

## **2.2 Energías primarias**

### **2.2.1 Introducción**

En la Tierra no escasean las energías primarias. Está la energía nuclear, la energía solar, eólica, las corrientes oceánicas, las mareas y la energía geotérmica. Por lo tanto se disponen de no pocas fuentes de energía, y muchas de ellas son renovables. Lo que significa que mientras que el sol siga brillando, dispondremos de estas energías. Sin embargo, las fuentes de energía primarias tienen algunos defectos. Y carecen de muchas de las propiedades que sí poseen los combustibles fósiles.

En este apartado analizaremos brevemente cada una de estas energías primarias.

### **2.2.2 Energía hidráulica**

#### *Definición*

Se denomina energía hidráulica a la energía que se extrae del movimiento de una masa de agua, generalmente mediante turbinas colocadas en el curso de un río o en el desagüe de un pantano aprovechando grandes desniveles. Se transforma de este modo la energía cinética del agua en energía eléctrica, fácilmente transportable.

#### *Origen*

Tiene, de forma indirecta, al Sol como origen. El calor evapora el agua de los mares formando las nubes, que a su vez se transformarán en lluvia o en nieve, asegurando así la perennidad del ciclo.

#### *Aplicaciones*

El mayor aprovechamiento de esta energía se realiza en los saltos de agua de las presas. El agua se encuentra generalmente retenida en los embalses o pantanos. Este agua almacenada puede ser utilizada posteriormente para el riego, abastecimiento de poblaciones o para la producción de energía eléctrica en una central hidroeléctrica. La mayoría de las presas hidráulicas se destinan a la producción de energía eléctrica.

#### *Ventajas*

Las principales ventajas de las centrales hidráulicas es ser un recurso inagotable, que se renueva de forma gratuita y constante en la naturaleza, pudiéndose aprovechar el excedente para otros fines y tiene una producción nula de emisiones contaminantes.

### *Inconvenientes*

No es posible hacer predicciones, puesto que dependen de la hídrica anual, y los años de sequía o lluviosos no son hechos sobre los que el hombre pueda incidir. Los emplazamientos hidráulicos suelen estar lejos de las grandes poblaciones, por lo que es necesario transportar la energía eléctrica producida a través de costosas redes. Otro aspecto poco favorable es el efecto negativo que puede tener la creación de un embalse sobre el entorno, con problemas de alteración de cauces, erosión, incidencias sobre poblaciones, pérdida de suelos fértiles, etc.

Estos inconvenientes, unidos a las grandes inversiones necesarias en este tipo de centrales, y a la cada vez más difícil localización de emplazamientos son los que impiden una mayor utilización de esta fuente energética. Sin embargo la energía hidráulica sigue siendo la más empleada entre las fuentes de energía renovables para la producción de energía eléctrica.

### **2.2.3 Energía Solar**

#### *Definición*

Se denomina así a la energía que se extrae del Sol, es decir de la radiación electromagnética que llega a la Tierra.

#### *Origen*

Se produce en el sol mediante un proceso de fusión nuclear. En el Sol se producen constantemente reacciones de fusión: dos átomos de hidrógeno se fusionan dando lugar a un átomo de helio, liberando una gran cantidad de energía. De ésta sólo una pequeña parte llega a la Tierra.

La energía solar llega a la superficie de la Tierra por dos vías diferentes. La radiación directa es la que incide directamente sobre la superficie terrestre, y la radiación difusa es la que llega a la superficie por reflexión de la radiación solar absorbida por el aire y el polvo atmosférico.

#### *Aplicaciones*

El aprovechamiento de la energía solar puede hacerse por dos vías: térmica y fotovoltaica.

#### **Energía Solar Térmica**

La vía térmica transforma la energía proveniente del Sol en energía calorífica. Esta transformación puede darse a baja, media y alta temperaturas. La transformación a

baja temperatura se emplea generalmente para calefacción doméstica, climatización de locales, calentamiento de agua en hospitales, piscinas etcétera. Es necesario captar la energía solar, para lo que se dispone una serie de colectores planos que absorben la radiación solar y la transmiten en forma de calor para alimentar el sistema de calefacción. Estos sistemas aprovechan la energía solar a temperaturas que oscilan entre 35°C y 90°C, siendo actualmente la principal aplicación de la energía solar térmica en España.

En las instalaciones a media temperatura las temperaturas que se obtienen oscilan entre 90°C y 200°C, para lo que es necesario captar la energía solar y concentrarla mediante dispositivos especiales. Estas instalaciones constan de un conjunto de colectores de concentración de distintas formas. Los colectores cilíndrico-parabólicos, que recogen la energía solar y la transmiten a un fluido (aceite térmico) en forma de calor. Los helióstatos formados generalmente por espejos orientables de forma que la radiación incidente sea reflejada en un punto fijo. Las aplicaciones de este tipo de instalaciones son fundamentalmente industriales.

Las instalaciones a alta temperatura son las denominadas centrales termoeléctricas. La temperatura alcanzada es superior a 400°C. Están formadas por una amplia superficie de helióstatos sostenidos por soportes que reflejan la radiación solar y la concentran en un pequeño punto receptor. El receptor transmite la radiación solar en forma de calor a un fluido (agua, aire, metales líquidos) que circula por un circuito primario. Éste es enviado a un generador de vapor que convierte en vapor el agua que circula por un circuito secundario, el cual pone en movimiento un grupo turbina-alternador produciendo energía eléctrica. El rendimiento de estas instalaciones es aproximadamente del 20 %.

### Energía Solar Fotovoltaica

Los sistemas solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de células solares o fotovoltaicas dispuestas en paneles que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica. La luz solar transporta la energía en forma de un flujo de fotones. Cuando estos fotones inciden en determinado tipo de materiales y bajo ciertas condiciones, provocan una corriente eléctrica. Es lo que se conoce como efecto fotovoltaico. Las células solares o fotovoltaicas son pequeños elementos fabricados con un elemento cristalino semiconductor, silicio-germanio (Si-Ge). Al incidir sobre ellas, los fotones producen un movimiento de electrones en el interior de la célula y aparece entre sus extremos una diferencia de potencial que los convierte en un pequeño generador eléctrico.

El coste de estas células es muy elevado y el rendimiento es bajo. El desarrollo de estos sistemas está ligado a la técnica de los satélites artificiales. En una primera etapa, debido a la fiabilidad de su funcionamiento, su reducido peso y sus escasas necesidades de mantenimiento, estos sistemas fueron utilizados para cubrir las necesidades energéticas de los satélites.

#### *Ventajas*

La energía solar es inagotable a escala humana. No es contaminante. Mediante procesos convenientes de concentración pueden alcanzarse con ella temperaturas hasta 3000°C, que en principio permiten poner en marcha ciclos termodinámicos de alto rendimiento.

#### *Inconvenientes*

No puede ser almacenada, por lo que tiene que ser transformada inmediatamente en otra forma de energía (calor, electricidad, biomasa). Su aprovechamiento exige disponer de sistemas de captación de grandes superficies y algunos de sus principales componentes son muy caros. Es discontinua y aleatoria. Por tanto la energía solar que llega a la Tierra es gratuita, pero su transformación en energía útil es muy costosa y, en muchos casos, está en fase de experimentación.

### **2.2.4 Energía Eólica**

#### *Definición*

La energía eólica es la energía producida por el viento.

#### *Aplicaciones*

Fue una de las primeras fuentes de energía utilizadas por el hombre. Los barcos de vela y los molinos de viento son las primeras manifestaciones del aprovechamiento energético de la energía eólica. En la actualidad existen sistemas para aprovechar la energía cinética del viento y transformarla, posteriormente, en energía eléctrica mediante los aerogeneradores.

Las principales aplicaciones de la energía eólica en aquellos lugares a los que llega el viento de forma regular y con gran intensidad son: las aerobombas y los areogeneradores. Las aerobombas se utilizan para elevar el agua. Se usan ruedas de seis a quince álabes, que pueden bombear de quinientos a seiscientos litros por hora, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de pequeñas explotaciones agrícolas. Los aerogeneradores se utilizan para la producción de energía eléctrica. Para ello se instala una torre en cuya parte superior existe un rotor con múltiples palas que se orientan en la dirección del viento. Estos rotores actúan sobre un generador que permite obtener

energía eléctrica. Estos últimos tienen dos aplicaciones principales. Los aerogeneradores aislados que se instalan en zonas aisladas en las que no se dispone de energía eléctrica. Pueden obtenerse potencias de diez a cien kilowatios. Y las plantas eólicas que están formadas por un cierto número de aerogeneradores, pudiendo alcanzar una potencia de cien a seiscientos kilowatios.

En la actualidad, para lograr un mayor aprovechamiento de la energía eólica, se están desarrollando modelos de equipos encaminados a la producción de energía eléctrica con un menor tamaño, una mayor duración y un mantenimiento más sencillo y barato, procurando mitigar el impacto ambiental producido por los aerogeneradores.

#### *Ventajas*

Es inagotable, limpia, no contaminante, y, una vez hecha la instalación para su captación, es gratuita.

#### *Inconvenientes*

Es dispersa, intermitente y se presenta de forma irregular en cuanto a su intensidad.

Los aerogeneradores una baja producción por lo que es preciso reunir aerogeneradores en grandes campos eólicos para que resulte rentable. Esto plantea dos problemas: la contaminación acústica, debido al ruido que producen, y el efecto sobre el paisaje. Por lo que la energía eólica está presentando en los últimos tiempos más rechazo social.

### **2.2.5 La Biomasa**

#### *Definición*

La energía biomásica es la que se puede obtener de los compuestos orgánicos formados en procesos naturales. Comúnmente se denomina biomasa.

#### *Origen*

La energía de la biomasa se puede conseguir fundamentalmente por tres vías. La denominada biomasa cosechable, en la que se establecen determinados cultivos de modo que se transformen posteriormente en energía. La biomasa residual, que aprovecha los residuos forestales, agrícolas y domésticos, transformándolos después en combustible. O bien, transformando química o biológicamente ciertas especies vegetales para convertirlas también en combustible (metanol y etanol).

### *Aplicaciones*

La principal aplicación de la biomasa cosechable es la producción de calor en un proceso de combustión. Para este fin se suelen utilizar plantas de tipo herbáceo y leñoso, obtenidas en ecosistemas naturales, o en cultivos destinados a este fin. En la actualidad se trabaja en este tipo de cultivos, pudiendo ser en el futuro la biomasa cosechable la fuente más importante de biomasa para fines energéticos.

La biomasa residual también ofrece en principio grandes perspectivas en cuanto a su aprovechamiento energético. En este grupo se incluyen los residuos forestales, agrícolas y ganaderos, así como los producidos en los núcleos urbanos (residuos sólidos y aguas residuales principalmente). Estas perspectivas quedan limitadas debido a la contaminación que se produce al eliminar estos residuos y que en ocasiones es superior a la energía que se puede generar, por lo que este tipo de biomasa se utiliza sobre todo en instalaciones que aprovechan sus propios residuos, como en granjas, depuradoras urbanas, o industrias forestales, lugares en los que, además de obtener energía, se ahorran los costes de eliminación de residuos.

Otro gran apartado de recursos energéticos obtenidos de la biomasa lo constituyen los biocombustibles líquidos obtenidos a partir de los aceites vegetales, destinados a sustituir al gasóleo en los motores diésel, o el bioetanol, obtenido por fermentación de la biomasa dirigido a los motores que utilizan la gasolina como combustible. Estos biocarburantes pueden ser utilizados en los motores de combustión interna, tanto en los de encendido por compresión como por chispa, pudiendo llegar a ser un puente de transición entre una época dominada por los combustibles de origen fósil y otra potencialmente abierta a la utilización de la biomasa.

### *Ventajas*

Es una energía renovable, cuya utilización está muy extendida. Y cuya tecnología es sencilla. Se puede almacenar.

### *Inconvenientes*

En la utilización final se producen emisiones contaminantes. Sin embargo el poder calorífico de la biomasa suele ser mucho menor que el de los combustibles fósiles, por lo que en su utilización se obtienen bajos rendimientos.

## **2.2.6 Energía Geotérmica**

### *Definición*

Es la energía que encierra la Tierra en forma de calor, y que ha sido producida fundamentalmente por la desintegración de las sustancias radiactivas de su núcleo. Este

calor tiende a difundirse en el interior hasta escapar por la superficie de la corteza terrestre.

### *Aplicaciones*

La energía geotérmica ha sido utilizada por el hombre desde los tiempos más remotos. En la actualidad se intenta buscar la forma de aprovechar esta inmensa cantidad de energía que encierra la Tierra en forma de calor y que salvo casos aislados queda desaprovechada o perdida.

Existen zonas\* en las que el aprovechamiento de la energía geotérmica se puede realizar a varias temperaturas.

- Baja temperatura: Se aprovecha directamente el calor que emerge a menos de 100°C en múltiples aplicaciones: calefacción, agua caliente doméstica y sanitaria, piscinas, invernaderos, secaderos, etc. Esta utilización presenta un inconveniente importante, y es que, debido al bajo nivel térmico del fluido, tiene que ser utilizado en aplicaciones directas del calor, por lo que el yacimiento debe estar cerca del centro de consumo.

- Media y alta temperatura: Para extraer la energía almacenada en la litosfera necesitamos la presencia de un fluido geotérmico intermedio (amoníaco o freón) que actúe como un vehículo transportador de la energía. El fluido geotérmico, una vez alcanzada la superficie, debe someterse a una serie de transformaciones para su utilización. Los fluidos geotérmicos con una temperatura superior a 150°C se emplean para la producción directa de electricidad, mediante distintos tipos de ciclos. Si la temperatura está comprendida entre 100 y 150 °C, la utilización de esta energía es en procesos industriales.

En la actualidad, las líneas de investigación van encaminadas a realizar proyectos de transformación de energía geotérmica a baja temperatura, con inversiones menores y sondeos menos profundos, siendo menores los riesgos geológicos y los problemas de explotación y de montaje empresarial.

### *Ventajas*

Es una energía inagotable y tan abundante que, si pudiera aprovecharse, sería suficiente para cubrir las necesidades energéticas mundiales.

---

\* Islandia o Larderello (Italia)

### *Inconvenientes*

Es una energía difusa y de difícil aprovechamiento. La temperatura se distribuye de forma irregular según las zonas de la corteza terrestre. Las bolsadas de magma que proceden de las zonas más profundas se desplazan hacia zonas de menor presión. A su contacto las rocas se funden y desprenden grandes cantidades de gases que tienden a salir por las grietas y las fisuras de la corteza, dando lugar a fenómenos de vulcanismo, como son las erupciones volcánicas, salidas de gases a altas temperaturas (fumarolas y solfataras), salida de agua hirviendo y vapor (géiseres) y salidas de agua caliente (fuentes termales), aunque sólo algunas de éstas son aprovechables.

### **2.2.7 Energía mareomotriz**

#### *Definición*

La energía mareomotriz es la energía desarrollada por las aguas del mar cuando están en movimiento.

#### *Origen*

Las mareas son el resultado de la atracción gravitatoria ejercida por el Sol y la Luna sobre nuestro planeta. En algunos lugares el desnivel de las mareas alcanza con frecuencia varios metros de diferencia entre la marea baja y la marea alta (bajamar y pleamar).

#### *Aplicaciones*

Su utilización industrial sólo es posible en aquéllas zonas costeras que reúnen determinadas condiciones topográficas y marítimas en las cuales el valor de amplitud del desnivel de las mareas sea comparable a una instalación hidroeléctrica de escasa altura de caída de agua, pero de considerable masa de ésta. En algunos casos particulares en que la marea penetra por un paso estrecho, es posible mediante diques dejar entrar en él la marea ascendente y hacer pasar el agua a través de la turbina cuando la marea se retira. Este es el principio de las centrales maremotrices. La energía de las olas es mucho más difícil de dominar y hasta el presente no se ha conseguido la tecnología adecuada.

### **2.2.8 Energía Nuclear por fisión**

#### *Definición*

La fisión nuclear es una reacción en la cual un núcleo pesado, al ser bombardeado con neutrones, se descompone en dos núcleos, de forma que la suma de las masas de los dos núcleos es inferior que la masa del núcleo del que partía. Esta



diferencia de masa es liberada en forma de energía. La cantidad de energía liberada corresponde a la fórmula  $E=mc^2$  donde  $m$  es la diferencia de masa observada y  $c$  es la velocidad de la luz. Éstos, a su vez, pueden ocasionar más fisiones al interactuar con nuevos núcleos fisionables que emitirán nuevos neutrones y así sucesivamente. Este efecto multiplicador se conoce con el nombre de reacción en cadena. En una pequeña fracción de segundo, el número de núcleos que se han fisionado libera una energía 106 veces mayor que la obtenida al quemar un bloque de carbón o explotar un bloque de dinamita de la misma masa. Debido a la rapidez a la que tiene lugar una reacción nuclear, la energía se desprende mucho más rápidamente que en una reacción química. Si por el contrario se logra que sólo uno de los neutrones liberados produzca una fisión posterior, el número de fisiones que tienen lugar por segundo es constante y la reacción está controlada. Este es el principio del funcionamiento en el que están basados los reactores nucleares, que son fuentes controlables de energía nuclear de fisión.

#### *Aplicaciones*

La aplicación principal es la producción de energía eléctrica en centrales nucleares.

#### *Ventajas*

Tiene unas emisiones nulas. Una vez construida la central, es la forma más barata de producción de energía eléctrica.

#### *Inconveniente*

El principal inconveniente es la producción de residuos radiactivos. Tienen muy poca aceptación social. En caso de accidente las centrales nucleares son muy peligrosas y dañinas durante largos periodos de tiempo. No es una energía inagotable. La producción de electricidad es muy cara si se tienen en cuenta los costes de construcción de la central, los de desmantelamiento y los de almacenaje de los residuos nucleares. Hay estudios que señalan a las centrales nucleares como sumideros de energía en lugar de fuentes de energía. Es decir, que en la vida global de un planta se consume más energía de la que se produce.

### **2.2.9 Energía Nuclear por fusión**

#### *Definición*

En física, la fusión nuclear es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor peso atómico. El nuevo núcleo tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que se han fusionado para formarlo. Esta diferencia de masa es liberada en forma de energía. La cantidad de energía liberada corresponde a la fórmula  $E=mc^2$  donde  $m$  es la diferencia de masa observada y  $c$  es la

velocidad de la luz. La reacción de fusión más sencilla, esto es, la que requiere menos energía, es la del *deuterio* y el *tritio* formando el *helio*

### *Aplicaciones*

El aprovechamiento por el hombre de la energía de fusión pasa por la investigación y el desarrollo de sistemas tecnológicos que cumplan dos requisitos fundamentales: calentar y confinar. Calentar para conseguir un gas sobrecalentado (plasma) en donde los electrones salgan de sus órbitas y donde los núcleos puedan ser controlados por un campo magnético; y confinar, para mantener la materia en estado de plasma o gas ionizado, encerrada en la cavidad del reactor el tiempo suficiente para que pueda reaccionar.

Para que tenga lugar la fusión, los núcleos cargados positivamente deben aproximarse venciendo las fuerzas electrostáticas de repulsión. La energía cinética necesaria para que los núcleos que reaccionan venzan las interacciones se puede suministrar en forma de energía térmica o utilizando un acelerador de partículas. La solución más viable es la fusión térmica. Estas reacciones de fusión térmica, llamadas reacciones termonucleares, se producen en los reactores de fusión

### *Ventajas*

Este tipo de reacciones son muy atractivas como fuente de energía ya que el *deuterio* no es radiactivo y se encuentra de forma natural y prácticamente ilimitada en la naturaleza. Es una energía limpia que, al contrario de la energía nuclear por fisión, no produce residuos radiactivos.

### *Desventajas*

Hasta la fecha las reacciones de fusión que se han conseguido realizar no son rentables energéticamente, es decir que la energía empleada en que se produzca la fusión es superior a la que se obtiene de la propia fusión. Por otro lado, el *tritio* no se presenta de forma natural y además es radiactivo.

## **2.2.10 Conclusión**

Tal y como ya apuntábamos en la introducción de este apartado, las energías primarias poseen algunos inconvenientes, que resultan importantes para generar un sistema energético independiente de los combustibles fósiles. En primer lugar, algunas son disponibles de forma intermitente, solar, eólica, mareas. Algunas son disponibles lejos del centro de consumo, por ejemplo la energía solar está disponible en las regiones tropicales y subtropicales más que en otras regiones. No son transportables, ni se pueden almacenar, excepto la nuclear. No se pueden utilizar directamente como un

combustible para el transporte. Algunas son algo contaminantes, como la energía geotérmica que produce contaminantes químicos, o la energía nuclear que lleva asociado un peligro de radiactividad en caso de accidente. La conclusión es que se necesita un sistema intermedio como vínculo de enlace entre las nuevas fuentes de energía y los consumidores en pro de minimizar los inconvenientes que tienen estas fuentes de energía primaria.

## **2.3 Combustibles alternativos al hidrógeno**

### **2.3.1 Introducción**

Analizaremos los siguientes combustibles:

- Etanol
- Biodiesel
- Metanol
- Gasificación del carbono

### **2.3.2 Etanol**

El etanol, también llamado alcohol etilo, alcohol de grano o EtOH, es un líquido limpio e incoloro. El etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) es el etano con una molécula de hidrógeno sustituida por un grupo hidroxilo, -OH. Una disolución acuosa de etanol tiene un cierto sabor dulce, pero soluciones más concentradas tienen un gusto ardiente.

Cuando la biomasa es la materia prima para producir etanol, se le denomina bioetanol. Para conseguir el bioetanol se utilizan como materia prima jugos azucarados (mostos de uva, azúcares de caña o remolacha), productos amiláceos por hidrólisis del almidón (de cereales, por ejemplo) o a partir de celulosas presentes en los vegetales. Estas materias se someten a procesos tanto físicos como biológicos (hidrólisis de las celulosas y almidones, fermentación de azúcares, destilación y deshidratado) con los que se obtienen las dos principales aplicaciones del bioetanol. Una de estas aplicaciones es la formulación de gasolinas. En este caso, el bioetanol se mezcla con isobutano para la obtención del ETBE, un aditivo oxigenado para la obtención de gasolina sin plomo de alto índice de octano. La segunda aplicación consiste en la mezcla con carburante mineral hasta porcentajes del 15 por ciento, aunque tiene algunos inconvenientes: necesidad de adaptación de las infraestructuras de distribución existentes y necesidad de hacer modificaciones mecánicas en los motores convencionales.

En la actualidad muchos vehículos pueden circular con mezclas de gasolina y etanol. La mayoría con bajos porcentajes en la mezcla E10 (10% de etanol y 90% de gasolina) y algunos con altos niveles E85 (85% de etanol y 15% de gasolina). Debido a la abundancia de vehículos compatibles con el etanol, el etanol tiene un gran potencial como combustible del futuro.