

Hace un tiempo recibí la invitación de Javier para presentar un libro escrito con su amigo Luis sobre la energía eólica. La invitación la entendí como un asunto de amistad dada mi vinculación con las energías renovables, que comencé hace más de 30 años investigando sobre la energía solar térmica, aunque actualmente está más encaminada a la I+D+i sobre la eficiencia energética de los edificios, lo cual sinceramente me animó a aceptar el compromiso solicitado.

Para los que llevamos mucho tiempo trabajando en el desarrollo del uso de las energías renovables, en diferentes campos multidisciplinarios, como son la investigación, desarrollo e innovación, elaboración del marco normativo, análisis de los impactos ambientales, promoción de su uso, inclusión en los programas formativos y la difusión de uso en la sociedad, es muy agradable ver el trabajo de dos amigos intentando poner un 'granito de arena' en el mundo de las publicaciones que intentan transmitir una parte de su conocimiento y de sus experiencias.

Esta publicación la considero muy necesaria, dada la falta de textos que, de una forma didáctica condensen los fundamentos necesarios para una comprensión sencilla del campo del aprovechamiento de la energía eólica, para la producción de energía eléctrica de origen renovable, autóctono y no contaminante, así como para la divulgación de estas tecnologías.

En el libro se describen, de forma muy clara, los conceptos referentes a los conceptos físicos que explican la existencia del viento y su valoración, y la posibilidad de su aprovechamiento, así como los distintos tipos de tecnologías existentes, los tipos de aerogeneradores, sus componentes básicos, su montaje y funcionamiento, y las distintas formas en que se puede aprovechar la energía generada en función de cada necesidad.

Mención aparte merecen los capítulos dedicados al análisis de los impactos ambientales y territoriales de estas infraestructuras despejando, de forma fundada, algunos mitos referentes a los parques eólicos,

así como el pormenorizado y solvente análisis del último capítulo respecto del marco regulatorio que envuelve a estas instalaciones.

La forma en que se redacta el texto, asimilable fácilmente por el lector pero sin perder en ningún caso el rigor científico, hace posible que su contenido se adapte tanto a estudiantes de diferentes niveles como a profesionales que quieran establecer un primer contacto con el mundo de la energía eólica.

Finalmente felicitar a los autores por su trabajo y desear al lector que, como a mí me ha sucedido, se renueve y acreciente su interés por las energías renovables.

Madrid, marzo de 2012

María del Rosario Heras Celemín
Jefa de la Unidad de Eficiencia Energética en Edificación
División de Energías Renovables-CIEMAT

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

1.1. LAS FUENTES DE ENERGÍA FÓSILES Y 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 éstas. La aparición de la máquina de vapor permitió la conversión de la energía térmica en energía mecánica, con lo que se desarrolló el ferrocarril, el transporte marítimo y la maquinaria para producción industrial. Así mismo el carbón tuvo una gran utilización térmica en la industria y en sector doméstico.

Posteriormente, el petróleo fue desplazando en muchas aplicaciones al carbón debido a su mayor limpieza, mayor poder calorífico y su carácter fluido. Fundamentalmente en el sector transporte y en el industrial.

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. No obstante a lo largo de este siglo es de suponer que también se sufrirán crisis relacionadas con este tipo de combustible, a la vista de que jugará un papel importante en el suministro mundial.

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 éstas, 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 de ser autóctonas con lo que en los países en desarrollo pueden permitir acercar la generación de la energía eléctrica al consumo y en los países muy dependientes energéticamente como España, reducir esta dependencia.

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 de formación de los combustibles fósiles necesitó de miles de años para su formación, mientras que este carbono retornó en gran parte a la atmósfera en los últimos 300 años.

Las energías renovables por el contrario provienen fundamentalmente de la energía que el Sol aporta a la Tierra en cada momento, la cual se transforma de diferentes maneras.

1.2. EL FENÓMENO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Uno de los problemas más debatidos actualmente por la sociedad es el fenómeno del *“cambio climático”*. En alusión al mismo, se suele hacer exclusivamente referencia a los cambios climáticos que suceden en el presente, sólo debido a causas humanas y utilizándolo como sinónimo de *“calentamiento global”*.

Pero además del calentamiento global, el cambio climático supone otros cambios como en las precipitaciones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico.

Sin entrar en detalles sobre las diferentes teorías existentes sobre el cambio climático, lo cual no es objeto del presente estudio, parece indudable que el ser humano actualmente es uno más de los agentes climáticos que están influyendo en la modificación del clima. Esta influencia tiene su origen en la deforestación de bosques, si bien, en la actualidad, la mayor influencia proviene de la emisión abundante de gases que, según

las teorías, producen el denominado “*efecto invernadero*”, tales como las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en fábricas y medios de transporte y el metano (CH_4) en granjas de ganadería intensiva y arrozales.

Actualmente dichas emisiones se han incrementado tanto que parece difícil poder reducirlas a corto y medio plazo, por las implicaciones técnicas y económicas de las actividades involucradas. Aquí es donde aparece el importante papel de las energías renovables, las cuales no emiten CO_2 o aunque lo emitan, su efecto es neutro.



Figura 1.1 Efecto invernadero

La energía llega al planeta desde el Sol, el cual, emite en todas direcciones un flujo de luz visible o próxima a la radiación visible, en las denominadas zonas ultravioletas e infrarrojas. La radiación que atraviesa la atmósfera y llega a la superficie terrestre se convierte en energía térmica almacenándose en la misma. Parte de esta energía térmica del suelo es reflejada posteriormente como radiación infrarroja hacia la atmósfera. Debe tenerse en cuenta que la radiación que emite la superficie terrestre tiene diferentes características a la que ha recibido. La energía que

llega del Sol, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. Sin embargo, la energía reemitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, las cuales no consiguen traspasar la capa de la atmósfera formada por los “*gases de efecto invernadero*”, tales como el CO₂, H₂O, O₃, CH₄ y CFC.

Los gases de efecto invernadero son parcialmente opacos a las radiaciones infrarrojas, es decir, absorben las radiaciones infrarrojas emitidas por la superficie terrestre que ha sido calentada por la luz solar. El resultado es que la atmósfera absorbe dicha radiación, se calienta y devuelve a la Tierra parte de esa energía, de forma que la temperatura superficial terrestre es superior a la que existiría en el valor de equilibrio sin atmósfera. Este hecho permite la existencia de vida en la Tierra. Debe entenderse que al final y en condiciones normales, la cantidad de energía que llega a la Tierra tiene que ser igual a la que ésta reemite. Si no fuese así, la temperatura de nuestro planeta habría ido aumentando progresivamente desde su origen.

El fenómeno aquí descrito es similar al que ocurre en un invernadero o entre el parabrisas de un coche y el salpicadero.

Si los gases de efecto invernadero aumentan su concentración es cuando se produce un calentamiento global de la Tierra.

No obstante e independientemente de los gases de efecto invernadero, la Tierra a lo largo de millones de años ha sufrido diferentes variaciones climáticas, desde las glaciaciones hasta épocas en las que no existía hielo en los polos.

Como conclusión a todo lo anterior, podemos señalar que la comunidad científica está de acuerdo en que los gases de efecto invernadero y mayoritariamente el CO₂ intervienen en el denominado efecto invernadero y que su concentración está aumentando. En lo que no están tan de

acuerdo es en si ya ha comenzado el calentamiento global de la Tierra y en las afecciones que éste tendrá sobre el planeta.

1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

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.

- Eólica.
- Hidráulica.
- Biomasa.
- Geotérmica.
- Solar.
- Mareomotriz, energía de las olas y energía de las mareas.

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

En general, sus ventajas son:

- 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.

1.3.1. Energía eólica

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



Figura 1.2 Parque eólico

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, el recurso eólico 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 rotor del alternador transformando esta energía mecánica de rotación en energía eléctrica.

Las aplicaciones de la energía eólica son principalmente:

- 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.

Ventajas

- 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

- Repercute sobre la fauna y la flora.
- Impacto visual.
- Ruido.
- Interferencias en los medios de comunicación.

1.3.2. Energía hidráulica

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

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

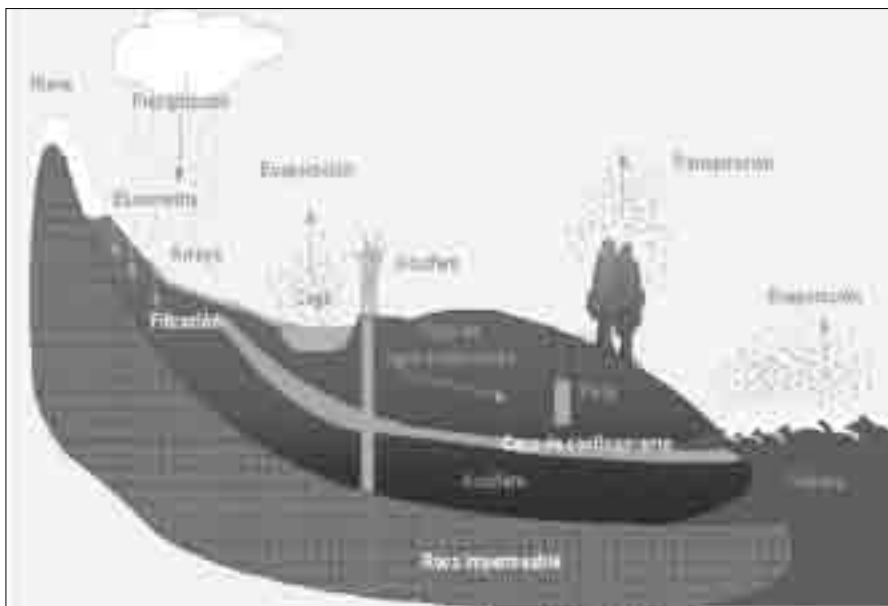


Figura 1.3 Ciclo del agua

La energía hidráulica se obtiene a partir de la energía potencial asociada a los saltos de agua entre dos puntos a distinta cota en el curso de un río. Esta masa de agua que precipita desde una cota superior consigue mover los álabes de una turbina cuyo eje va solidario con el eje de un alternador convirtiendo la energía cinética del movimiento de los álabes en energía eléctrica en las denominadas centrales hidroeléctricas.

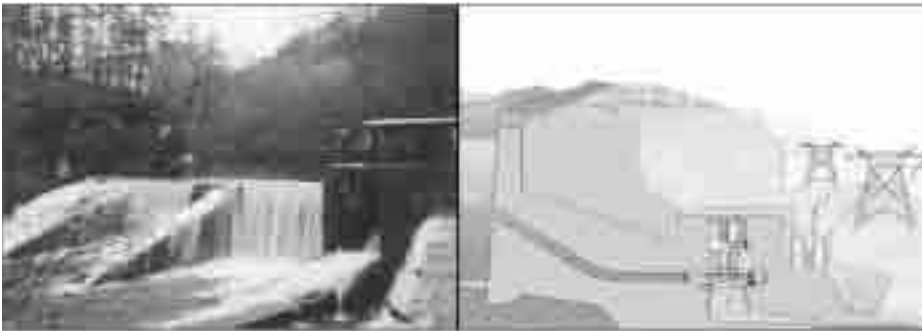


Figura 1.4 Energía hidráulica

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.

Ventajas

- No contamina.
- Es muy abundante.

Inconvenientes

- Sus infraestructuras son muy caras.
- Depende de los factores climáticos.
- Gran impacto medioambiental.

1.3.3. 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.

Los combustibles típicamente utilizados en biomasa son:

- Aceites: Se obtienen sustitutivos del gasóleo.
- Alcoholes: Se obtienen sustitutivos de la gasolina.
- Plantas de digestión de residuos: Se obtiene biogás.
- Madera: Se obtiene combustible para la 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.



Figura 1.5 Biomasa. Pellets

Ventajas

- No emiten gases que provocan el efecto invernadero.
- Tiene contenidos de azufre prácticamente nulos por lo que la emisión de dióxido de azufre (causantes de la lluvia ácida) es mínima.
- El uso de la biomasa como biocarburante en motores de combustión interna reduce el empleo de los motores alimentados por combustibles fósiles (que provocan mayor contaminación).

Inconvenientes

- El rendimiento de las calderas de biomasa es inferior al de las que usan combustible fósil.
- Se necesita mayor cantidad de biomasa para conseguir la misma cantidad de energía que con otras fuentes.
- Los canales de distribución de biomasa están menos desarrollados que los de combustibles fósiles.