

La historia de la Energía Solar Fotovoltaica está marcada por el desarrollo tecnológico de una forma lenta pero segura. El efecto fotovoltaico fue descubierto por el francés Alexandre Edmond Becquerel en 1838 realizando un experimento con una pila electrolítica cuando comprobó, que la exposición al sol aumentaba la corriente de la pila.

A partir de aquí, numerosos descubrimientos propios del sector han ido impulsando el desarrollo de esta tecnología hasta nuestros días.

Actualmente, el horizonte de los combustibles convencionales, su escasez y problemas de uso, apoyado en una conciencia medioambiental creciente, ha provocado el despegue del aprovechamiento de esta tecnología, así como del resto de fuentes de energía renovables.

El desarrollo legislativo que surge de la política marcada por la Unión Europea, junto con la situación geográfica de España, y la aparición del nuevo Código Técnico de la Edificación, que fija las condiciones para la implementación de este tipo de instalaciones en determinadas edificaciones, convierte a nuestro país en un punto de referencia mundial para la evolución de este sector.

En Bureau Veritas Formación, empresa del Grupo Bureau Veritas, con presencia en 140 países con servicios multidisciplinares, que en el campo de la ingeniería abarca todos los sectores de la industria, de la construcción, de las energías renovables, queremos compartir nuestra experiencia y conocimiento con los potenciales lectores de esta obra.

El presente libro pretende servir de guía a todos aquellos interesados en la Energía Solar Fotovoltaica, como: profesionales del sector, técnicos consultores y formadores en la materia; y todos aquellos interesados en adquirir competencias para esta actividad, mostrando todos los temas más destacados de esta tecnología de forma que el lector comprenda fácilmente.

Abelardo IGLESIAS MENÉNDEZ
Product Manager de Ingeniería

José Luis LOMBARDEO RODIL
Director General
Bureau Veritas Formación

1.

**ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA**

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar en que se produce (autogestionada).

La sostenibilidad energética en un futuro vendrá dada por el uso de las energías renovables.

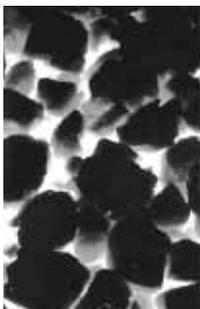
OBJETIVOS

Adquirir las competencias necesarias para el aprovechamiento de la energía solar y conocer sus aplicaciones.

CONOCIMIENTOS

- Energías renovables.
- Radiación solar.
- Aplicaciones y ventajas de la energía solar.
- Descripción de sistemas fotovoltaicos.
- Evolución de las instalaciones fotovoltaicas.
- Ayudas y subvenciones.
- Trámites burocráticos y legislación.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).

1.1. ENERGÍAS RENOVABLES



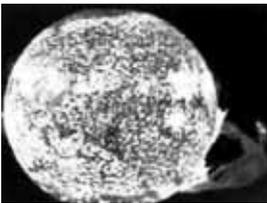
- Las fuentes de energía renovable han sido aprovechadas por el hombre desde hace mucho tiempo, básicamente acompañadas de la energía animal, y su empleo continuó durante toda la historia hasta la llegada de la “*Revolución Industrial*”, en la que la aparición del carbón, con una densidad energética muy superior a la de la biomasa y su menor precio, desplazó a estas.
- Posteriormente, el petróleo fue desplazando en muchas aplicaciones al carbón debido a su mayor limpieza, mayor poder calorífico y su carácter fluido.
- En el siglo XX aparece un nuevo recurso, más limpio y con mayores reservas, el gas natural, del que se dice será la energía del siglo XXI, con lo que es de suponer que también sufrirá una crisis a lo largo de este siglo.
- Durante los últimos años, precisamente pensando en el futuro agotamiento de las fuentes de energía fósiles, en la gran dependencia exterior de muchos países de estas, en el progresivo incremento de su coste y en los problemas medioambientales derivados de su explotación, transporte y consumo, se está produciendo un renacer de las energías renovables.

Las energías renovables son aquellas que **se producen de manera continua** y son inagotables a escala humana. Además tienen la ventaja adicional de poder complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas.

Son **respetuosas con el medio ambiente**, y aunque ocasionen efectos negativos sobre el entorno, son mucho menores que los impactos ambientales de las **energías convencionales** como combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), energía nuclear, etc.

Las energías fósiles se crearon a partir de la energía solar que llegaba a la tierra y que por el efecto de la fotosíntesis se convertía en materia vegetal fijándose parte del carbono existente en la atmósfera. Este proceso necesitó miles de años y la energía obtenida se consumirá sólo en 300.

Las energías renovables por el contrario son parte de la energía que el sol aporta a la Tierra en cada momento.



El Sol es la fuente de energía de la Tierra. Se recibe en forma de radiación que retiene la atmósfera y permite que la tierra se mantenga una temperatura más o menos constante posibilitando que haya vida.

La radiación solar además de proporcionar luz, también se transforma en biomasa por medio del efecto de la fotosíntesis, en viento por los gradientes térmicos que se producen en la atmósfera o en energía hidráulica por la evaporación de los mares.

Dentro del marco de las energías renovables se pueden destacar las que tienen un mayor desarrollo tecnológico y por tanto mayores posibilidades de competir en el mercado. El Sol está presente en todas ellas.

**ENERGÍAS
RENOVABLES**

- Eólica.
- Hidráulica.
- Biomasa.
- Geotérmica.
- Solar.

Con las energías renovables se **pueden obtener** las dos formas de energía más utilizadas: **calor y electricidad**.

| Ventajas |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Son respetuosas con el medio ambiente.• No emiten gases contaminantes.• No generan residuos peligrosos.• Se pueden instalar en zonas rurales y aisladas.• Disminuyen la dependencia de suministros externos. |

El impacto medioambiental en la generación de electricidad de las energías convencionales es **31 veces superior** al de las energías renovables.

1.1.1. Sostenibilidad

Como indica el primer principio de la termodinámica la energía ni se crea ni se destruye, por ello, **la utilización de la energía del sol** para

producir electricidad o calor, **no produce cambios sustanciales en el equilibrio de la tierra.**

La idea de **conseguir un desarrollo sostenible** analizada desde una visión energética, pasa por **el uso de las energías renovables**, es decir, aprovechar el sol que llega al planeta, lo cual no potenciará el efecto invernadero ni acelerará el cambio climático, no se emitirán sustancias contaminantes a la atmósfera y no existirá recalentamiento del planeta.

Para conseguir el tránsito energético se debe ir disminuyendo progresivamente el uso de **los combustibles fósiles** (carbón, petróleo y gas natural), que **irán desapareciendo en el siguiente orden:**

PETRÓLEO **—————>** **GAS NATURAL** **—————>** **CARBÓN**

Energía Nuclear

La **energía nuclear de fusión**, que actualmente es la tecnología dominada por el hombre, posiblemente jugará un papel importante en el tránsito a la utilización de las energías renovables, el problema es que los residuos radiactivos que produce tienen una vida media muy larga.

Posteriormente, se desarrollará la **energía nuclear de fusión**, más respetuosa con el medio ambiente debido a que su generación de residuos radiactivos es mucho menor, y su vida media muy reducida.

Hay que tener en cuenta que la energía nuclear es conceptualmente muy distinta de las energías renovables, ya que a partir de la masa se obtiene energía con la consecuente desaparición de masa.

Produce el calentamiento del planeta ya que se obtiene de una parte de la masa terrestre, sin embargo, no produce emisiones de CO₂ causantes del efecto invernadero.

Cuando se hayan agotado los combustibles fósiles, las energías renovables serán la base energética, complementada con una parte de energía nuclear de fusión.

1.1.2. Energía Eólica

El Sol provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los **vientos**.



La energía del viento se deriva del **calentamiento** diferencial **de la atmósfera** por el Sol, y las **irregularidades de la superficie terrestre**.

Aunque sólo una pequeña parte de la energía solar que llega a la tierra se convierte en energía eólica, la cantidad total es enorme.

El dispositivo capaz de realizar la conversión de la fuerza del viento en electricidad es el aerogenerador o generador eólico, que consiste en un sistema mecánico de rotación provisto de palas a modo de los antiguos molinos de viento, y de un generador eléctrico con el eje solidario al sistema motriz, de forma que el viento hace girar las palas y el generador eléctrico.

| Usos de la Energía Eólica |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Bombeo de agua.• Electrificación rural.• Demandas de pequeña potencia.• Pueden agruparse y formar parques eólicos conectados a la red eléctrica. |

En las instalaciones aisladas de la red de distribución eléctrica **se emplean acumuladores** para almacenar la energía en los períodos sin viento.

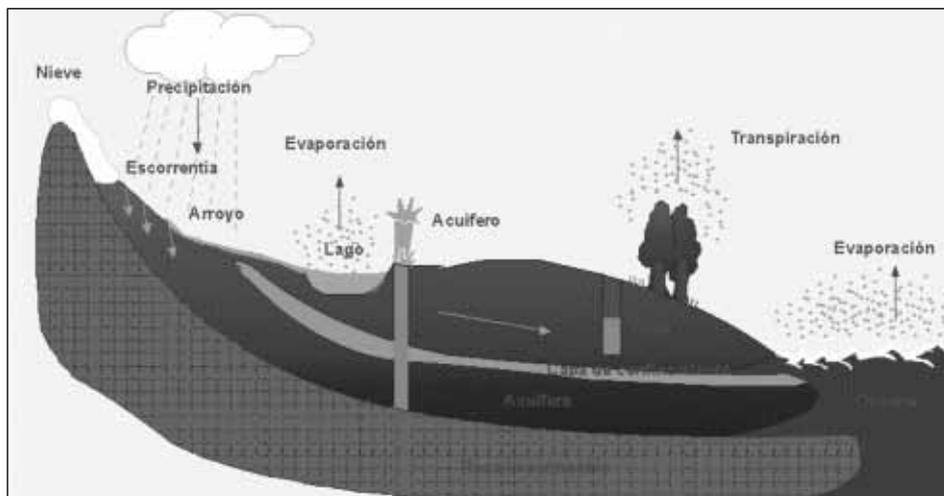
En la actualidad es una de las energías renovables más competitivas gracias a las mejoras técnicas.

| Energía Eólica | |
|-----------------------|--|
| Ventajas | <ul style="list-style-type: none">• Evita la importación de carbón, petróleo y materiales radiactivos.• Evita grandes impactos ambientales como la lluvia ácida y el efecto invernadero.• Es barata y no produce residuos.• La tecnología necesaria para instalarla es sencilla.• Los espacios ocupados pueden permitir la actividad agrícola. |
| Inconvenientes | <ul style="list-style-type: none">• Repercute sobre la fauna y la flora.• Impacto visual.• Ruido.• Interferencias en los medios de comunicación. |

1.1.3. Energía Hidráulica

Tiene su origen en el **ciclo del agua**, generado por el Sol.

El Sol evapora las aguas de los mares, lagos, etc. Este agua cae en forma de lluvia y nieve sobre la tierra y vuelve hasta el mar donde el ciclo se reinicia.



La energía hidráulica se obtiene a partir de la energía potencial asociada a los saltos de agua debido a la **diferencia de alturas** entre dos puntos del curso de un río.



Las centrales hidroeléctricas transforman en energía eléctrica el movimiento de las turbinas que se genera al precipitar una masa de agua entre dos puntos a diferente altura.

Hay diversos **tipos de centrales hidroeléctricas** en función de su tamaño:

- Grandes centrales hidroeléctricas de más de 10 MW de potencia que vierten la energía eléctrica a la red.

- Centrales minihidráulicas o minicentrales de menos de 10 MW de potencia, que no requieren grandes embalses reguladores y por tanto su impacto ambiental es mucho menor.
- Centrales microhidráulicas de muy pequeña potencia (varios kW) y generalmente no conectadas a la red eléctrica.

| Energía Hidráulica | |
|---------------------------|---|
| Ventajas | <ul style="list-style-type: none">• No contamina.• Es muy abundante. |
| Inconvenientes | <ul style="list-style-type: none">• Sus infraestructuras son muy caras.• Depende de los factores climáticos.• Impacto medioambiental. |

1.1.4. Biomasa



La fuente de la biomasa son las plantas, que necesitan del sol para poder realizar la fotosíntesis.

Es la energía renovable con mayor potencial, ya que la fotosíntesis permite convertir la energía solar en materia orgánica de la que se obtienen combustibles.

| Combustibles | |
|---|---|
| A partir de: | Se obtiene: |
| <ul style="list-style-type: none">• Aceites• Alcoholes• Plantas de digestión de residuos• Madera | <ul style="list-style-type: none">• Sustitutivos del diésel.• Sustitutivos de la gasolina.• Biogás.• Combustible para calefacción. |

Actualmente se estudian también ciertas especies vegetales que permiten realizar cultivos energéticos, es decir, las cosechas estarán destinadas a su uso energético. Incluso se estudia el aprovechamiento de las algas marinas.

1.1.5. Energía Geotérmica

Es la que **se encuentra en el interior de la Tierra en forma de calor**, como resultado de:



- La desintegración de elementos radiactivos.
- El calor permanente que se originó en los primeros momentos de formación del planeta.

Se manifiesta por medio de procesos geológicos como volcanes, géiseres que expulsan agua caliente y las aguas termales.

A partir de una profundidad aproximada de dos metros, la temperatura de la Tierra no sufre cambios bruscos de temperatura. Este efecto es aprovechado para fines térmicos en sistemas basados en bomba de calor, captando la energía mediante una red de tubos enterrados en el plano horizontal, o bien mediante una captación en vertical a profundidades mayores.

La conversión de la energía geotérmica en electricidad consiste en la utilización de un **vapor**, que pasa a través de una **turbina** que está conectada a un **generador** que produce la **electricidad**.

El **principal problema es la corrosión** de las tuberías que transportan el agua caliente.

Usos de la Energía Geotérmica

- **Balnearios:** aguas termales que tienen aplicaciones para la salud.
- **Calefacción y agua caliente.**
- **Electricidad.**
- **Extracción de minerales:** se obtienen de los manantiales de azufre, sal común, amoníaco, metano y ácido sulfhídrico.
- **Agricultura y acuicultura:** para invernaderos y criaderos de peces.