



GRADO EN COMERCIO

TRABAJO FIN DE GRADO

“LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR”

CELIA RUIZ BRAVO

FACULTAD DE COMERCIO

VALLADOLID, JULIO, 2023.



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
GRADO EN COMERCIO

CURSO ACADÉMICO 2022/2023

TRABAJO FIN DE GRADO

“LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR”

Trabajo presentado por:

CELIA RUIZ BRAVO

Tutor: Begoña González Acebes

FACULTAD DE COMERCIO
Valladolid, JULIO 2023.

ÍNDICE

TRABAJO FIN DE GRADO	
<i>JUSTIFICACIÓN</i>	
<i>OBJETIVOS</i>	1
<i>INTRODUCCIÓN</i>	2
1. <i>ENERGÍAS RENOVABLES</i>	4
2. <i>HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR</i>	14
2.1. Geotermia: antecedentes y desarrollo	15
2.2. Aerotermia: historia y avances tecnológicos	16
2.3. Biomasa (pellets): origen y evolución	18
2.4. Placas solares: hitos clave en su adopción y uso en hogares	20
3. <i>FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PRINCIPALES ENERGÍAS RENOVABLES UTILIZADAS EN EL HOGAR</i>	21
3.1. Geotermia: funcionamiento y especificaciones técnicas	21
3.2. Aerotermia: mecanismos y rendimiento	25
3.3. Biomasa: procesos y eficiencia	26
3.4. Placas solares: operación y características técnica	27
4. <i>APLICACIONES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR</i>	30
4.1. Generación de calefacción	30
4.2. Producción de agua caliente sanitaria	32
4.3. Generación de electricidad	33
5. <i>DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR</i>	34
5.1. Innovaciones tecnológicas emergentes	34
5.2. Política y regulaciones de energía	35
5.3. Conciencia pública y aceptación de energías renovables	39
5.4. Adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos	40
5.5. Tendencias emergentes en las energías renovables del hogar	41
6. <i>CASOS DE ESTUDIO: APLICACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN HOGARES CONTEMPORÁNEOS</i>	52
6.1. Caso 1: Familia García; Geotermia y Placas solares	52
6.2. Caso 2: Familia Ruiz Díez; Aerotermia y Placas solares	54
6.3. Caso 3; Familia Muñoz; Biomasa y Placas Solares	55

6.4. Comparativa	57
7. CONCLUSIONES	59
8. PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	61
Referencias Bibliográficas	62
ANEXO LEGISLACIÓN	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 <i>Crecimiento de energía proveniente de fuentes renovables en España 2004-2021</i>	6
Ilustración 2 <i>Evolución de la producción de energía renovable en España</i>	7
Ilustración 3 <i>Evolución Porcentaje de energía empleada para generar electricidad procedente de fuentes renovables en España de 2008 a 2022</i>	8
Ilustración 4 <i>Energía solar</i>	9
Ilustración 5 <i>Energía eólica</i>	10
Ilustración 6 <i>Energía hidráulica</i>	11
Ilustración 7 <i>Energía geotérmica</i>	12
Ilustración 8 <i>Biomasa</i>	13
Ilustración 9 <i>Biomasa</i>	13
Ilustración 10 <i>Aeroterminia</i>	17
Ilustración 11 <i>Comparativa de consumo de aeroterminia</i>	18
Ilustración 12 <i>Tipos de energía según la temperatura del material - Geotermia</i>	21
Ilustración 13 <i>Geotermia horizontal</i>	24
Ilustración 14 <i>Geotermia vertical</i>	24
Ilustración 15 <i>Composición aeroterminia</i>	25
Ilustración 16 <i>Ciclo de la biomasa</i>	27
Ilustración 17 <i>Características técnicas de las placas solares</i>	28
Ilustración 18 <i>Paneles necesarios para cubrir un hogar</i>	30
Ilustración 19 <i>Calefacción a partir geotérmica</i>	31
Ilustración 20 <i>Generación de energía eléctrica en TWh y térmica en TJ a partir de biomasa en el mundo</i>	31
Ilustración 21 <i>Paneles necesarios para generar agua caliente</i>	32
Ilustración 22 <i>Consumo de energías renovables España</i>	36
Ilustración 23 <i>Energía solar de noche</i>	46
Ilustración 24 <i>Energía Políticas europeas para abordar la vulnerabilidad energética</i>	49
Ilustración 25 <i>Comparativa de los casos</i>	57

JUSTIFICACIÓN

La justificación de este Trabajo de Fin de Grado (TFG), radica en la importancia de comprender y analizar la evolución y el funcionamiento de las tecnologías de energías renovables en el ámbito doméstico, dado el creciente interés y adopción de estas tecnologías en todo el mundo como respuesta a la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y enfrentar el cambio climático (IEA, 2020).

En primer lugar, las energías renovables en el hogar desempeñan un papel fundamental en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y la transición hacia una matriz energética más sostenible y baja en carbono. La adopción de estas tecnologías en el ámbito doméstico puede contribuir significativamente a la reducción de las emisiones de GEI, dado que el sector residencial representa una parte considerable del consumo de energía y las emisiones asociadas a nivel mundial (IPCC, 2018). Al examinar la historia y el funcionamiento de las energías renovables en el hogar, este TFG busca proporcionar una base sólida para comprender las tendencias, oportunidades y desafíos en este ámbito, lo que puede informar y orientar las políticas públicas y las decisiones de los consumidores en materia de adopción y promoción de estas tecnologías.

En segundo lugar, este TFG también tiene como objetivo describir y analizar cómo funcionan las tecnologías de energías renovables más relevantes en la generación de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad en el ámbito doméstico. La comprensión del funcionamiento técnico de estas tecnologías es esencial para evaluar su eficiencia, beneficios, limitaciones y aplicabilidad en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos. Esta información puede ser útil para los profesionales del sector de la energía, los responsables de la formulación de políticas, así como para los consumidores interesados en adoptar soluciones energéticas más sostenibles y eficientes en sus hogares.

En tercer lugar, este TFG también busca identificar y discutir las tendencias emergentes y las oportunidades en el campo de las energías renovables en el hogar, como la integración de sistemas de almacenamiento de energía, la implementación de sistemas de gestión de energía inteligentes y la interconexión de dispositivos y tecnologías a través de redes de energía descentralizadas (Lund et al., 2018). Estas tendencias pueden tener implicaciones significativas para el futuro de la sostenibilidad energética en el ámbito doméstico y la transición hacia una matriz energética más limpia y descentralizada.

En definitiva, la justificación de este TFG radica en la relevancia y la necesidad de comprender la evolución histórica y el funcionamiento de las energías renovables en el hogar, en un contexto de creciente interés y adopción de estas tecnologías a nivel mundial. Al analizar la historia, el funcionamiento y las tendencias en este ámbito, este TFG puede proporcionar información valiosa y oportuna para informar y orientar las políticas públicas a las decisiones de los consumidores.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Analizar la evolución histórica y el funcionamiento de las principales tecnologías de energías renovables utilizadas en el hogar para la generación de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) y electricidad, con el fin de comprender su desarrollo y aplicabilidad en el contexto actual y futuro de la sostenibilidad energética doméstica.

Objetivos específicos:

- Investigar y describir la historia y los avances tecnológicos de las principales fuentes de energía renovable empleadas en el hogar, incluyendo geotermia, aerotermia, biomasa (pellets) y placas solares (luz y agua caliente), destacando los hitos clave en su evolución y adopción.
- Analizar y explicar el funcionamiento y las características técnicas de las tecnologías de energías renovables mencionadas anteriormente, enfocándose en su eficiencia, beneficios, limitaciones y aplicaciones en la generación de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad en el ámbito doméstico.
- Identificar y discutir las tendencias emergentes, desafíos y oportunidades en el campo de las energías renovables en el hogar, considerando factores como la innovación tecnológica, la política energética, la concienciación pública y la adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos.

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ha impulsado el desarrollo y la adopción de tecnologías de energías renovables en todo el mundo. En particular, las energías renovables en el ámbito doméstico han experimentado un auge significativo en los últimos años, debido a los avances tecnológicos y al apoyo gubernamental (Hernández, 2021). El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) titulado "Energías renovables en el hogar" tiene como objetivo analizar la evolución de estas tecnologías y su aplicación en la generación de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad.

La geotermia es una de las primeras tecnologías de energía renovable utilizadas en el hogar (DiPippo, 2012). Esta fuente de energía aprovecha el calor almacenado en el subsuelo para proporcionar calefacción y agua caliente sanitaria. A lo largo del tiempo, la geotermia ha experimentado una serie de avances tecnológicos, como el desarrollo de sistemas de intercambio de calor más eficientes y la utilización de perforaciones verticales en lugar de horizontales, lo que ha permitido una mayor adaptabilidad a diferentes condiciones geotérmicas (Rybach, 2010).

Por otro lado, la aerotermia es una tecnología relativamente nueva que utiliza la energía térmica contenida en el aire exterior para proporcionar calefacción y refrigeración en el hogar, así como agua caliente sanitaria (Jiménez, 2018). A través del uso de bombas de calor aire-agua, los sistemas aerotérmicos son capaces de transferir la energía térmica del aire exterior al interior de la vivienda, incluso en condiciones de baja temperatura ambiente (García, 2019). La creciente popularidad de la aerotermia se debe en gran parte a su alta eficiencia energética y a su capacidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Lund et al., 2015).

La biomasa, en forma de pellets de madera, también ha sido ampliamente adoptada en los hogares como una fuente de energía renovable para la calefacción y la producción de agua caliente sanitaria (Dallemand et al., 2007). Los pellets de madera son un combustible sólido producido a partir de residuos de madera, como aserrín y virutas, y su utilización en calderas de biomasa permite una combustión más eficiente y limpia en comparación con otros combustibles fósiles (Obernberger & Thek, 2010). Además, la biomasa contribuye a la gestión sostenible de los recursos forestales y al impulso de la economía rural (Scarlat et al., 2015).

Por último, las placas solares han experimentado un auge significativo en los últimos años, tanto para la generación de electricidad como para la producción de agua caliente sanitaria (Herrando et al., 2017). La energía solar fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad mediante el uso de células solares, mientras que los sistemas solares térmicos utilizan la energía térmica del sol para calentar agua (Eicker, 2011). Ambas tecnologías han experimentado una reducción significativa en sus costes de instalación y han aumentado su eficiencia en los últimos años, lo que ha llevado a una mayor adopción de sistemas solares en hogares de todo el mundo (Grau et al., 2018).

La implementación de estas tecnologías de energía renovable en el hogar ha sido impulsada no solo por las mejoras en su eficiencia y reducción de costes, sino también por políticas gubernamentales y marcos regulatorios que promueven la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles (Del Río et al., 2020). Estas políticas incluyen incentivos fiscales, subvenciones, tarifas de alimentación y programas de certificación energética, entre otros (Haas et al., 2011).

Además, la creciente demanda de soluciones energéticas más sostenibles y eficientes ha impulsado la investigación y el desarrollo en nuevas tecnologías y en la mejora de las existentes. Algunas de las tendencias actuales en el ámbito de las energías renovables en el hogar incluyen la integración de sistemas de almacenamiento de energía, la implementación de sistemas de gestión de energía inteligentes y la interconexión de dispositivos y tecnologías a través de redes de energía descentralizadas (Lund et al., 2018).

Por lo tanto, el presente TFG tiene como objetivo analizar la historia y el funcionamiento de las energías renovables en el hogar, incluyendo geotermia, aerotermia, biomasa y placas solares. Además, se explorará la evolución de estas tecnologías desde sus inicios hasta la actualidad, así como el marco regulatorio que las respalda y las tendencias futuras en el ámbito de las energías renovables domésticas.

1. ENERGÍAS RENOVABLES

Según un informe de la ONU (2019), las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales que se recargan más rápido de lo que se agotan. Son ejemplos de esto el sol y el viento, que son recursos constantemente renovados. La energía renovable está disponible en abundancia y puede ser obtenida en casi todos los lugares.

Por otro lado, los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas son fuentes de energía no renovable que necesitan millones de años para formarse. Estos recursos generan energía a través de su combustión, liberando en el proceso emisiones perjudiciales, como los gases de efecto invernadero, entre ellos el dióxido de carbono.

La producción de energía mediante fuentes renovables resulta en una cantidad considerablemente menor de emisiones en comparación con la quema de combustibles fósiles. Es esencial pasar de los combustibles fósiles, los cuales son la principal fuente de emisiones hoy en día, a energías renovables para enfrentar la crisis climática.

Actualmente, en la mayoría de los países, las energías renovables son más económicas y crean tres veces más empleos que los combustibles fósiles.

Acciona (2020) afirma que el valor de las energías renovables se basa en su limpieza, su carácter inagotable y su competitividad creciente. Estas energías se diferencian de los combustibles fósiles por su variedad, su abundancia y su potencial para ser utilizadas en cualquier lugar del mundo. Además, tienen la ventaja de no generar gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes, principales causantes del cambio climático. Por otra parte, los costos de las energías renovables continúan disminuyendo de forma sostenible, a diferencia de los combustibles fósiles cuyos precios suelen ser volátiles y tienden a subir.

El auge de las energías renovables es una realidad, como lo demuestran los datos anuales de la Agencia Internacional de Energía (AIE). De acuerdo a las proyecciones de la AIE, la cuota de las energías renovables en la producción total de electricidad crecerá del 28,7% en 2021 al 43% en 2030. Además, se espera que sean responsables de dos tercios del aumento en la demanda eléctrica durante ese periodo, principalmente a través de la energía eólica y solar.

Según la AIE, la demanda mundial de electricidad aumentará un 82% entre 2020 y 2040, si se cumplen los compromisos anunciados por los diferentes países para reducir las emisiones, lo que llevará a que su participación en el consumo final de energía se eleve del 38% al 63% en ese mismo periodo. Este incremento será impulsado principalmente por

regiones emergentes como India, China, África, Oriente Medio y el sudeste asiático, así como por la electrificación del transporte en las economías avanzadas (Acciona, 2020).

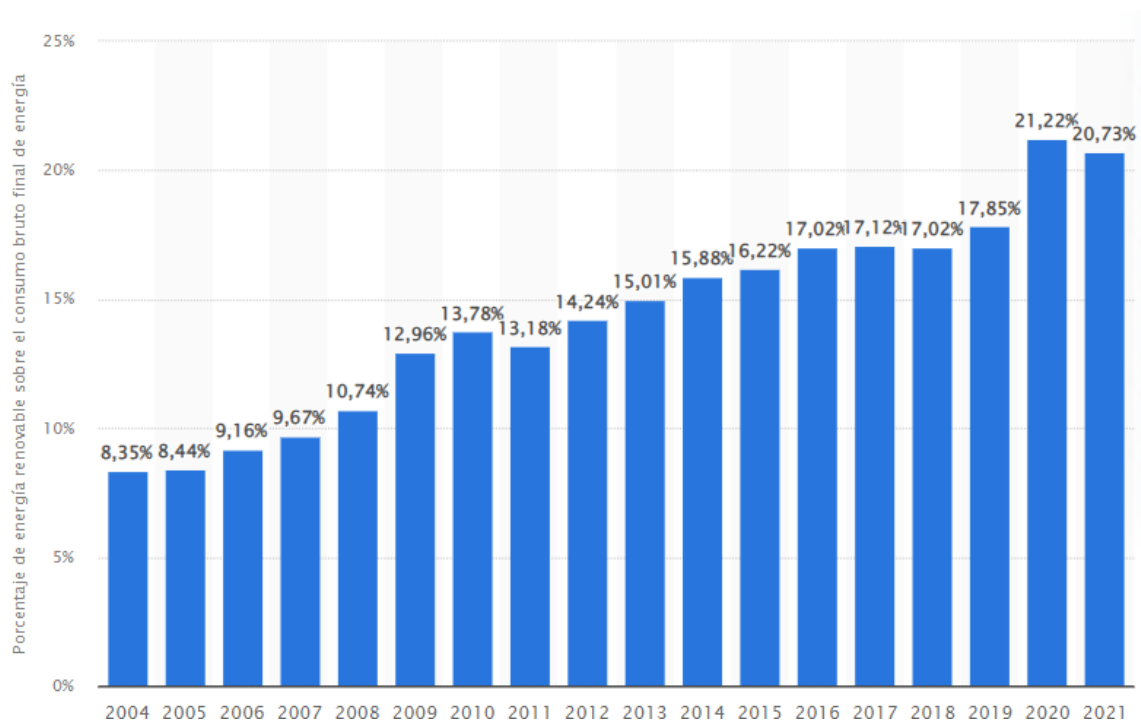
Según el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, las principales fuentes de energía renovable que contribuyen a la producción energética en España son la energía eólica (51%), la energía hidráulica (36%) y la energía solar (8%). En conjunto, estas fuentes representan aproximadamente el 40% de la demanda energética total del país.

La energía eólica se genera a partir del viento, transformando su energía cinética en electricidad mediante aerogeneradores. Es una fuente de energía inagotable, renovable y limpia, lo que ayuda a reducir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles. En España, la energía eólica representa alrededor del 20% de la electricidad consumida, situándose como la segunda fuente de energía después de la nuclear. Esto coloca a España como uno de los principales líderes mundiales en energía eólica, solo por detrás de Alemania y Estados Unidos.

La energía hidráulica se obtiene a través del aprovechamiento de corrientes de agua, saltos de agua y mareas, aprovechando su energía potencial y cinética. La energía hidráulica es una fuente renovable e inagotable. En España, ha sido durante décadas la principal fuente de energía renovable, con una larga tradición de presas y embalses. Aunque en 1940 representaba el 92% de la energía total del país, en la actualidad aporta alrededor del 18% debido al crecimiento de otras fuentes de energía, como la térmica y la nuclear.

La energía solar se obtiene a partir de la radiación solar, ya sea mediante la producción de calor para cocinar, calentar agua o generar electricidad de manera indirecta (energía solar termoeléctrica), o mediante la producción directa de electricidad (energía solar fotovoltaica). En las últimas décadas, la producción de energía solar en España ha aumentado considerablemente y cubre más del 5% de la demanda eléctrica total (Ayuntamiento de Huelva, 2020).

Según Statista (2022) a lo largo de los años, se ha observado un crecimiento constante en el porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables en España. En el año 2021, aproximadamente el 20,7% del consumo bruto final de energía en el país se atribuyó a fuentes renovables. Esto demuestra un aumento significativo en comparación con el año 2004 y refleja el compromiso continuo de España con la transición hacia un sistema energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. El incremento en el uso de fuentes renovables es una clara señal del progreso en la implementación de tecnologías y políticas que promueven la generación de energía limpia y contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ilustración 1. Crecimiento de energía proveniente de fuentes renovables en España 2004-2021

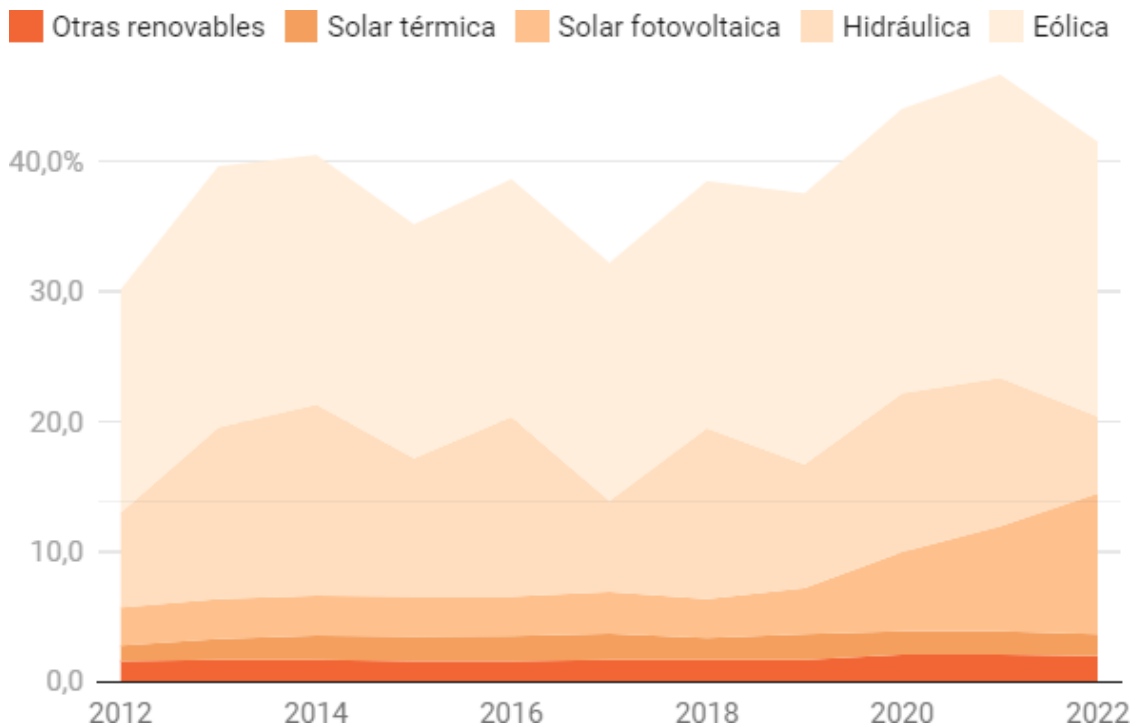
Fuente: Statista (2022)

Además, Villalvilla (2022) señala que, durante la última década, se ha observado un progreso notable en la generación de energía limpia en España, aunque aún hay desafíos por abordar. En 2012, la producción de energía renovable representaba aproximadamente el 30% del total, con la energía eólica aportando el 17,1%, la hidráulica el 7,3%, la fotovoltaica el 2,9% y la termoeléctrica el 1,2%. Para el año 2021, este porcentaje aumentó al 47%. Hasta agosto de 2022, las energías limpias representaron aproximadamente el 41,3% del total de energía renovable, aunque estos datos se vieron afectados por un aumento en la exportación de energía a Francia durante el verano, la cual fue generada principalmente por centrales de ciclo combinado que utilizan gas.

España cuenta con dos recursos excepcionales para la generación de energía renovable: el viento y el sol. La energía eólica y la solar (tanto fotovoltaica como térmica en menor medida) son las fuentes renovables más utilizadas en el país. En el presente año, la energía eólica representó el 22,1% de la electricidad total, aumentando cuatro puntos porcentuales desde 2012, aunque se vio afectada por una disminución durante los meses de verano, aportando un 23,3% en 2021. La solar fotovoltaica experimentó un crecimiento significativo, pasando de un promedio del 2,9% entre 2012 y 2019 a representar el 10,8% en lo que va del año (con un incremento en la capacidad instalada de 8,7 GW a más de 18

GW en estos tres años). Por otro lado, la energía solar térmica tuvo el menor crecimiento en la última década, con un aumento de solo 0,5 puntos, alcanzando el 1,7% hasta agosto de 2022.

Ilustración 2
Evolución de la producción de energía renovable en España



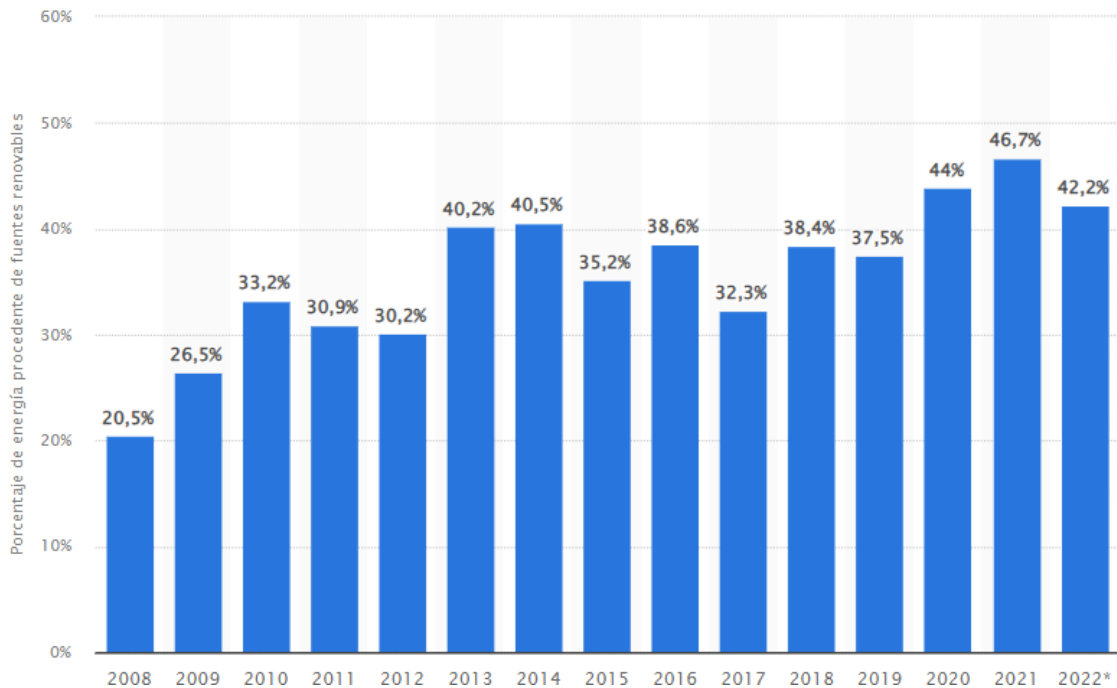
Fuente: Villalvilla (2022)

Finalmente, según Statista (2023) en los datos recopilados de 2008 a 2022, se observa una tendencia creciente en el uso de fuentes renovables para la generación de electricidad en España. En el año 2022, aproximadamente el 42% de la energía utilizada para producir electricidad en el país procedió de fuentes renovables. Este porcentaje refleja un aumento significativo en comparación con años anteriores y demuestra el compromiso continuo de España con la transición hacia una matriz energética más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Es importante destacar que el uso de fuentes renovables para la generación de electricidad no solo contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también fomenta la independencia energética y reduce la dependencia de combustibles fósiles importados. Además, el aumento en el uso de fuentes renovables crea nuevas oportunidades de empleo en el sector de las energías limpias y promueve la innovación tecnológica.

A medida que se avanza hacia un futuro más sostenible, se espera que la proporción de energía procedente de fuentes renovables en la producción de electricidad en España continúe aumentando. Esto se logrará a través de inversiones en infraestructuras renovables, políticas de apoyo y conciencia creciente sobre la importancia de una transición energética hacia fuentes limpias y sostenibles.

Ilustración 3
Evolución Porcentaje de energía empleada para generar electricidad procedente de fuentes renovables en España de 2008 a 2022



Fuente: Statista (2023)

1.1. Tipos de energías renovables

Las energías renovables para uso doméstico aprovechan fuentes naturales inagotables como el sol, el agua y los residuos orgánicos. A continuación, se describen algunas de las principales:

- **Energía solar:** se obtiene directamente de la radiación solar. Se puede utilizar para producir electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos o para generar calor a través de paneles solares térmicos. La energía solar es la fuente de energía más abundante y se puede aprovechar incluso en días nublados. La cantidad de energía solar que la Tierra intercepta es aproximadamente 10,000 veces mayor que el consumo total de energía de la humanidad. Las tecnologías solares tienen diversas aplicaciones, como la producción de calor, refrigeración, iluminación natural, electricidad y

combustibles. Estas tecnologías convierten la luz solar en energía eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos o espejos que concentran la radiación solar. Aunque la disponibilidad de luz solar varía en diferentes países, es posible lograr una contribución significativa de la energía solar en cualquier lugar del mundo. En la última década, el costo de fabricación de los paneles solares ha disminuido considerablemente, lo que los hace asequibles y a menudo la forma más económica de generar electricidad. Los paneles solares tienen una vida útil de alrededor de 30 años y están disponibles en una amplia gama de tonalidades, dependiendo del tipo de material utilizado en su fabricación.

Ilustración 4
Energía solar



Fuente: Communications (2019)

- **Energía eólica:** se obtiene a través de la fuerza del viento y se utiliza para producir electricidad mediante aerogeneradores. La energía eólica aprovecha la energía del aire en movimiento para generar electricidad mediante el uso de grandes turbinas eólicas. Estas turbinas se pueden instalar en tierra, en alta mar o sobre aguas dulces. A lo largo de milenios, se ha utilizado la energía eólica, pero en las últimas décadas, tanto las tecnologías terrestres como las marítimas han evolucionado, utilizando turbinas más altas y rotores de mayor tamaño, lo que ha permitido que se convierta en una fuente de generación de electricidad muy potente. Aunque la velocidad promedio del viento varía considerablemente en diferentes ubicaciones, el potencial técnico mundial de la energía eólica supera la producción global de electricidad. La mayoría de las regiones del mundo tienen un potencial significativo para el despliegue de esta forma de energía

basada en el viento. Aunque existen áreas con vientos fuertes y velocidades muy altas en todo el mundo, los mejores lugares para aprovechar la energía eólica a menudo se encuentran en áreas remotas. La generación de energía eólica en entornos acuáticos, como el mar, también tiene un gran potencial.

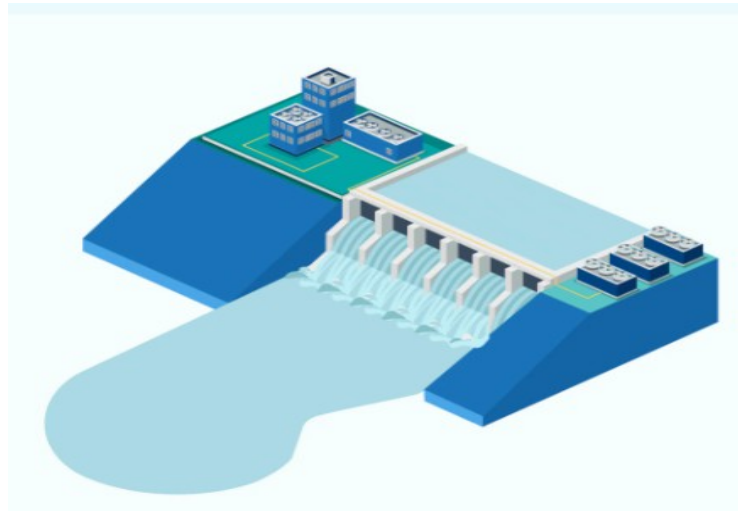
Ilustración 5
Energía eólica



Fuente: Communications (2019)

- **Energía hidráulica:** se obtiene del movimiento del agua, ya sea de ríos, lagos o mares, y se utiliza para producir electricidad en centrales hidroeléctricas. La energía hidroeléctrica utiliza la energía generada por el movimiento del agua al caer o fluir rápidamente. Puede obtenerse tanto de embalses como de ríos. Las plantas hidroeléctricas en embalses aprovechan el agua almacenada y estancada, mientras que las plantas hidroeléctricas en ríos utilizan la energía generada por el flujo de agua. Los embalses hidroeléctricos tienen múltiples usos, como la producción de agua potable, riego, control de inundaciones y sequías, navegación y generación de energía. En la actualidad, la energía hidroeléctrica es la principal fuente de energía renovable en el sector eléctrico. Dependiendo de los patrones de precipitación, que suelen ser estables, puede verse afectada negativamente por sequías relacionadas con el cambio climático y los cambios en los ecosistemas, lo que afecta los patrones de lluvia. Sin embargo, la construcción de infraestructuras para la generación de energía hidroeléctrica puede tener un impacto negativo en los ecosistemas. Por esta razón, muchos defienden la opción de generar energía hidroeléctrica a pequeña escala como una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, especialmente adecuada para comunidades ubicadas en áreas remotas.

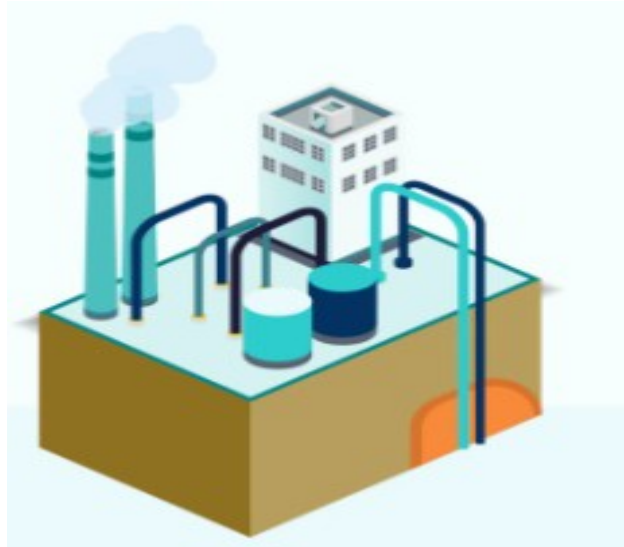
Ilustración 6
Energía hidráulica



Fuente: Communications (2019)

- **Energía geotérmica:** se obtiene del calor generado en el interior de la tierra y se utiliza para producir electricidad o para calefacción y refrigeración mediante bombas de calor. Además, la energía geotérmica aprovecha el calor térmico disponible en el interior de la Tierra. Se extrae calor de depósitos geotérmicos a través de pozos u otros métodos. Los depósitos que son naturalmente permeables y tienen temperaturas lo suficientemente altas se conocen como depósitos hidrotermales. Por otro lado, los depósitos que cuentan con suficiente calor, pero requieren métodos de estimulación hidráulica, se denominan sistemas geotérmicos mejorados. Una vez que se obtiene en la superficie, se pueden utilizar fluidos a diferentes temperaturas para generar electricidad. Esta tecnología, que consiste en generar electricidad a partir de depósitos geotérmicos, está bien establecida y se ha utilizado durante más de 100 años, siendo considerada confiable.

Ilustración 7
Energía geotérmica



Fuente: Communications (2019)

- **Biomasa:** se obtiene de la materia orgánica como residuos forestales, madera, cultivos energéticos, entre otros. Se utiliza para producir calor o electricidad mediante calderas o generadores. Es conocida, también como bioenergía a partir de diversos materiales orgánicos conocidos como biomasa, como la madera, el carbón, el estiércol y otros residuos agrícolas utilizados para generar calor y electricidad, así como cultivos destinados a la producción de biocombustibles líquidos. En las zonas rurales, la biomasa se utiliza principalmente para cocinar, proporcionar iluminación y calefacción, especialmente en países en desarrollo donde se encuentra en manos de las poblaciones más desfavorecidas. Los sistemas modernos de bioenergía utilizan árboles o cultivos específicos, así como residuos agrícolas y forestales, y flujos de desechos orgánicos. La generación de energía a partir de la quema de biomasa produce emisiones de gases de efecto invernadero, aunque en menor medida que la combustión de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. Sin embargo, es importante utilizar la bioenergía de manera adecuada debido a sus posibles impactos negativos en el medio ambiente, como la deforestación y el cambio en el uso de la tierra, que pueden ocurrir si se implementan grandes plantaciones de biomasa a gran escala.

Ilustración 8
Biomasa



Fuente: Communications (2019)

- **Energía de los océanos:** se obtiene a través de las olas, mareas o corrientes marinas, y se utiliza para producir electricidad mediante tecnologías específicas. Asimismo, la energía oceánica se obtiene a través de tecnologías que aprovechan el calor del agua marina, las olas o las corrientes de agua para generar electricidad o calor. Los sistemas de energía oceánica aún están en una etapa temprana de desarrollo y existen diversos dispositivos experimentales para convertir el oleaje y las corrientes de mareas en energía. El potencial teórico de la energía oceánica supera ampliamente las necesidades energéticas actuales de la humanidad.

Ilustración 9
Biomasa



Fuente: Communications (2019)

La elección de la fuente de energía renovable depende de las necesidades del hogar y las características de la vivienda.

2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR

Según Battery (2020) cuando los seres humanos comenzaron a utilizar el fuego para obtener luz y calor, estaban aprovechando una forma de energía renovable. Aunque no es lo primero que se nos viene a la mente al pensar en energías renovables, el uso de biomasa, que consiste en la quema de madera, hojas y materia animal, se considera renovable, ya que las plantas, árboles y animales continúan creciendo y reproduciéndose. Si bien la biomasa puede parecer ineficiente en comparación con las tecnologías y el uso de energía actuales, el hecho de que los humanos hayan utilizado fuentes de energía renovable desde el principio muestra nuestra conexión profunda con el mundo natural.

A lo largo de la historia humana, hay muchos otros ejemplos de energías renovables. Los molinos de agua, utilizados para moler granos y cortar madera, se remontan al siglo II a.C. Los molinos de viento, desarrollados en Europa y Asia alrededor de mil años después, desempeñaron un papel importante en la agricultura, bombeando agua del subsuelo y moliendo granos en harina. Además, el viento impulsó la exploración global y el comercio a través de los veleros. Aunque estas fuentes de energía renovable no se mencionan comúnmente en las conversaciones actuales, los humanos las han utilizado a lo largo de la historia.

Sin embargo, a mediados y finales del siglo XVII, el carbón se convirtió en una fuente de energía ampliamente utilizada debido a su bajo costo y alta eficiencia. Esto condujo a un aumento en la minería del carbón. Aunque se observaron problemas como la contaminación del aire debido a la emisión de hollín, la demanda de energía durante la Revolución Industrial impulsó la búsqueda de nuevas fuentes. En 1870, John D. Rockefeller fundó Standard Oil, marcando el comienzo de la era no renovable de la energía.

Así, a lo largo de la historia, hemos presenciado tanto el uso de energías renovables como la transición hacia fuentes no renovables debido a la demanda creciente de energía y las necesidades industriales.

Por otro lado, (Fundeen, 2021) señala que durante los siglos X y XI, Europa experimentó un avance tecnológico en el uso de energía renovable hidráulica. Este desarrollo coincidió con un crecimiento económico notable y se realizó una inversión significativa en energías limpias.

El primer molino de viento en Europa fue construido en el siglo XII en Inglaterra. Surgió como una solución en áreas donde el agua era escasa o de difícil acceso, y se



recurrió a la energía eólica. Los beneficios de tener viento en todas partes llevaron a una amplia adopción de esta forma de energía renovable en el norte de Europa.

Los molinos de viento y de agua se usaban principalmente para labores como el abatanado, un proceso que transformaba la lana animal en tejido para la confección de vestimentas. Además, se usaban en tareas de lavandería, curtido, molienda de cereales, prensado de aceitunas, producción de pigmentos de pintura, entre otras.

A finales del siglo XV, Europa ya contaba con una diversidad de fuentes de energía renovable de uso práctico. Durante el siglo XVIII, en plena revolución industrial, operaban alrededor de medio millón de molinos de agua en Europa. Además, miles de molinos de viento estaban en funcionamiento, generando incluso más potencia que los molinos de agua. Tanto los generadores eólicos como hidráulicos fueron el producto de un extenso avance tecnológico.

La energía solar, la fuente energética más antigua, siempre ha sido crucial para la vida en la Tierra. Civilizaciones como los griegos y romanos le dieron una gran importancia. Los griegos construían sus hogares considerando el aprovechamiento óptimo de la luz solar, y los romanos implementaron leyes para prevenir el bloqueo de la luz solar e incluso construyeron invernaderos para una agricultura eficiente (Ayuntamiento de Huelva, 2020).

Hoy en día, los paneles solares facilitan la producción de electricidad a partir de la luz solar, convirtiéndose en una inversión excelente para la protección del medio ambiente y el uso de una fuente de energía limpia.

A lo largo del siglo XX, se comenzó a reflexionar sobre las consecuencias de las energías no renovables. Se aceptó que las fuentes basadas en petróleo podrían agotarse y que su utilización también conlleva una contaminación ambiental. Por esta razón, las energías limpias empezaron a ser vistas como alternativas a estas fuentes finitas.

Actualmente, contamos con avances tecnológicos que facilitan el cambio hacia fuentes de energía renovable más amigables con el medio ambiente. Es importante considerar el origen de las energías renovables y reconocer que el futuro está en nuestras manos. Es crucial invertir en fuentes inagotables de energía como el sol, el agua y el viento, que estarán siempre disponibles para nuestro beneficio, mientras cuidamos del medio ambiente y contribuimos a la preservación del planeta.

2.1. Geotermia: antecedentes y desarrollo

La historia de la energía geotérmica se remonta a más de 10.000 años atrás, cuando los paleo-indígenas americanos en Norteamérica utilizaban agua de fuentes termales para diversas actividades como cocinar, bañarse y limpiar.

El primer uso industrial de la energía geotérmica se inició cerca de Pisa, Italia, a finales del siglo XVIII. El vapor proveniente de respiraderos naturales y agujeros perforados se utilizaba para extraer ácido bórico de piscinas calientes, conocidas actualmente como los campos de Larderello.

En 1904, el científico italiano Piero Ginori Conti inventó la primera central eléctrica geotérmica que utilizaba vapor para generar energía.

En 1922, se estableció la primera planta geotérmica en los Estados Unidos, con una capacidad de 250 kilovatios. Sin embargo, tuvo problemas técnicos y produjo una cantidad limitada de energía, lo que llevó a su cierre. En 1946, se instaló la primera bomba de calor geotérmica en el edificio Commonwealth en Portland, Oregón.

Durante la década de 1960, la compañía Pacific Gas and Electric inauguró la primera gran planta de energía geotérmica en San Francisco, con una capacidad de producción de 11 megavatios. En la actualidad, hay más de 60 plantas de energía geotérmica en funcionamiento en los Estados Unidos, distribuidas en 18 sitios en todo el país.

A partir de la crisis petrolera de 1973, muchos países comenzaron a buscar fuentes de energía renovable, y en la década de 1980 las bombas de calor geotérmicas comenzaron a ganar popularidad como una forma de reducir los costos de calefacción y refrigeración.

En 1997, se firmó el Protocolo de Kyoto en Japón, en el cual se establecieron objetivos de reducción de emisiones para los países desarrollados y se promovió la transferencia de fondos y tecnología a los países en desarrollo. Hasta la fecha, 184 países han ratificado el protocolo.

Aunque la energía geotérmica representa menos del 1% de la energía mundial en la actualidad, se espera que su contribución aumente al 10-20% de las necesidades energéticas globales para el año 2050. Las plantas geotérmicas operan actualmente en alrededor de 20 países, especialmente aquellos con actividad sísmica y volcánica. (Planeta-tierra, 2019).

2.2. Aerotermia: historia y avances tecnológicos

La tecnología de aerotermia es un sistema de calefacción y refrigeración que utiliza el aire exterior como fuente de energía. Durante las últimas décadas, se ha desarrollado como un sistema altamente eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

La empresa Soliclima, especializada en energía solar, cuenta con una amplia experiencia de 25 años en la instalación de bombas de calor de aerotermia.

Los primeros sistemas de aerotermia se desarrollaron en Europa a principios del siglo XX, pero fue en la década de 1960 cuando comenzaron a ser utilizados de manera más generalizada. A lo largo de las décadas posteriores, la tecnología de aerotermia ha experimentado rápidas mejoras y actualmente existen diversos tipos de sistemas disponibles en el mercado (Solliclima, 2023).

Ilustración 10
Aerotermia



Fuente: Arqitasa (2020)

Aunque la aerotermia ha estado disponible durante varias décadas, su adopción masiva ha ocurrido en los últimos años debido a una mayor conciencia sobre el cambio climático y una creciente preocupación por el medio ambiente. La aerotermia es un sistema eficiente de climatización que no genera emisiones de gases de efecto invernadero, lo que ha contribuido a reducir la huella de carbono en numerosos hogares y edificios comerciales alrededor del mundo.

Ilustración 11
Comparativa de consumo de aeroterminia

RESULTADO ANUAL DE CONSUMOS					
GASOIL CALDERA DE BAJA TEMPERATURA		GAS NATURAL CALDERA DE CONDENSACIÓN		ELECTRICIDAD AEROTERMIA	
		Término Fijo (€)	102	Término Fijo (€)*	130
Energía consumida (€)	985	Energía consumida (€)	643	Total Energía (€)** Energía Valle (€): 166,84 Energía Punta (€): 171,00	329
		Alquiler equipos (€)	15		
Total con IVA (€/año)	985	Total con IVA (€/año)	761	Total con IVA (€/año)	459
		IVA	160	IVA	96
Coste anual (€/año)	985 €	Coste anual (€/año)	920 €	Coste anual (€/año)	555 €

Fuente: Arqitasa (2020)

Por lo tanto, la historia de la aeroterminia es una historia de evolución y desarrollo de una tecnología amigable con el medio ambiente y altamente eficiente. En la actualidad, la aeroterminia se ha convertido en una alternativa popular a los sistemas de climatización tradicionales y se utiliza ampliamente en hogares y edificios comerciales en todo el mundo.

2.3. Biomasa (pellets): origen y evolución

Según Pelletsy (2019) La historia de la biomasa se remonta a los primeros momentos de la humanidad, cuando se utilizaba como la principal fuente de energía antes de la llegada de los combustibles fósiles. La biomasa era utilizada para diversas actividades, como calefacción, metalurgia, cerámica y máquinas de vapor. Sin embargo, con la revolución industrial, surgió la necesidad de obtener más energía en espacios más reducidos, lo que llevó al uso predominante del carbón, que tenía un mayor poder calorífico y una mayor demanda. Esto hizo que el uso de la biomasa disminuyera gradualmente durante esos siglos, alcanzando mínimos históricos a medida que los derivados del petróleo se volvieron más comunes.

Sin embargo, en la actualidad, el uso de la biomasa está experimentando un resurgimiento debido a su sostenibilidad y a su baja emisión de CO₂ durante la combustión. La biomasa se considera una fuente inagotable de energía con un enorme potencial. Cada vez más empresas están adoptando el uso de biomasa como fuente de energía para sus procesos de producción, reduciendo así la dependencia de los combustibles fósiles y promoviendo un enfoque más sostenible y respetuoso con el medio ambiente en la industria.

Además, el uso de la biomasa contribuye a reducir el costo de los desechos. Al obtener biomasa a partir de residuos forestales y agrícolas, se reduce el costo asociado con el manejo de estos residuos, ya que se integran en la cadena de producción de un combustible renovable como la biomasa. Quemar los residuos forestales evita que se descompongan y emitan gases de efecto invernadero, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental (Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario - ITAGRA.CT, 2012).

Por lo tanto, la biomasa tiene una historia que se remonta a los primeros momentos de la humanidad, y aunque su uso disminuyó durante la era de los combustibles fósiles, está experimentando un resurgimiento debido a su sostenibilidad y baja emisión de CO₂. El uso de biomasa contribuye a un enfoque más sostenible en la industria y reduce los costos asociados con los desechos, al tiempo que ayuda a mitigar los gases de efecto invernadero emitidos por la descomposición de residuos.

2.4. Placas solares: hitos clave en su adopción y uso en hogares

Para Solfy (2022) la historia del panel solar tiene sus raíces en el descubrimiento del efecto fotovoltaico por parte de Alexandre Edmond Becquerel en 1838. A lo largo del tiempo, la energía solar se ha utilizado en aplicaciones espaciales, ha evolucionado y se ha integrado en la vida cotidiana, convirtiéndose en la fuente de energía renovable más utilizada en la actualidad.

En teoría, se cree que el uso de la energía solar se remonta al siglo VII a.C., cuando los seres humanos utilizaban la luz solar para encender fuego con lentes. Otro uso temprano de la energía solar era el concepto de solarium o patio de luces en los edificios, que aprovechaba la luz solar para capturar calor durante los meses de invierno. A finales de los siglos XVIII y XIX, los investigadores utilizaron la luz solar para alimentar hornos durante largos viajes y para impulsar barcos de vapor.

La historia del desarrollo de los paneles solares está marcada por una serie de descubrimientos e invenciones clave. En 1839, se descubrió el efecto fotovoltaico, que estableció la base para la conversión de la luz solar en electricidad. En 1883, se creó la primera célula solar práctica utilizando selenio y oro. En 1953, se produjeron comercialmente las células solares de silicio, que demostraron ser más eficientes que el selenio. En 1958, se utilizó la energía solar en el espacio para alimentar equipos de exploración espacial.

Durante las décadas siguientes, la investigación y el desarrollo continuaron, reduciendo los costos y aumentando la eficiencia de las células solares. Se crearon parques solares comerciales, y la energía solar empezó a utilizarse en vehículos



recreativos y en aplicaciones residenciales. En 1994, se desarrolló una célula solar con una eficiencia de conversión superior al 30%. En 2005, los paneles solares de bricolaje se volvieron más populares, y en 2016 se descubrió la posibilidad de generar electricidad a partir del calor sin necesidad de luz solar (GrupoJab, 2022).

En resumen, la historia de la energía solar es una historia de avances científicos y tecnológicos que han llevado a su crecimiento y adopción generalizada. La energía solar ha evolucionado desde los primeros descubrimientos del efecto fotovoltaico hasta convertirse en una fuente de energía competitiva y sostenible. A medida que continúa la investigación y el desarrollo, la energía solar sigue avanzando hacia un futuro más limpio y renovable.

3. FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PRINCIPALES ENERGÍAS RENOVABLES UTILIZADAS EN EL HOGAR

3.1. Geotermia: funcionamiento y especificaciones técnicas

La energía geotérmica se utiliza de diferentes formas dependiendo del yacimiento y las necesidades específicas de los usuarios o industrias. En los yacimientos de alta temperatura con vapor en la superficie, se emplean turbinas para generar electricidad. En ausencia de este tipo de yacimiento, se utilizan tuberías llenas de líquido anticongelante para absorber el calor del suelo y llevarlo a los hogares.

En los yacimientos de alta temperatura, se requieren turbinas para convertir la energía geotérmica en electricidad, mientras que en los yacimientos de baja temperatura se utiliza una bomba de calor geotérmica para aprovechar el calor extraído del subsuelo sin necesidad de convertirlo en otra forma de energía.

Ilustración 12
Tipos de energía según la temperatura del material - Geotermia

Tipo	Temperatura	Uso
Alta temperatura	Superior a 150°C	Generación de electricidad
Media temperatura	de 100 a 150°C	Generación eléctrica y utilización térmica industrial
Baja temperatura	30 y 100°C	Aprovechamiento térmico en industrias, en calefacción y ACS
Muy baja temperatura	inferior a 30°C	Calefacción, refrigeración y ACS (mediante bomba de calor)

Fuente: Preciogas (2022)

¿Cómo funciona la energía geotérmica para uso hogar?

La temperatura del subsuelo se mantiene estable alrededor de los 15°C entre los 5 y los 10 metros de profundidad, y posteriormente se incrementa aproximadamente 3°C por cada 100 metros adicionales. Este rango de temperatura, de 15 a 20°C, hasta una profundidad de 150 metros puede emplearse para producir calor en invierno (puesto que el subsuelo es más cálido que el ambiente externo) y para generar frescor en verano, ya que el subsuelo es más frío que el exterior en esa estación.

Para aprovechar el calor terrestre, se deben realizar excavaciones e instalar dispositivos de captación, que son tuberías de polietileno llenas de un líquido conductor de calor, generalmente una mezcla de agua y glicol. La profundidad a la que deben instalarse estos dispositivos depende de las especificaciones de la vivienda y las propiedades del suelo.

El líquido conductor de calor fluye por las tuberías y recoge el calor del suelo, y luego se dirige hacia una bomba de calor geotérmica. En la bomba, el líquido conductor de calor transfiere su calor a otro fluido que se encuentra a una temperatura más baja. Este fluido se evapora al aumentar su temperatura y pasa a través de un condensador que incrementa su presión y temperatura. De esta forma, el calor se emplea para calentar el suelo radiante de la casa y el sistema de agua caliente sanitaria.

Aplicaciones de la energía geotérmica

Los usos de la energía geotérmica varían según la temperatura del yacimiento y se emplean distintos procesos para su extracción y transformación:

Generación de electricidad

En yacimientos de alta o media temperatura, se utilizan turbinas de vapor o plantas de ciclo binario para generar electricidad. Actualmente existen tres tipos de plantas geotérmicas:

- Plantas de vapor seco: aprovechan yacimientos con fracturas en el suelo por donde asciende vapor seco. Este vapor hace girar la turbina, que, conectada a un generador, produce electricidad.
- Plantas flash: funcionan de manera similar a las de vapor seco, pero en este caso requieren de una máquina separadora, ya que el vapor está mezclado con agua que no se utiliza.
- Plantas de ciclo binario: se utilizan en yacimientos de temperatura media (entre 100 y 150 °C). Este sistema no emplea directamente el vapor o líquido termal, sino que utiliza un fluido secundario con un punto de ebullición más bajo. El fluido termal calienta este líquido secundario, provocando su evaporación a alta presión y generando la energía necesaria para hacer girar las turbinas.

Usos térmicos

La energía geotérmica también puede utilizarse en grandes instalaciones que requieren un aporte energético significativo, y se pueden clasificar en tres categorías:

- Instalaciones industriales: se emplea la energía geotérmica para calefacción, secado, esterilización, extracción de sales, tratamiento textil, extracción de productos químicos y otros procesos industriales.

- Invernaderos: se utiliza la energía geotérmica de baja temperatura para evitar la congelación durante el invierno y prolongar la temporada de producción.
- Acuicultura: se emplea la energía geotérmica de baja entalpía para mantener una temperatura de 20-30 °C en las piscifactorías, lo cual es necesario para la cría de diversas especies acuáticas.

Usos residenciales y comerciales

La energía geotérmica de baja entalpía o temperatura se utiliza para calefacción y agua caliente sanitaria en hogares y edificios comerciales. Aunque supone un ahorro y es una fuente de energía renovable, la instalación de sistemas geotérmicos es más costosa en comparación con el gas natural, que sigue siendo la fuente de calor más común.

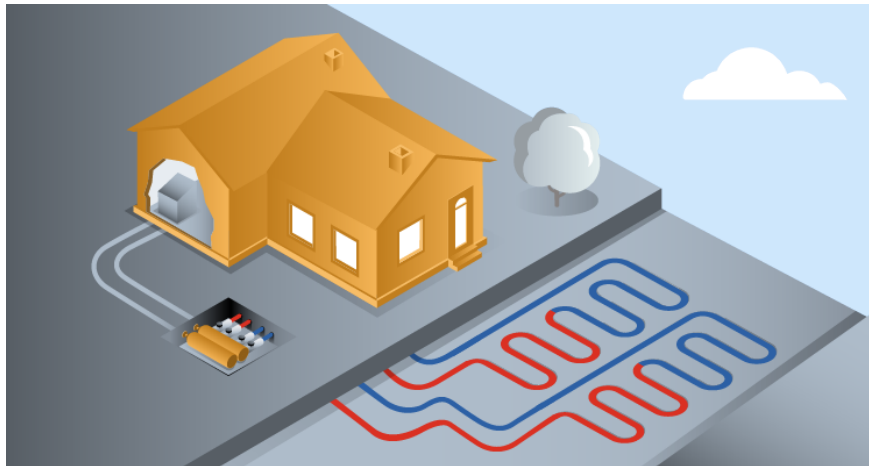
- Calefacción de barrios: la energía geotérmica permite establecer un sistema de calefacción centralizada que atiende las necesidades de toda una comunidad en un barrio. Este sistema, conocido como "District Heating", también puede utilizarse para deshelar las aceras en áreas frías.
- Calefacción individual: la energía geotérmica de baja entalpía se emplea en viviendas unifamiliares para proporcionar calefacción y climatización durante todo el año. Dado que el subsuelo está más cálido que el entorno en invierno y más frío en verano, se instala un sistema de captación de calor subterráneo y una bomba de calor geotérmica para extraer y amplificar dicho calor.

Geotermia horizontal

La geotermia horizontal implica enterrar tuberías de polietileno, por donde circula un líquido anticongelante, a una profundidad de 1 a 2 metros a lo largo de un terreno. A esta profundidad, gran parte del calor en la tierra se debe a la energía solar almacenada.

El tamaño del terreno necesario para el sistema de captación dependerá del tamaño de la vivienda, ya que, si la red colectora no es lo suficientemente grande, la bomba de calor funcionará con un rendimiento bajo, lo que generará menos calor del necesario.

Ilustración 13
Geotermia horizontal

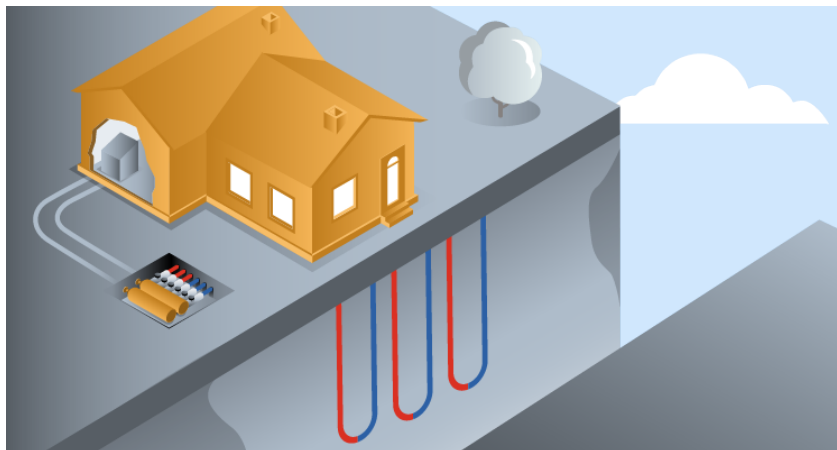


Fuente: Preciogas (2022)

Geotermia vertical

La geotermia vertical utiliza los mismos principios que la geotermia horizontal, pero en lugar de tuberías enterradas horizontalmente, se utilizan tuberías en forma de "U" que se introducen perpendicularmente al terreno. Estas tuberías se entierran a una profundidad que puede variar entre 20 y 150 metros. En general, se utilizan tuberías de dos diámetros diferentes, 32 mm y 40 mm, dependiendo de las necesidades de calor requeridas.

Ilustración 14
Geotermia vertical



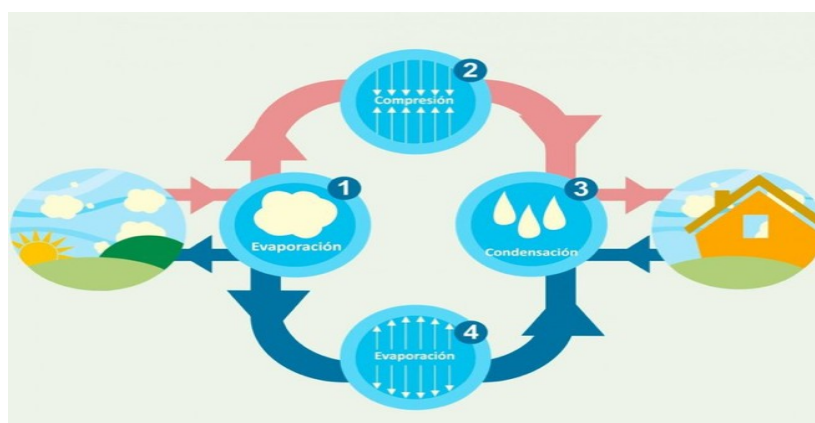
Fuente: Preciogas (2022)

3.2. Aerotermia: mecanismos y rendimiento

El funcionamiento de estos sistemas es simple y se basa en los principios de la termodinámica. La energía se obtiene mediante la diferencia de temperatura entre el ambiente y el refrigerador interno. El proceso se resume en los siguientes pasos:

- La bomba de calor captura el calor del ambiente utilizando un evaporador.
- Luego, esta energía se transfiere de la unidad exterior a la unidad interior para abastecer la vivienda.
- La unidad interior calienta el agua para proporcionar calefacción o, en caso de temperaturas elevadas, puede generar aire acondicionado.
- En verano, el proceso se invierte y se utiliza el calor del hogar para enfriar el ambiente.
- La eficiencia energética de la aerotermia es alta, ya que utiliza recursos naturales renovables. El coeficiente de rendimiento (COP) es un indicador clave que representa la energía generada por cada kW/h consumido. Las bombas de calor suelen tener un COP de 4 a 5, lo que significa que pueden generar 4 o 5 kW/h térmicos por cada kW consumido.
- En cuanto a la composición de los equipos de aerotermia, generalmente constan de tres o cuatro elementos: una unidad exterior, una unidad interior, una unidad de almacenamiento (que puede estar integrada en la unidad interior) y un dispositivo de calefacción o refrigeración. La configuración exacta puede variar según el equipo y su clasificación energética.

Ilustración 15
Composición aerotermia



Fuente: Ingeoexpert (2022)

Además, la aerotermia es un sistema de climatización que tiene como objetivo proporcionar refrigeración en verano, calefacción en invierno y agua caliente sanitaria

(ACS) durante todo el año. Utiliza bombas de calor eléctricas para extraer la energía contenida en el aire ambiente.

Su funcionamiento se basa en un ciclo termodinámico que aprovecha el calor del exterior para calentar el interior del edificio o extrae el calor del interior y lo expulsa al exterior cuando es necesario. Los equipos de aerotermia pueden extraer hasta el 75% de la energía del aire exterior, lo que reduce significativamente el consumo de electricidad en hogares y edificios. De hecho, aproximadamente la mitad del consumo eléctrico en Europa se destina a la climatización.

Los sistemas de aerotermia permiten climatizar espacios de manera eficiente y sostenible. Los generadores de aerotermia constan de una unidad exterior, que incluye una bomba de calor para extraer el calor del aire ambiente, y una unidad interior, que se instala dentro del edificio y se encarga de calentar y almacenar agua. Esta agua se utiliza para climatizar el espacio mediante radiadores o suelo radiante, y también puede utilizarse como agua caliente sanitaria.

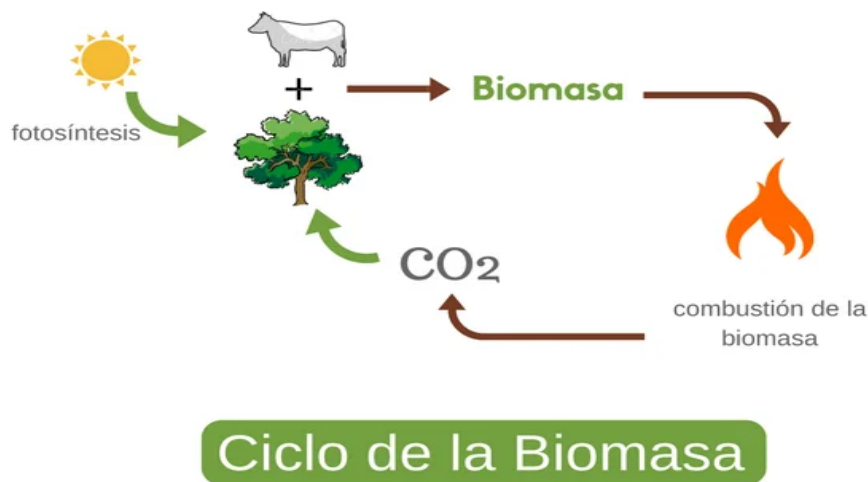
3.3. Biomasa: procesos y eficiencia

La biomasa es una fuente de energía renovable que se produce a partir de materia orgánica, incluyendo plantas, residuos de alimentos y residuos de madera (Gregorio, 2021). Los procesos de transformación y utilización de la biomasa son varios y pueden clasificarse en dos grandes categorías: termoquímicos y bioquímicos.

Según IDAE (2022) la biomasa se refiere a la materia orgánica de origen vegetal o animal, así como a los materiales derivados de su transformación natural o artificial. La Directiva 2009/28/CE define la biomasa como la parte biodegradable de productos, desechos y residuos de origen biológico de actividades agrícolas, forestales, pesqueras, industriales y municipales. La biomasa abarca desde residuos agrícolas y forestales hasta residuos domésticos e industriales, incluyendo subproductos de la industria alimentaria y maderera. Los combustibles principales obtenidos a partir de la biomasa son leña, astillas, pellets, huesos de aceituna y cáscaras de frutos. En los últimos años, se han realizado esfuerzos para estandarizar y certificar la calidad de estos combustibles, principalmente astillas y pellets, con normas ISO 17225. También existen normas específicas para residuos como los huesos de aceituna y las cáscaras de frutos (normas UNE-164003 y UNE-164004, respectivamente), debido al crecimiento del mercado y la demanda de biomasa como fuente de energía renovable.

Los procesos termoquímicos implican altas temperaturas para la descomposición de la biomasa en gases y sólidos. Dentro de estos procesos, se encuentra la combustión directa, la pirólisis y la gasificación. Por otro lado, los procesos bioquímicos hacen uso de microorganismos o enzimas para descomponer la biomasa y producir biogás o bioetanol (Teba, 2017).

Ilustración 16
Ciclo de la biomasa



Fuente: Teba (2017)

La eficiencia de estos procesos depende de numerosos factores, como el tipo y la humedad de la biomasa, la tecnología de conversión utilizada y las condiciones de operación (Gregorio, 2021). Asimismo, es importante destacar que la biomasa es una fuente de energía con un ciclo de carbono cerrado, ya que el CO₂ liberado durante su combustión es compensado por el CO₂ absorbido durante el crecimiento de las plantas.

En cuanto al uso de la biomasa en el hogar, es posible mediante la instalación de sistemas de calefacción o cocinas a base de biomasa, proporcionando una fuente de energía renovable y sostenible para los hogares.

3.4. Placas solares: operación y características técnica

Las placas solares, también conocidas como paneles solares, son una forma popular y efectiva de energía renovable utilizada en hogares de todo el mundo. Funcionan mediante la conversión de la radiación solar en electricidad, un proceso conocido como el efecto fotovoltaico (Green & Emery, 2014).

La operación de un panel solar comienza cuando la luz del sol incide en las células fotovoltaicas que componen el panel. Estas células están compuestas por semiconductores, a menudo de silicio, que absorben los fotones de la luz solar. Al absorber

estos fotones, los electrones de los átomos del semiconductor se excitan y se liberan, creando un flujo de electricidad (Parida et al., 2011).

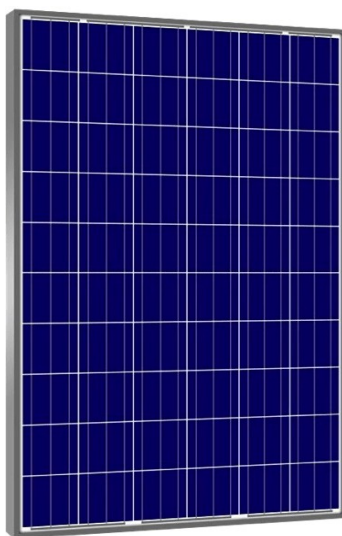
De acuerdo a Tecnosolab (2022) las placas solares tienen varias características eléctricas importantes que se especifican en su ficha técnica. Que incluyen una irradiancia de 1000W/m², una temperatura de célula de 25°C y una distribución espectral de AM 1,5G. Los paneles solares fotovoltaicos están compuestos por un conjunto de células conectadas entre sí, optimizadas para convertir la luz solar en energía eléctrica.

La cantidad de células varía según el tipo de panel, por ejemplo, los paneles de 12V tienen 36 células, los de 24V tienen 72 células y los de "conexión a red" tienen 60 células.

La tolerancia indica la variación en la potencia del panel debido al proceso de fabricación, y los fabricantes suelen garantizar que la potencia del módulo esté dentro de un rango específico. Buscar paneles con tolerancias positivas es recomendable para asegurar al menos la potencia declarada en la ficha técnica.

La temperatura nominal de operación de la célula (TONC) es la temperatura que alcanzan las células bajo condiciones específicas de irradiancia, temperatura ambiente, velocidad del viento y distribución espectral, como una irradiancia de 800W/m², temperatura ambiente de 20°C, velocidad del viento de 1m/s y distribución espectral AM 1,5.

Ilustración 17
Características técnicas de las placas solares



Electrical characteristics

<i>P_{max}, V_{oc}, I_{sc}, V_{mp} and I_{mp} at STC (1000W/m², 25°C, AM 1.5):</i>								
Maximum Power (P _{max})	225W	230W	235W	240W	245W	250W	255W	260W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V	37.4V	37.5V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.16A	8.31A	8.42A	8.52A	8.62A	8.72A	8.82A	8.91A
Maximum Power Voltage (V _{mp})	30.1V	30.2V	30.3V	30.3V	30.4V	30.5V	30.6V	30.7V
Maximum Power Current (I _{mp})	7.48A	7.62A	7.76A	7.92A	8.06A	8.20A	8.34A	8.48A
Module Efficiency (%)	13.8	14.1	14.4	14.7	15.0	15.3	15.6	15.9

Temperature Coefficients

Temperature Coefficients of P _{max}	-0.43 %/°C
Temperature Coefficients of V _{oc}	-0.33 %/°C
Temperature Coefficients of I _{sc}	+0.056 %/°C

Absolute Maximum Limits

Maximum System Voltage	1000V DC
Module Operating Temperature	-40°C to +85°C
NOCT	45°C±2°C

Fuente: Tecnosolab (2022)

El sistema solar también comprende un inversor que convierte la corriente continua generada por los paneles en corriente alterna, utilizable en el hogar, y un sistema de medición que registra la cantidad de electricidad producida y consumida. Algunos sistemas

también incluyen baterías para almacenar el exceso de energía generada durante el día para su uso durante la noche o durante períodos de menor producción solar (Tecnosolab 2022)

En cuanto a las características técnicas de placas solares, estas varían dependiendo de la tecnología utilizada. Las células de silicio cristalino, que pueden ser monocristalinas o policristalinas, son las más comunes. Los paneles monocristalinos son más eficientes, pero también más caros, mientras que los paneles policristalinos son menos eficientes, pero más económicos (Hilcu, 2023).

Otra tecnología comúnmente utilizada es la de las células de película delgada, que son menos eficientes que las células de silicio cristalino, pero son más flexibles y pueden ser más estéticamente agradables, ya que pueden fabricarse en una variedad de colores.

La eficiencia de placas solares varía, pero generalmente se sitúa entre el 15 y el 20% para las células de silicio cristalino y alrededor del 10% para las células de película delgada. Esta eficiencia se ve afectada por factores como la intensidad y el ángulo de la luz solar, la temperatura y la edad del panel (Hilcu, 2023).

Finalmente, es importante destacar que la energía solar es una fuente de energía limpia, ya que no emite gases de efecto invernadero durante su operación. Además, los paneles solares tienen una vida útil prolongada, con muchos fabricantes ofreciendo garantías de rendimiento de 25 años o más (Tecnosolab 2022).

En conclusión, las placas solares son una forma efectiva y sostenible de generar electricidad en el hogar. Aunque su instalación puede requerir una inversión inicial significativa, los costos pueden recuperarse a través del ahorro en las facturas de electricidad y de la venta del exceso de energía generada a la red eléctrica.

4. APLICACIONES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR

4.1. Generación de calefacción

El uso de energías renovables para la calefacción en el hogar es una forma eficaz de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir la huella de carbono. Entre las distintas fuentes de energía renovable, la solar, la geotérmica y la biomasa son las más utilizadas para este propósito (Rodríguez-Ubinas et al., 2019).

La energía solar térmica se utiliza para la calefacción del hogar mediante la captura y conversión de la radiación solar en calor. Esta energía se almacena en un fluido y se distribuye a través de un sistema de calefacción, generalmente suelo radiante o radiadores de baja temperatura. Al contrario que los paneles fotovoltaicos, los paneles solarestérmicos no convierten la luz solar en electricidad, sino que aprovechan el calor del sol para calentar agua o aire (Kalogirou, 2014).

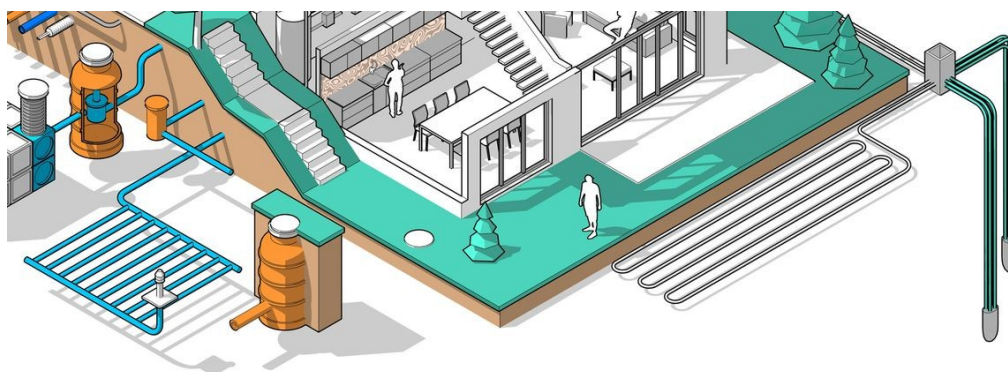
Ilustración 18
Paneles necesarios para cubrir un hogar

Factor	Lo que necesitas	Lo que conseguirías
En una superficie entre 150 a 200 m ² (con suelo radiante)	Con unos 6 a 8 captadores	100% de agua caliente sanitaria y un 15 - 35 % de calefacción
Para una vivienda de 3 personas	1 panel (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)	
Para una vivienda entre 3 a 5 personas	2 paneles (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)	
Para una vivienda entre 5 a 7 personas	3 paneles (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)	
Para una vivienda entre 7 a 9 personas	4 paneles (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)	

Fuente: Inarquía (2020)

La energía geotérmica se aprovecha mediante sistemas de bomba de calor geotérmica, que utilizan la temperatura constante del subsuelo para proporcionar calefacción en invierno. Aunque la instalación de estos sistemas puede ser costosa, su eficiencia y bajo coste operativo los convierten en una opción atractiva a largo plazo. Según Rehau (2022) la calefacción geotérmica es un sistema que utiliza el calor y la estabilidad térmica de la tierra durante todo el año, combinado con la tecnología de bomba de calor geotérmica, para generar energía y calentar viviendas y edificios, así como proporcionar agua caliente. Estos sistemas son más económicos y eficientes en comparación con los sistemas tradicionales que dependen de combustibles fósiles, madera o electricidad. La energía geotérmica está disponible de forma constante y esta tecnología ha sido utilizada con éxito en todo el mundo durante más de 40 años, lo que la hace confiable y segura.

Ilustración 19
Calefacción a partir geotérmica



Fuente: Rehau (2022)

La biomasa, como se mencionó anteriormente, también se utiliza para la calefacción del hogar. Los sistemas de calefacción de biomasa queman materia orgánica - como madera, residuos de alimentos o residuos agrícolas - para generar calor. A pesar de que la combustión de biomasa produce CO₂, se considera un proceso de carbono neutro ya que la cantidad de CO₂ liberada es igual a la que las plantas absorben durante su crecimiento (Guerray Assaf , 2022).

Ilustración 20
Generación de energía eléctrica en TWh y térmica en TJ a partir de biomasa en el mundo

Energía eléctrica (en TWh)

	Total
2000	164
2005	227
2010	372
2015	528
2016	571

Energía térmica (calor derivado en TJ)

	Total
2000	414 081
2005	530 237
2010	781 020
2015	940 492
2016	1 053 861

Fuente: Gregorio (2021)

Cada una de estas tecnologías tiene sus ventajas y desventajas, y la elección de una u otra dependerá de diversos factores, como la ubicación geográfica de la vivienda, la disponibilidad de recursos y el presupuesto disponible para la inversión inicial (Rodríguez-Ubinas et al., 2019).

La utilización de las energías renovables para la generación de calefacción en el hogar no sólo aporta beneficios medioambientales, sino que también puede resultar en ahorros económicos a largo plazo, ya que disminuyen o eliminan la necesidad de comprar combustibles fósiles para la calefacción. Además, muchas jurisdicciones ofrecen incentivos

fiscales y subsidios para la instalación de sistemas de calefacción renovable, lo que puede ayudar a compensar el coste de la inversión inicial (International Renewable Energy Agency, 2020).

4.2. Producción de agua caliente sanitaria

El agua caliente sanitaria (ACS) es una necesidad esencial en todos los hogares. Tradicionalmente, su generación ha dependido de fuentes de energía no renovables, como el gas o la electricidad. Sin embargo, la transición hacia la sostenibilidad ha visto un cambio hacia la utilización de fuentes de energía renovable para este propósito, principalmente la energía solar térmica y, en menor medida, la biomasa y la geotermia (Greenheiss, 2021).

Los sistemas de energía solar térmica son los más comúnmente utilizados para la generación de ACS en hogares. Estos sistemas utilizan colectores solares para capturar la energía del sol y transferirla a un fluido de transferencia de calor. Este calor se utiliza entonces para calentar el agua almacenada en un tanque. Existen varias configuraciones de sistemas solares térmicos, como los sistemas de circulación forzada y los de termosifón, que difieren en su complejidad y coste (Baigorrotegui, 2021).

Ilustración 21
Paneles necesarios para generar agua caliente

Consumo	Personas	Paneles
Bajo	4	2 paneles de captación son suficientes para dicho consumo
Medio (un consumo medio moderado en el hogar)	4	2 (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)
Alto (un consumo alto y familias numerosas)	4	3 a 4 (entre 3 y cuatro metros cuadrados de superficie de captación)

Fuente: HogarSense (2023)

Además, algunas viviendas pueden aprovechar la energía geotérmica para la producción de ACS. Este tipo de sistemas, conocidos como bombas de calor geotérmicas, aprovechan la temperatura constante del subsuelo para transferir calor al agua. Aunque estos sistemas son más eficientes en la generación de calor que los sistemas tradicionales, su instalación requiere una inversión inicial considerable y es más adecuada para viviendas nuevas o en proceso de renovación profunda (Man et al., 2017).

Por último, los sistemas de calefacción de biomasa también pueden utilizarse para la generación de ACS. En este caso, el calor producido por la combustión de la biomasa se utiliza para calentar agua, que puede ser almacenada en un tanque para su uso posterior. Aunque estos sistemas son menos comunes que los solares o geotérmicos para la producción de ACS, pueden ser una opción viable en áreas rurales o en lugares con una gran disponibilidad de residuos de biomasa (McKendry, 2002).

Es importante destacar que la eficiencia de estos sistemas depende de varios factores, como la ubicación geográfica de la vivienda, el tamaño y orientación de los colectores solares, el tipo de biomasa utilizada y la profundidad a la que se accede al calor geotérmico (Glembin & Madani, 2019).

A pesar de las diferencias entre estas tecnologías, todas comparten la ventaja de ser sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. La utilización de fuentes de energía renovable para la producción de ACS puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Además, puede resultar en ahorros económicos a largo plazo, debido a la reducción o eliminación de la necesidad de comprar combustibles fósiles para la calefacción del agua (International Renewable Energy Agency, 2020).

4.3. Generación de electricidad

El uso de energías renovables para la generación de electricidad en el hogar se ha convertido en una realidad creciente en la última década. Existen varias tecnologías para la producción de electricidad a partir de energías renovables en el hogar, siendo las más comunes la solar fotovoltaica, la eólica y, en ciertos casos, la hidroeléctrica.

Según la ONU (2020) en el informe Estadísticas de Capacidad Renovable 2020 de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la crisis de COVID-19 está impulsando a las economías a "reconstruir mejor" centrándose en energía limpia, empleos verdes y desarrollo sostenible. El informe también revela que la nueva capacidad de energía renovable, principalmente hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y bioenergética, representó el 72% de toda la expansión energética el año pasado. La energía solar y eólica fueron las fuentes de energía renovable que más crecieron, representando conjuntamente el 90% de la capacidad renovable agregada en 2019. China y Estados Unidos lideraron la expansión de la energía eólica, mientras que China, India, Japón, la República de Corea y Vietnam tuvieron los mayores aumentos en capacidad solar. Aunque la energía renovable está experimentando un crecimiento significativo, todavía enfrenta desafíos en sectores como la aviación, el transporte marítimo, la industria y el transporte pesado, que dependen en gran medida de los combustibles fósiles.

Los sistemas fotovoltaicos son los más ampliamente utilizados para la generación de electricidad en el hogar. Funcionan mediante la conversión directa de la energía solar en electricidad, gracias al efecto fotovoltaico. Estos sistemas son modulares, lo que significa que pueden adaptarse a las necesidades de consumo de cada hogar y ampliarse con el tiempo. Además, los sistemas fotovoltaicos pueden integrarse en la red eléctrica, lo que permite al usuario vender el exceso de electricidad generada o comprar electricidad cuando la producción es insuficiente (Hernandez et al., 2014).

Por otro lado, los sistemas de energía eólica para uso doméstico son menos comunes debido a sus restricciones geográficas y normativas, así como a la variabilidad de la producción de electricidad. Sin embargo, en ciertas zonas con suficiente recurso eólico, las turbinas eólicas domésticas pueden ser una opción viable. Aunque estas turbinas son generalmente de pequeña escala en comparación con las grandes turbinas eólicas utilizadas en parques eólicos, pueden producir una cantidad significativa de electricidad para el hogar (Manwell et al., 2009).

Finalmente, Asia representó el 54% de la nueva capacidad de generación renovable a nivel mundial, seguida por Europa y América del Norte con aumentos del 6,6% y 6% respectivamente. Oceanía y Medio Oriente experimentaron el crecimiento más rápido, con aumentos del 18,4% y 12,6% respectivamente, aunque su contribución total a la capacidad global es pequeña. En América del Sur, se agregaron 8,4 GW de capacidad renovable, lo que representa un aumento del 4%, mientras que en América Central y el Caribe la expansión fue de 0,6 GW, un aumento del 4,1%. En África, se agregaron 2 GW de capacidad renovable, lo que representa un aumento del 4,3% (ONU, 2020).

5. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOGAR

5.1. Innovaciones tecnológicas emergentes

A medida que avanza la tecnología, aparecen nuevas soluciones en el ámbito de las energías renovables que pueden mejorar la eficiencia y la accesibilidad de las energías renovables en el hogar. Las innovaciones tecnológicas emergentes incluyen, entre otras, las mejoras en la eficiencia de las células solares, el almacenamiento de energía, la energía inteligente y las micro-redes (IRENA, 2020).

Las mejoras en la eficiencia de las células solares son un área clave de innovación. Las células solares perovskita, que utilizan materiales cristalinos con una estructura

específica, son una de las tecnologías más prometedoras en este ámbito. Estas células pueden alcanzar eficiencias comparables a las de las células de silicio, pero con un coste de fabricación significativamente menor (Enelx, 2022).

El almacenamiento de energía también es un área clave para la innovación. A medida que aumenta la generación de energía renovable, también lo hace la necesidad de almacenar esta energía para su uso durante períodos de baja producción. Las baterías de ion-litio son actualmente la tecnología de almacenamiento más común, pero se están investigando otras tecnologías, como las baterías de flujo y las de aire metal, que pueden ofrecer mayor capacidad de almacenamiento y vida útil (Chen et al., 2018).

La energía inteligente es otro campo en rápido desarrollo. Los hogares inteligentes, equipados con dispositivos y sistemas que pueden controlar y optimizar el uso de energía, están comenzando a popularizarse. Estos sistemas pueden ajustar la producción y el consumo de energía en tiempo real, mejorando así la eficiencia energética y permitiendo un mayor uso de las energías renovables (Siano, 2014).

Por último, las micro-redes, que son sistemas de distribución de energía a pequeña escala, pueden permitir a los hogares producir, almacenar y compartir energía renovable. Estas redes pueden operar de forma independiente o en conexión con la red eléctrica principal, lo que puede aumentar la resiliencia y la seguridad energética (Lasseter et al., 2011).

Cada una de estas tecnologías tiene el potencial de transformar el uso de las energías renovables en el hogar. Sin embargo, también plantean desafíos, como la necesidad de regulaciones apropiadas, la inversión en infraestructuras y la educación del público sobre estas nuevas tecnologías (IRENA, 2020).

A pesar de estos desafíos, la continua innovación en el campo de las energías renovables ofrece grandes oportunidades. A medida que estas tecnologías se desarrollan y maduran, es probable que los hogares puedan acceder a soluciones de energía renovable más eficientes, accesibles y asequibles.

5.2. Política y regulaciones de energía

Las políticas y regulaciones gubernamentales juegan un papel crucial en la promoción y el desarrollo de las energías renovables en el hogar. Estas pueden actuar como un acelerador o como un obstáculo para la adopción de tecnologías de energías renovables, dependiendo de cómo se estructuren y se implementen (Battery, 2020).

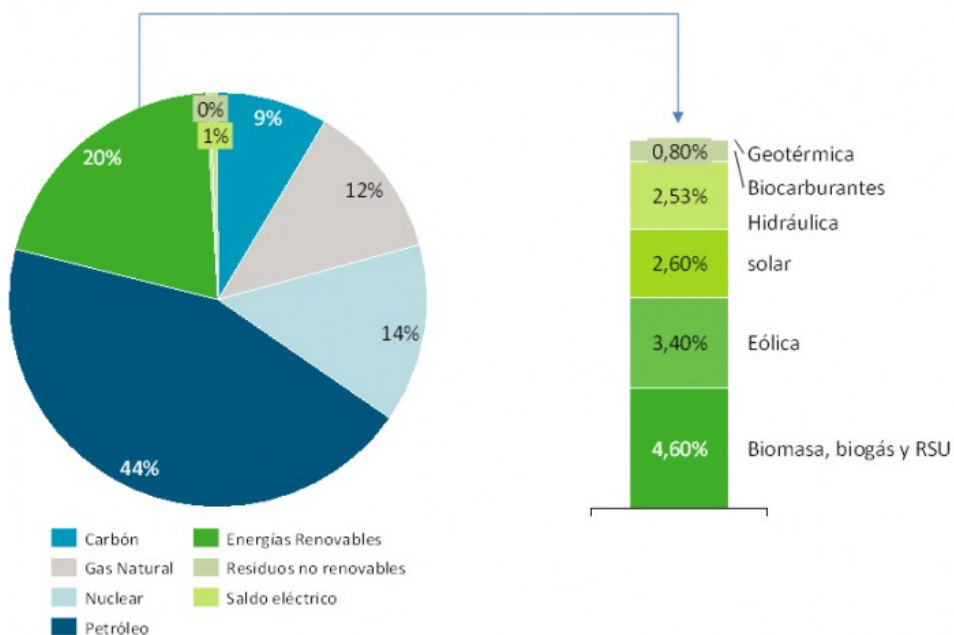
En ese sentido de acuerdo Energía y Sociedad (2022) la regulación de las energías renovables en España comenzó a desarrollarse en la década de 1980. En ese período, se

promulgó la Ley 82/1980 de conservación de la energía, que fomentaba la minihidráulica para enfrentar la crisis del petróleo y mejorar la eficiencia energética. En la década siguiente, el Plan Energético Nacional 1991-2000 incentivó la producción con energías renovables.

La Ley 40/1994 del sistema eléctrico nacional estableció el concepto de régimen especial y el Real Decreto 2366/1994 reguló la producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por fuentes renovables. Este Real Decreto incluía instalaciones de residuos, cogeneración, calor residual y centrales hidráulicas con una potencia de hasta 100 MVA.

La ley 54/1997 del Sector Eléctrico diferenció la producción en régimen ordinario de la producción en régimen especial, estableciendo un marco económico de retribución para cada modelo de generación. El Real Decreto 2818/1998 estableció que las primas del régimen especial se actualizarían anualmente y se revisarían cada 4 años.

Ilustración 22
Consumo de energías renovables España



Fuente: *Energía y Sociedad* (2022)

Además, Rodríguez y Frolova (2021), durante el proceso de incorporación de los países europeos a la Unión Europea y su adaptación a las políticas de energías renovables, decían que el desarrollo de las energías renovables fue desigual, lo que dificultó la creación de un marco normativo comunitario. Sin embargo, la Directiva 2009/28/CE marcó un cambio en la política energética europea al reconocer que cada país tenía diferentes condiciones y potencial para la transición a las energías limpias. Esto implicaba que no todos los países podían alcanzar los mismos objetivos en la misma proporción, por lo que era necesario establecer metas personalizadas y exigir una contribución equitativa y realista al objetivo comunitario.

En este sentido, la UE estableció por primera vez objetivos indicativos de producción de energías renovables. Basándose en el consumo energético de referencia de 2005, se establecieron objetivos para el consumo de energías renovables que los países debían tener en cuenta al elaborar sus planes nacionales, asegurándose de que no fueran inferiores a dichos objetivos.

En términos económicos, se introdujo el Real Decreto-Ley 14/2010, que incorporó medidas inmediatas para solucionar el déficit tarifario en el sector eléctrico, esto incluyó la reducción de costos aplicada a las energías renovables. Posteriormente, se ratificó el Real Decreto-Ley 1/2012, que puso en pausa los procedimientos de asignación de compensaciones y suprimió los incentivos financieros para nuevas instalaciones de producción de electricidad a partir de cogeneración, fuentes de energía renovable y residuos.

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023), algunas de las principales regulaciones en vigor son:

- Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, que establece la normativa sobre la garantía del origen de la electricidad a partir de fuentes de energía renovables y cogeneración de alta eficiencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, que proporciona regulaciones relacionadas con el sector eléctrico en general.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, que norma la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden TEC/1302/2018, de 4 de diciembre, que establece medidas para un sistema de subsidios a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en territorios no peninsulares.

- Orden TEC/1314/2018, de 7 de diciembre, que proporciona medidas para un sistema de subsidios a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, que presenta medidas inmediatas para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto-ley 20/2018, de 7 de diciembre, que establece medidas urgentes para fomentar la competitividad económica en el sector industrial y comercial.
- Orden TEC/1380/2018, de 20 de diciembre, que establece las bases reguladoras para la concesión de subsidios a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica con tecnologías eólica y fotovoltaica en los territorios no peninsulares.

Estas regulaciones y decretos tratan diversos aspectos de la promoción y regulación de las energías renovables en España, incluyendo la garantía de origen, la promoción de la inversión, las ayudas financieras y la transición energética.

Además, actualmente, muchos gobiernos han implementado un conjunto de políticas para promover el uso de energías renovables en las viviendas. Estas políticas pueden consistir en subsidios directos, incentivos fiscales, tarifas de retroalimentación y normativas de eficiencia energética (CEPAL, 2022).

Por ejemplo, los subsidios y los incentivos fiscales pueden reducir el costo inicial de instalar sistemas de energías renovables, facilitando su adopción por parte de los hogares. Asimismo, las tarifas de alimentación, que garantizan un precio mínimo por la electricidad generada a partir de fuentes renovables, pueden proporcionar un flujo de ingresos seguro para los propietarios de sistemas de energías renovables (Battery, 2020).

Además, las normas de rendimiento energético pueden obligar a los constructores a integrar tecnologías de energías renovables en los nuevos edificios o durante las renovaciones de los existentes. Este tipo de regulaciones pueden ser especialmente efectivas para incrementar el uso de energías renovables en el sector residencial (CEPAL, 2022).

A pesar de los beneficios que pueden ofrecer estas políticas y regulaciones, también presentan varios desafíos. Entre ellos, la necesidad de equilibrar los costos y beneficios para los consumidores y los contribuyentes, la necesidad de evitar la distorsión

del mercado y la dificultad de adaptar las regulaciones a las rápidas innovaciones tecnológicas (Bridle et al., 2014).

Además, las políticas y regulaciones energéticas a menudo requieren una coordinación a varios niveles, desde el local hasta el nacional e incluso internacional, lo que puede complicar su implementación. También es esencial que estas políticas y regulaciones sean predecibles y estables a largo plazo, para dar a los hogares y a las empresas la confianza necesaria para invertir en energías renovables (Lecaro-Zambrano y Garzón-Montealegre, 2021).

A pesar de estos desafíos, las políticas y regulaciones de energía pueden ofrecer grandes oportunidades para promover el uso de energías renovables en el hogar. Al proporcionar los incentivos adecuados y crear un marco regulatorio favorable, los gobiernos pueden facilitar la transición hacia una economía de energía limpia y sostenible.

5.3. Conciencia pública y aceptación de energías renovables

El cambio hacia la adopción de energías renovables en el hogar no solo implica innovaciones tecnológicas y políticas reguladoras, sino también un cambio en la conciencia pública y la aceptación de estas tecnologías. Esto se convierte en una dimensión esencial, ya que la actitud del público puede acelerar o ralentizar la adopción de energías renovables en el hogar (Alfaris, 2018).

La falta de información o la mala comprensión sobre las energías renovables y sus beneficios pueden obstaculizar su aceptación. En este sentido, es crucial implementar campañas de educación y concienciación pública para mejorar la comprensión y la percepción de las energías renovables (Guerra y Assaf, 2022). Estas campañas deben enfocarse en destacar los beneficios económicos, ambientales y de seguridad energética que las energías renovables pueden ofrecer.

Además, también es esencial abordar las preocupaciones prácticas que los hogares pueden tener con respecto a las energías renovables. Esto incluye cuestiones como los costos iniciales de instalación, la fiabilidad y eficiencia de las tecnologías de energías renovables, y su impacto en la estética y valor de las propiedades (Battery, 2020). La provisión de información clara y accesible puede ayudar a abordar estas preocupaciones y aumentar la aceptación de las energías renovables.

Sin embargo, la conciencia y la aceptación pública no se basan únicamente en la información. Las actitudes y valores individuales y sociales también desempeñan un papel importante. Por ejemplo, la percepción de la justicia de las políticas energéticas, como la

distribución de los costos y beneficios de las energías renovables, puede influir en su aceptación (Ramos y Chávez, 2019).

Además, la participación pública en la planificación y toma de decisiones en torno a las energías renovables puede fomentar su aceptación. La participación pública puede mejorar la transparencia y la responsabilidad, permitir a las personas sentir un mayor control sobre sus opciones de energía, y fomentar un sentimiento de propiedad y compromiso con las energías renovables (Calderón, 2018).

5.4. Adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos

La implementación de las energías renovables en el hogar está influenciada por una variedad de factores geográficos y socioeconómicos que pueden representar tanto desafíos como oportunidades.

Desde el punto de vista geográfico, la disponibilidad de recursos renovables varía considerablemente. Por ejemplo, la energía solar es más accesible en regiones con abundante luz solar, mientras que la energía eólica y la hidroeléctrica son más viables en áreas con vientos fuertes y fuentes de agua respectivamente (Barragán-Escandón et al., 2019). Esta variabilidad puede presentar desafíos en términos de proporcionar una fuente de energía constante y confiable. Sin embargo, también ofrece la oportunidad de diversificar las fuentes de energía y adaptar las soluciones a las condiciones locales.

Además, la infraestructura existente, como la red eléctrica y el diseño de las viviendas, puede afectar la viabilidad y la eficiencia de las energías renovables. Por ejemplo, en áreas remotas o rurales donde la red eléctrica puede no estar disponible o ser inestable, los sistemas de energía renovable independientes, como los sistemas solares domésticos, pueden proporcionar una solución valiosa (Baigorrotegui, 2021). Por otro lado, en áreas urbanas densas, las limitaciones de espacio pueden hacer que sea un desafío integrar tecnologías de energías renovables en las viviendas existentes.

Desde un punto de vista socioeconómico, la capacidad financiera y el nivel de educación de los hogares pueden influir significativamente en su disposición y capacidad para adoptar energías renovables. Por ejemplo, los costos iniciales de instalación de las tecnologías de energías renovables pueden ser prohibitivos para los hogares de bajos ingresos, a pesar de los ahorros potenciales en los costos de energía a largo plazo (Salvador-Tixe y Horn-Mutschler, 2021). Sin embargo, con la introducción de políticas y programas de financiación adecuados, estas tecnologías pueden ser accesibles para una amplia gama de hogares.

La educación y la conciencia sobre las energías renovables también juegan un papel importante. Los hogares con un mayor nivel de conciencia sobre los beneficios y el funcionamiento de las energías renovables son más propensos a adoptar estas tecnologías (Guerra y Assaf , 2022). Esto subraya la importancia de las campañas de educación y sensibilización para aumentar la aceptación y adopción de las energías renovables.

5.5. Tendencias emergentes en las energías renovables del hogar

Las tendencias emergentes en las energías renovables en el hogar se están moviendo a un ritmo rápido. Algunas de las más notables incluyen la adopción de la energía solar en los hogares, el almacenamiento de energía y las tecnologías de la información y la comunicación (ICT) para la gestión de la energía, y las bombas de calor y los sistemas de climatización basados en la energía renovable (HogarSense, 2023).

La energía solar para hogares ha estado ganando popularidad debido a su eficiencia y a la disminución de los costos (Duarte, 2021). Los avances tecnológicos han permitido la creación de sistemas solares más eficientes y asequibles, lo que ha permitido a más personas adoptar esta fuente de energía renovable. Según Electrical, (2022) la tecnología está facilitando la vida doméstica en varios aspectos, pero para aprovechar al máximo estos beneficios, es importante contar con las últimas innovaciones en su hogar. Algunas de estas tendencias tecnológicas incluyen:

- Enchufes USB: Actualmente, numerosos dispositivos inteligentes se cargan mediante USB, lo que hace que los enchufes USB sean una opción práctica y organizada para la carga de dispositivos en lugar de tener que utilizar varios adaptadores y cables. Estos enchufes también ofrecen la ventaja de la estética al eliminar la necesidad de un adaptador antiestético.
- Iluminación avanzada: La iluminación doméstica ha experimentado un cambio drástico gracias a la tecnología, permitiendo la introducción de la iluminación automatizada que se puede controlar con su voz o teléfono inteligente. Esto no solo ofrece comodidad, sino que también puede mejorar la eficiencia energética y ahorrar dinero.
- Generadores mejorados: La dependencia de los generadores para proporcionar energía de respaldo se ha intensificado debido al aumento en la frecuencia de desastres naturales. Los generadores modernos tienen características avanzadas como monitoreo inalámbrico y sistemas de administración de energía que los hacen más confiables y seguros.
- Entretenimiento centralizado: A medida que las personas se alejan de la televisión por cable hacia la transmisión de datos, los sistemas de

entretenimiento están evolucionando hacia soluciones basadas en redes Ethernet en lugar de los tradicionales enchufes de cable.

- Estaciones de carga para vehículos eléctricos: La creciente popularidad de los vehículos eléctricos está impulsando la necesidad de estaciones de carga en casa. Sin embargo, para instalar uno de manera segura, necesitará la ayuda de un electricista profesional.
- Internet de las cosas (IoT): La IoT está permitiendo la conexión de varios dispositivos del hogar a Internet, lo que está impulsando la transformación del hogar tradicional en un hogar inteligente. Aunque algunos dispositivos requieren cableado especial, un electricista puede ayudar a instalarlos de manera eficiente.
- Necesidades energéticas crecientes: A medida que aumenta la dependencia de la energía, también lo hace la necesidad de eficiencia energética. Esto puede implicar la actualización de los sistemas eléctricos, la sustitución de electrodomésticos antiguos y la adopción de tecnologías de hogares inteligentes.

El almacenamiento de energía es otra tendencia emergente que está siendo impulsada por la creciente adopción de energías renovables. Los sistemas de almacenamiento de energía, como las baterías de iones de litio, están permitiendo a los hogares hacer uso de la energía renovable generada durante las horas pico para su uso durante las horas sin luz solar o viento (Guerra y Assaf , 2022).

Las tecnologías de la información y la comunicación están siendo cada vez más utilizadas para la gestión de la energía en el hogar. Estas tecnologías permiten a los usuarios controlar y optimizar el uso de la energía en sus hogares, lo que puede ayudar a aumentar la eficiencia energética y reducir los costos.

Además, de acuerdo Messina et al., (2022) la adopción de algoritmos de Big Data está impulsando una transformación en los hogares, volviéndolos más inteligentes y ecológicos. Esto empodera a los consumidores para tomar decisiones inmediatas sobre su consumo energético, comparar facturas y personalizar la contratación de servicios con su proveedor, estimulando la competitividad en el sector.

Las Smart Grids, o redes inteligentes, no se limitan a la digitalización del sector energético. Estas redes permiten la comunicación entre proveedores y consumidores, facilitando la gestión de la demanda, protección de la red de distribución, ahorro de energía y reducción de costos. Además, posibilitan la integración de fuentes de energía renovable

y de nuevas demandas, como la carga de vehículos eléctricos o el almacenamiento de energía en baterías, beneficiando la estabilidad y eficiencia del sistema.

Los contadores inteligentes o Smart Meters, que son dispositivos capaces de recibir y enviar datos digitales, ofrecen a los usuarios la posibilidad de tener un registro detallado de su consumo energético, lo que les permite mejorar su eficiencia. Esta tecnología cuenta con medidas de seguridad para proteger la privacidad e integridad de los datos intercambiados.

Las bombas de calor y los sistemas de climatización basados en energías renovables también están siendo cada vez más adoptados en los hogares. Estos sistemas son eficientes y pueden ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles para la calefacción y la refrigeración (Cabeza et al., 2014).

Sin embargo, a pesar de estas tendencias emergentes, existen desafíos. Uno de los principales es el costo inicial de la instalación de sistemas de energía renovable en los hogares. Aunque los costos operativos son generalmente bajos, el costo inicial puede ser prohibitivo para muchos (Acciona, 2020). Otro desafío es la variabilidad de las fuentes de energía renovable. El sol y el viento no siempre están disponibles, lo que puede llevar a interrupciones en el suministro de energía (IEA, 2014).

No obstante, estas tendencias emergentes también presentan oportunidades. Existe un gran potencial para el crecimiento y la innovación en el sector de las energías renovables. Con el apoyo de políticas y subsidios gubernamentales, así como con el desarrollo de tecnologías más eficientes y asequibles, el uso de energías renovables en el hogar podría convertirse en la norma en el futuro (Foxon, 2013).

Por otro lado, Silvasol (2022) señala que a medida que la inquietud global por el cambio climático y la sostenibilidad se intensifica, la energía solar surge como una respuesta alentadora a estos retos. En España, la energía solar está viviendo un aumento considerable, impulsado por aspectos fundamentales como políticas gubernamentales propicias, progresos tecnológicos y una generosa radiación solar.

- **La situación actual de la energía solar en España.** España ostenta una de las mayores capacidades solares de Europa. Con alrededor de 300 días soleados al año, España tiene una de las irradiaciones solares más intensas del continente, lo que la convierte en un lugar idóneo para la generación de energía solar. Las políticas gubernamentales también han tenido un rol fundamental en este crecimiento. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 de España plantea una meta ambiciosa: que el

74% de la electricidad del país se genere a partir de energías renovables para 2030.

- **Avances en la tecnología solar.** Los progresos en la tecnología solar están brindando nuevas oportunidades y reduciendo costos, haciendo que la energía solar sea cada vez más asequible para los consumidores. El desarrollo de baterías de almacenamiento de energía más eficaces, por ejemplo, permite a los propietarios de viviendas guardar energía solar durante el día para su uso durante la noche o en días nublados. Los paneles solares bifaciales, que atrapan la luz solar tanto en la parte delantera como en la trasera, también están incrementando la eficiencia de la generación de energía.
- **Autoproducción y autoconsumo.** El autoconsumo está ganando cada vez más popularidad en España. Este modelo permite a individuos y empresas generar y consumir su propia energía renovable, disminuyendo así su dependencia de la red eléctrica y su huella de carbono. En los años venideros, esperamos ver un aumento en la autoproducción y el autoconsumo de energía solar, impulsado por la disminución de los precios de los equipos solares y el incremento de los costos de la electricidad.
- **El papel de la energía solar en la transición energética.** La transición energética hacia fuentes más limpias es vital para combatir el cambio climático, y la energía solar tiene un papel primordial en esta transformación. La energía solar no solo es una fuente de energía renovable, sino que también es una fuente de generación descentralizada. Esto significa que puede ser generada y consumida localmente, reduciendo la necesidad de infraestructuras costosas de transmisión y distribución de energía y evitando las pérdidas de energía que suceden durante la transmisión.

5.5.1. Factores de la innovación tecnológica

La innovación tecnológica juega un papel crucial en el desarrollo y adopción de las energías renovables en el hogar. Los factores clave que impulsan la innovación tecnológica en este sector incluyen la inversión en investigación y desarrollo (I+D), la adopción de políticas favorables y el cambio en las actitudes y comportamientos de los consumidores (Ayuntamiento de Huelva, 2020).

La inversión en I+D es un factor fundamental en la innovación tecnológica en el campo de las energías renovables. La investigación y el desarrollo permiten la mejora de las tecnologías existentes y la creación de nuevas soluciones para la generación de

energía renovable en el hogar (CEPAL, 2022). Por ejemplo, los avances en la tecnología de células solares han permitido la creación de paneles solares más eficientes y menos costosos.

Las políticas gubernamentales también juegan un papel importante en la innovación tecnológica en este campo. Las políticas favorables, como los subsidios y los créditos fiscales para la energía renovable, pueden incentivar la inversión en I+D y facilitar la adopción de estas tecnologías por parte de los hogares (Alfaris, 2018).

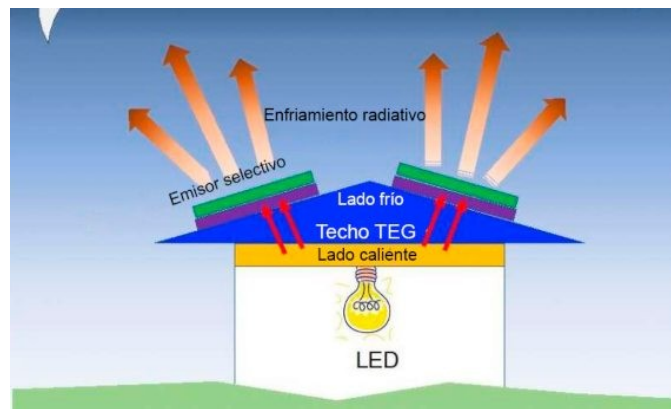
El cambio en las actitudes y comportamientos de los consumidores también es un factor clave en la innovación tecnológica en el campo de las energías renovables. A medida que los consumidores se vuelven más conscientes de los problemas ambientales y de la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, la demanda de soluciones de energía renovable en el hogar está creciendo. Esto, a su vez, impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías en este campo (Gregorio, 2021).

A pesar de estos factores que impulsan la innovación, también existen desafíos. Estos incluyen la falta de capital para la I+D, la falta de políticas gubernamentales favorables en algunos lugares y la resistencia de algunos consumidores a adoptar nuevas tecnologías (GrupoJab, 2022).

En ese sentido, OpenMind (2020) señala al 2020, se estimó un récord del 10% de la demanda mundial de electricidad fue cubierta por energía solar y eólica. A pesar de este hito, el carbón sigue dominando, y las energías limpias encuentran desafíos técnicos que limitan su crecimiento. Sin embargo, varias innovaciones prometen superar estas barreras para una mayor sostenibilidad de las energías renovables.

Una innovación crucial es la generación de energía solar durante la noche. Aunque los paneles solares solo pueden generar energía durante el día, investigadores de la Universidad de Stanford han desarrollado un sistema para almacenar calor solar y convertirlo en electricidad por la noche. Esta tecnología podría ser útil en regiones aisladas o en países en desarrollo (OpenMind, 2020).

Ilustración 23
Energía solar de noche



Fuente: OpenMind (2020)

Otra innovación es la fotosíntesis artificial. Al igual que las plantas convierten la luz solar en energía, los científicos de la Universidad de Cambridge han diseñado un sistema que transforma el CO₂ y el agua en oxígeno y ácido fórmico utilizando la luz solar. Este ácido puede convertirse en hidrógeno, un combustible limpio, lo que podría hacer posible la producción sostenible y práctica de combustible solar.

En cuanto a la energía eólica, una solución simple para reducir su impacto en las aves es pintar una de las aspas de las turbinas de negro. Un estudio del Instituto Noruego de Investigación de la Naturaleza encontró que esta medida puede reducir la mortalidad de las aves en un 70%.

Además, una startup alemana, propone combinar energía solar, eólica y de las olas en una sola plataforma. Aunque todavía se encuentra en fase de prueba, este sistema podría optimizar la recolección de energía en zonas costeras.

Finalmente, la generación de energía a partir de bacterias es un área de investigación emergente. La bioquímica de los microbios podría ser manipulada para producir electricidad, representando una nueva forma de aprovechar la energía solar procesada por los organismos terrestres.

5.5.2. Política energética

La política energética juega un papel vital en la promoción y adopción de energías renovables en el hogar. A través de legislación y regulaciones adecuadas, los gobiernos pueden incentivar la innovación y la inversión en tecnologías de energía renovable y facilitar su adopción por parte de los hogares (Raya y Gómez, 2017).

En España, varias leyes y decretos han sido implementados para fomentar el uso de energías renovables. Por ejemplo, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector

Eléctrico, establece un marco regulatorio para el sector eléctrico, incluyendo la promoción de las energías renovables (BOE, 2022). Además, el Real Decreto 900/2015 establece las condiciones de conexión a la red y autoconsumo de electricidad, facilitando a los hogares generar y utilizar su propia energía renovable (BOE, 2022).

Otro ejemplo es el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), aprobado en 2020, que establece objetivos ambiciosos para el uso de energías renovables en España. Este plan incluye medidas para fomentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables en los hogares, incluyendo la promoción de la calefacción y refrigeración renovables y el autoconsumo de energía solar (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Dentro del PNIEC, la Unión de la Energía busca centrarse en los consumidores de electricidad, considerándolos esenciales en la transición hacia energías más limpias. Se espera que estos consumidores tengan la capacidad de generar, almacenar, compartir o vender su propia electricidad. Esto facilitará una mayor participación de los hogares en el sistema energético y permitirá un mayor control sobre el consumo de energía. Además, las nuevas políticas promoverán la protección de los datos del consumidor y la respuesta a la demanda, ayudando a reducir las facturas de energía.

En cuanto a los mecanismos de actuación, el plan propuesto se enfoca en proteger a los consumidores de electricidad y mejorar la competitividad del sector minorista, a través de tres iniciativas: 1) Crear un marco normativo dinámico para adaptarse a los cambios del sector y proteger a los consumidores más vulnerables. 2) Facilitar la comprensión de las ofertas y condiciones de contratación de suministro para promover decisiones de consumo más eficientes. 3) Promover la libre competencia entre los proveedores de energía eléctrica.

El Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), en colaboración con las Comunidades Autónomas y la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), será responsable de implementar y supervisar la medida.

La disponibilidad de información clara y accesible sobre el consumo energético es fundamental para que los ciudadanos y empresas tomen decisiones informadas. Además, el acceso a información de consumo agregado permitirá a las autoridades públicas evaluar la eficacia de las políticas y medidas energéticas. Para garantizar la accesibilidad, usabilidad, ciberseguridad y protección de estos datos, es necesario implementar normas transparentes y garantizar la imparcialidad de las entidades que procesan los datos. Con las tecnologías existentes y las normas establecidas, los consumidores deben tener acceso a sus datos en tiempo casi real. Además, para asegurar una transición energética

completa, se requiere que tanto los consumidores como la administración tengan acceso a los datos de consumo de energía térmica.

En el marco de la Gobernanza de la Unión de la Energía, los países miembros están obligados a evaluar la cantidad de hogares en situación de pobreza energética en sus planes nacionales de energía y clima. Si se detecta un número significativo de hogares en esta situación, el país debe establecer un objetivo nacional para reducirlo. Los informes de situación deben incluir información sobre el progreso hacia este objetivo y datos cuantitativos sobre el número de hogares en pobreza energética.

Además, la Comisión insta a los Estados miembros a priorizar la pobreza energética en sus medidas de eficiencia energética, enfocándose en los hogares más afectados y en la vivienda social. Las estrategias de renovación de edificios a largo plazo también deben contribuir a aliviar la pobreza energética.

La Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, aprobada en 2019, destaca la necesidad de proteger a los consumidores vulnerables y en situación de pobreza energética. Las medidas adoptadas pueden variar según las circunstancias de cada Estado miembro e incluir políticas sociales o energéticas relacionadas con el pago de facturas eléctricas, inversión en eficiencia energética de los edificios residenciales, o protecciones contra la desconexión.

En el caso específico de España, la pobreza energética es un fenómeno complicado que requiere un enfoque multidisciplinario y coordinación política. La "Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética", aprobada en 2019, proporciona un marco de acción que incluye tanto medidas a corto plazo para aliviar los problemas inmediatos, como mejoras estructurales a largo plazo en la eficiencia energética. Este plan se desarrolló y se implementará con la participación de representantes de todas las administraciones y expertos del tercer sector.

Sin embargo, a pesar de estas políticas favorables, existen desafíos. La implementación efectiva de estas políticas requiere un compromiso sostenido y una coordinación efectiva entre diferentes niveles de gobierno y sectores de la sociedad. Además, puede haber resistencia de ciertos sectores a la adopción de energías renovables debido a preocupaciones sobre los costos y la fiabilidad (Hilcu, 2023).

Por otro lado, según el Parlamento Europeo (2022) la Unión Europea (UE) enfrenta numerosos desafíos en su política energética, como su creciente dependencia de las importaciones de energía, la limitada diversificación de las fuentes de energía, los precios altos y fluctuantes, el aumento de la demanda global de energía, los riesgos de seguridad

en los países productores y de tránsito, las amenazas crecientes derivadas del cambio climático, la lenta implementación de la eficiencia energética y los desafíos que representa el incremento de las energías renovables. Para hacer frente a esto, la UE ha implementado una serie de medidas para lograr un mercado energético integrado, asegurar el suministro de energía y garantizar la sostenibilidad de la energía.

Legalmente, estas políticas se basan en el artículo 194 del Tratado de Funcionamiento de la UE, con disposiciones adicionales que cubren la seguridad del suministro, las redes energéticas, el carbón, la energía nuclear y otros aspectos. El objetivo de la política energética de la UE es diversificar las fuentes de energía, garantizar la seguridad energética, mejorar la eficiencia energética, reducir las emisiones y promover la investigación en tecnologías de energías limpias.

Los resultados de estas políticas incluyen una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la interconexión de los sistemas eléctricos de la UE y un incremento en la participación de las energías renovables en el consumo de energía. El marco regulatorio europeo en materia de energía incluye numerosas leyes, y se espera que los Estados miembros de la UE establezcan planes nacionales integrados de energía y clima.

Además, en 2021, la UE lanzó el amplio paquete de medidas "Objetivo 55" para armonizar todos los objetivos climáticos y energéticos. En 2022, la invasión de Ucrania por parte de Rusia alteró este calendario, llevando a la UE a implementar una serie de medidas para aumentar la seguridad de su suministro de energía.

Ilustración 24 Energía Políticas europeas para abordar la vulnerabilidad energética

Comparativa de medidas de ingreso							
País	Medida	Año de referencia	Número de beneficiarios	Cuantía y tipo de ayuda	Cuantía media En €	Ratio de alcance ¹	Ratio de cobertura ²
ESPAÑA	Bono social eléctrico	2019	1,2 millones	Descuento del 25% al 40% del PVPC	162,0	6,6%	1,6%
	Bono social térmico	2019	1,2 millones	De 25 a 123,94 €/año según grado de vulnerabilidad y factores climáticos	62,5	6,6%	0,7%
FRANCIA	Cheque de energía	2019	5,8 millones	De 48 a 277 €/año de acuerdo con la renta del hogar	150,0	19,4%	1,1%
PORTUGAL	Tarifa social eléctrica	2018	700.000	Descuento del 33,8% de las tarifas de acceso	106,0	18,6%	1,9%
	Tarifa social gas natural	2018	30.000	Descuento del 31,2% de las tarifas de acceso	200,0	0,8%	3,6%
R. UNIDO	Descuento de calefacción en el hogar	2019	2,2 millones	Pago único anual de 140 € (157,35 €)	157,40	7,5%	1,1%
	Prestación de calefacción en invierno	2019	11,6 millones	Pago único anual de 200 € (224,79 €)	225,8	39,4%	1,6%
	Pago por clima frío	2018	4,7 millones	25 € ³ por siete días de clima muy frío (28,10 €). Media de 40 € ³	45,0	16,1%	0,3%
	Precio máximo de energía	2020	11 millones	Depende de dónde viven, nivel de consumo y medio de pago	Limite 1.348,8 € (1.200 €)	37,3%	n.d.

(1) Cuantifica la cuantía media de la ayuda normalizada por los ingresos medios de los hogares vulnerables del país.
 (2) La ratio de alcance permite una comparativa más adecuada del esfuerzo en el caso de países heterogéneos pues normaliza los recursos por el número total de hogares.
 (3) Cambio realizado por valor de 1 € = 0,89 €.

Fuente: Cátedra de Sostenibilidad Energética del IEB-Universidad de Barcelona, Fundación Naturgy. BILÉN TRINCADO / CINCO DÍAS

Fuente: Trincado (2022)

En España, según MITECO (2023) el Plan + Seguridad Energética, surge en respuesta al aumento de las tensiones geopolíticas y de los mercados, donde se ha formulado el Plan +SE (Plan Más Seguridad Energética) para proporcionar una mayor seguridad a los hogares y a la economía española frente a los precios de la energía, así como para aumentar la seguridad de suministro de la Unión Europea. Este plan incluye medidas de impacto inmediato para el invierno de 2022/2023, así como iniciativas para un fortalecimiento estructural de la seguridad energética.

Este Plan tiene tres metas fundamentales:

- Mejorar la protección de los consumidores vulnerables, los hogares y las empresas, además de las medidas ya adoptadas. Esto se logra mediante medidas de ahorro energético y la transición a energías renovables, así como medidas de apoyo específicas para los consumidores.
- Aumentar la autonomía estratégica y energética, implementando medidas adicionales para acelerar los cambios estructurales que ya se están llevando a cabo en el marco del Marco Estratégico de Energía y Clima.
- Demostrar solidaridad con otros Estados Miembros. La cooperación y solidaridad son fundamentales para el proyecto europeo y fortalecen a cada uno de sus miembros. La maximización del uso de la infraestructura existente permite una significativa solidaridad energética con toda la UE. Además, es fundamental garantizar que cualquier nueva infraestructura sea compatible con los objetivos de descarbonización a medio y largo plazo.

Para la elaboración del Plan +SE, se han recogido contribuciones y se han mantenido reuniones con agentes sociales, principales asociaciones de consumidores, la industria, principales empresas eléctricas y de gas, el sector petrolero y de distribución de combustibles, representantes de diferentes grupos parlamentarios, Comunidades Autónomas y representantes de las administraciones locales.

Este Plan se presenta como un 'documento en evolución' con medidas destinadas a alcanzar los objetivos establecidos, manteniendo la flexibilidad necesaria para adaptarse a una situación altamente volátil, y acogiendo el feedback constante de todos los actores sobre la evolución de la situación energética y su impacto en los distintos sectores.

5.5.3. Concienciación pública

La conciencia pública juega un papel importante en la adopción de energías renovables en el hogar. A medida que las personas se vuelven más conscientes de los problemas ambientales y la necesidad de transición a fuentes de energía más sostenibles,

es más probable que adopten tecnologías de energía renovable (Salvador-Tixe y Horn-Mutschler, 2021).

En el contexto de las energías renovables, la educación y la información pueden ser herramientas poderosas para fomentar la adopción de estas tecnologías. Por ejemplo, las campañas de sensibilización que destacan los beneficios ambientales y económicos de las energías renovables pueden ayudar a superar la resistencia a estas tecnologías (Gregorio, 2021).

Además, la conciencia pública sobre los incentivos disponibles para la adopción de energías renovables, como los subsidios y los créditos fiscales, puede facilitar su adopción. En este sentido, es crucial que las políticas gubernamentales estén acompañadas de esfuerzos para informar al público sobre estas oportunidades (Hilcu, 2023).

Sin embargo, a pesar de la creciente conciencia sobre la necesidad de las energías renovables, todavía existen barreras. Una de ellas es la percepción de que las energías renovables son costosas o inaccesibles. Esto a menudo se basa en información desactualizada o incorrecta y puede ser superado con educación y difusión adecuadas (Guerra y Assaf, 2022).

Además, existe una falta de conciencia sobre las diversas tecnologías de energía renovable disponibles y su aplicabilidad en diferentes contextos. Este es otro área donde la educación y la información pueden ser útiles para fomentar la adopción de energías renovables (Baigorrotegui, 2021).

5.5.4. Adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos.

La adopción de energías renovables en el hogar depende en gran medida de su adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos. Cada región tiene un conjunto único de recursos naturales, capacidades económicas y condiciones sociopolíticas que influyen en su capacidad para adoptar y beneficiarse de las energías renovables (Salvador-Tixe y Horn-Mutschler, 2021).

Las condiciones geográficas y climáticas determinan la viabilidad de ciertas formas de energía renovable. Por ejemplo, la energía solar es más efectiva en regiones con alta radiación solar, mientras que la energía eólica requiere velocidades de viento suficientes para ser viable (Guerra y Assaf, 2022). La adaptabilidad de la tecnología de energía renovable a las condiciones locales es esencial para su adopción y eficiencia.

Desde un punto de vista socioeconómico, las disparidades de ingresos y el acceso a la financiación pueden afectar la adopción de energías renovables en el hogar. En muchos casos, los costos iniciales de instalación de sistemas de energía renovable pueden

ser prohibitivos para los hogares de bajos ingresos (Energía y Sociedad, 2022). Sin embargo, los programas de subsidios y financiamiento pueden ayudar a superar estas barreras.

Además, la presencia de habilidades técnicas y conocimientos en una comunidad puede influir en la adopción de energías renovables. La falta de habilidades técnicas puede ser una barrera para la adopción de estas tecnologías, mientras que la presencia de tales habilidades puede facilitar su implementación (Enelx, 2022).

Por último, la cultura y las actitudes de una sociedad hacia las energías renovables también pueden influir en su adopción. Los estudios han demostrado que las comunidades que valoran la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental tienen más probabilidades de adoptar energías renovables (Gregorio, 2021).

6. CASOS DE ESTUDIO: APLICACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN HOGARES CONTEMPORÁNEOS

6.1. Caso 1: Residencia solar y Geotermia

Ubicada en Aguilar de Campoo (Palencia), la familia García decide construirse una vivienda de nueva edificación.

Para ello “El RITE, que establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de equipos y sistemas de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía”(energía.gob.es), obliga a las viviendas de nueva edificación o rehabilitación a implantar el ACS como energía renovable y motivados por el deseo de reducir sus facturas de energía, decidieron instalar un sistema de paneles solares y geotermia en su casa. Trabajaron con una empresa local de energía solar y calefacción que les ayudó a diseñar un sistema a medida para su hogar.

El sistema de energía solar instalado en la casa consiste en un sistema fotovoltaico de 10 kW que cubre aproximadamente el 80% del techo. Este sistema es capaz de generar suficiente electricidad para cubrir todas las necesidades energéticas de la casa, incluyendo la calefacción, la refrigeración, la iluminación y los electrodomésticos. Además, durante los días soleados, el sistema produce excedentes de electricidad que se venden a la red eléctrica, proporcionando una fuente de ingresos adicional para la familia.

Para maximizar la eficiencia energética, los García también implementaron una serie de medidas complementarias. Por ejemplo, instalaron un sistema de aislamiento de alto rendimiento, electrodomésticos eficientes en términos de energía, y bombillas LED

para la iluminación. Además, implementaron un sistema de gestión de energía en el hogar que les permite monitorear y controlar su consumo de energía en tiempo real.

Por otro lado, la calefacción, utilizando el sistema de geotermia, primero se hizo un estudio del subsuelo de la zona de la vivienda y después hacer los sondeos a 120 metros en el suelo para la captación de pozos verticales para aprovechar la energía del subsuelo y conseguir el ahorro esperado independientemente de las condiciones climatológicas, después se instala una bomba de calor geotérmica, de esta manera, con un solo equipo dispondrán de calor en invierno y frío en verano.

Para distribuir el calor y el frío se instaló un sistema de suelo radiante.

La bomba de calor incorpora una sofisticada regulación climática que es capaz de determinar la temperatura de impulsión idónea en cada momento. De esta manera, permite producir más frío sin peligro de que se produzcan condensaciones.

El caso de la familia García demuestra que las energías renovables pueden ser eficazmente integradas en los hogares, proporcionando beneficios económicos y ambientales. Este ejemplo muestra que, con el diseño y la planificación adecuados, las energías renovables pueden desempeñar un papel central en la transición hacia un futuro energético más sostenible.

Después de la instalación del sistema de paneles solares, el consumo de la red eléctrica es más bajo que si no lo hubiesen instalado. Durante los meses más soleados, la casa es capaz de generar todo el consumo de energía a través del sistema solar. Incluso durante los meses más nublados, el sistema solar proporciona aproximadamente el 60% del consumo total de energía.

Esto le permite a la familia reducir sus facturas de electricidad en comparación a si hubieran utilizado un sistema de energía no renovable en su hogar.

En términos de temperatura, el sistema de geotermia permite a la familia mantener una temperatura interior confortable durante todo el año. Antes de la instalación del sistema solar y la geotermia, tenían dificultades para mantener la casa fresca durante los calurosos meses de verano y tenían que usar el aire acondicionado de forma intensiva. Ahora, gracias a la energía solar y la geotermia, pueden mantener la casa en la temperatura que deseen sin preocuparse por las altas facturas de electricidad.

Además, la transición a la energía solar ha tenido un impacto significativo en la huella de carbono de la casa.

6.2. Caso 2: Residencia solar y Aerotermia

Ubicada en Vallespinoso de Aguilar (Palencia), un pueblo en el norte de España conocida por su clima bajo en invierno y medio/alto en los meses de verano, la "Villa Solar de la Familia Ruiz Díez" proporciona un caso de estudio ejemplar de la aplicación práctica de las energías renovables en un hogar.

Los Ruiz Díez, conscientes del impacto medioambiental de su consumo de energía y deseosos de ahorrar en sus facturas energéticas, decidieron instalar un sistema de energía solar en su hogar y Aerotermia para ACS y calefacción. Se aliaron con una empresa de energía solar de Cantabria (zona cerca a Palencia), que los ayudó a diseñar un sistema a medida para su casa (Inekya Ingeniería, S.L., 2022)

El sistema de energía solar instalado en la casa consta de un sistema fotovoltaico de 6,6 kw, suficiente para cubrir casi la totalidad de las necesidades energéticas del hogar, incluyendo la calefacción, el agua caliente, la iluminación y los electrodomésticos. El sistema produce un exceso de electricidad en días soleados, que es vendido a la red eléctrica, generando un ingreso adicional para la familia.

Para optimizar la eficiencia energética, los Ruiz Díez también implementaron varias medidas complementarias. Además, cuentan con un sistema de gestión de energía en el hogar que les permite controlar su consumo de energía en tiempo real.

El sistema de calefacción, la aerotermia, cuenta con dos máquinas, una colocada en el exterior que es la que produce calefacción distribuida mediante radiadores, y con orientación sur que es la que recoge el aire, y la otra unidad, el aeromax que está ubicada dentro de la casa para la producción de ACS, , y además junto a la unidad interior se encuentra con un aerotermo para la producción de ACS.

El caso de la "Villa Solar de la Familia Ruiz Díez" ilustra cómo las energías renovables pueden ser efectivamente implementadas en los hogares modernos, proporcionando beneficios económicos y medioambientales. Este ejemplo demuestra que, con el diseño y la planificación adecuados, las energías renovables pueden desempeñar un papel vital en la transición hacia un futuro energético sostenible.

Antes de la instalación de la energía solar, los Ruiz Díez consumían aproximadamente 1.300 kWh de electricidad de la red por mes. La electricidad en España cuesta alrededor de 0,16 €/kWh, por lo que sus facturas de electricidad oscilaban entre 150 y 180 € al mes, dependiendo de la temporada y el uso de calefacción, y unos 800€ trimestrales en recargar el depósito de gasóil.

Tras la instalación del sistema solar, la dependencia de la red eléctrica de los Ruiz Díez se redujo significativamente. Durante los meses más soleados, su casa genera suficiente electricidad para cubrir todas sus necesidades energéticas. Incluso en los meses de invierno, el sistema solar proporciona alrededor del 70% de la electricidad que necesitan.

Esto les ha permitido reducir su factura de electricidad a unos 80-100 € al mes, lo que representa un ahorro anual de más de 1.200 €. Además, con la venta de energía sobrante a la red, generan alrededor de 400 € adicionales al año. Esto suma un beneficio económico total de aproximadamente 1.600 € al año.

La adopción de la energía solar también les ha permitido mantener su casa a una temperatura confortable durante todo el año sin incurrir en altas facturas de electricidad

Finalmente, el cambio a la energía solar ha tenido un impacto significativo en la huella de carbono de la casa. Antes de la instalación, la casa emitía aproximadamente 8 toneladas de CO₂ al año debido al consumo de electricidad y gasóleo. Ahora, estas emisiones se han reducido a casi cero.

6.3. Caso 3: Residencia solar y Biomasa

Situada en Quintanatello de Ojeda, (Palencia).

En este entorno, la "Casa Verde de la Familia Muñoz" ofrece un excelente ejemplo de cómo las energías renovables pueden incorporarse en la vida diaria de una familia en un pueblecito de pocos habitantes.

La familia Muñoz, deseando disminuir su impacto ambiental y reducir sus gastos de energía, decidió instalar un sistema de energía solar en su hogar y un sistema de Pellets para la calefacción y ACS. Trabajaron en colaboración con una empresa local de energía solar y calefacción para diseñar un sistema que se adaptara a sus necesidades específicas (Instalaciones Antonio Ruiz, S.L.)

Para la producción de calefacción y ACS los días más duros de invierno, la caldera de biomasa necesita alimentarse de pellets generados por la familia Muñoz, teniendo un gasto de unos 15 kg que equivale a un saco diario y a un coste de unos 6,40 € /saco de 15 kg a lo que equivale a unos 192€ al mes. Si consideramos el uso de calefacción de los meses de Octubre a Abril, el gasto en pellets a la familia Muñoz sumaría un total de 1.350€ aproximadamente.

El sistema solar instalado incluye paneles solares fotovoltaicos de 10 kW, suficientes para cubrir la mayoría de las necesidades energéticas de la familia.

Los Muñoz también instalaron un sistema de calentamiento de agua solar, que proporciona agua caliente durante los meses de primavera-verano y reduce aún más su dependencia de la red eléctrica y pellets. Este sistema es particularmente eficaz donde las temperaturas suelen ser moderadas y el sol brilla durante la mayor parte del verano.

Antes de la instalación del sistema solar, la familia Muñoz dependía en gran medida del gas (en depósitos de GLP) para la calefacción y el agua caliente, lo que suponía un coste significativo. Ahora, con su sistema de energía solar, están ahorrando aproximadamente 1.000 euros al año en costes de energía.

Este caso de estudio ilustra cómo la energía renovable puede ser efectivamente implementada en hogares en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos, y ofrece un modelo para otros hogares que estén considerando hacer la transición a las energías renovables.

Antes de la instalación del sistema solar, la familia Muñoz consumía en promedio alrededor de 200 kWh de electricidad y 15 metros cúbicos de gas natural al mes. Sus facturas mensuales de electricidad y gas sumaban alrededor de 320 Euros.

Tras la instalación del sistema solar, la dependencia de la red eléctrica y del gas natural se redujo considerablemente. Durante los meses de más sol, su casa genera suficiente electricidad para cubrir todas sus necesidades energéticas y calentar agua. Incluso en los meses de invierno, el sistema solar proporciona alrededor del 75% de la electricidad que necesitan.

Esto ha permitido a la familia Muñoz reducir su factura de electricidad y gas a unos 100-130 Euros al mes, lo que representa un ahorro anual de más de 1.000 Euros. Además, con la venta de energía sobrante a la red, generan alrededor de 150 Euros adicionales al año.

La adopción de la energía solar también ha tenido un impacto significativo en la huella de carbono de la casa. Antes de la instalación, la casa emitía aproximadamente 5 toneladas de CO₂ al año debido al consumo de electricidad y gas. Ahora, estas emisiones se han reducido a casi cero.

6.4. COMPARATIVA

Ilustración 25

Comparativa de los casos

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Sistema de Energía	Bomba de calor geotérmica y Placas solares y fotovoltaica	Bomba de calor Aerotermia y Placas solares y fotovoltaicas	Caldera de biomasa y placas solares y fotovoltaicas y placas solares de ACS
Ahorro anual	Nueva edificación	1.600,00 €	1.000,00 €
Impacto Ambiental	Baja huella de carbono, aprovecha la energía geotérmica y solar	Baja huella de carbono, aprovecha la energía aerotermia y solar	Baja huella de carbono, aprovecha la energía de biomasa y solar
Clima	Soleado la mayor parte de primavera verano, pero suficiente energía geotérmica constante y solar primavera verano	Soleado la mayor parte de primavera verano, ideal para energía solar	Soleado la mayor parte de primavera verano, ideal para energía solar
Ventajas adicionales	Generación constante de energía, independientemente del clima	Generación constante de energía, independientemente del clima	Generación constante de energía, más altos en los meses de primavera-verano
Inconvenientes	Costes iniciales muy altos Sondeos de pozos	Costes iniciales altos	Costes iniciales altos Depende del suministro de pellets para la calefacción generado por el usuario del hogar
Gasto de la inversión	<u>Placas solares;</u> - Luz: 8.900€ Sondeo: 7.000 € Geotermia; 18.000€ ----- TOTAL = 33.900€	<u>Placas solares:</u> -Luz: 8.100 € Aerotermia:14.000€ ----- TOTAL = 22.100€	<u>Placas solares:</u> -Luz: 8.900€ -ACS: 4.300€ Biomasa: 8.500€ ----- TOTAL=21.700€

Fuente información propia

En España, la promoción de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, es especialmente relevante debido a su clima favorable. Somos uno de los países de Europa con mayor número de horas de sol al año, lo que lo convierte en un lugar ideal para el aprovechamiento de la energía solar.

Según mi experiencia profesional la energía solar está en ascenso, convirtiéndose en una opción atractiva para los clientes potenciales preocupados por su producción cuando el sol no brilla, la instalación de la infraestructura y el autoconsumo energético. España, con un promedio anual de 2.585 horas de sol, presenta una gran oportunidad para adoptar esta fuente de energía que promete ahorro, eficiencia y sostenibilidad. De hecho, se estima que el 85% de los hogares españoles podrían cubrir su demanda eléctrica total mediante placas solares. Además, la instalación es sencilla y segura, ofreciendo energía para todos los electrodomésticos del hogar.

La energía solar ofrece una notable rentabilidad a largo plazo. Normalmente, los gastos de una instalación fotovoltaica se recuperan en un promedio de 8 años, mientras que la vida útil de los paneles solares supera los 30 años. A partir del noveno año, la electricidad generada y utilizada por la vivienda es prácticamente sin costo.

Aunque la fabricación de paneles solares genera ciertos residuos, estos son insignificantes en comparación con los beneficios de la energía limpia y respetuosa con el medio ambiente que aportan.

La energía solar térmica también está experimentando un crecimiento significativo, estimulada por el auge de la construcción de edificios y las ayudas del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. En 2021, se instalaron en España un total de 115,8 MWth de energía solar térmica. Con rendimientos que superan el 70%, estos sistemas constituyen un enfoque eficaz para producir más energía (calor) en un espacio limitado, sin contaminación ni impacto. La energía solar térmica se ha establecido como una tecnología clave para minimizar la huella de carbono, especialmente en la industria de alimentos y bebidas, donde se ha registrado un considerable crecimiento de las plantas más grandes de Europa (Ayuntamiento de Huelva, 2020).

Además, la promoción de la energía solar ofrece varias ventajas más allá de la mera reducción de los costos energéticos y la huella de carbono. La energía solar puede contribuir a disminuir la dependencia de España de las importaciones de energía, dado que en la actualidad importa gran parte de sus necesidades energéticas en forma de gas natural y petróleo.

Por lo tanto, existen múltiples razones para fomentar el uso de la energía solar en España. Sin embargo, también es crucial considerar las barreras a la adopción de la energía solar, que pueden incluir los costos iniciales de instalación, la escasa conciencia pública sobre las ventajas de la energía solar, y las regulaciones que pueden dificultar a las viviendas vender su energía sobrante a la red.

7. CONCLUSIONES

La transición hacia las energías renovables en el hogar es cada vez más vital dada la creciente preocupación por los efectos del cambio climático, así como la necesidad de asegurar un suministro de energía sostenible y confiable. A lo largo de este trabajo, hemos examinado varias formas de energía renovable, incluyendo la biomasa, la energía solar, la eólica y la geotérmica. Además, hemos explorado cómo estas tecnologías pueden aplicarse en el hogar para la generación de calefacción, producción de agua caliente sanitaria y generación de electricidad.

El objetivo general de este trabajo fue analizar la evolución histórica y el funcionamiento de las principales tecnologías de energías renovables utilizadas en el hogar. En esta investigación, nos hemos adentrado en la geotermia, la aerotermia, la biomasa, particularmente a través de pellets, y las placas solares. Cada una de estas tecnologías ha demostrado tener un impacto significativo en la generación de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad, y su papel será cada vez más crucial en la transición hacia un futuro de energía sostenible.

Históricamente, las tecnologías de energías renovables han evolucionado a pasos agigantados. Hemos presenciado cómo han surgido desde su etapa inicial de prototipos hasta convertirse en soluciones de energía de alta eficiencia y bajo coste. Particularmente, hemos observado la evolución de la energía solar desde sus inicios en la década de 1950 hasta el desarrollo de las placas solares modernas que son ampliamente utilizadas hoy en día.

En cuanto a las características técnicas y funcionamiento de estas tecnologías, hemos examinado cómo operan y cuáles son sus beneficios y limitaciones. Por ejemplo, la aerotermia y la geotermia utilizan la energía contenida en el aire y en el subsuelo respectivamente para generar calor o frío de manera eficiente, aunque su instalación puede ser costosa y requiere ciertas condiciones geográficas.

Respecto a los desafíos y oportunidades emergentes, hemos identificado varias áreas clave para el futuro de las energías renovables en el hogar. La innovación tecnológica continuará mejorando la eficiencia y reduciendo los costos de estas tecnologías. Además, la política energética tendrá un papel crucial en facilitar o dificultar la adopción de energías renovables.

Además, la concienciación pública y la adaptabilidad a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos también serán factores importantes en la transición hacia una mayor utilización de energías renovables en el hogar.

Los casos de estudio de tres hogares contemporáneos en España han ilustrado las potencialidades de estas tecnologías, mostrando que la implementación de energías renovables puede llevar a ahorros significativos en costes de energía, además de reducir la huella de carbono. Cada caso de estudio, sin embargo, también ha destacado que la elección de la tecnología más apropiada puede depender en gran medida del contexto geográfico y socioeconómico, como la disponibilidad de recursos naturales y la infraestructura de energía existente.

Hemos observado cómo el clima favorable y la abundancia de sol hacen que las tecnologías solares, tanto térmicas como fotovoltaicas, sean particularmente atractivas. Sin embargo, también hemos identificado varios desafíos que deben superarse para fomentar una adopción más generalizada de las energías renovables en el hogar. Estos incluyen la necesidad de innovaciones tecnológicas emergentes que mejoren la eficiencia y reduzcan los costos, políticas y regulaciones energéticas que faciliten el uso de energías renovables, una mayor conciencia pública y aceptación de estas tecnologías, y la capacidad de adaptar las soluciones a diferentes contextos geográficos y socioeconómicos.

En definitiva, este trabajo destaca la importancia de las energías renovables en el hogar, no solo para reducir la huella de carbono y los costos de energía, sino también para impulsar la innovación, la autodependencia energética y la creación de empleo. Para realizar este potencial, sin embargo, será necesario un enfoque integrado que incluya tanto avances tecnológicos como políticas gubernamentales favorables, así como la educación y concienciación del público.

8. PROPUESTAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Según el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) realizado, puedo sugerir las siguientes áreas para futuras investigaciones:

1.- Evaluación de nuevas tecnologías de energías renovables: A medida que la tecnología avanza, también lo hacen las soluciones de energía renovable. Las investigaciones futuras podrían centrarse en evaluar y analizar nuevas tecnologías de energías renovables, como las baterías de almacenamiento de energía solar de próxima generación, los sistemas de energía eólica a pequeña escala y las innovaciones en la producción de bioenergía.

2.- Investigación en políticas de energías renovables: En esta investigación, se ha identificado que las políticas y regulaciones juegan un papel fundamental en la adopción de energías renovables. Los estudios futuros podrían analizar en detalle las políticas y regulaciones energéticas de diferentes regiones y cómo estas impactan en la implementación de las energías renovables en el hogar.

3.- Examinar la adaptabilidad y eficacia de las energías renovables en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos: Este estudio ha resaltado la importancia de la adaptabilidad de las tecnologías de energías renovables a diferentes contextos. Sería interesante investigar más a fondo cómo estas tecnologías pueden adaptarse y ser eficaces en una variedad de condiciones geográficas y socioeconómicas.

4.- Conciencia pública y actitudes hacia las energías renovables: Aunque se ha discutido brevemente la conciencia pública y la aceptación de las energías renovables, las investigaciones futuras podrían explorar más a fondo las actitudes y percepciones públicas sobre las energías renovables y cómo estas pueden influir en su adopción.

5.- Impacto de las tecnologías de energía renovable en la eficiencia energética de las viviendas: Aunque se han evaluado varias tecnologías de energías renovables en términos de su capacidad para generar calefacción, agua caliente y electricidad, sería interesante realizar estudios adicionales que analicen en profundidad cómo estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia energética total de las viviendas.

Referencias Bibliográficas

- Acciona. (2020). *Energías Renovables*. Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=02021864894
- Alfaris, F. (2018). Evaluación de la gestión del lado de la demanda y la mejora del rendimiento energético de los sectores de vivienda y educación en GCC. *Universidad de Almería*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=222086>
- Arquitasa. (2020). *Aerotermina*. Obtenido de <https://arquitasa.com/arqtualidad/aeroterminia/>
- Ayuntamiento de Huelva. (2020). *Especiales ambientales. Energías Renovables*. Obtenido de <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/energias-renovables/Principales-energias-renovables-en-Espana.asp>
- Baigorrotegui, G. (2021). Comunidades energéticas y pensamiento amerindio desde las roturas del COVID-19. *Revista Polis e Psique*, 11. Obtenido de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-152X2021000200010
- Barragán-Escandón, E., Zalamea-León, E., Terrados-Cepeda, J., & Vanegas-Peralta, P. (2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. *EURE (Santiago)*, 45(134). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612019000100259
- Battery, C. (2020). *La historia de la energía renovable: ¿Cuánto hemos avanzado?* Obtenido de <https://www.crownbattery.com/es/blog/the-history-of-renewable-energy-just-how-far-have-we-come->
- BOE. (2022). *Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645>
- BOE. (2022). *Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de*

- energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.* Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-10927>
- Calderón, E. (2018). La enseñanza de energías renovables en el fortalecimiento de la casa abierta para bachillerato. *Memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador*, 1489-1497. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7220583>
- Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario - ITAGRA.CT. (2012). *Biomasa, Biocombustibles y sostenibilidad.* Obtenido de <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>
- CEPAL. (2022). *Estudio sobre políticas energéticas para la promoción de las energías renovables en apoyo a la electromovilidad.* Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48540/3/S2200741_es.pdf
- Communications. (2019). *¿Qué tipos de energías renovables existen y qué papel juegan?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-tipos-de-energias-renovables-existen-y-que-papel-juegan/>
- Duarte, A. (2021). *Energía en los hogares: Análisis y estudio del panorama socioeconómico actual con el sistema energético chileno.* Obtenido de https://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/2145/Duarte_Ana_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Electrical. (2022). *Tendencias emergentes en la tecnología eléctrica para su hogar.* Obtenido de <https://jobelectrical.blog/2022/03/09/tendencias-emergentes-en-la-tecnologia-electrica-para-su-hogar/>
- ENEL'. (2020). *Energía renovable: California es el paraíso ecológico.* Obtenido de <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2018/12/energia-renovable-california-innovacion-proteccion-ambiental>
- Enelx. (2022). *Eficiencia de los paneles solares: ¿qué es?* Obtenido de <https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/are-solar-panels-energy-efficient#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1n%20eficientes%20son%20los%20paneles,pueden%20alcanzar%20casi%20un%2023%20%25.>



- Energía y Sociedad. (2022). Obtenido de <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-5-regulacion-espanola-de-las-energias-renovables/>
- Fundeen. (2021). *Historia de las energías renovables*. Obtenido de <https://www.fundeen.com/blog-energias-renovables/origen-de-las-energias-renovables>
- Greenheiss. (2021). *¿Cómo obtener agua caliente sanitaria por energía solar?* Obtenido de <https://cutt.ly/PwyD9bSd>
<https://www.greenheiss.com/agua-caliente-sanitaria-por-energia-solar/#:~:text=C%C3%B3mo%20se%20genera%20agua%20caliente%20mediante%20energ%C3%ADa%20solar&text=Los%20colectores%20se%20encargan%20de,energ%C3%ADa%20al%20agua%20para%20calentarla>.
- Gregorio, M. (2021). *Estudios sobre la Economía Española - 2020/01. Biomasa en España Generación de valor añadido y análisis prospectivo*. Obtenido de <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-01.pdf>
- GrupoJab. (2022). *Historia de las células solares y su evolución tecnológica*. Obtenido de <https://www.grupojab.es/historia-de-las-celulas-solares-y-su-evolucion-tecnologica/>
- Guerra, M., & Assaf, J. (2022). Implementación de energías renovables como garantía al derecho fundamental a un ambiente sano en Colombia. *Revista CES Derecho*, 12(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-77192021000200087
- Hilcu, M. (2023). *Placas solares fotovoltaicas: Tu guía completa*. Obtenido de <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/placas-solares-fotovoltaicas/>
- HogarSense. (2023). *¿Cómo generar agua caliente sanitaria con energía solar?* Obtenido de <https://www.hogarsense.es/energia-solar/agua-caliente-solar>
- IDAE. (2022). *Biomasa*. Obtenido de <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biomasa>

- Inarquia. (2020). *Calefacción Solar Térmica: Energía Renovable y Rentable*. Obtenido de <https://inarquia.es/calefaccion-solar-termica-energia-renovable/>
- Ingeoexpert. (2022). *¿Qué es la aerotermia y cómo funciona?* Obtenido de <https://ingeoexpert.com/2020/01/28/que-es-aerotermia-como-funciona/>
- Lecaro-Zambrano, J., & Garzón-Montealegre, V. (2021). Energía eléctrica fotosintética: una alternativa económica y ecológica para los sectores rurales y urbanos del Cantón Machala, Provincia de El Oro. *Pol. Con. (Edición núm. 63)* , 670-685.
- Messina, D., Contreras, R., & Salgado, R. (2022). *Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI). Tendencias en materia de digitalización del sector eléctrico*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48104/1/S2200593_es.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx#:~:text=El%20PNIEC%20persigue%20una%20reducci%C3%B3n,invernadero%20que%20se%20emiten%20actualmente.>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Renovables eléctricas, cogeneración y residuos*. Obtenido de <https://energia.gob.es/renovables/Paginas/normativa.aspx>
- MITECO. (2023). *Plan + Seguridad Energética*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/eu/ministerio/planes-estrategias/seguridad-energetica/default.aspx>
- Naciones Unidas. (2019). *¿Qué son las energías renovables?* Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- ONU. (2020). *Crece la generación de electricidad con fuentes renovables en 2019*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/crece-la-generacion-de-electricidad-con-fuentes-renovables-en-2019>
- OpenMind. (2020). *Innovaciones para hacer las energías renovables más sostenibles*. Obtenido de

<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/innovaciones-energias-renovables-mas-sostenibles/>

Parlamento Europeo. (2022). *La política energética: principios generales*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/68/la-politica-energetica-principios-generales>

Pelletsy. (2019). *Historia de la biomasa*. Obtenido de <https://www.xn--pelletsylea-beb.com/historia-biomasa/>

Planeta-tierra. (2019). *Historia de la energía geotérmica*. Obtenido de <https://planeta-tierra.info/energia-geotermica/historia-de-la-energia-geotermica/>

Preciogas. (2022). *¿Qué es la energía geotérmica?* Obtenido de <https://preciogas.com/instalaciones/geotermia>

Ramos, J., & Chávez, R. (2019). Consumo energético y económico de las celdas fotovoltaicas en viviendas de estrato social de clase media-alta de Victoria. *Revista CIMEXUS Vol. XIV, No.1*, 15-21.

Raya, E., & Gómez, M. (2017). *Políticas y medidas contra la pobreza energética ¿a quién le corresponde?* La Rioja: Universidad del País Vasco.

Rehau. (2022). *Calefacción geotérmica*. Obtenido de <https://www.rehau.com/es-es/calefaccion-geotermica#:~:text=La%20calefacci%C3%B3n%20geot%C3%A9rmica%20es%20un,edificios%20y%20obtener%20agua%20caliente.>

Rodríguez, F., & Frolova, M. (2021). Los contextos institucionales de la transición energética en España y Hungría: la diversidad de un objetivo comunitario. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 90. Obtenido de <https://doi.org/10.21138/bage.3130>

Salvador-Tixe, C., & Horn-Mutschler, M. (2021). Propuesta Tecnológica para la Implementación de una Planta Fotovoltaica de 4.5 Kwp para la Comunidad Rural Altoandina San Francisco de Raymina, Ayacucho-Perú. *Tecnia*, 31(11). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132021000100028&script=sci_arttext

- Silvasol. (2022). *El futuro de la energía solar en España*. Obtenido de <https://silvasol.es/el-futuro-de-la-energia-solar-en-espana/>
- Solfy. (2022). *Historia del panel solar: ¿cómo nació y cuál ha sido su evolución?* Obtenido de <https://solfy.net/placas-solares/historia-del-panel-solar/>
- Soliclima. (2023). *Historia de la Aerotermia*. Obtenido de <https://news.soliclima.com/noticias/ahorro-energetico/historia-de-la-aerotermia>
- Statista. (2022). *Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo bruto final de energía en España de 2004 a 2021*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/498634/porcentaje-de-energia-procedente-de-fuentes-renovables-en-espana/#:~:text=Esta%20estad%C3%ADstica%20muestra%20la%20evoluci%C3%B3n,a%20fuentes%20de%20energ%C3%ADa%20renovables.>
- Statista. (2023). *Porcentaje de energía empleada para generar electricidad procedente de fuentes renovables en España de 2008 a 2022*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/498909/energia-procedente-de-fuentes-renovables-para-producir-electricidad-en-espana/>
- Teba, C. (2017). *La Biomasa una Fuente de Energía Eficiente y Renovable*. Obtenido de <https://www.dexma.com/es/blog-es/biomasa-como-fuente-de-energia-eficiente/>
- Tecnosolab. (2022). *Características eléctricas de los paneles solares*. Obtenido de <https://tecnosolab.com/noticias/caracteristicas-electricas-de-los-paneles-solares/>
- Trincado, B. (2022). *La energía, un lujo para el 12% de los hogares españoles*. Obtenido de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/01/20/companias/1611136324_713951.html
- Villalvilla, E. (2022). *El 47% de la energía que genera España ya es renovable*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2022/11/15/63729d8ffdddf04838b45b3.html>

ANEXO LEGISLACIÓN

Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de energía. (BOE núm. 23, de 27 de enero de 1981).

Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional. (BOE núm. 313, de 31 de diciembre de 1994).

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2013).

Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. (BOE núm. 312, de 24 de diciembre de 2010).

Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. (BOE núm. 24, de 28 de enero de 2012).

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. (BOE núm. 242, de 6 de octubre de 2018).

Real Decreto-ley 20/2018, de 7 de diciembre, de medidas urgentes para el impulso de la competitividad económica en el sector de la industria y el comercio en España. (BOE núm. 296, de 8 de diciembre de 2018).

Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. (BOE núm. 313, de 31 de diciembre de 1994).

Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. (BOE» núm. 312, de 30 de diciembre de 1998). Disposición derogada.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (BOE núm. 140, de 10 de junio de 2014).
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. (BOE núm. 243, de 10 de octubre de 2015).
- Orden ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. (BOE núm. 131, de 1 de junio de 2007).
- Orden TEC/1302/2018, de 4 de diciembre, por la que se establecen las disposiciones necesarias para instrumentar un sistema de ayudas a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en territorios no peninsulares y se determina la transferencia de 60 millones de euros procedentes del superávit eléctrico al presupuesto del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía con efectos del año 2017. (BOE núm. 294, de 6 de diciembre de 2018).
- Orden TEC/1314/2018, de 7 de diciembre, por la que se establecen las disposiciones necesarias para instrumentar un sistema de ayudas a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y se determina la transferencia de 60 millones de euros procedentes del superávit eléctrico al presupuesto del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía con efectos en el ejercicio presupuestario de 2018. (BOE núm. 299, de 12 de diciembre de 2018). «BOE» núm. 296, de 8 de diciembre de 2018, páginas 120633 a 120653 (21 págs.)
- Orden TEC/1380/2018, de 20 de diciembre, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas a la inversión en instalaciones de producción de energía eléctrica con tecnologías eólica y fotovoltaica situadas en los territorios no peninsulares cofinanciadas con Fondos Comunitarios FEDER. (BOE» núm. 310, de 25 de diciembre de 2018).