Gas	7.247	7.521	6.370	4.698
Ciclo combinado	0	0	11.992	26.573
Resto hidráulica	1.124	1.391	1.695	2.037
Eólica	97	1.829	9.654	19.715
Solar fotovoltaica	1	2	43	3.838
Solar térmica	0	0	0	532
Térmica renovable/Otras renovables	62	181	479	821
Térmica no renovable/Cogeneración y resto	1.163	4.216	6.163	7.240
Residuos	0	0	0	0
TOTAL	43.911	50.594	71.865	101.420
TOTAL RENOVABLE	17.801	20.131	28.834	44.050
Incremento de capacidad renovable en megavatios	0	2.330	8.703	15.216

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España y MINETUR.

Antes de analizar los datos, es necesario explicar determinados aspectos que aparecen en dicha tabla.

En primer lugar, aparece en la tabla “Resto hidráulica”, aquí se incluyen todas aquellas unidades menores de 50 megavatios (MW) que no pertenecen a ninguna unidad de gestión hidráulica (UGH).

Luego, cabe destacar en caso de duda que, en “Otras renovables”, se incluye el biogás, la biomasa, la hidráulica marina y la geotérmica.

Como bien se puede observar en la tabla, España ha sufrido un incremento interesante de potencia instalada durante los años 1995 y 2000, siendo el aumento principalmente durante 1999 y 2000, dando comienzo a la denominada década prodigiosa de las energías renovables. Durante este intervalo de tiempo, España realiza una gran apuesta en el sector eólico, siendo la potencia instalada en 2005 cinco veces más grande que al principio del siglo XXI.

Durante esa época, prácticamente se desconocían las plantas de energía solar fotovoltaica, teniendo un crecimiento bastante tímido.

Por aquel entonces, según la potencia instalada, seguía siendo la hidráulica el referente en España, incluso por delante de la eólica. Sin embargo, en los cinco años posteriores la situación iba a cambiar, convirtiéndose la eólica en el líder de las instalaciones renovables en España, llegando a una cifra récord de 19.715 megavatios (MW) instalados.

Mientras la hidráulica permanecía prácticamente constante, las instalaciones fotovoltaicas no paraban de crecer, convirtiéndose en un auténtico “boom”. Se podría decir que, durante esta época se comienza a apreciar el verdadero potencial que tenía tanto la energía eólica y

la energía solar, sin olvidarnos, que las inversiones para crear instalaciones eran significativamente menores que en el caso de las hidráulicas.

Además, durante esos últimos cinco años, aparece una nueva energía renovable. Es el caso de la energía solar térmica que, era totalmente desconocida hasta el momento.

Como mero dato comparativo, se ha incluido la variación de la capacidad renovable instalada durante dicho intervalo de tiempo, para apreciar la evolución favorable y la apuesta de España por querer apostar por las energías renovables para cumplir los objetivos impuestos por la Unión Europea y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tras celebrar la conferencia en 2005 en Montreal (Canadá), y por lo tanto, también encontrar una nueva alternativa rentable para producir en gran medida electricidad.

No obstante, tras observar los datos de la capacidad instalada en España, nos centramos en el balance eléctrico del país en el año 2010, para comprobar el peso de las energías renovables frente a las no renovables, medido en gigavatios hora (GWh).

Tabla 5.2. Balance eléctrico de España en 2010

Renovables	Gigavatios hora (GWh)	No Renovables	Gigavatios hora (GWh)²
Eólica	43.545	Ciclo combinado	66.799
Hidráulica	41.834	Nuclear	59.242
Solar fotovoltaica	6.423	Cogeneración	28.111
Otras renovables	2.459	Carbón	23.701
Residuos renovables	809	Motores diésel	3.637
Solar térmica	692	Turbinación bombeo	3.120
		Turbina de vapor	2.973
		Residuos no renovables	2.971
		Fuel + Gas	1.566
		Turbina de Gas	646
Total	95.761	Total	192.766
Proporción	33,20%	Proporción	66,80%

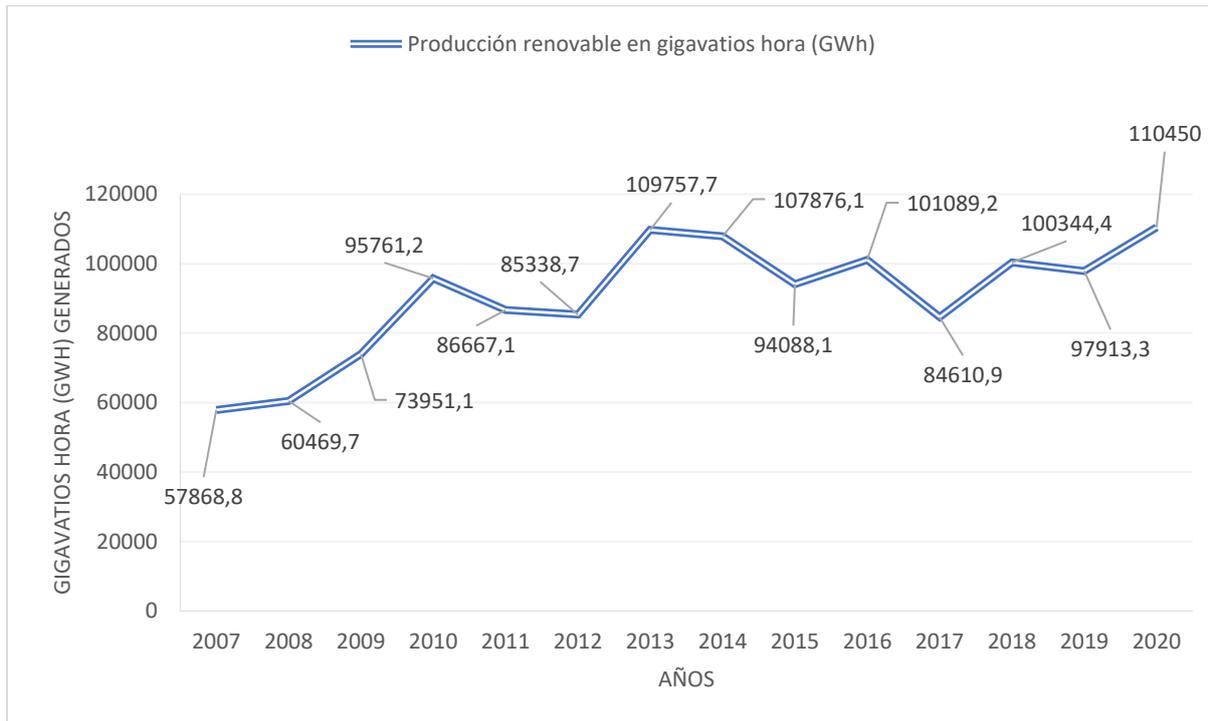
Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE).

A pesar de las grandes inversiones que se llevaron a cabo durante la primera década del siglo XXI, las energías no renovables aportaban más de la mitad al sistema eléctrico español, quedando aún muy lejos de los objetivos marcados.

La energía eólica logró convertirse en la energía limpia que más electricidad aportaba, pero requería también un crecimiento de las otras energías verdes como es el caso de la solar fotovoltaica.

En la siguiente gráfica, se puede apreciar la evolución de la generación eléctrica renovable en los siguientes años.

Figura 5.3. Evolución de la generación eléctrica renovable en España durante 2007 y 2020 medida en gigavatios hora (GWh)



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

Durante el año 2010, llegó a su punto máximo con 95.761,2 gigavatios hora (GWh). Los dos años posteriores se presentó una disminución, coincidiendo con la grave crisis económica que tuvo lugar en España a raíz de la burbuja inmobiliaria. A partir del año 2013, se presentaron continuas subidas y bajadas, habiendo alcanzado ese año su valoración máxima de 109.757,7 gigavatios hora (GWh), abarcando un 40,2% del total de energía eléctrica generada.

En el año 2015, la aportación de las energías renovables fue decayendo, llegando a generar únicamente el 35,2% de energía eléctrica.

Sin embargo, no estaba por debajo de la media, dado que se ha calculado para dicha gráfica una media desde el año 2007 hasta el 2020, para poder comprobar que años a pesar de las disminuciones aún se encontraban por encima de la media y cuáles no. La media calculada equivale a 90.441,88 gigavatios hora (GWh).

Curiosamente más de la mitad de los años se encuentran por debajo de esta cifra, encontrándose en una situación de suspenso los años 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2017 y 2019.

Volviendo al año 2015, dejamos constancia sobre la situación de su balance eléctrico, pudiendo observar algunos cambios respecto a 2010.

Tabla 5.3. Balance eléctrico de España en 2015

Renovables	Gigavatios hora (GWh)	No Renovables	Gigavatios hora (GWh) ²
Eólica	48.118	Nuclear	54.662
Hidráulica	28.383	Carbón	52.616
Solar fotovoltaica	8.244	Ciclo combinado	29.027
Solar térmica	5.085	Cogeneración	25.201
Otras renovables	3.433	Motores diésel	3.345
Residuos renovables	818	Turbinación bombeo	2.895
Hidroeléctrica	8	Residuos no renovables	2.480
		Turbina de vapor	2.233
		Turbina de gas	916
		Fuel + Gas	0
Total	94.088	Total	173.366
Proporción	35,20%	Proporción	64,80%

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

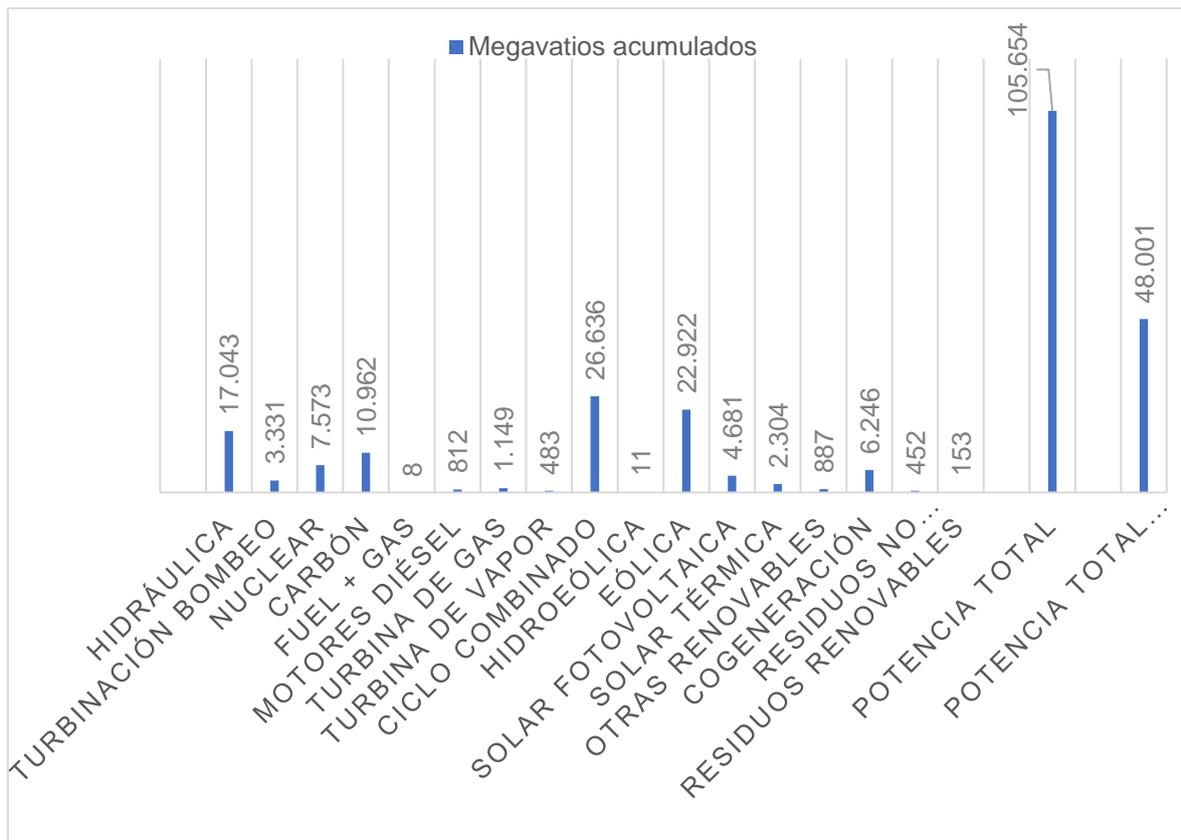
Aparte de la disminución de la generación total de energía eléctrica, las renovables también disminuyeron drásticamente su aportación comparado cinco años atrás.

Cabe destacar que, la energía hidráulica sufría una bajada notable, siendo uno de los grandes protagonistas para justificar la bajada de las energías renovables.

Además, el carbón pasó a ser una de las fuentes de energías más utilizadas, sufriendo en los años siguientes casi su desaparición, motivada por el objetivo de descarbonizar al país y al planeta.

Pese a las variaciones de la generación de energía eléctrica ocurridas durante esos años, la potencia instalada apenas ha sufrido cambios, manteniéndose prácticamente constante en comparación al 2010, que se pudo observar en páginas anteriores.

Figura 5.4. Potencia instalada acumulada en España en 2015 en megavatios (MW)



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

Con respecto al bloque no renovable, caben destacar las nuevas apariciones de la turbinación bombeo, fuel y gas, motores diésel y las turbinas de gas y vapor.

No obstante, nuestro interés se centra en las energías renovables, donde hubo un incremento interesante de la potencia instalada en dos de ellas. Se trata de la energía eólica y de la solar térmica, registrando unos aumentos de 3.207 megavatios (MW) y 1.772 megavatios (MW), respectivamente.

La primera seguía consolidándose como la gran fuerza renovable, tanto en su potencia instalada como en su generación y producción de energía eléctrica. La segunda, pasó de estar desapercibida a establecer una posición destacable dentro de las renovables, aunque situándose muy lejos de las principales.

Finalmente, en 2020 nos centramos únicamente en aquellas energías que han anotado cambios significativos y positivos para España en relación con su potencia y capacidad instalada. Nos referimos una vez más en la energía eólica, presentándose como el gran atractivo para seguir expandiéndose, logrando una capacidad total de 27.489 megavatios (MW). Con dicho incremento, lograba situarse por delante del ciclo combinado que se encuentra en 26.250 megavatios (MW) instalados y, por lo tanto, se convierte así en el líder en capacidad instalada en España.

Al igual que, es necesario hacer referencia a la energía solar fotovoltaica que consigue la cifra total de 11.759 megavatios (MW) acumulados instalados en 2020. A lo largo del apartado 5.3.3., comentaremos la importancia que tendrá de cara a los siguientes años y a lo que puede aspirar esta energía en España si se valora correctamente su alto potencial.

Por último, sería interesante mencionar la disminución escalonada del carbón, convirtiéndose en un actor totalmente secundario en el balance eléctrico, llegando a su punto más bajo con 5.733 megavatios instalados.

En suma, a lo que se ha explicado y contrastado en este punto, cabe recordar que, a principios del siglo, en el año 2000, el 19,3% de la demanda eléctrica nacional era satisfecho con fuentes renovables de energía. Diez años después, en 2009, esa cuota había subido por encima del treinta por ciento, en concreto, un 30,6%.

Dado que, en el apartado anterior se mencionó y comentó la distribución y la de las energías renovables y no renovables en España, no se añadirá ningún dato más acerca del año 2020 sobre su aportación y situación en la actualidad. Sin duda, fue la gran década de las energías renovables en España. En la siguiente década, en el decenio que acabamos de dejar atrás, la cuota renovable ha crecido mucho menos llegando a cerrar el año 2019 con un 37,4% de electricidad renovable. Sin embargo, el año 2020 fue el año del gran cambio, pasando a obtener un 44% y comenzar la siguiente década en busca de un futuro 100% renovable.

Con respecto a la potencia instalada, al cierre de 2009, el paisaje eléctrico en el país era completamente otro con 18.865 megavatios (MW) de potencia eólica instalada, es decir, se ha multiplicado por diez). Por otro lado, 3.479 megavatios de potencia solar fotovoltaica y 1.300 megavatios (MW) de otras renovables, incluidas la biomasa, entre otras. El problema aparece con el cierre del año 2019, donde el número de megavatios eólicos se resumía en 25.10, o sea, que, si en la primera década del siglo el sector instaló 17.000 megavatios (MW) en España, en la segunda no ha instalada ni 7.000. El crecimiento de la solar se ha podido apreciar claramente, sin embargo, dicho crecimiento es mucho menor del que podría haber sido con un marco regulatorio menos lesivo para el sector. Y es aquí donde los números no engañan, mientras en España, entre los años 2009 y 2019, ha instalado 4.400 megavatios (MW) de potencia solar fotovoltaica, otros países como Francia han instalado más del doble, más de 10.000 o el caso de Reino Unido, más de 13.000 megavatios (MW). Y eso sin mencionar a Italia y Alemania que, instalaron más de 20.000 y 30.000 megavatios (MW), respectivamente, según la agencia europea "EurObservEr".

Las tecnologías que no emiten CO₂ (todas las renovables y la nuclear) fueron responsables del 54,8% del total de la producción de 2010 en nuestro país, y cerraron la década alcanzando el 59,6% del total.

En los siguientes apartados, se centra el interés en las diferentes energías renovables principales del país, al igual, que la previsión y objetivos que se han establecido para la siguiente década.

5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y GRÁFICOS DEL CRECIMIENTO EN ESPAÑA EN 2020

Llegados a este punto, hemos podido observar tanto la distribución como la evolución del sector energético renovable español a lo largo de las últimas dos décadas. Un proceso que ha ido claramente de menos a más y que previsiblemente continuará así en el futuro próxima, mostrando, de tal modo, lo relevante que son las tecnologías renovables para España.

El año 2020 fue único, de repente, aparece una pandemia mundial que se encargó de frenar drásticamente el ritmo de vida de nuestra sociedad, paralizando diversos sectores y conseguir que la economía del país se estanque.

Sin embargo, este trabajo no está enfocado en contar todo lo negativo ocurrido durante el último año, del cual, aún quedan muchas secuelas y nos requiere un largo plazo para intentar volver a una “nueva” normalidad. Nos centraremos ahora principalmente en el punto que se encuentra España respecto a sus principales energías renovables y que papel van a desarrollar de aquí hacia delante.

Por este motivo, es importante señalar que el año pasado fue el año más verde desde que se cuenta con registros a nivel nacional (2007) con el anteriormente mencionado dato de conseguir un 44% de energías renovables respecto al total producido en España. Dicho 44% equivale a una generación de 110.450 gigavatios hora (GWh) a raíz de recursos naturales e inagotables como son el viento, el sol y el agua. Además, comparando la cifra numérica con 2019, España experimentó un incremento del 12,8%.

Si comparamos dicho incremento con la cuota de energías renovables, se puede comprobar que también ha sufrido un crecimiento del 20,9% respecto al 2019. Gracias al incremento de la cuota, España ha logrado superar el objetivo de la Unión Europea para 2020 en un 0,9%.

Uno de los factores que ha dado lugar a todo esto, ha sido el proceso de descarbonización realizado en el territorio español, dándose de baja 3.950 megavatios (MW) de potencia instalada de carbón. Dicho acontecimiento se denomina Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050), lo cual analizaremos con un poco más de profundidad en el punto 5.2.2. Básicamente, se trata de un compromiso de España como miembro de la Unión Europea y por ser uno de los firmantes del Acuerdo de París celebrado en 2016 durante la Cumbre del Clima. Este proceso ayudó a que el conjunto de potencia instalada renovable pasará a ser el 53,8% del total de capacidad de producción española.

A pesar de que estamos ante el año más “verde” desde 2007 y que estamos ante la búsqueda continua de invertir en el sector energético renovable para mejorar ecológica y económicamente, hay un dato que muestra cierto grado de preocupación. Y es que, en la actualidad, el sector energético español abarca únicamente un poco más del 3% del PIB total, según nos indica la página web “datosmacro.expansion.com”. Un 3% es un porcentaje muy reducido si lo comparamos con otros sectores como la automoción, por ejemplo, que ronda un 10%.

Si nos adentramos un poco más en dicho porcentaje, únicamente un 1% proviene de las energías renovables. Para ser sinceros, es una cantidad que no representa la importancia que le estamos dando y debería tener.

Y aquí es donde surge uno de los motivos principales de la realización de este trabajo descriptivo sobre las energías renovables, el desinterés, la despreocupación y el desaprovecho por parte del gobierno, de las empresas y de la sociedad en un asunto que nos afecta a todos y que puede marcar un antes y un después en nuestra historia.

Volviendo a los datos que ha proporcionado el 2020, cabe recordar que, gracias a su localización, nuestro país cuenta con una ventaja de partida a la hora de instalar y aprovecharse de las energías renovables. Las más de 2.500 horas de sol al año que disfrutaban algunas de las regiones del sur, unidas al ya importante establecimiento de la eólica en nuestro país, permitieron registrar una cifra récord del 43,6% de generación renovable en 2020, unos 11,6 puntos por encima de la cifra de 2019.

El informe, que recoge las principales magnitudes del comportamiento del sector eléctrico en España durante el pasado año, destaca la producción récord alcanzada por la eólica, responsable de más de una quinta parte de toda la generación anual, y la solar fotovoltaica, que registró un aumento del 65% respecto a los valores de 2019. Estas dos tecnologías

renovables fueron responsables del 21,9 % y el 6,1 % de la electricidad de nuestro país, respectivamente.

A cierre de 2020, el parque de generación español cuenta con 4.015 megavatios (MW) más de potencia renovable, siendo la solar fotovoltaica la tecnología que más ha incrementado su presencia en un 29,5% respecto a la de 2019; seguida de la eólica que anota un 5,3% más y se convierte en la tecnología líder de nuestro país.

El máximo de la cuota de producción de energía verde y limpia de este 2020 se debe, principalmente, a las condiciones climáticas favorables a un mayor empleo de viento y sol como combustibles naturales y al incremento de la potencia renovable instalada en el parque de generación español, que en 2020 suma 2.706 nuevos megavatios (MW) de eólica y solar fotovoltaica.

Además, como dato curioso el 20 de enero de 2020 a las 20:22 horas fue el instante en el que se registró el máximo de demanda en el sistema eléctrico peninsular, que alcanzó un consumo de 40.423 megavatios (MW), cifra ligeramente inferior a la obtenida en 2019, que fue de 40.455 megavatios (MW). La punta de consumo peninsular de 2020 está 11,1 puntos por debajo del máximo histórico de 45.450 megavatios (MW), alcanzado en 2007.

Para poder entender de manera más clara lo que se ha comentado en este punto, desglosaremos el análisis en tres apartados. Estos tres apartados se basan en las tres fuentes de energía renovables más importantes para España en la actualidad, por lo que, son aquellas que más contribuyen a la generación de electricidad.

5.3.1. La energía eólica, la fuente principal de las energías renovables

La energía eólica es el gran protagonista de las energías renovables presentes en España.

No es para menos, ya que concentra a la generación de electricidad el 49,7% de las energías renovables, prácticamente la mitad. Pero, además, sino que se sitúa en el segundo lugar en el plano europeo detrás de Alemania. A nivel mundial, actualmente la potencia eólica instalada se encuentra en quinto lugar, detrás de las grandes potencias como China, Estados Unidos, Alemania e India.

A pesar del complicado año 2020, se instalaron 1.720 megavatios (MW) eólicos, de una totalidad acumulada de 27.446 MW, según la Asociación Empresarial Eólica (AEE).

Gracias a la Agencia Empresarial Eólica (AEE), podemos verificar con datos oficiales que en la actualidad existen 1.267 parques eólicos repartidos en 800 municipios diferentes, siendo 227 el número de centros de fabricación existentes hasta el momento. Ello, se resume en 29.935 puestos de trabajo repartidos a lo largo de los diversos procesos que se relacionan directa e indirectamente con la eólica.

Además, en 2020 con respecto al consumo de energía en electricidad ha cubierto un 21,9% del total, produciendo 53.645 gigavatios hora (GWh). Datos numéricos que convierten a la eólica sin duda alguna en el protagonista de las energías renovables en España.

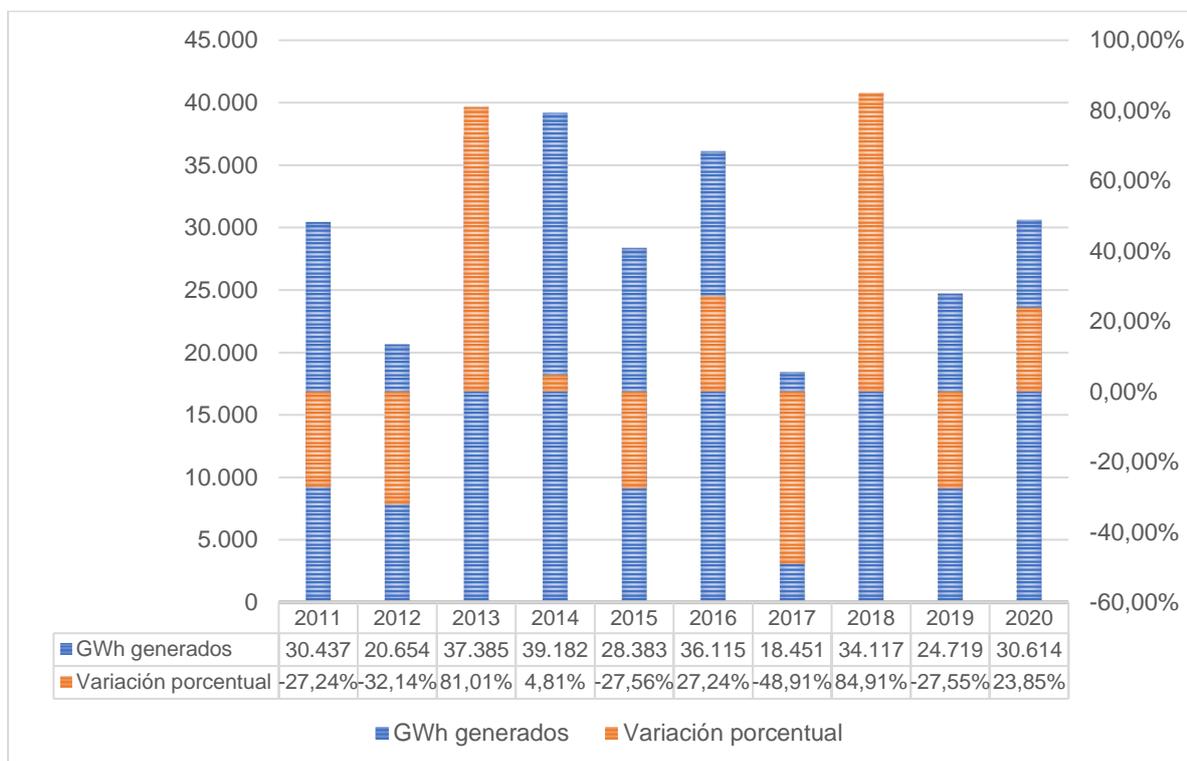
Dichos datos se traducen en la aportación eólica a la economía española de un 0,35% al PIB español, es decir, 4.073 millones de euros. Habiendo invertido el sector eólico el 4,19% de su contribución al PIB, equivaliendo a una totalidad 108 millones de euros.

Todos estos datos nos lo ofrecen la Agencia Empresarial Eólica, siendo todos reales y verificados oficialmente con el Estado.

Y contribuyendo a evitar la emisión de 29 millones de toneladas de Dióxido de Carbono (CO2) en 2019, gracias al desarrollo y crecimiento continuo.

Ahora veremos en la siguiente gráfica los gigavatios hora (GWh) generados entre 2011 y 2020 y la tasa de variación que se ha producido año tras año. Los datos anuales han sido facilitados por la Red Eléctrica de España y las variaciones se han calculado mediante los datos aportados.

Figura 5.5. Gigavatios hora generados por la eólica en España entre 2011 y 2020



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

Como bien se puede apreciar mediante la gráfica, la eólica no ha tenido una generación constante. El mayor aumento se registró en 2012 y en 2013, años que coincidieron con las mayores inversiones y expansión con respecto a todo lo que estaba relacionado con la energía eólica. Posteriormente, ha habido continuamente subidas y bajadas, sin lograr un crecimiento estable y sostenible.

Es cierto que si comparamos la generación de electricidad del último año con el año 2011, estamos ante una variación del 22,63%. Se podría decir que se ha tenido un crecimiento notable. Pese al COVID-19, ha podido aumentar la producción, aunque solo haya sido un 1,21%.

Teniendo en cuenta que hasta el momento actual ya se han generado 22.877 gigavatios hora (GWh), España podría alcanzar un récord y sobrepasar la marca de los 60.000 gigavatios hora (GWh) en 2021. En concreto, se podría estimar que la cifra se encuentra alrededor de los 66.000 gigavatios hora (GWh).

Para dicha cifra, se ha cogido como referencia los 54.899 gigavatios (GWh) generados en 2020 y calcular una media mensual que se encuentra en los 4.574,92 gigavatios hora (GWh) mensuales. Dado que actualmente España se encuentra a finales de mayo de 2021 en 27.877 gigavatios hora (GWh), hemos multiplicado dicha cifra por los 12 meses del año y dividirla

luego entre los 5 meses que han tenido lugar. Con lo cual se ha obtenido un total de 66.904,8 gigavatios hora (GWh) para 2021 y una media mensual de 5.575,4 gigavatios hora (GWh).

Evidentemente, al tratarse de una estimación no es seguro que se de esa cifra final, y más, teniendo en cuenta que la variable de las condiciones meteorológicas no es constante y que puede variar de un mes a otro, tanto para bien como para mal.

Si diese lugar este gran crecimiento, aumentaría un 17,94% con respecto a 2020, lo cual, se traduce en un más que probable en su cuota de mercado, haciéndose destacar aún en mayor medida entre las energías renovables presentes en España como también en comparación con todas las energías, incluidas las que no son renovables.

Una vez comprobado los gigavatios hora (GWh) que se han producido a nivel nacional, veremos, a continuación, como se reparte la potencia eólica instalada por cada Comunidad Autónoma en el último año. Además, en la última columna mediante los datos que han facilitado la Agencia Empresarial Eólica se han calculado el porcentaje que abarca cada Comunidad según su capacidad.

Tabla 5.4. La potencia de energía eólica instalada en España en 2020

CCAA	Potencia eólica instalada en 2020 (MW)	Potencia acumulada a cierre de 2020 (MW)	Potencia eólica (%)
Castilla y León	216,30	6.299,81	23%
Castilla La Mancha	65,00	3.886,14	14,2%
Galicia	23,60	3.829,19	14%
Andalucía	23,63	3.478,45	12,7%
Aragón	1.050,87	4.159,25	15,2%
Cataluña	0,00	1.271,20	4,6%
Comunidad Valenciana	49,79	1.238,78	4,5%
Navarra	262,58	1.302,80	4,7%
Asturias	0,00	589,95	2,1%
La Rioja	0,00	446,62	1,6%
Islas Canarias	28,80	449,83	1,6%
Murcia	0,00	261,96	1%
País Vasco	0,00	153,25	0,6%
Extremadura	0,00	39,38	0,1%
Cantabria	0,00	35,30	0,1%
Baleares	0,00	3,68	0%
TOTAL	1.720,56	27.445,56	

Fuente: Elaboración propia a partir de Agencia Empresarial Eólica (AEE).

Con la ayuda de la gráfica se puede apreciar que las cinco Comunidades Autónomas marcadas en amarillo abarcan prácticamente el 80% de la potencia total, en concreto, el 79,1%. Por lo tanto, el 20,9% se reparte para las once Comunidades restantes, siendo el reparto todo menos equitativo.

El líder indiscutible es Castilla y León que cuenta la mayor potencia instalada en territorio español, sobre todo destaca la provincia de Burgos que tiene 1,980 megavatios (MW) instalados, según la Junta de Castilla y León. Es un dato abrumador ya que Burgos cuenta con mayor potencia instalada que Cataluña o Navarra.

Por otro lado, cabe destacar el crecimiento de Aragón en el 2020, aumentando su instalación acumulada en un 25,27%. Mientras que la mayoría de las Comunidades Autónomas han crecido, por regla general, mínimamente, Aragón suma más del 60% del

crecimiento nacional con respecto a las instalaciones en el año del surgimiento de la pandemia.

Además, destacan Comunidades como Extremadura, Cantabria, Baleares y el País Vasco, sin embargo, en sentido negativo ya que juntas no llegan ni al 1%. Dichas regiones aún deben de dar un paso hacia el frente porque su contribución a la eólica es prácticamente nula.

5.3.2. El actor secundario, la energía hidráulica

Cuando hacemos referencia a la energía hidráulica, estamos ante el primer tipo de energía eléctrica que se perfeccionó utilizando un recurso renovable, en concreto, el agua. Siendo la principal fuente de generación eléctrica en España entre finales de los noventa y principios del siglo XX.

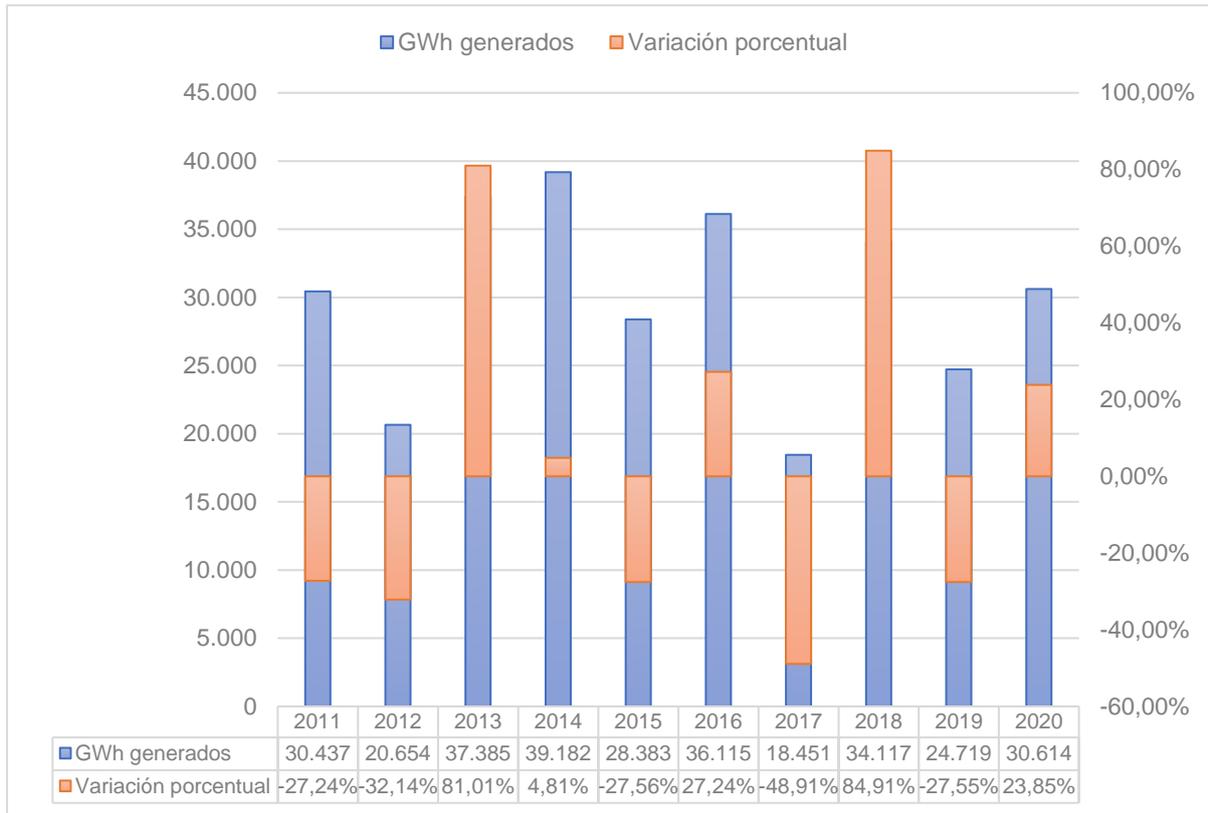
Hoy en día, sigue teniendo un gran peso, siendo la segunda fuente de energía renovable en España. Sin embargo, con la aparición de la eólica y la solar va perdiendo peso y su atractivo ha ido disminuyendo en los últimos años.

Un gran culpable de ello son las condiciones meteorológicas, dado que está habiendo más olas de calor que provocan sequías, lo cual, juega un papel en su contra. Además, otro factor importante son las consecuencias medioambientales negativas que genera su construcción, modificando de tal modo el ecosistema del lugar de construcción. Sin olvidarnos, que requiere ubicaciones muy puntuales, lo cual, genera una mayor exigencia económica para poner en marcha una central.

A pesar de todo, la energía hidráulica representa el 10% del total de energía generada en gigavatios hora (GWh) en 2020, como se explico en el apartado 5.1. Con respecto al total de energía renovable generada, ocupa el segundo puesto, siendo su aportación un 28%. Lo cual, aún le permite tener una cierta ventaja frente a la solar, siendo dicha ventaja más de 10%.

A continuación, se muestra los gigavatios hora (GWh) generados mediante la energía hidráulica en España desde el año 2011 hasta el 2020. Para construir la gráfica, la aportación de los datos de la Red Eléctrica de España ha sido fundamental. También se puede observar, la variación porcentual de la generación sobre el año anterior.

Figura 5.6. Gigavatios hora (GWh) generados por la energía hidráulica en España



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

Como bien se puede observar, en los últimos diez años ha habido subidas y bajadas drásticas. No se puede apreciar un crecimiento estable en ningún momento.

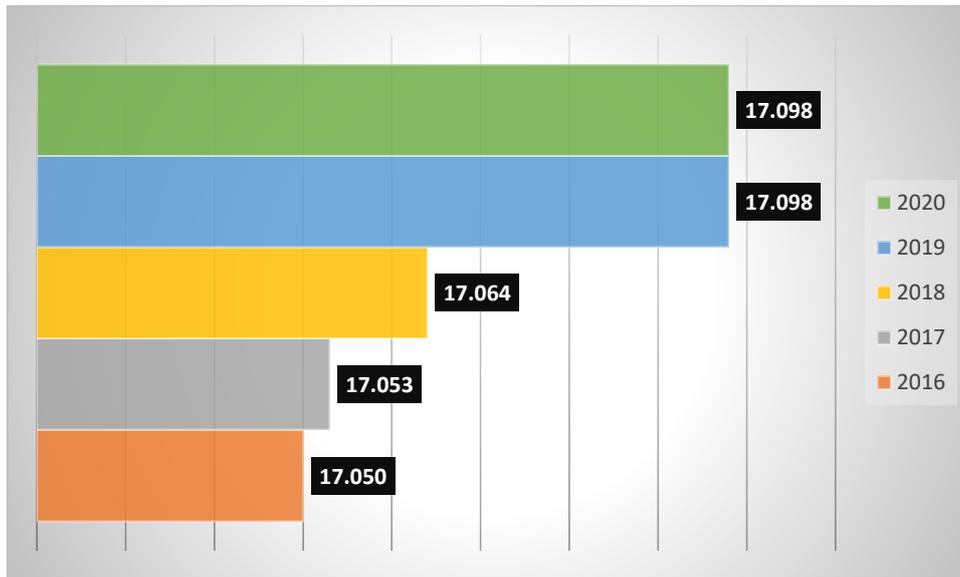
Tanto en los años anteriores como en la actualidad, el sector de energía hidráulica en España busca conseguir una mayor eficiencia e intentar mejorar las centrales actuales mediante procesos de rehabilitación y modernización. Y es que, muchas de estas centrales llevan décadas en funcionamiento y requieren un mantenimiento constante.

Aunque, como ya se mencionó previamente, se está apostando en una proporción mayor por la energía eólica y, sobre todo, por la energía solar. Por lo tanto, se estima que en los próximos años la energía solar dará un paso adelante y se convertirá en la segunda energía renovable que más electricidad genere.

Es importante hacer un inciso sobre la falta de información y datos que existen actualmente sobre el sector hidráulico. Tras investigar en profundidad, se ha podido comprobar que no existe un organismo o agencia concreta que se dedique a valorar sus aportaciones a la economía española.

En la siguiente gráfica, es posible apreciar la mínima modificación que ha habido en relación de la potencia instalada de la energía hidráulica en los últimos cinco años. Lo cual, ayuda a entender porque la apuesta por este sector cada vez es menor.

Figura 5.7. Potencia instalada de energía hidráulica en megavatios (MW) en España desde 2016 hasta 2020



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

Si repartimos dicha potencia instalada por cada Comunidad Autónoma, surgen grandes diferencias entre los diferentes territorios en España. Por lo tanto, en la siguiente tabla se verá la distribución de la potencia por cada Comunidad Autónoma. Los datos equivales al año 2020, aunque son exactamente los mismos para el 2019, dado que no ha habido ninguna variación.

Asimismo, se ha creado también un mapa de calor de España donde las zonas más importantes están marcadas.

Tabla 5.5. Distribución de la potencia instalada en MW por cada Comunidad Autónoma

Comunidad Autónoma	Potencia instalada (MW)
Andalucía	623
Aragón	1.338
Asturias	805
Cantabria	99
Castilla - La Mancha	652
Castilla y León	4.398
Cataluña	1.922
Comunidad de Madrid	109
Comunidad Valenciana	642
Extremadura	2.277
Galicia	3.729
Islas Canarias	2
La Rioja	52
Murcia	35
Navarra	238
País Vasco	178

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

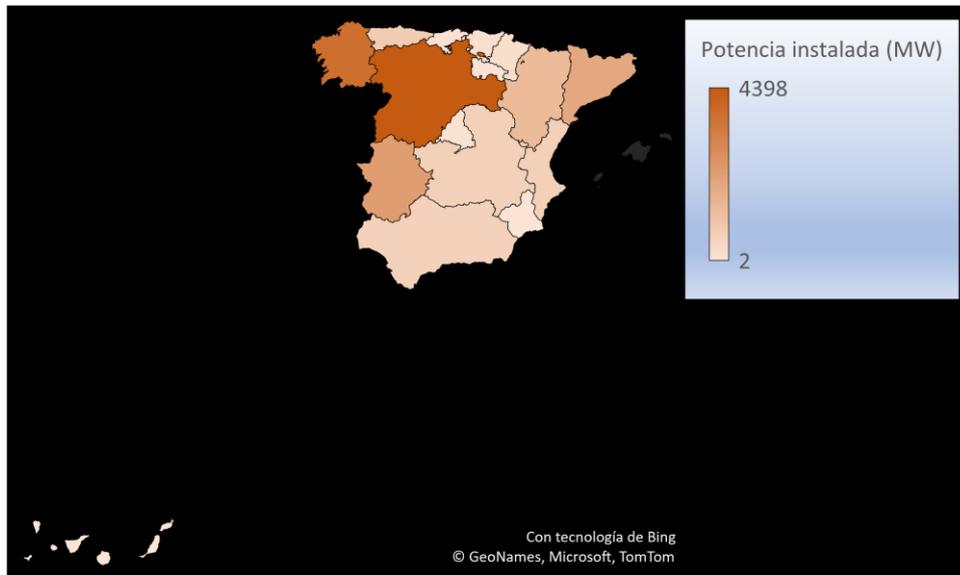
En la tabla, no se han incluido Ceuta, Islas Baleares ni Melilla debido a que no cuentan con ninguna instalación hidráulica. Por lo tanto, las Islas Canarias es la única Comunidad Autónoma que cuenta con una instalación fuera de la península ibérica. Sin embargo, su aportación es mínima, dado que únicamente cuenta con 2 megavatios de potencia instalada.

Por otro lado, tenemos cinco Comunidades Autónomas marcadas en amarillo (Aragón, Castilla y León, Cataluña, Extremadura y Galicia), las cuales, son las que más cantidad de instalaciones disponen. Además, son las únicas que superan la media de instalación, siendo dicha media 899,89 megavatios (MW), habiendo incluido en su cálculo también aquellas que carecen de instalaciones.

De estas cinco, el líder indiscutible es Castilla y León que abarca un cuarto (25%) de la potencia total instalada.

Pero, si sumamos las cinco juntas engloban aproximadamente el 80% del total, en concreto, un 79,85%. Lo cual, se puede resumir en un reparto desigual y centrandolo únicamente en dichas Comunidades Autónomas mencionadas.

Figura 5.8. Mapa de calor de España representando la potencia instalada en MW por Comunidad Autónoma



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la Red Eléctrica de España (REE) y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En el caso de Aragón, Castilla y León, Cataluña y Extremadura, su gran potencial viene dado por las cuencas de los ríos más importantes en el país. Por lo tanto, son las zonas donde más embalses se localizan en el territorio español. Galicia, también cuenta con muchos, sin embargo, esta comunidad se hace destacar debido a que es la región que mayor precipitación acumulada recibe en el país, según la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), superando en algunos puntos concretos los 1.000 milímetros. También tiene su protagonismo la cuenca del Miño en dicha comunidad.

Con respecto a las primeras cuatro regiones mencionadas, cabe destacar la importancia de sus cuencas. Así, Castilla y León cuenta con la cuenca del Duero, Aragón y Cataluña se ven influenciadas por la cuenca del Ebro y Extremadura por el Tajo, el cual, es el río más largo de la península ibérica, siendo la superficie total de su cuenca de 80.600 kilómetros cuadrados (km²).

5.3.3. El desaprovechamiento de la energía solar

Finalmente, explicaremos el estado de la energía solar en España. En la actualidad, es la tercera energía renovable principal del país. Pero, eso no significa que cuente con menos importancia que las dos anteriores. Es más, estamos ante la energía verde que más está creciendo en los últimos años, destacando principalmente la solar fotovoltaica.

Recordemos que, entre la energía fotovoltaica y térmica, representan un 6% del total de energía generada en España durante el año 2020, siendo sus respectivos porcentajes, de 6,1% y 1,8%. Lo cual, traducido en gigavatios hora (GWh) generados serían 15.289 y 4.538.

En comparación al total de energía renovable generada, abarcan entre ambas un 18%. De esos 18%, 14% provienen de la energía solar fotovoltaica y, los 4% restantes de la solar térmica.

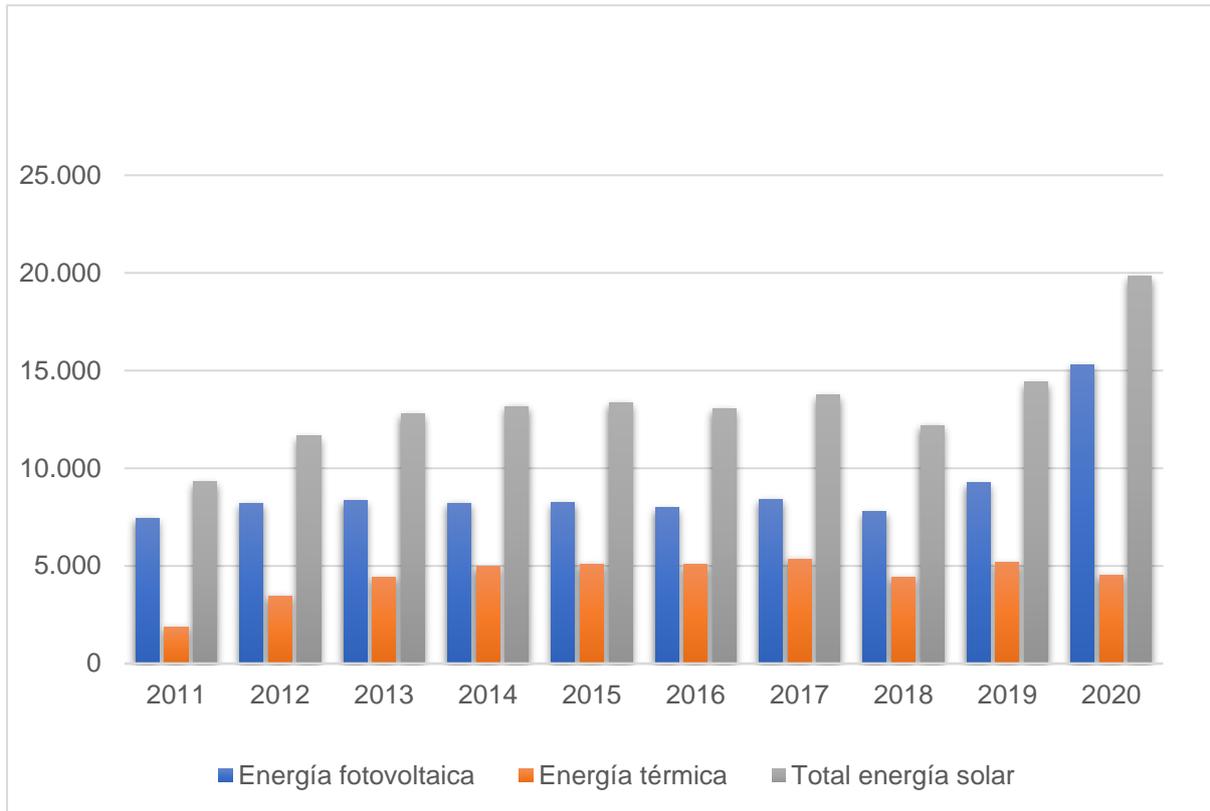
A continuación, se contrastarán en una tabla la generación de la energía solar total, como también la fotovoltaica y térmica separada. Como horizonte temporal se ha escogido el tramo entre el año 2011 y 2020. Además, para que se aprecie un poco mejor la diferencia entre ambas energías solares, se ha colocado justo debajo una gráfica comparativa. Ambas figuras han sido posibles construirlas gracias a la aportación de los datos oficiales por parte de la Red eléctrica de España (REE) y la Unión Española Fotovoltaica (UNEF),

Figura 5.9. Generación de energía solar en megavatios (MW) durante 2011 y 2020

Año	Energía fotovoltaica	Energía térmica	Total energía solar
2011	7.441	1.862	9.303
2012	8.202	3.447	11.649
2013	8.327	4.442	12.769
2014	8.208	4.959	13.167
2015	8.244	5.085	13.329
2016	7.977	5.071	13.048
2017	8.398	5.348	13.746
2018	7.766	4.424	12.190
2019	9.252	5.166	14.418
2020	15.289	4.538	19.827

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE) y la Unión Española Fotovoltaica (UNEF).

Figura 5.10. Generación de energía solar en megavatios (MW) durante 2011 y 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (REE) y la Unión Española Fotovoltaica (UNEF).

Por regla general, la energía fotovoltaica ha tenido un crecimiento sostenible y sus números han ido aumentando con el paso de los años, a excepción de los años 2014, 2016 y 2018.

Pero, el dato llamativo es la generación total del año pasado, donde ha batido su récord y ha sufrido un incremento del 65,26%, respecto al 2019. De hecho, es la primera vez que supera la barrera de los 10%, dado que forma el 14% de la generación total de renovables. Incluso respecto a la energía total generada en España durante 2020, ha logrado casi duplicar su cifra, dado que durante el año anterior se situaba en un 3,5% aproximadamente, y de repente, se encuentra en el 6,1%.

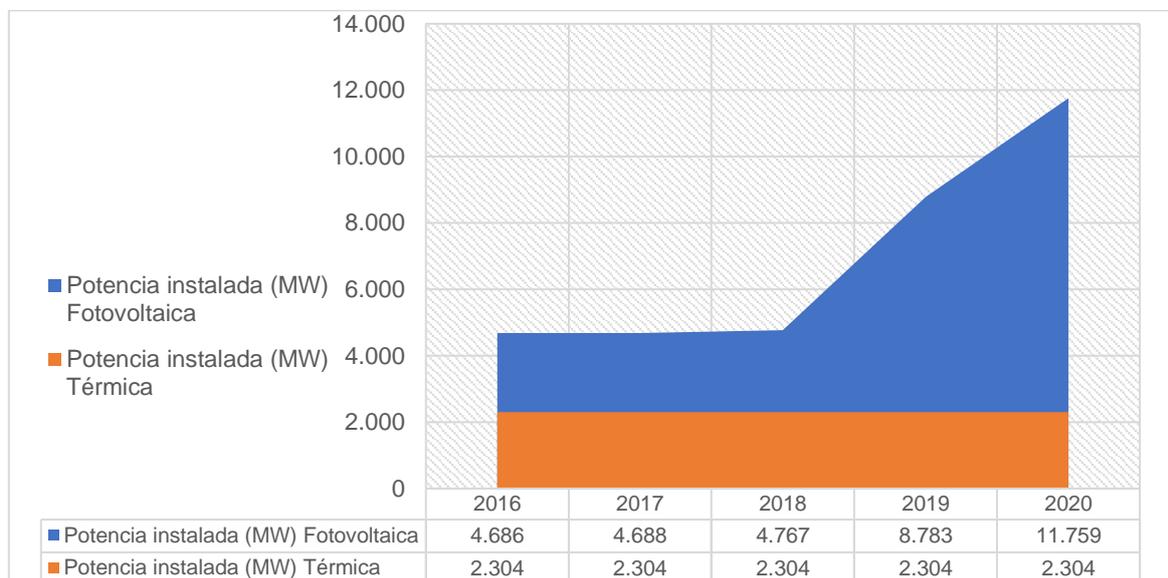
Mientras que, la energía solar térmica no ha reaccionado de la misma manera. Ha generado incrementos y disminuciones hasta llegar a un punto donde se ha estancado. A nivel general, se ha ido manteniendo estable, con respecto a la generación total de energía, situándose en los últimos cinco años entre el 1,7% y el 2%. Actualmente, está en un 1,8%, sin embargo, si la comparamos con las energías renovables generadas, ha disminuido más de un punto, de 5,28% a un 4,1%.

Si comparamos sus cifras con su evolución en los últimos años, no ha sufrido cambios drásticos. Pero, al compararla con la energía solar fotovoltaica se ha generado una brecha ancha que cada vez se extiende más.

Por lo tanto, es evidente que la energía solar fotovoltaica ha dado un salto importante durante este último ejercicio, con el objetivo de seguir avanzando y utilizar este año como ejemplo de cara a los siguientes años. Y la energía solar térmica, aparte de estar estancada, no parece tener un síntoma de mejora para el futuro, generándose entre ellas una diferencia amplia.

Para entender lo que está ocurriendo, se muestra en la siguiente figura cómo ha evolucionado la capacidad de potencia instalada en España con ayuda del Informe Anual de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) y la Red Eléctrica de España (REE).

Figura 5.11. Potencia instalada en megavatios (MW) de energía fotovoltaica y térmica en España desde 2016 hasta 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Informe Anual de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) y la Red Eléctrica de España (REE).

Claramente se puede observar lo que se venía explicando en los párrafos previos, y de tal modo, comprobar el estancamiento de una y el avance de otra.

En los últimos cinco años, la capacidad instalada de la energía solar térmica se ha mantenido constante. De esos 2.303 megavatios, se reparten prácticamente sólo en tres Comunidades Autónomas, siendo estas Andalucía con 1.000 megavatios (MW), Extremadura con 849 megavatios (MW) y Castilla – La Mancha con 349 megavatios (MW) instalados.

A partir de 2019, la potencia fotovoltaica instalada ha presenciado un crecimiento notable, gracias al importante papel que está cogiendo. Las inversiones han incrementado y, con ello, las cantidades y tamaños de las instalaciones como la generación de energía. Las mismas tres comunidades autónomas que se reparten la mayoría de la energía térmica, vuelven a ser protagonistas con respecto a la energía fotovoltaica. Aunque, esta vez Andalucía y Extremadura cuentan con cifras muy similares. La primera tiene 2.681 megavatios (MW) instalados y, la segunda 2.569 megavatios (MW). El tercer puesto lo ocupa nuevamente Castilla – La Mancha con 1.939 megavatios (MW).

En resumen, España cuenta con una media de más de 2.500 horas al año de sol, más que cualquier otro país en Europa. Por lo tanto, no se puede conformar con los números actuales, dado que no se está aprovechando al máximo la energía del sol y países como Alemania y Reino Unido se encuentran aún por delante tanto en producción como instalación.

5.4. COMPARACIÓN DE LA GENERACIÓN/PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y EXPORTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES FRENTE A LA UNIÓN EUROPEA Y LÍDERES MUNDIALES

A lo largo de este apartado, veremos donde se sitúa España en un plano mundial. La intención es comparar su posición frente a las grandes potencias y en que lugar se encuentra en la actualidad.

Para ello, utilizamos como fuente fiable a la “*International Renewable Energy Agency*”, más conocida como IRENA. El objetivo de este punto es identificar la potencia instalada en energías renovables, como también respecto a sus principales fuentes renovables y ver si realmente se acerca a potencias como China, Estados Unidos o Alemania entre otros.

Gracias a la agencia internacional, se ha podido crear la siguiente tabla:

Tabla 5.6. Clasificación de los 10 países con mayor capacidad renovable instalada (MW) 2020

Ranking países	Capacidad instalada en MW en 2020
China	925.199,11
EE. UU.	311.332,50
Brasil	150.045,91
India	138.982,36
Alemania	130.093,50
Japón	123.263,95
Canadá	101.362,35
España	62.428,62
Italia	59.239,43
Francia	57.092,64

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos aportados por International Renewable Energy Agency (IRENA).

Según la agencia, “*International Renewable Energy Agency*” (IRENA), España se encuentra con un total de 62.428,62 megavatios (MW) potencia instalada en el puesto número ocho del mundo en 2020. El año anterior se encontraba en la novena plaza, pero ha podido adelantar a Italia. Dentro de la Unión Europea se encuentra en la segunda posición tras Alemania. Le siguen Francia, Italia, Noruega, Suecia, Austria, Suiza y Holanda.

El hecho de encontrar España en esta clasificación es algo importante y a la vez necesario. Es cierto que aun está muy lejos de los líderes del mercado, pero aún tiene mucho margen de mejora.

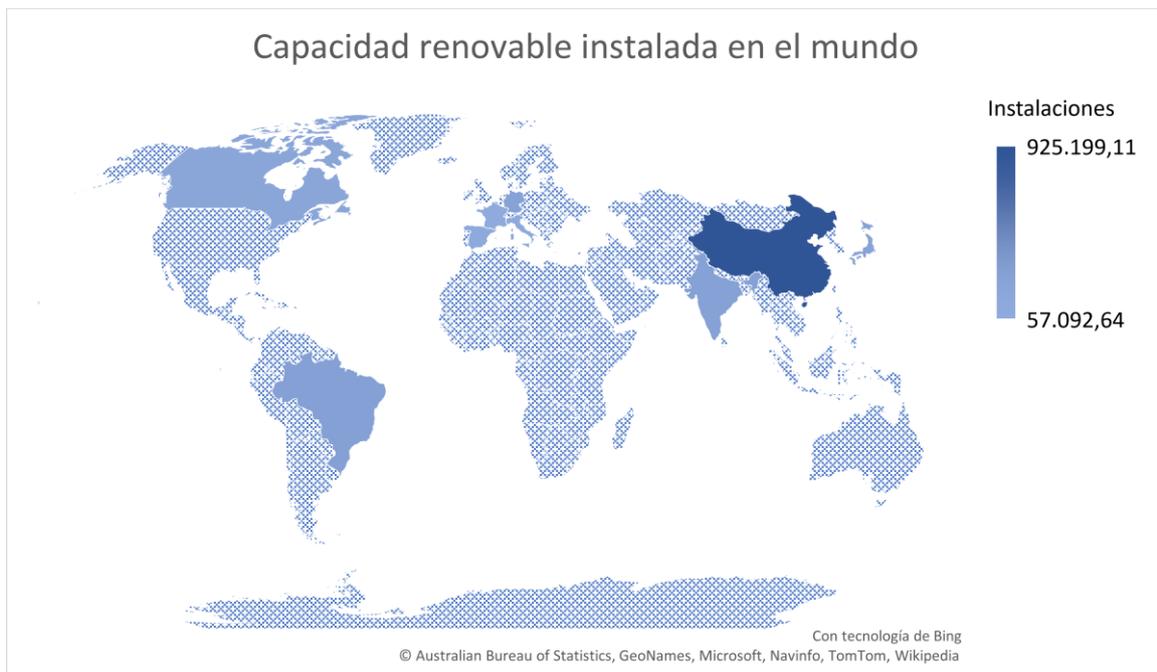
Sin ir más lejos, en el reciente informe por parte de la “*Renewable Energy Country Attractiveness Index*”, más conocida como RECAI y, traducido al castellano como Índice de atractivo de los países en materia de energías renovables, ha colocado a España como el décimo país más atractivo para invertir en energías renovables.

El poder y liderazgo absoluto es de China, que cuenta con un 45% de la capacidad total instalada en energías renovables. Luego, aparece en escena Estados Unidos, aunque se encuentra muy alejado de China. Sin embargo, abarca el 15% del total y está muy consolidado en la segunda posición. Entre las dos potencias, forman un 60%.

Detrás de estas grandes potencias, aparecen los “perseguidores”. Hacemos referencia a Brasil, India, Alemania, Japón y Canadá. Se trata de un grupo de países que presentan un gran potencial de cara al futuro próximo. Tienen grandes proyectos en marcha y están llevando a cabo inversiones importantes para desarrollar aún más su sector de las renovables. Dichos países ocupan la mitad de la tabla, estando tanto alejados de China y Estados Unidos como de los últimos tres que forman la cola de la clasificación. En ese último grupo, aparece España, Italia y Francia.

A continuación, se verá a través de un mapa de calor el reparto de la capacidad instalada en el mundo durante el 2020.

Figura 5.12. Capacidad renovable instalada en megavatios (MW) a través del mapa del mundo durante el 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de la aportación de los datos de la International Renewable Energy Agency (IRENA).

Tras ello, la clasificación a nivel mundial sobre la capacidad total instalada, veremos las diferentes clasificaciones de los diez países más punteros respecto a la capacidad instalada en energía eólica, hidráulica y solar. Dichas tablas se realizarán con los datos “International Renewable Energy Agency” (IRENA).

Comenzamos con la energía eólica, donde podemos encontrar a España en el quinto lugar. Ocupando la segunda plaza dentro de los países miembros de la Unión Europea, estando por delante nuevamente de Francia, Italia y de los países escandinavos. Pero, una vez más le toca estar detrás de Alemania que, cuenta con más del doble de capacidad instalada.

Tabla 5.7. Clasificación de los 10 países con mayor capacidad instalada de energía eólica en megavatios (MW) en 2020

Posición	Países	Capacidad instalada (MW)
1	China	281.993
2	Estados Unidos	117.744
3	Alemania	62.184
4	India	38.559
5	España	27.084
6	Reino Unido	24.665
7	Francia	17.382
8	Brasil	17.198
9	Canadá	13.577
10	Italia	16.839

Fuente: Elaboración propia a partir de International Renewable Energy Agency (IRENA).

En el apartado 5.3.1. se explicó la importancia que tenía la energía eólica en España, siendo la energía renovable principal del país. También se hizo hincapié en su importancia de cara al futuro, debido a que se llevarán a cabo importantes inversiones.

Sin embargo, países como Estados Unidos, Francia o Brasil cuentan con proyectos muy ambiciosos para aumentar su capacidad instalada en eólica.

Estas inversiones que llevarán a cabo los diferentes países se traducirán en una serie de cambios en la actual clasificación, pudiendo afectar a España.

Con posterioridad a la instalación en energía eólica, nos centramos en la capacidad instalada en energía hidráulica con una nueva clasificación. Veremos países que no han aparecido hasta el momento y cambios en las posiciones.

Tabla 5.8. Clasificación de los diez países con mayor capacidad instalada en 2020 de energía hidráulica en megavatios (MW)

Posición	Países	Capacidad instalada (MW)
1	China	370.160
2	Brasil	109.318
3	Estados Unidos	103.058
4	India	50.680
5	Japón	50.016
6	Noruega	33.003
7	Turquía	30.984
8	Francia	28.897
9	Italia	22.448
10	España	20.114

Fuente: Elaboración propia a partir de International Renewable Energy Agency (IRENA).

En el ranking de la capacidad instalada de energía hidráulica aparecen países nuevos como es el caso de Turquía o Noruega. Incluso otros países como Alemania o Reino Unido ni siquiera aparecen. Recordemos que la localización geográfica para dicha energía es muy importante, tanto las precipitaciones, al igual, que contar con numerosos ríos e grandes

instalaciones de embalses que hayan sido posibles construir gracias al relieve del territorio. Por ello, ha habido un cambio significativo en este ranking.

Con referencia a España, esta vez ya no se sitúa tan adelantado como en las otras listas. Aún así, le es suficiente para lograr la décima posición. Pero, de cara a los siguientes años, es muy probable que España desaparezca de dicha clasificación. Uno de los grandes motivos es la decisión de centrarse más en la energía eólica y solar, dado que cuentan con mayor potencial.

Ahora, es el momento de centrarse en la energía solar. Como ha ocurrido hasta el momento, se mostrará la lista de los diez países con mayor capacidad instalada en energía solar. Pero, como la energía solar incluye, por un lado, la fotovoltaica, y por otro, la térmica, se necesitarán dos nuevas clasificaciones para ver la diferencia existente entre ambas.

Pues bien, comenzamos con la clasificación general:

Tabla 5.9. Ranking de los diez países con mayor capacidad instalada en megavatios (MW) de energía solar en 2020

Posición	Países	Capacidad instalada (MW)
1	China	254.355
2	Estados Unidos	75.572
3	Japón	67.000
4	Alemania	53.783
5	India	39.211
6	Italia	21.600
7	Australia	16.627
8	Vietnam	16.505
9	República de Corea	14.575
10	España	14.084

Fuente: Elaboración propia a partir de International Renewable Energy Agency (IRENA).

Una vez más, nos encontramos como líder a China. Y, como en casi todos los rankings anteriores, se encuentra detrás Estados Unidos.

Si solo nos importasen los países de la Unión Europea, España tomaría la tercera posición. Sin embargo, a nivel global, está muy cerca de quedarse fuera de los mejores diez. Aunque, se encuentra muy cerca de Corea que, hasta ahora, no ha tenido presencia en ninguna de las clasificaciones vistas.

Queda muy evidente, la amplia mejora pendiente de España, en relación, a la energía solar, dado que se trata de un país que cuenta con muchas más horas de sol que algunos que se encuentran en puestos más adelantados. Únicamente, no se ha invertido aún lo suficiente para aprovechar el sol al máximo y empezar a expandirse como gran potencia.

Ya se ha podido apreciar la capacidad instalada según se deriva de la energía solar en su totalidad. Pero, es necesario separarla ambas, dado que merece la pena mostrar la gran diferencia que surge entre la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica.

Por la primera, normalmente suelen apostar más los países. De hecho, se trata de la energía solar más habitual. Además, los países que lideren su capacidad de instalación son prácticamente los mismos que forman la general.

Pero, en el caso de la energía solar térmica, la situación varía al completo. La capacidad instalada es bastante inferior frente a la fotovoltaica, siendo la diferencia enorme. También

aparecen países que no se han mencionado anteriormente, incluyendo por primera vez países del continente africano.

Tabla 5.10. Ranking de los diez países con mayor capacidad instalada en megavatios (MW) de energía solar fotovoltaica en 2020

Posición	Países	Capacidad instalada (MW)
1	China	253.834
2	Estados Unidos	73.814
3	Japón	67.000
4	Alemania	53.781
5	India	38.983
6	Italia	21.594
7	Australia	17.625
8	Vietnam	16.504
9	República de Corea	14.575
10	Reino Unido	13.563

Fuente: Elaboración propia a partir de International Renewable Energy Agency (IRENA).

Tabla 5.11. Ranking de los diez países con mayor capacidad instalada en megavatios (MW) de energía solar térmica en 2020

Posición	Países	Capacidad instalada (MW)
1	España	2.304
2	Estados Unidos	1.758
3	Marruecos	530
4	China	521
5	Sudáfrica	500
6	Israel	248
7	India	229
8	Emiratos Árabes	100
9	Chile	100
10	Kuwait	50

Fuente: Elaboración propia a partir de International Renewable Energy Agency (IRENA).

De las dos tablas, es necesario destacar la no presencia de España en la fotovoltaica, y su posición de líder, en la térmica. Curiosamente, vimos durante el último apartado, en concreto el punto 5.3.3., que España está realizando un gran avance con respecto a las fotovoltaicas, dejando hacia un lado la térmica.

La energía solar térmica, no ha sufrido cambio alguno en los últimos años en España, por lo que, cuenta con su posición de ventaja ya hace unos años. Pero probablemente, esta situación pueda dar un vuelco negativo frente a los demás países, ya que no está apostando mucho por su generación.

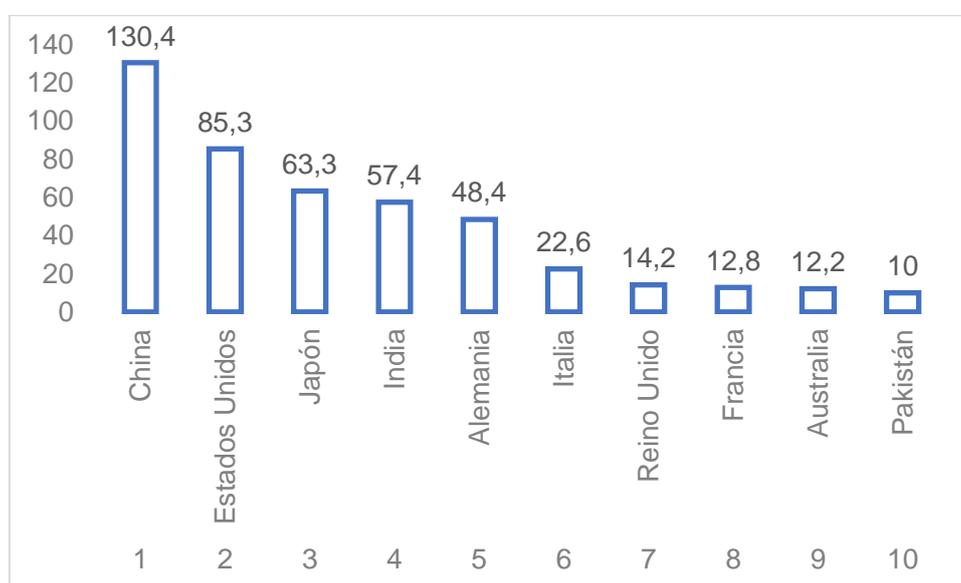
En el caso de la generación de energía fotovoltaica, cambia el entorno completamente. España ha superado con creces el 2020 y seguirá apostando en los siguientes años para ampliar tanto su producción como también invertirá para aumentar aún más su capacidad

instalada. Con ello, busca convertirse en un referente mundial y ocupar una posición notable en el ranking.

Por último, veremos la clasificación de los diez países que generan mayor cantidad de electricidad a raíz de la energía solar. Incluimos esta gráfica porque aún siendo el líder en capacidad instalada de energía solar térmica y ser el décimo en contar con capacidad instalada de energía solar, no se encuentra entre los diez países que más electricidad generan a raíz de la energía solar.

Esto, se resume básicamente en la falta de explotación y aprovechamiento de esta energía que nos aporta el sol. Además, cuenta con un margen de mejora muy amplio, ya que es la energía renovable que mayor crecimiento tendrá en los próximos años. Requerirá paciencia y grandes esfuerzos económicos, pero será una apuesta segura para cumplir con los objetivos de la descarbonización y del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).

Figura 5.13. Clasificación de los diez países que más energía eléctrica han producido en gigavatios (GW) mediante la energía solar durante el 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de International Energy Agency (IEA).

Para finalizar este apartado, se debe añadir que la tendencia que se ha experimentado en los últimos cinco años en los intercambios internacionales de energía física ha sido positiva. Con el paso de los años, el saldo importador ha ido disminuyendo continuamente, registrando en 2020 una disminución del 43,8% con respecto al 2019, en concreto, 3.857 gigavatios hora (GWh).

En total, se han importado 18.687 gigavatios hora (GWh) y se han exportado un total de 14.830 gigavatios hora (GWh) en 2020.

Dichos intercambios se realizan con los países fronterizos de España, siendo estos, Francia, Portugal y Marruecos. Siendo el saldo exportador mayor que el importador con Portugal y Marruecos. Sin embargo, en comparación a Francia, el saldo importador suele superar el doble al exportador, según las estimaciones de la Red Eléctrica de España.

5.5. CRECIMIENTO Y PREVISIÓN DEL FUTURO DE ESPAÑA EN EL SECTOR ENERGÉTICO

A lo largo del trabajo, el enfoque ha sido en todo momento en el pasado y en el presente sobre el sector energético español y sus principales fuentes de energías. Pero, no está de más analizar el panorama de cara a los siguientes diez años para España.

Con la ayuda del Gobierno de España y su Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, publicado el 20 de enero de 2020, es posible llevar a cabo ciertas estimaciones y al menos crear un escenario futuro posible.

Es evidente que es imposible que lo propuesto ocurra al cien por ciento con total seguridad, sin embargo, con los nuevos objetivos marcados, las decisiones que se están tomando y los proyectos en marcha, se puede pensar que las estimaciones pueden llegar a ser viables en la mayoría de los casos.

Es necesario destacar que existen y existirán factores no controlables como es el caso de los fenómenos meteorológicos. El medio ambiente ha sufrido mucho y eso hace más imprevisible las condiciones climáticas que directamente afectan, tanto para positivo como para negativo, el aprovechamiento de las energías renovables.

En el marco teórico también se hizo cierto hincapié en una serie de alternativas que pueden ser de relativa importancia de cara a los próximos años, aun no existiendo aun o simplemente encontrarse en fase piloto.

Por lo tanto, el siguiente apartado lo clasificaremos en dos partes, por una parte, se explicarán las alternativas que están apareciendo y que cuentan con potencial suficiente para abrirse un hueco en el mercado y, por otro lado, analizaremos el proceso de descarbonización que llevará a cabo España y que posibles objetivos y metas se plantea el país con ayuda del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para los próximos diez años.

5.5.1. Aparición y explotación de nuevas alternativas como fuentes energéticas

Entre las nuevas alternativas podemos encontrar las siguientes fuentes energéticas potenciales:

a) Energía eólica marina

Una de las alternativas más interesantes de cara al futuro, sería desarrollar y producir energía eólica marina.

Hasta ahora, hemos podido comprobar que la principal producción de energías renovables proviene de la eólica. Sin embargo, se trata de aerogeneradores terrestres, es decir, están distribuidos a lo largo del territorio español en tierra firme.

Recordemos que España está rodeada de costa, aproximadamente 6.000 kilómetros, incluyendo también las Islas Baleares y las Islas Canarias que se encuentran fuera de la península.

Y es aquí, donde surge el interés de empezar a aprovechar la fuerza del viento en alta mar, ya que, gracias a la localización del país, no escasea el mar.

Países como el Reino Unido, líder de la eólica marina y cuenta con el parque eólico más grande del mundo con 1.218 MW “Hornsea 1”, o Dinamarca, que fue la pionera, ya han construido grandes campos en alta mar y se han dado cuenta de sus numerosas ventajas.

Figura 5.14. “Hornsea Wind Farm” en el Mar del Norte



Fuente: Xataka

Estas instalaciones se diferencian en que el recurso eólico existente es superior y más regular en el mar que en tierra firme. Esto provoca un aumento de la generación eléctrica de los aerogeneradores con las mismas dimensiones. Además, si intentásemos comparar la altura necesaria de la torre, lo más probable es que fuera menor que uno terrestre.

Según se ha ido investigando esta alternativa, resulta potente que se instalan en tierra firme, en la mayoría de los casos suelen existir limitaciones generadas por la orografía y el posterior transporte. En otras palabras, las instalaciones eólicas terrestres se suelen consolidar en una potencia unitaria de 5 megavatios (MW), viéndose obligado a aumentar el diámetro del rotor de los aerogeneradores para captar el viento máximo posible y generar una cantidad mayor de energía. En el caso del mar, los parques eólicos marinos construidos recientemente suelen contar con una potencia unitaria mayor de 8 MW, llegando al punto, que ya se están llevando a cabo para crear aerogeneradores nuevos capaces de consolidarse entre los 12 y 5 MW de potencia.

Existen dos tipos de tecnologías de eólica marina, unas que cuentan con estructuras fijas y otras que disponen de estructuras flotantes. La forma en que el aerogenerador es fijado al fondo marino es la mayor diferencia entre ambas. Cabe destacar que todos los parques eólicos marinos comerciales en el mundo cuentan con una estructura fija y no flotante. Únicamente existen dos proyectos a destacar de la flotante, es el caso de Kincardine (Reino Unido) con 50 megavatios (MW) y Windfloat Atlantic (Portugal) con 25 megavatios (MW).

Hoy en día, España aún no tiene eólica marina en fase comercial; solo cuenta con prototipos en áreas aprobadas para ensayos en Cantabria, Canarias y País Vasco.

Esto se debe a una serie de inconvenientes en comparación con países como Reino Unido o Dinamarca. Uno de ellos es la profundidad del agua del mar. Y es que el 92,4% del agua que nos rodea es profunda, estimándose una media de 3.013 metros. Con estos registros, España se convierte en el segundo país de Europa con las aguas más profundas, por detrás

de Portugal. Por lo tanto, a más profundidad mayores costes para su fabricación, debido a que requiere un soporte de hierro mucho más grueso y así ser más estable y resistente y evitar cualquier tipo de accidente.

Otro inconveniente sería perjudicar las vistas y alrededores de costa que atraen a gran cantidad de turistas a lo largo de todo el año. El turista percibe la instalación como gran amenaza y podría influir directamente en sus decisiones a la hora de escoger sitio para tomar sus vacaciones. Lo cual, disminuiría no solo el turismo, y con ello la actividad económica de la zona.

Y, por último, el motivo más evidente que justifica la ausencia de ninguna instalación de eólica marina aún es que hasta el momento actual resultará un proyecto económicamente viable para las empresas energéticas. Se estima que la eólica terrestre tiene un precio actual de unos 30€ por megavatio hora (MWh), mientras que, el megavatio hora generado por la eólica marina rondaría entre 100 y 200€, no como en otros países donde ha llegado a rodar los 50€. Por lo tanto, se consigue casi 7 veces más, invirtiendo actualmente en terrestre. Desgraciadamente, lo único que parece importar es un proyecto rentable a corto plazo, sin considerar los beneficios que puede generar a largo plazo.

Sin embargo, la Asociación Empresarial Eólica (AEE) insiste en que ahora es el momento de la gran oportunidad, ya que se han desarrollado proyectos con soluciones flotantes y elevados factores de capacidad con la posibilidad de incluso superar 4.000 horas equivalentes, casi el doble que en tierra firme donde producen entre 2.300 y 2.500 horas, por lo que, podría establecer estructuras que no estén fijadas en el lecho marino, aunque si los proyectos de aquí hacia delante no sean lo suficientemente atractivos, se adelantarán otros países que ya cuentan con los recursos y apoyos necesarios. Los costes no serían tan altos y se evitaría en cierta medida el impacto visual de no tener en frente cientos de aerogeneradores.

Figura 5.15. “Windfloat Atlantic”, el primer parque eólico flotante de Europa continental (Portugal)



Fuente: Repsol

Además, las estimaciones y cálculos llevados a cabo por parte de la Asociación Empresarial Eólica estiman que para el año 2030 la capacidad de instalación anual de marina podría incluso superar a la terrestre, pudiendo llegar a abarcar un 14% de la demanda de electricidad

en la Unión Europea y generando aproximadamente 300.000 puestos de trabajo. El porcentaje que puede abarcar de la demanda total y el mínimo de centrales dependerá, en gran medida, del número de instalaciones realizadas.

Uno de los grandes objetivos en mente es liderar el posicionamiento europeo en eólica marina flotante, generando un objetivo bastante ambicioso, pero no imposible. Recordemos que España cuenta con un fuerte tejido empresarial, industrial y de innovación que se encuentra muy focalizado en la eólica marina flotante gracias a la experiencia adquirida en la implementación eólica terrestre y las sinergias que tiene con el sector de construcción naval, portuario e ingeniería civil. No debemos olvidarnos, de las numerosas empresas que se dedican a exportar diversos servicios como también componentes para toda la cadena de valor de los parques “offshore” europeos. Todos esos factores podrían permitir abarcar casi la totalidad de la cadena de valor, aun sin contar con ninguna instalación actualmente.

Pero la energía eólica marina no es la única alternativa de cara al futuro para seguir aportando en mayor cantidad a generar y proporcionar energías renovables.

b) Biomasa

La segunda opción, también se mencionó durante el marco teórico, y se denomina biomasa. Con la biomasa se intentará reducir totalmente al carbón y convertirla así en su sustituto como energía renovable, y de tal modo, poder reducir el coste energético.

Por una serie de motivos, la biomasa está totalmente infrutilizada en nuestro país. Curiosamente, España es el tercer país en la Unión Europea con mayor recurso absoluto de biomasa dado que cuenta con una gran superficie forestal y agrícola en comparación con otros países miembros. Sin embargo, se encuentra en la cola a la hora del aprovechamiento de biomasa per cápita.

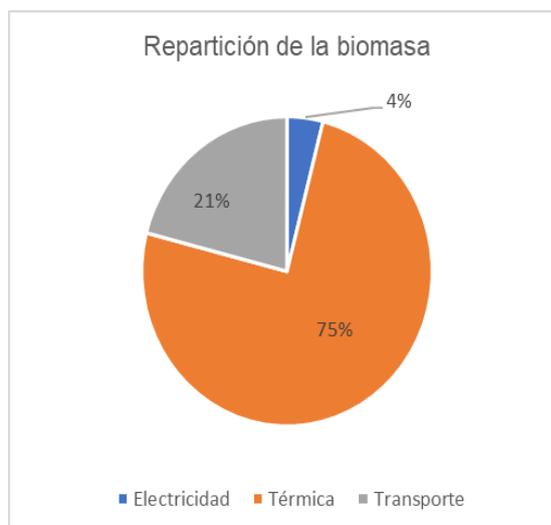
Actualmente en España se producen 10.500 megavatios (MW) repartidas en 433 instalaciones con sistemas de calefacción a biomasa, evitando, de tal modo, más de cuatro millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂). Dicha generación equivale al 4% de la capacidad renovable total.

La biomasa representó el 48% del total de la energía generada a partir de fuentes renovables en 2018. Y en comparación al año 2014, ha aumentado su potencia instalada en un 9% y ha podido incrementar también en un 5% la generación renovable nacional bruta.

Al lado de la tabla. Podemos apreciar cómo se compone la biomasa y a qué va destinado. La tres cuarta parte son de uso térmico, y el último cuarto se destina al transporte y a la electricidad, en concreto, el 21% y el 4% respectivamente. Siendo su aportación para la generación eléctrica inferior al de las principales fuentes renovables.

Figuras 5.16. y 5.17. Mix de consumo energético final renovables 2018 y la repartición de la biomasa

Mix de consumo energético final renovables 2018		
Renovables	%	TWh
Otras	2%	3,82
Solar	6%	11,46
Hidráulica	18%	34,38
Eólica	26%	49,66
Biomasa	48%	91,68
TOTAL	100%	191



Fuente: Elaboración propia a partir de REE. Fuente: Elaboración propia a partir de REE.

Es importante recordar que, no únicamente se trata de una energía renovable el aprovechamiento de todos los sectores de la biomasa, sino que también intenta aprovechar restos de cosechas o parte de la basura que generamos a diario. Si no se lleva a cabo el mencionado aprovechamiento, contribuye negativamente al medio ambiente. Se trata de potenciales emisiones de gases invernadores (GEI), deforestación, etc.

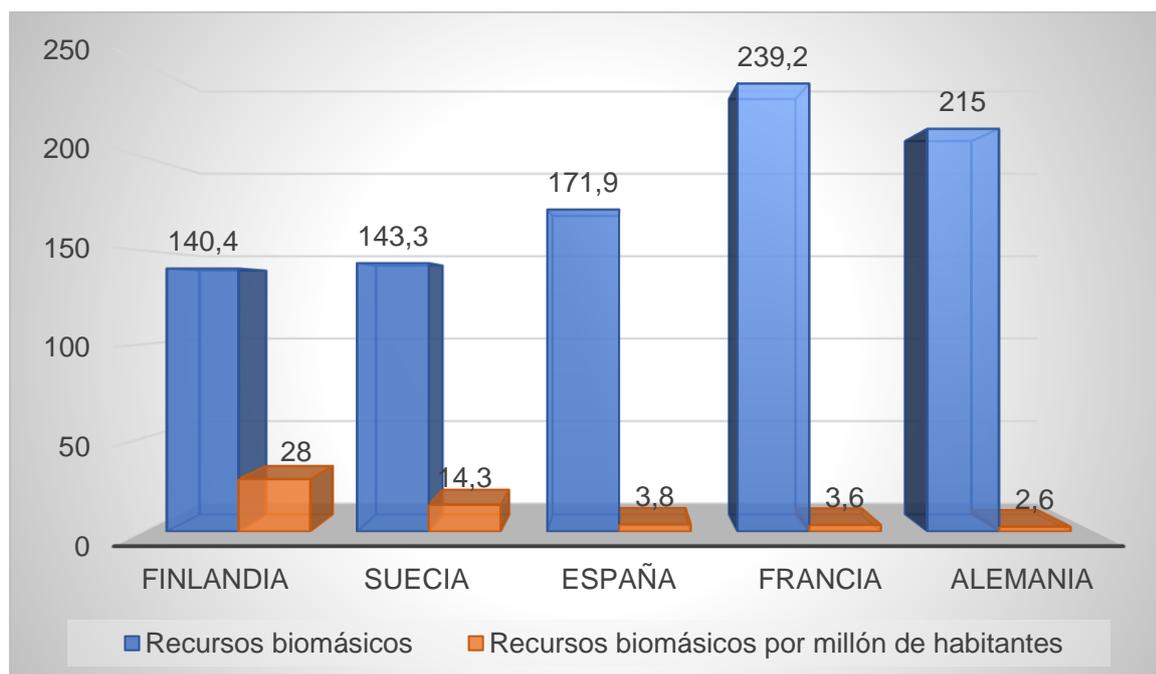
La biomasa crea en cierta medida diferentes tipos de opiniones. Debido a algunos procesos como es el caso de su combustión están relacionados con producir emisiones que obtienen dióxido de carbono u óxido de azufre, por ejemplo.

Aun así, dado el gran potencial que España tiene, no puede desaprovechar la oportunidad. Para ello, aparte de una serie de proyectos que están en marcha, se ha establecido un objetivo exigente y conseguir para el 2030 una potencia instalada de biomasa de 1.650 megavatios (MW), o lo que es lo mismo, prácticamente el doble de la actual instalada. Además, se espera una generación eléctrica bruta de 10.000 gigavatios hora (GWh).

Recordemos que en la actualidad se dispone de 857 megavatios (MW) de capacidad potencial instalada.

Actualmente, el líder absoluto es Finlandia, pero tanto España, como Francia o Alemania disponen de más recursos aprovechables, lo cual, da muchas esperanzas. Sin embargo, aún teniendo mayor cantidad de recursos biomásicos disponibles, se queda muy atrás en el consumo de recursos por cada millón de habitantes. Se apreciará mejor en la siguiente gráfica.

Figura 5.18. Potencial de la biomasa en Europa



Fuente: Elaboración propia a partir de APPA Renovables Biomasa.

c) Hidrógeno verde

El hidrógeno verde también se puede denominar hidrógeno renovable o “e-Hydrogen”. Para saber qué es el hidrógeno verde, debemos conocer primeramente lo que es el hidrógeno. Se trata del elemento químico más ligero y abundante en la Tierra. Y para poder transformarlo en combustible o generar electricidad, tiene que ser tratado previamente.

Más que una fuente de energía es un vector energético (sustancias que almacenan energía y que se liberan posteriormente).

Básicamente, el hidrógeno verde se extrae del agua usando electricidades procedentes de fuentes renovables como el sol y el viento de manera que no se emiten emisiones. Dicho proceso se denomina electrólisis. De este modo, se obtiene hidrógeno sostenible al 100%. A tener en cuenta, no es barato, es un proceso muy costoso y complejo.

Pero, por qué ahora de repente genera tanto interés el hidrógeno verde a los países, incluido España.

La respuesta es muy sencilla, una de las grandes ventajas es la posibilidad de almacenar energía, para luego, producir electricidad. Además, reduce el impacto medio ambiental, utilizándose dicho hidrógeno renovable para el transporte y procesos industriales. Se convertirá en uno de los estandartes para el proceso de descarbonización. Y contiene tres veces más energía que la gasolina.

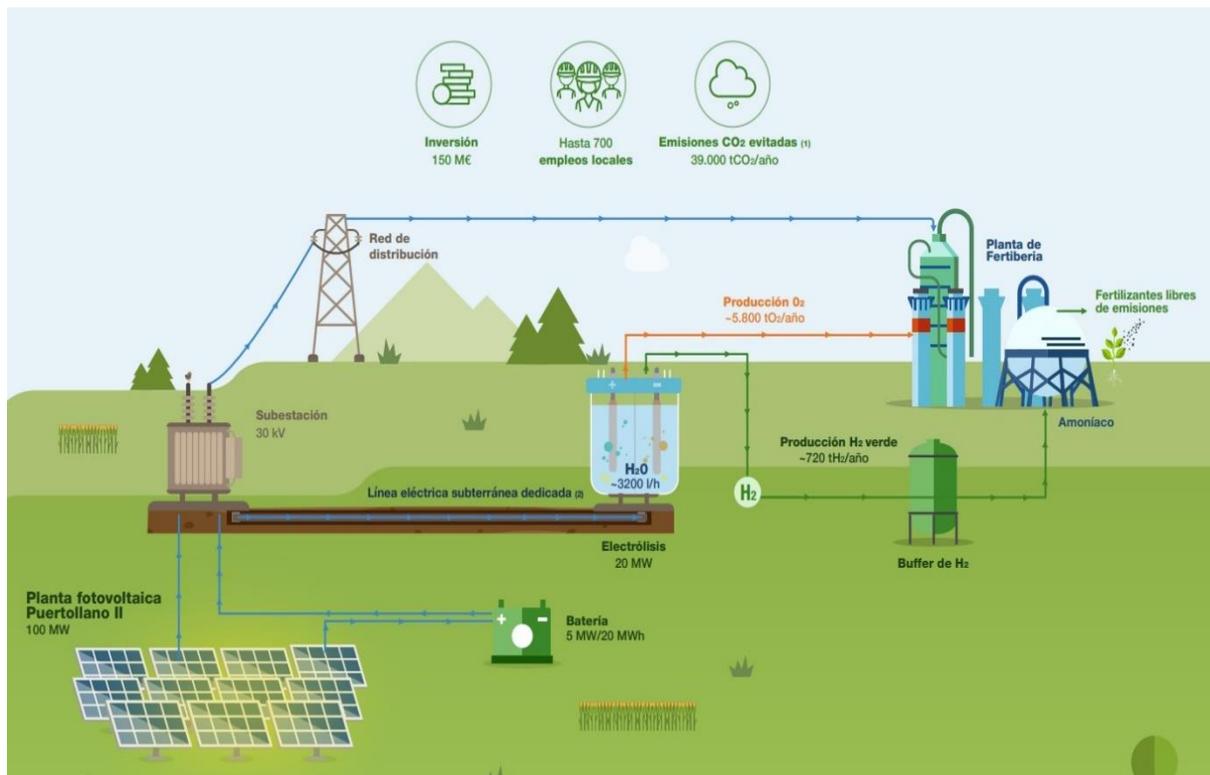
Lo cierto es que ya existen una serie de proyectos e investigaciones muy desarrolladas que no tardarán en coger forma. La Unión Europea invertirá 430.000 millones de euros entre 2020 y 2030 para la denominada “Estrategia de hidrógeno para una Europa climáticamente neutra”.

Dentro de los mayores proyectos aún no aparece España, debido al avance de países como Australia, Países Bajos, Alemania, Arabia Saudita o Chile.

Sin embargo, esto no significa que no pueda incluirse más tarde, porque ya existen proyectos en marcha, de los cuales, uno tratará de convertirse en la mayor planta europea de hidrógeno verde para procesos industriales.

Se trata del proyecto Fertiberia, una fábrica de amoníaco en Puertollano (Ciudad Real), promovido por Iberdrola. Dicha estación incluirá una instalación solar fotovoltaica de 100 megavatios (MW), un sistema de producción de hidrógeno mediante electrólisis de 20 megavatios (MW) y un sistema de baterías “ion-litio” (para almacenar energía) de 20 megavatios hora (MWh). Con todo lo anterior comentado, se busca desarrollar unos 800 megavatios (MW) de hidrógeno verde.

Figura 5.19. La mayor fábrica de hidrógeno verde de Europa estará en Puertollano



Fuente: Iberdrola

Iberdrola no es la única, también tenemos a Endesa que viene con otros 23 proyectos vigentes o como es el caso de “Power to Green Hydrogen Mallorca” apoyado por la Unión Europea, por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) y por el Gobierno de España. El proyecto se basa en utilizar el hidrógeno obtenido para el suministro energético limpio para hoteles, coches de alquiler, industrias y edificios públicos de la isla.

Cabe destacar que, España con la inclusión de esta nueva alternativa busca ahorrar unos aproximadamente 830 millones de toneladas al año de dióxido de carbono, conseguir 3.000 teravatios hora (TWh) renovables adicionales al año y así poder ahorrar y dejar de importar energías fósiles del extranjero.

Sin ir más lejos, el Gobierno ya ha hecho oficial destinar 1.500 millones de euros para el desarrollo del hidrógeno verde entre el próximo año y 2023.

d) Energía geotérmica

La energía geotérmica es prácticamente desconocida en nuestro país. De hecho, se podría añadir que es una fuente de energía que está totalmente olvidada.

El olvido lo genera la circunstancia que principalmente solo se suele utilizar para calefacciones. Como siempre se ha tenido asemejada la energía geotérmica con calefacciones, la demanda no es para nada elevada a causa de las condiciones climáticas existentes en España, donde predomina el calor.

Lo interesante es que se ha podido demostrar que también puedes utilizarse para refrigerar, una función que si puede interesar bastante más.

Dado el poco conocimiento e interés en dichas energías, es hasta complicado saber con exactitud, el número de instalaciones que trabajan con energía térmica renovable debido a que no existe ni siquiera un registro oficial.

Según diversas fuentes, en España en 2019 se vendieron solamente 198 bombas de calor geotérmicas. Si comparamos el dato de ventas con Alemania, solo abarcamos el 1% de las ventas que realizaron el mismo año, aproximadamente 19.000 unidades. Pero Alemania, no es el líder, sino Suecia con 25.343 ventas, siendo el porcentaje respecto a Suecia aún menor, 0,8%.

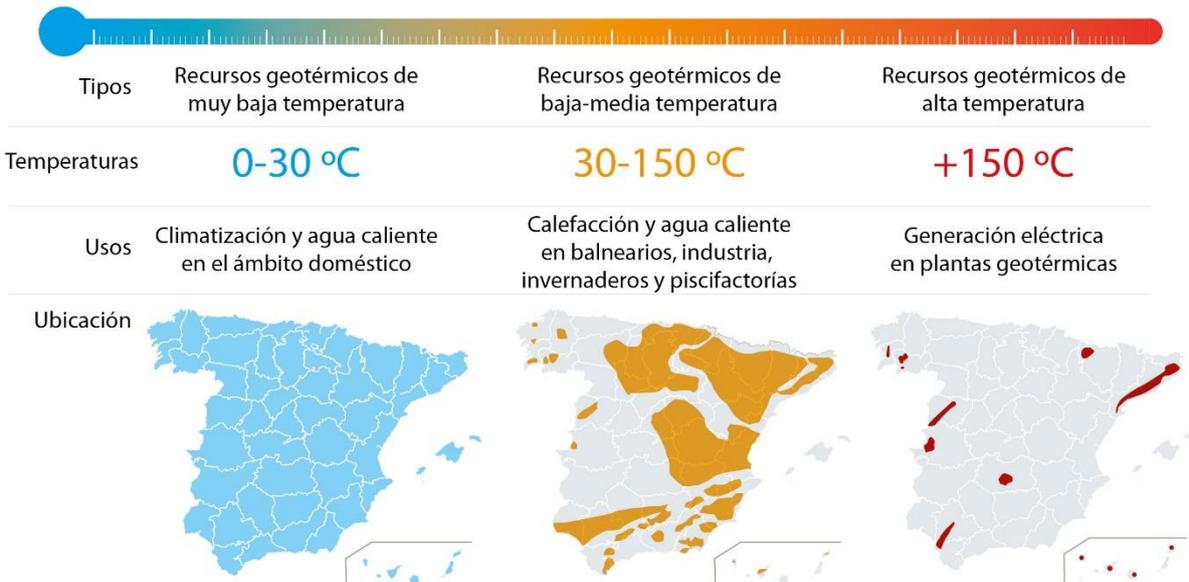
El terreno y la superficie dictan que para temperaturas media-bajas no habría ningún problema y podría aprovecharse en casi todo el territorio español. Pero para que podamos aprovecharnos realmente de esta fuente de energía, el Gobierno español ha de destinar ayudas para su fomento, crear una regulación para el ámbito nacional y conseguir un mayor apoyo institucional.

La siguiente gráfica permite descubrir en que partes del terreno nacional se puede encontrar energía geotérmica y de que tipo.

Figura 5.20. El reparto de la energía geotérmica en España

Energía geotérmica en España

Tipos y aprovechamiento



Fuente: ABC

Los proyectos existentes son escasos, la mayor instalación se encuentra en Barcelona, en el hospital Sant Pau.

5.5.2. Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050) y Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)

La Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050) consiste básicamente en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 90% para el año 2050 con respecto a 1990. Con el 10% restante se intentará absorberlo mediante sumideros de carbono. Esto implica, reducir las emisiones de dióxido de carbono desde los 334 millones de toneladas equivalentes (MtCO₂eq) a un total máximo de unos 29 millones de toneladas de dióxido de carbono (MtCO₂eq) emitidas en 2050. El 10% restante como se indicó, será absorbido por los sumideros de carbono que pueden lograr captar alrededor de 37 MtCO₂eq para 2050. De tal modo, que se conseguiría la neutralidad climática deseada.

Con esta estrategia no solamente se busca cuidar del medioambiente, sino también buscar oportunidades para crear nuevos puestos de trabajo, crecer económicamente y seguir investigando e invirtiendo en tecnologías.

Respecto al medioambiente, el gran objetivo es llegar a mitad del siglo XXI consumiendo únicamente energías renovables, ya que la Unión Europea busca ser el primer continente que sea neutro en emisiones para el 2050.

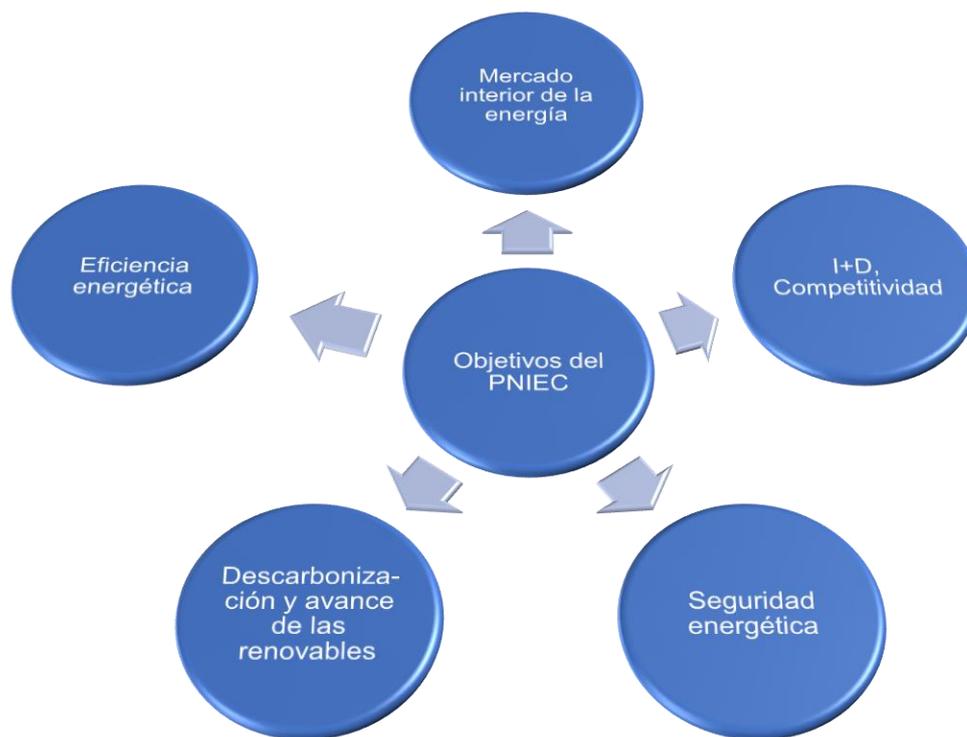
De hecho, la Comisión Europea ya apuesta para aumentar el objetivo europeo, respaldado por el Gobierno de España, para intentar conseguir una disminución de emisiones del 55% con respecto al año 1990 para el 2030.

Además, la Comisión Europea estima que España pasará de importar el 73% de energía consumida en el año 2018 a un 13% para 2050. Esto se traduce en un ahorro acumulado en importaciones de combustibles fósiles de 344.000 millones de euros entre el 2021 y 2050.

El Gobierno de España ha estimado que durante el periodo 2031-2050 se llevaran a cabo una serie de inversiones que pueden alcanzar los 500.000 millones de euros, incluidos la inversión del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) para el periodo 2021-2030. Una inversión tan alta podría suponer la creación de hasta 350.000 empleos y provocaría un impacto de un 2% en el PIB.

El PNIEC tiene cinco objetivos, el principal es disminuir mínimamente un 23% las emisiones de efecto invernadero en 2030, respecto a 2019. Aparte de dicha reducción, se marca también como meta alcanzar el 42% de renovables sobre el uso final de la energía, un 74% de energía renovable para generar electricidad y un 39,5% de mejora de la eficiencia energética.

Figura 5.21. Objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)



Fuente: Elaboración propia a partir de PNIEC.

Respecto al objetivo de descarbonización y avance de las renovables, es necesario mencionar que el Gobierno maneje la previsión de que para el año 2030 se consiga instalar 161 gigavatios de potencia (GW) en el sector eléctrico, de los cuales, se repartirán 50 gigavatios (GW) corresponderán a energía eólica, 39 gigavatios (GW) a la solar fotovoltaica, 16 gigavatios (GW) a energía hidráulica y 7 gigavatios (GW) a la solar termoeléctrica (los 39,5 gigavatios restantes no irán destinadas a energías renovables).

También está planificado mejorar la planificación de las redes eléctricas de transporte y distribución mediante un proceso de digitalización, para agilizar dicho proceso.

Sin duda alguna, se incluye en este objetivo el fomento al autoconsumo de renovables, al igual, que el desarrollo de comunidades energéticas locales.

En este primer objetivo se incluirán también la incorporación de renovables en el sector industrial, intentar aumentar la contribución de las energías renovables para uso térmico, contribuir en 2030 un 14% de energías renovables en el transporte y empezar a promover gasas renovables.

El objetivo de la descarbonización y avance de las energías renovables incluye muchos más aspectos, pero probablemente los que hemos ido mencionando son los más relevantes de cara a los próximos años.

El segundo objetivo que explicaremos brevemente es la búsqueda de la eficiencia energética.

Dentro de este objetivo cabe destacar el impulso para la compra de vehículos eléctricos de aquí a 2030. La meta sería llegar a los 5.000.000 de vehículos eléctricos. Es una cifra muy alta, y más aún, si la comparamos con el número de ventas registrado el año pasado. En concreto, se vendieron en 2020 en España un total de 17.925 vehículos eléctricos. Por desgracias, la cuota de mercado calculada fue únicamente el 2,11%, dado que se vendieron más de 850.000 vehículos en total.

Sin embargo, si comparamos los datos con 2019, las ventas crecieron un 78,39% (10.048 vehículos vendidos).

Otros puntos para tener en cuenta es que el Gobierno quiere llevar a cabo un uso más eficiente del transporte, renovar los parques automovilísticos, rehabilitar energicamente edificios existentes con renovaciones de instalaciones térmicas, por ejemplo.

En el tercero, la seguridad energética, destacaremos únicamente las reducciones de dependencia hacia el petróleo y el carbón.

El mercado interior de la energía es el cuarto objetivo de la PNIEC. Los puntos relevantes en este punto son las construcciones de interconexiones eléctricas con Francia y Portugal, mejorar la gestión de la energía hidráulica y seguir fomentando la competencia.

Y finalmente, el quinto y último objetivo que se denomina Investigación, Innovación y Competitividad. Se centra en fomentar y motivar a llevar a cabo diversas investigaciones con relación a las energías renovables y el clima para un uso mejor y más eficiente mediante nuevas tecnologías y conocimientos adquiridos.

5.6. ANADALUCÍA, SU POSICIÓN ACTUAL Y LA IMPORTANCIA DE SU SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE

Andalucía es una Comunidad Autónoma que ha apostado en la última década por el desarrollo de un sistema energético sostenible que se basa en una serie de principios marcados por la Junta de Andalucía como son la apuesta incondicional por las energías renovables, la búsqueda continua de eficiencia energética, la implantación de una nueva cultura energética y las políticas activas de ahorro energético.

Según el “Balance Anual sobre Infraestructuras Energéticas”, recogido por la Junta de Andalucía y elaborado por la Agencia Andaluza de la Energía (AAE), el año pasado ha sumado a su parque regional de generación 887 megavatios (MW) de potencia renovable.

En 2020, se ha llevado a cabo una inversión estimada de 750 millones de euros y la creación de alrededor de 3.000 nuevos puestos de trabajo asociados a su construcción.

Aproximadamente, el 46% de toda la potencia eléctrica actual es renovable, lo cual, aporta al medio ambiente un ahorro de emisión de más de 5 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

Cabe destacar durante el año anterior, la implantación de campos fotovoltaicos, en concreto, catorce. Cada uno cuenta con más de 10 megavatios (MW) de potencia, sumando

un total de 752, 31 megavatios (MW). Solamente de potencia fotovoltaica, Andalucía ha alcanzado los 2.672 megavatios (MW). Respecto al autoconsumo, cuenta con más de 10.900 instalaciones, generando una potencia superior a los 127 megavatios (MW). Lo cual, se traduce en un evidente aumento frente al 2019, multiplicándose su potencia por 3,5.

No todos los avances en el año 2020 se asocian a la energía fotovoltaica, también se ha creado un nuevo parque eólico en la zona de Málaga de 23,6 megavatios (MW). Contando este parque nuevo, existen ya 154 parques que registran una potencia eólica total de 3.472 megavatios (MW) en Andalucía.

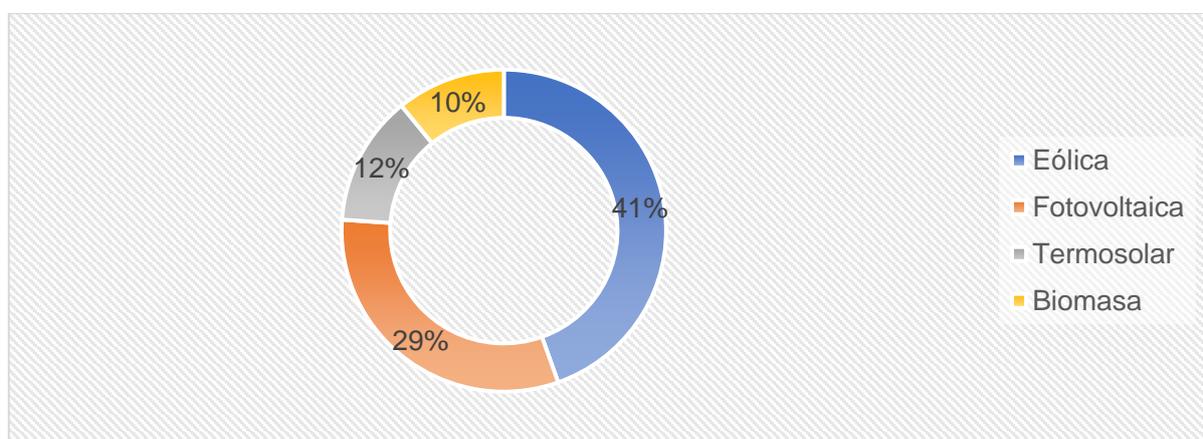
En referencia a las energías renovables térmicas, Andalucía dispone de 21.300 metros cuadrados de nuevas instalaciones solares térmicas que sirven para el abastecimiento de agua caliente y para la climatización, tanto para las casas como para los procesos industriales. De este modo, se superan ya los 1,1 millones de metros cuadrados de superficie solar térmica en nuestra comunidad.

Pese a que el 2020 fue un año complicado para todos, sobre todo económicamente, Andalucía ha superado con creces el año con respecto a su progreso con las energías renovables, desarrollando un crecimiento del 12,3% frente a 2019. Gracias a dicho crecimiento, alcanza los 8.103 megavatios (MW) de potencia limpia para la generación de la electricidad. La gran protagonista, al igual que a nivel nacional y mencionada con anterioridad, es la energía eólica, aportando 3.472 megavatios (MW). En segundo lugar, se encuentran las energías solares, por un lado, las centrales fotovoltaicas, con 2.672 megavatios (MW) y, por otro lado, las termosolares con 997 megavatios (MW). Por lo tanto, la energía solar ha aportado un total de 3.669 megavatios (MW). El ranking lo completan las centrales hidroeléctricas con 650 megavatios (MW) y las de biomasa con 274 megavatios (MW).

Según la Agencia Andaluza de la Energía (AAE), esto solo es una parte del gran proyecto que está en camino para convertir a Andalucía como referente en energía limpia dentro del territorio español. La Agencia estima que hay un potencial de más de 300.000 megavatios (MW).

Las actuales instalaciones que se ocupan de generar 8.103 megavatios (MW) de potencia renovable, según la Agencia, se estima que producen unos 17.000 gigavatios hora (GWh) al año de energía eléctrica limpia. Un 41% de dicha cantidad lo produce la tecnología eólica, seguida de la fotovoltaica con un 29%, la termosolar con un 12% (energía solar renovable aproximadamente un 41% también) y, finalmente, la biomasa con un 10% restante.

Figura 5.22. Porcentaje correspondiente a la generación de energía limpia



Fuente: Elaboración propia a partir de AEE (2020).

Como bien se viene mencionando por parte de la Agencia, Andalucía quiere convertirse en un referente, pero no debemos olvidar que ya mantiene una posición de liderazgo a la hora de generar electricidad a través de sus centrales de energía solar y mediante las plantas de biomasa. Esa misma posición se repite a la hora de aprovechar energía térmica, debido a la existencia de numerosas instalaciones solares térmicas y de biomasa. Además, gracias a su crecimiento del 4,7% de sus parques eléctricos, respecto a 2019, Andalucía se sitúa actualmente detrás de Castilla y León como segunda comunidad en potencia renovable eléctrica instalada. Así lo aseguró el avance del “Informe del Sistema Eléctrico Español 2020”, elaborado por la Red Eléctrica de España y presentado en un acto celebrado en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. También cabe destacar que, Andalucía es la segunda comunidad autónoma con mayor capacidad solar fotovoltaica, situándose por detrás de Extremadura.

En suma, con los 887 megavatios (MW) instalados durante el año pasado, Andalucía se ha podido incluir en el top 3 de comunidades autónomas que más han incrementado su capacidad de generación en un año marcado por la aparición de una pandemia mundial. Estos datos significan que representa un 15,7% de la potencia total instalada en el país.

La siguiente figura, muestra la potencia instalada por comunidades autónomas, incluidas las partes renovables y no renovables.

Figura 5.23. Potencia instalada en España por Comunidades Autónomas (2020)



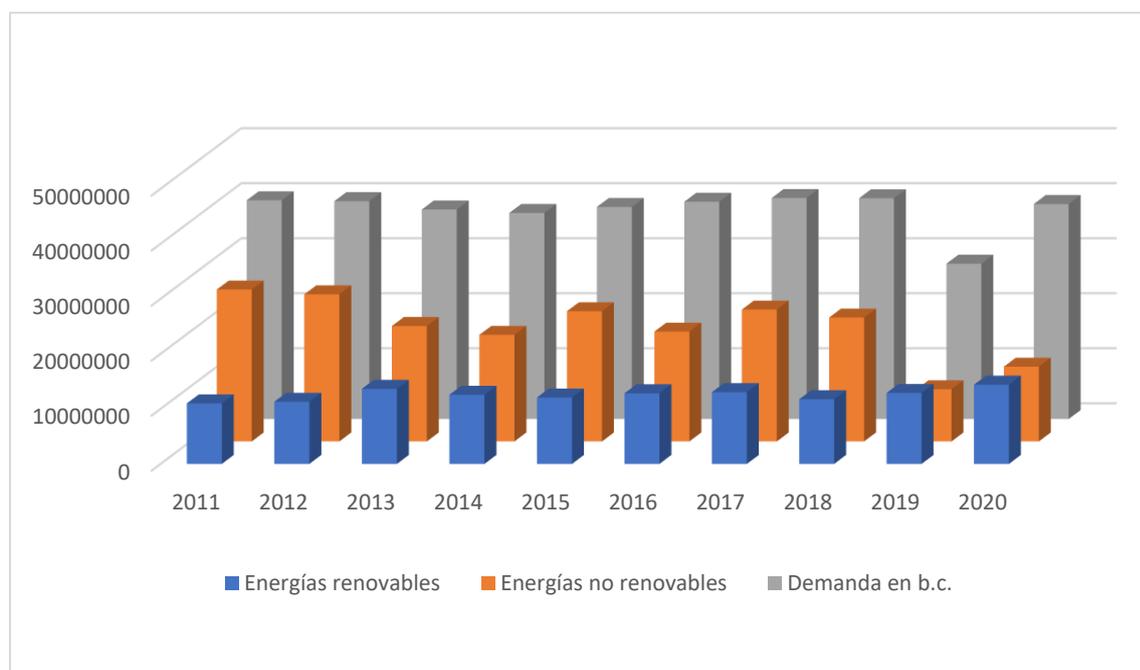
Fuente: Avance del informe del sistema eléctrico español, a 31 de diciembre de 2020.

Con 787 nuevos megavatios (MW) instalados durante 2020, Andalucía es la tercera comunidad autónoma que más ha incrementado su capacidad de generación en 2020, por detrás de Extremadura y Aragón. De esta manera, la potencia total instalada en Andalucía a fecha de cierre de 2020 representa el 15,7 % del total de España y asciende a 17.376

megavatios (MW), de los que un 45,6 % ya son renovables. Es decir, 7.923,46 megavatios (MW) renovables.

A continuación, podemos observar el balance eléctrico de Andalucía medido en gigavatios hora (GWh) entre los años 2011 y 2020.

Figura 5.24. Balance eléctrico en gigavatios hora (GWh) en Andalucía entre 2011 y 2020



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

Mediante la siguiente gráfica, podemos contemplar que, en los últimos nueve ejercicios, el balance eléctrico medido en gigavatios hora, se ha ido equilibrando en Andalucía, superando a partir de 2019, la generación de electricidad mediante energías renovables frente a las energías no renovables.

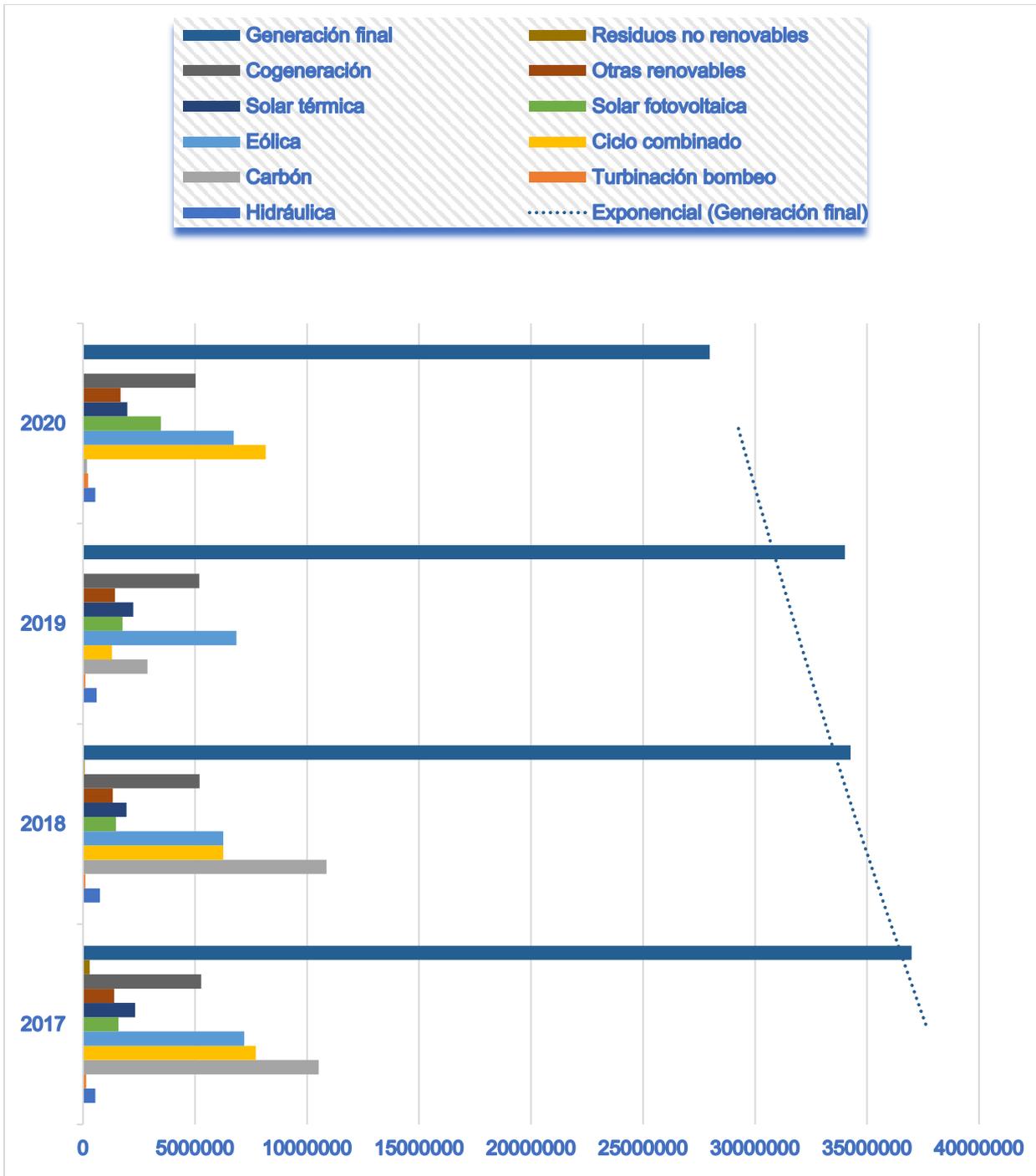
La producción renovable de Andalucía incrementó un 11,7% respecto al año pasado, lo cual, se traduce en un 51,5% de la electricidad generada en territorio andaluz. Es sumamente significativo y, además, ayuda a entender cómo se ha logrado superar la mitad de la electricidad generada, el fenómeno de la descarbonización. Dicho suceso tuvo lugar durante el año 2020 y significó un descenso de la producción de carbón en un 93,8%, contando con el menor registro desde 2011 con 179 gigavatios hora (GWh).

Es cierto que la demanda sufrió un leve descenso de un 2,1%, pero comparado con España es un dato inferior, debido a que la demanda global del país descendió un 5,6%.

De esta manera, el 2020 se convirtió en el año con mayor producción verde en la comunidad autónoma.

Para ello, se ha creado la siguiente gráfica con la ayuda de la Red Eléctrica de España, para poder observar la estructura de la generación en Andalucía mediante las diferentes tecnologías a partir del 1 de enero de 2017 hasta el 31 de diciembre de 2020.

Figura 5.25. Estructura de la generación por tecnologías (MWh) en Andalucía desde el 01/01/2017 hasta el 31/12/2020



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

Gracias a esta figura, podemos comprobar con mayor observación, qué energías han ayudado a dicho crecimiento renovable en los últimos años que hemos comentado. Pues bien, si comparamos la generación del carbón, prácticamente desaparece por completo, consiguiendo con ello una disminución considerable de la generación de energías no

renovables. Un segundo cambio interesante que se puede apreciar, aunque en menor medida, es el incremento de la energía solar fotovoltaica. Este incremento viene dado por la mayor inversión y aprobación de proyectos al respecto como vinimos explicando a lo largo de este apartado en tierras andaluzas.

La totalidad de la generación por tecnologías ha sufrido otro bajón que viene estrechamente relacionado con la bajada de la demanda que ha sufrido tanto Andalucía como España, principalmente durante el último año.

Para una mejor apreciación numérica sobre lo sucedido, damos paso a una tabla creada que recoge estos cambios, tanto en números como en porcentajes.

Tabla 5.12. Megavatios hora generados en Andalucía entre 2017 y 2020

	2017		2018		2019		2020	
	MWh	% *	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Solar fotovoltaica	1.583.617	4,28	1.470.699	4,29	1.763.317	5,18	3.474.415	12,42
Solar térmica	2.319.758	6,27	1.937.626	5,65	2.239.979	6,59	1.978.466	7,07
Total renovables	13.034.448	35,23	11.753.164	34,3	12.889.964	37,9	14.398.658	51,46
Carbón	10.521.000	28,44	10.869.641	31,72	2.874.569	8,45	179.120	0,64
Total no renovables	23.958.573	64,77	22.513.210	65,7	21.124.764	62,1	13.580.918	48,54
Generación total	36.993.020	100	34.266.374	100	34.014.728	100	27.979.576	100

*El porcentaje equivale a la proporción de dichas energías sobre la totalidad generada.

Fuente: Elaboración propia a partir de Agencia Andaluza de la Energía (AAE).

Gracias a esta última tabla, es posible analizar con firmeza el proceso de descarbonización y la importancia e incremento que han afrontado las energías renovables. De tal manera, el carbón que generaba años anteriores aproximadamente un 30%, ha llegado a tal punto que no equivale ni siquiera al 1%, desapareciendo casi al completo. Mientras que, a partir del año 2018, se ha ido generando progresivamente más energía renovable, sobrepasando el 50% y tomar de tal modo, el liderazgo.

De cara al futuro, Andalucía no quiere quedarse atrás y su objetivo es seguir avanzando del modo que lo está llevando a cabo. Para ello, ya hay en marcha la elaboración de determinados proyectos y seguir cumpliendo sus objetivos y metas propuestas.

Se estima que uno de los proyectos que tendrán lugar próximamente, aunque aún no existe una fecha oficial, será la instalación de cinco plantas solares nuevas en el municipio de Guillena, perteneciente a la provincia de Sevilla. Dicho proyecto, será llevado a cabo por la empresa "Kairós-Ignis" y promovida por "Ignis Energía". Estas instalaciones solares fotovoltaicas contarán con un potencial de 210,30 megavatios (MW). Toda esta inversión, conllevará la creación de 462 puestos de trabajo para su construcción.

En cambio, Sevilla no es la única provincia con proyectos futuros grandes, también aparece en la escena la provincia de Málaga. De momento, se están tramitando once proyectos de energía eólica y 58 de energía fotovoltaica. Estimando este dato, podría llegar a crear aproximadamente 5.600 puestos de trabajo y aportar una totalidad de 1.719,62 megavatios (MW) para la provincia, es decir, prácticamente el doble del actual que ronda los 940 megavatios (MW).

6. CONCLUSIÓN

La realización de este trabajo nos ha permitido alcanzar los objetivos planteados al inicio de este proyecto, por lo que hemos llegado a las conclusiones que se muestran a continuación.

En primer lugar, pienso que estamos ante una situación que nos representa actualmente a la mayoría de las personas. Solemos enfrentarnos a diferentes tipos de sucesos, algunos fáciles y otros más complejos, pero por una serie de circunstancias no estamos acostumbrados a detenernos a pensar y analizar lo que está pasando a nuestro alrededor. Mucho menos intentar mejorarlo y reflexionar acerca de las ventajas e inconvenientes que conlleva. Generalmente, ocurren eventos que no esperábamos y que, quizás, no hemos sabido afrontar como deberíamos o simplemente, nos hemos conformado con el resultado. Este hecho encaja perfectamente con la situación actual en España, con relación a las energías renovables, al sector energético en su conjunto, e incluso con el funcionamiento del Mercado Eléctrico de España.

A lo largo de todo el trabajo, hemos defendido la trascendencia de este tema para la población. La importancia reside en el hecho de que nuestro estilo de vida actual no es sostenible, lo cual nos obliga a que cambiemos nuestras conductas y hábitos. El medio ambiente cada vez se encuentra en peor estado, olvidándonos de su cuidado y abusando de él de manera desmesurada. Como alternativa, proponemos aprovechar los recursos que nos proporciona la naturaleza, los cuales podrían guiar hacia un crecimiento sostenible y brindarnos la oportunidad de dar un paso hacia delante para cambiar el enfoque de una sociedad y, por tanto, de nuestra economía. Se trata de una posibilidad de convertirse en un referente en el mundo.

En mi opinión, España ha sufrido mucho económicamente en los últimos años, y teniendo en cuenta el momento actual, los años venideros también serán muy preocupantes. No obstante, existen soluciones y una de ellas sería apostar por la energía verde. Recordemos que no hay escasez de recursos naturales; España está rodeada de mar, cuenta con multitud de terrenos y superficies propicias para todo tipo de aprovechamiento. La energía eólica y solar está muy presente en todo el territorio nacional y cuenta con multitud de empresas que se dedican a generar energía a raíz de los recursos naturales. Asimismo, podemos encontrar diversas patentes, profesionales cualificados, e investigaciones y proyectos significativos que ya están en marcha. En suma, España cuenta con numerosos conocimientos y experiencias incomparables que, sumado a lo anterior, le convierte en un país con potencial para ser uno de los líderes mundiales.

Sin embargo, existe el inconveniente de no saber aprovechar estas circunstancias y recursos disponibles, por ello decidimos mencionarlo al inicio de la conclusión. Probablemente, este desaprovechamiento está influido por una falta de interés en aspectos tan destacados, como el caso de las energías renovables. Dicho desinterés puede estar generado por centrarse únicamente en proyectos que aportan mayores beneficios, sin tener en cuenta la contaminación a nuestro planeta. Proyectos de gran escala, costosos y que dan menor margen de beneficio no atraen a los gobiernos, ni a la mayoría de las empresas. Lo cual, se traduce en una falta de inversiones para poder desarrollar investigaciones e innovaciones.

Desgraciadamente, es una oportunidad desaprovechada de momento. Aunque, es cierto que cada vez se apuesta más por aquello que es renovable y ecológico. Gracias a la evolución y el crecimiento que está experimentando, se genera un interés económico, lo cual se traduce en grandes apuestas por proyectos verdes en territorio español.

Por todo lo anteriormente expuesto, el recorrido realizado a lo largo del presente trabajo nos lleva a la conclusión de que España es valiosa y el futuro que aún le espera, augura un margen de mejora positivo, pero esto requiere actuación por parte de todos.

Los datos obtenidos para los próximos años no son muy elevados, aunque se puede traducir en un crecimiento leve, pero progresivo. Sin embargo, consideramos que se alcanzarán los objetivos establecidos, incluso se podrían superar. Ahora bien, ello requerirá que el Gobierno español realice fuertes inversiones para incentivar a las empresas nacionales a crecer y atraer a empresas internacionales. Esto hará que la evolución sea mayor de lo previsto y ayude a crear nuevos puestos de trabajo. Incluso, se cumplirán con creces las metas fijadas por la Unión Europea, y quién sabe si de aquí a unos años se pueda conseguir una independencia de energías renovables y, con ello, dar un gran paso hacia el progreso cuidando nuestro medio ambiente.

7. BIBLIOGRAFÍA

“Análisis económico de un sistema de almacenamiento para la disminución de desvíos de producción en un parque eólico”, Trabajo Fin de Máster realizado por Hernández Romero, A., Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería Eléctrica, junio de 2016, Sevilla.

“Aprobación de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050”, Informe elaborado por el Consejo de Ministros, 3 de noviembre, Madrid.

“El sector fotovoltaico impulsor de la transición energética” (2019), Informe elaborado por la Unión Española Fotovoltaica, 31 de diciembre, Madrid.

“Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España”, Informe elaborado por Deloitte para la Asociación Empresarial Eólica (AEE), Madrid (2019).

“Germany net electricity generation in first half of 2020: Renewables reach record share of 55,8 percent”, Informe elaborado por el “Fraunhofer Institute for Solar Energy System Ise” por Schneider M. A., K., 1 de julio, Freiburg (Friburgo), Alemania.

“Guía técnica de energía solar térmica”, Informe elaborado por la Red Eléctrica de España, abril de 2020, Madrid.

“Informe de Infraestructuras Energéticas Andalucía”, Informe elaborado por la Agencia Andaluza de la Energía, 31 de diciembre de 2019.

“La energía en España en 2001”, Gobierno de España por el Ministerio de Hacienda, Madrid (2002)

“La eólica marina es una fuente de energía ilimitada, limpia y renovable que se presenta como una alternativa que contribuirá a conseguir los objetivos de descarbonización”, Informe elaborado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, abril de 2021, Madrid.

“Plan de acción nacional de energías renovables de España (PANER) 2011-2020”, Informe elaborado por el Gobierno de España, 30 de junio de 2010, Madrid.

“Planificación estratégica indicativa según lo dispuesto en la Ley 2/2011”, Informe elaborado por el Gobierno de España, 4 de marzo, de Economía Sostenible. Madrid (Noviembre 2011).

ABC de Sevilla (2021): “Andalucía, segunda del ranking nacional en generación de energía renovable”, Sevilla.abc.es, 12 de marzo, <https://sevilla.abc.es/economia/sevi-andalucia-segunda-ranking-nacional-generacion-energia-renovable-202103121731-noticia.html> (Consultado: 09/05/21)

APPA Renovables (2020): “Las renovables ya aportan más del 1% del PIB en España”, retema.es, 16 de noviembre, <https://www.retema.es/noticia/las-renovables-ya-aportan-mas-del-1-del-pib-en-espana-3luUx> (Consultado: 15/05/21)

Barrero F., A. (2019): “Alemania produjo el año pasado seis veces más energía solar que España”, energías-renovables.com, 23 de mayo, <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/alemania-produjo-el-ano-pasado-seis-veces-20190523>, (Consultado: 13/05/21)

Barrero F., A. (2020): “2000-2010, la década prodigiosa de las energías renovables en España”, energías-renovables.com, 20 de enero, <https://www.energias->

renovables.com/panorama/la-cuota-renovable-crecio-en-el-mix-20200120 (Consultado: 02/05/21)

Barrero F., A. (2020): “Mallorca, modelo europea de ecosistema de hidrógeno verde”, energías-renovables.com, 19 de noviembre, <https://www.energias-renovables.com/panorama/mallorca-modelo-europeo-de-ecosistema-de-hidro-20201119> (Consultado: 19/05/21)

Blasco Hedo, E. (2020): “Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 107, de diciembre 2020, pp. 166–167. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=147746052&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

Blasco Hedo, E. (2021): “Circular 2/2021, de 10 de febrero, de La Comisión Nacional de Los Mercados y La Competencia, Por La Que Se Establece La Metodología y Condiciones Del Etiquetado de La Electricidad Para Informar Sobre El Origen de La Electricidad Consumida y Su Impacto Sobre El Medio Ambiente.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 110, de marzo 2021, pp. 53–54. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=149580828&lang=es&site=ehostlive&scope=site>.

Blasco Hedo, E. (2021): “Decreto-Ley 3/2021, de 16 de febrero, Por El Que Se Adoptan Medidas de Agilización Administrativa y Racionalización de Los Recursos Para El Impulso a La Recuperación y Resiliencia En El Ámbito de La Comunidad Autónoma de Andalucía.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 110, de marzo 2021, pp. 55–56. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=149580829&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

Candal, B. (2021): “La biomasa se posiciona como la tecnología renovable más rentable”, energetica21.com, 29 de marzo, <https://energetica21.com/noticia/la-biomasa-se-posiciona-como-la-tecnologia-renovable-mas-rentable> (Consultado: 20/05/21)

Costa Campi, María T. (2016): “Evolución del sector eléctrico español (1975-2015), Universidad de Barcelona, Barcelona.

De Gregorio, M. (2020): “Biomasa, la energía más versátil para la recuperación”, retema.es, 10 de diciembre, <https://www.retema.es/noticia/biomasa-la-energia-mas-versatil-para-la-recuperacion-kj1Tt> (Consultado: 18/05/21)

De Gregorio, M. (2020/01): “Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo”, APPA Renovables y BIOPLAT, Madrid.

De la Serna, C. (2020): “Así es Windfloat Atlantic, el primer parque eólico flotante de Europa continental”, theobjective.com, 6 de agosto de 2020, <https://theobjective.com/further/asi-es-windfloat-atlantic-el-primer-parque-eolico-flotante-de-europa-continental> (Consultado: 18/05/21)

Delgado Piqueras, F. V. (2020): “Las Energías Renovables (Electricidad Verde) En La Jurisprudencia de La Unión Europea.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 102, de junio 2020, pp. 140–174. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=144595422&lang=es&site=ehostlive&scope=site>.

Díaz Lagares, V. (2016): “Los Retos De La Energía Eólica Marina En España: El Papel De Las C.C.A.A. Y La Ordenación De Los Espacios Marinos Ante La Directiva 2014/89/Ue.”

Actualidad Jurídica Ambiental, no. 56, de abril 2016, pp. 8–28. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=115162301&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

Díaz, A. (2020): “Potencia hidráulica instalada por región España 2019”, es.statista.com, 14 de diciembre, <https://es.statista.com/estadisticas/1004252/potencia-hidraulica-instalada-por-region-en-espana/>, (Consultado: 06/05/21)

Díaz, A. (2021): “Producción de energía eléctrica distribuida por tecnología en España en 2020”, es.statista.com, 19 de marzo, <https://es.statista.com/estadisticas/993747/porcentaje-de-la-produccion-de-energia-electrica-por-fuentes-energeticas-en-espana/> (Consultado:06/05/21)

Dopazo Fraguío, P. (2020): “La Renovación Energética Ante El Cambio Climático: Marco Estratégico, Instrumentos Y Prácticas.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 98, Feb. 2020, pp. 1–35. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=142073040&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

EC Brands (2021): “España necesita invertir un tercio del PIB para lograr un futuro 100% renovable”, elconfidencial.com, 11 de mayo, https://www.elconfidencial.com/empresas/2021-05-11/transicion-ecologica-renovables-energia-bra_3070123/ (Consultado: 16/05/21)

El periódico de la energía (2021): “La inversión en energías renovables en Andalucía sumó 750 millones y 3.000 empleos en 2020”, elperiodicodelaenergia.com, 16 de febrero, <https://elperiodicodelaenergia.com/la-inversion-en-energias-renovables-en-andalucia-sumo-750-millones-y-3-000-empleos-en-2020/> (Consultado: 09/05/21)

Energía de Extremadura (2017): “Extremadura dispone de 14 centrales hidroeléctricas que suman 2.278 MW de potencia”, energiaextremadura.com, 7 de agosto, <https://energiaextremadura.com/2017/08/07/extremadura-dispone-de-14-centrales-hidroelectricas-que-suman-2-278-mw-de-potencia/>, (Consultado:15/04/21)

Energías renovables (2021): “El sector de las renovables ha creado 3.000 empleos en Andalucía en el año del Covid”, energías-renovables.com, 5 de febrero, <https://www.energias-renovables.com/panorama/el-sector-de-las-renovables-ha-creado-20210205> (Consultado: 10/05/21)

Energías Renovables (2021): “La eólica crece un 7% en 2020 en España y suma más capacidad instalada que cualquier otra tecnología”, energías-renovables.com, 24 de febrero, <https://www.energias-renovables.com/eolica/la-eolica-crece-un-7-en-2020-20210224>, (Consultado: 03/04/21)

Eres Sostenible (2021): “Empresas de energía renovable en España”, eressostenible.com, <https://eressostenible.com/empresas-energia-renovable-espana/>, (Consultado: 14/04/21)

ESEficiencia (2018): “La biomasa tiene potencial en España para alcanzar un balance positivo de 2.150 millones de euros en 2021”, 4 de julio, <https://www.eseficiencia.es/2018/07/04/biomasa-tiene-potencial-espana-alcanzar-balance-positivo-2150-millones-euros-2021>. (Consultado: 19/05/21)

Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, Informe elaborado por APPA Renovables, marzo de 2020, Madrid.

Falcón-Pérez, Carmen Esther (2020): “Las Cooperativas Energéticas Verdes Como Alternativa Al Sector Eléctrico Español: Una Oportunidad De Cambio.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 104, de septiembre 2020, pp. 1– 55. EBSCOhost,

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=146181783&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

Fernández Munguía, S. (2021): “Cómo funciona el mercado eléctrico y por qué, a pesar de que el precio a veces llegue a cero, apenas va a repercutir en nuestra factura”, xataka.com, 8 de enero, <https://www.xataka.com/energia/como-funciona-mercado-electrico-que-a-pesar-que-precio-a-veces-llegue-a-cero-apenas-va-a-repercutir-nuestra-factura-1>, (Consultado 23/04/21)

Fernández Ordoñez, M. (2011): “Sistema eléctrico español (IV): régimen ordinario y régimen especial”, libremercado.com, 29 de septiembre, [https://www.libremercado.com/2011-09-29/manuel-fernandez-ordonez-sistema-electrico-espanol-iv-regimen-ordinario-y-regimen-especial-61221/#:~:text=Sin%20entrar%20en%20matices%20diremos,a%2050%20megavatios%20\(MW\).&text=En%20el%20r%C3%A9gimen%20especial%20se,instaladas%20menores%20de%2050%20MW](https://www.libremercado.com/2011-09-29/manuel-fernandez-ordonez-sistema-electrico-espanol-iv-regimen-ordinario-y-regimen-especial-61221/#:~:text=Sin%20entrar%20en%20matices%20diremos,a%2050%20megavatios%20(MW).&text=En%20el%20r%C3%A9gimen%20especial%20se,instaladas%20menores%20de%2050%20MW) (Consultado: 28/04/21)

Garrués Irurzun, J. (2016): “La transición eléctrica en España: de la regulación tradicional a la regulación para el mercado, 1982-1996”, Universidad de Granada, Granada.

González Hereza, N. (2014): “La energía en Andalucía”, Informe elaborado por la directora de la Agencia Andaluza de la Energía, 31 de diciembre de 2014.

Guerrero, T. (2020): “El Gobierno aprueba el plan para descarbonizar España y lograr la neutralidad climática en 2050”, elmundo.es, 3 de noviembre, Madrid <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2020/11/03/5fa14b0621efa095138b467d.html> (Consultado: 14/05/21)

Jiménez, J.C. (2013): “Comisión Nacional de Energía: El sector energético”, APIE Universidad de Zaragoza, 15 de abril, Zaragoza.

Jorge de Save Energy (2019): “Qué es la energía undimotriz”, saveenergysolar.com, 21 de junio, <https://saveenergysolar.com/2019/06/21/que-es-la-energia-undimotriz/#:~:text=Si%2C%20por%20un%20lado%2C%20la,del%20sol%20y%20la%20luna>, (Consultado: 07/04/21)

Jorquera, C. (2021): “Energía geotérmica – tesoro olvidado de España”, piensageotermia.com, 25 de abril, <https://www.piensageotermia.com/energia-geotermica-tesoro-olvidado-de-espana/> (Consultado: 19/05/21)

Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, Jefatura del Estado (BOE núm. 55, de 05 de marzo de 2011 Referencia BOE-A-2011-4117).

Lozano Cutanda, B. (2021): “Los Nuevos Proyectos De Energías Renovables Se Encuentran Con El Laberinto Jurídico De La Evaluación Ambiental.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 110, de marzo 2021, pp. 1–6. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=149580826&lang=es&site=ehost-live&scope=site>.

Nabalia Energía (2018): “Qué es y cómo funciona el pool eléctrico en España”, nabaliaenergia.com, 9 de julio, <https://nabaliaenergia.com/pool-electrico-espana/> (Consultado: 03/05/21)

Ojea, L. (2021): “La eólica marina en Europa consigue una inversión récord de 26.300 millones para 7GW”, elespanol.com, 8 de febrero de 2021, https://www.elespanol.com/invertia/empresas/energia/20210208/eolica-marina-europa-consigue-inversion-millones-gw/557194839_0.html (Consultado: 18/05/21)

Orden IET/2013/2013, de 31 de octubre, por la que se regula el mecanismo competitivo de asignación del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad, Ministerio de Industria, Energía y Turismo (BOE núm. 262, de 1 de noviembre de 2013 Referencia BOE-A-2013-11461)

Otero, A. (2021): “Los coches híbridos enchufables triplican sus ventas en 2020 y los eléctricos suben casi un 80%”, motropasion.com, 5 de enero, <https://www.motropasion.com/industria/ventas-coches-electricos-coches-alternativos-espana-2020>. (Consultado: 15/05/21)

Pardo Abad, Carlos J. (2001): “Situación actual del sector energético en España”, Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía, t. 13, 2001, págs. 59-8, Madrid.

Ramón Roca (2020): “2020, año de generación récord con renovables en España: lleva un 15% más producido en lo que va de año”, elperiodicodelaenergia.com, 21 de agosto, <https://elperiodicodelaenergia.com/2020-ano-de-generacion-record-con-renovables-en-espana-lleva-un-15-mas-producido-en-lo-que-va-de-ano/> (Consultado: 08/05/21)

Ramos, M. (2021): “Andalucía lidera los proyectos nuevos en energías renovables”, eleconomista.es, 26 de abril, <https://www.eleconomista.es/andalucia/noticias/11178428/04/21/Andalucia-lidera-los-proyectos-nuevos-en-energias-renovables.html> (Consultado: 28/04/21)

Red Eléctrica de España (nota de prensa, 2021): “Andalucía es la segunda comunidad autónoma con mayor capacidad instalada de generación de renovables”, ree.es, 12 de marzo, https://www.ree.es/sites/default/files/07_SALA_PRENSA/Documentos/2021/1203_NP_Avance_Andalucia.pdf

Red Eléctrica de España (nota de prensa, 2021): “Las renovables alcanzan el 43,6% de la generación de energía eléctrica en 2020, su mayor cuota desde que existen registros”, 17 de diciembre, <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2020/12/las-renovables-alcanzan-el-43-6-por-ciento-de-la-generacion-de-2020-su-mayor-cuota-desde-existen-registros> (Consultado: 16/05/21)

Rodríguez Monroy, C. (2002): “Evolución histórica reciente y situación actual del sector eléctrico español”, Cuadernos de Economía. Vol. 25,429-439, E.ZS. Ingeniems Industriales de Madrid (UPM), Madrid.

Rosa Moreno, J. (2020): “Requerimientos Sectoriales Del Nuevo Marco Europeo De La Energía Renovable.” Actualidad Jurídica Ambiental, no. 103, de julio 2020, pp. 1–37. EBSCOhost, <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=145158172&lang=es&site=ehostlive&scope=site>.

Smartgridinfo (2021): “2020, el año más verde en España desde que existen registros con el 44% de generación renovable”, smartgridinfo.es, 18 de marzo, <https://www.smartgridinfo.es/2021/03/18/2020-ano-mas-verde-espana-desde-existen-registros-44-generacion-renovable> (Consultado: 16/05/21)

Smartgridinfo (2021): “La potencia de energía eólica instalada en España alcanzó los 27.446 MW en 2020”, smartgridinfo.es, 25 de febrero, <https://www.smartgridinfo.es/2021/02/25/potencia-energia-eolica-instalada-espana-alcanzo-27446-mw-2020> (Consultado: 01/06/21)

Smink, V. (2021): “Hidrógeno verde: 6 países que lideran la producción de una de las energías del futuro”, [bbc.com](https://www.bbc.com/mundo/noticias-56531777), 31 de marzo, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56531777> (Consultado: 19/05/21)

Total Energía (2018): “Liberalización del mercado eléctrico”, [totalenergia.es](https://www.totalenergia.es/es/pymes/blog/liberalizacion-mercado-electrico-espanol), 20 de noviembre, <https://www.totalenergia.es/es/pymes/blog/liberalizacion-mercado-electrico-espanol> (Consultado: 05/05/21)

Twenergy (2019): “La energía geotérmica en España”, [twenergy.com](https://twenergy.com/energia/energia-geotermica/energia-geotermica-en-espana/), 29 de noviembre, <https://twenergy.com/energia/energia-geotermica/energia-geotermica-en-espana/>, (Consultado: 04/04/21)

Twenergy (2019): “Qué es la energía hidráulica”, [twenergy.com](https://twenergy.com/energia/energia-hidraulica/que-es-la-energia-hidraulica-426/), 22 de agosto, <https://twenergy.com/energia/energia-hidraulica/que-es-la-energia-hidraulica-426/>, (Consultado: 04/04/21)

Vallés, R. (2021): “Qué países van ganando la carrera de las renovables”, [elconfidencial.com](https://www.elconfidencial.com/medioambiente/energia/2021-04-22/que-paises-van-ganando-la-carrera-de-las-renovables-bra_3043792/), 22 de abril, https://www.elconfidencial.com/medioambiente/energia/2021-04-22/que-paises-van-ganando-la-carrera-de-las-renovables-bra_3043792/ (Consultado: 17/05/21)

Zeberio, O. (2020): “El gran negocio de la electricidad en España”, [eulixe.com](https://www.eulixe.com/articulo/reportajes/negocio-electricidad-estado-espanol-breve-analisis-situacion-actual-parte-i/20201124082101021589.html), 25 de noviembre, <https://www.eulixe.com/articulo/reportajes/negocio-electricidad-estado-espanol-breve-analisis-situacion-actual-parte-i/20201124082101021589.html>, (Consultado: 28/04/21)