



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN

**TEORÍA PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD  
UTILIZANDO FUENTES NATURALES  
DE ELECTRICIDAD**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO – ELECTRICISTA  
ÁREA: ELÉCTRICA ELECTRÓNICA  
P R E S E N T A:

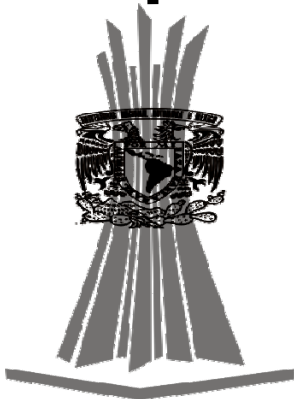
JESÚS TENORIO GARCÍA

ASESOR:

ING. NOÉ GONZÁLEZ ROSAS

MÉXICO

2008.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## *AGRADECIMIENTOS:*

### *A DIOS*

Por permitirme concluir esta hermosa etapa de mi vida.

### *A MI MAMÀ*

Por darme la fuerza, la confianza, y brindarme su apoyo para realizar este sueño, que es tan tuyo como mío.

### *A MI PAPÀ*

Por motivarme desde el inicio hasta el final, gracias por la confianza que siempre me das y por estar conmigo siempre; esta licenciatura es para ti.

### *A MIS ABUELOS*

Arnulfo: Porque fuiste una persona ejemplar y especial para mi vida.  
Teresita: por quererme, cuidarme y regalarme momentos inolvidables  
Gabina: por tu alegría y tus atenciones que nos ofreces a todos

### *A MI FAMILIA*

A cada uno de los miembros que componen mi familia, por su comprensión, paciencia y amor incondicional.

### *A LA FES ARAÇON*

Por haberme formado como un profesionalista y ser uno más de tus egresados.

### *A MIS MAESTROS Y TUTORES*

Por su enseñanza y apoyo para concluir esta tesis; Se los agradeceré siempre.

### *A ARA:*

Por acompañarme en mi trayecto y motivarme en momentos difíciles y buenos.

## ÍNDICE

	<b>TEMA</b>	<b>PAGINA</b>
	Introducción.....	1
	Capítulo I. Conceptos Básicos.....	8
1.1	Definiciones de los tipos de Energía.....	9
1.2	Fuentes de energía renovables.....	10
1.2.1	Energía de la biomasa.....	10
1.2.2	Energía hidráulica.....	11
1.2.3	Energía eólica.....	11
1.2.4	Energía geotérmica.....	12
1.2.5	Energía mareomotriz.....	12
1.2.6	Energía undimotriz.....	13
1.2.7	Energía solar.....	13
1.2.7.1	Almacenamiento en estanques solares.....	16
1.2.7.2	Sistemas activos.....	17
1.2.7.2.1	Colectores plano.....	17
1.2.7.2.1.1	Tipo de colectores planos.....	18
1.2.7.2.2	Colectores concentradores.....	19
1.3	Fuentes de energía no renovable.....	19
1.3.1	Carbón.....	20
1.3.2	Petróleo.....	21
1.3.3	Gas natural.....	21
1.3.4	Energía nuclear.....	22

1.4	Almacenamiento por calor latente o cambio de fase.....	22
1.4.1	Almacenamiento en agua.....	23
1.4.2	Almacenamiento en piedras o rocas.....	23
1.4.3	Almacenamiento por calor latente o cambio de fase.....	23
1.5	¿Qué es una central eléctrica?.....	24
1.5.1	Central hidroeléctrica.....	24
1.5.2	Central termoeléctrica.....	27
1.5.2.1	Centrales termoeléctricas clásicas.....	27
1.5.2.2	Componentes principales.....	27
1.5.2.3	Centrales termoeléctricas de ciclo combinado.....	28
1.5.3	Central eólica.....	28
1.5.4	Central nuclear.....	29
1.5.5	Central solar.....	31
1.5.5.1	El sol un gigantesco reactor nuclear.....	32
	Capítulo II. Fuentes naturales de energía.....	34
2.1	Diferentes tipos de energía.....	34
2.1.1	Energía cinética.....	35
2.1.2	Energía potencial.....	35
2.1.3	Energía mecánica.....	36
2.2	Energía eléctrica.....	37
2.3	Energía solar térmica.....	38
2.3.1	Dispositivos de alta concentración.....	39
2.3.2	Dispositivos de baja concentración.....	40
2.3.3	Aplicaciones.....	40
2.3.4	Ventajas.....	40

2.4	Energía solar fotovoltaica.....	41
2.4.1	Centrales de energía solar fotovoltaica.....	42
2.4.2	Costos.....	43
2.4.3	Aplicaciones domesticas.....	44
2.4.3.1	Aplicaciones industriales.....	44
2.4.4	Futuro de la energía solar fotovoltaica.....	45
2.4.5	Ventajas.....	45
2.5	Energía solar termoeléctrica.....	46
2.5.1	Evolución.....	46
2.5.2	Las centrales de torre.....	46
2.5.3	Las torres solares.....	49
2.6	Combustibles fósiles.....	49
2.6.1	Ventajas.....	50
2.7	Energía geotérmica.....	52
2.7.1	Aplicaciones de la energía geotérmica.....	54
2.7.2	Ventajas.....	54
2.8	Energía eólica.....	55
2.8.1	Molinos.....	55
2.8.2	Aerogeneradores.....	55
2.8.2.1	Partes de un aerogenerador.....	56
2.8.2.2	Sistemas de un aerogenerador.....	56
2.8.3	Costos de la energía eólica.....	57
2.8.4	Futuro de la energía eólica.....	58
2.9	Energía del mar.....	59
2.9.1	Energía de las mareas.....	59

2.9.2	Energía térmica oceánica.....	60
2.9.3	Energía de las olas.....	61
2.10	Biomasa.....	62
2.10.1	Ventajas.....	65
	Capitulo III. La electricidad como elemento básico.....	67
3.2	¿Cuándo se produce electricidad?.....	67
3.2.1	Malos conductores o aislantes.....	68
3.2.2	Semiconductores.....	68
3.3	¿Cómo se produce electricidad?.....	68
3.3.1	Electricidad por fricción o triboelectricidad.....	68
3.3.2	Electricidad producida por reacciones químicas o quimioeléctricidad.....	69
3.3.3	Electricidad producida por presión o piezoelectricidad.....	69
3.3.4	Electricidad producida por calor o termoelectricidad.....	70
3.3.5	Electricidad producida por luz o fotoelectricidad.....	70
3.3.6	Electricidad producida por magnetismo o electromagnetismo.....	71
3.4	Efectos de la electricidad.....	72
3.5	¿Qué es el voltaje, tensión o diferencia de potencial.....	72
3.6	Que es la corriente o intensidad eléctrica.....	73
3.7	¿Qué es un circuito elemental?.....	74
3.7.1	Circuito completo o cerrado.....	75
3.7.2	Circuito incompleto o abierto.....	75
3.8	Resistencia eléctrica en un circuito eléctrico.....	75
3.9	Ley de ohm.....	76
	Capitulo IV. Aprovechamiento de la energía.....	78

4.1	Una energía garantizada para los próximos 6,000 millones de años.....	78
4.2	Energías alternativas.....	80
4.2.1	El hidrogeno como fuente alternativa.....	82
4.2.1.1	Las ventajas de utilizar el hidrogeno.....	83
4.3	Energía solar.....	85
4.4	La energía eólica.....	85
4.5	La energía hidráulica.....	86
4.6	Otras fuentes energéticas.....	87
4.7	La energía fósil.....	88
4.8	Energía biomasa.....	88
	Conclusiones.....	89
	Bibliografía.....	97



# **“TEORÍA PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD UTILIZANDO FUENTES NATURALES DE ELECTRICIDAD”**

## **INTRODUCCIÓN**

El sol es la principal fuente de energía de nuestro sistema planetario. Su superficie irradia al espacio una radiación electromagnética de una magnitud casi inconmensurable, que puede calcularse en  $4 \times 10^{23}$  Kilowatios, es decir, un cuatro seguido de 23 ceros. De esta enorme producción, la tierra recoge unos 127.500 millones de kilowatios en el lado con luz ó 1 kw/m<sup>2</sup>. Esta energía recorre la atmósfera y la hidrosfera antes de llegar al espacio. Todos los procesos vitales se mantienen con la energía que los organismos retienen de este flujo para emplearla en su propio metabolismo y en su medio de vida.

Esto sirve también para el hombre. Nuestros primeros antepasados no disponían de más energía que su fuerza muscular. Se dieron dos grandes pasos cuando el hombre dominó el fuego hace un millón de años y cuando aprendió a aprovechar la fuerza de los animales de tiro durante la revolución agrícola de hace unos 8.000 años. Pero el principio permaneció inalterado. La madera con la que el hombre alimenta sus fuegos y el forraje que alimenta a sus animales eran energía solar reconstituida, como todos los alimentos que él mismo consume.

Después de todo un ciclo de vida alrededor de los años se llega a lo que actualmente somos y en lo que estamos viviendo, nos estamos dando cuenta que nuestros recursos energéticos no son inagotables, que su explotación es costosa y que tal explotación es, en ultima instancia, perjudicial para el medio ambiente.

## **EL HIDROGENO COMO ENERGIA DEL FUTURO**

El hidrógeno es el más simple de los elementos químicos y el más abundante del universo, en la tierra existe combinado con otros elementos, como en el agua (H<sub>2</sub>O). Es más, muchos de los combustibles que actualmente utilizamos con fines energéticos, tienen en su composición al hidrógeno como por ejemplo la bencina, el gas natural, el propano, el etanol, entre otros.

Son todas estas últimas sustancias, especialmente el gas natural, las que se emplean mayoritariamente para obtener el gas hidrógeno, H<sub>2</sub>, a través de un proceso, en presencia de calor y vapor de agua, llamado reformado de hidrógeno. También puede emplearse la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno en un proceso conocido como electrólisis. Algunas algas y bacterias eliminan hidrógeno como subproducto de sus procesos metabólicos.

Pero, qué utilidad tiene el hidrógeno gaseoso? Que la energía desprendida en la combustión de un motor que funcione a base de hidrógeno es casi tres veces más alta que la producida por un motor a bencina, y no produce contaminación, esto debido a que el subproducto generado es agua, y es esta la razón por la cual la NASA, emplea el hidrógeno líquido como combustible de sus cohetes desde la década del setenta.

El dispositivo empleado para combinar el hidrógeno con el oxígeno y generar electricidad, calor y agua, se conoce como celda de combustible. La celda de combustible produce corriente directa como una batería, pero al contrario de una batería, nunca se descarga; la celda sigue produciendo energía mientras se disponga de combustible, es decir, se le inyecte más hidrógeno. Existen varias clases de celdas de combustible, generalmente clasificadas según el tipo de electrolito que emplean, así: la de Membrana de Intercambio Protónico (PEM), la de carbonato derretido, las de ácido fosfórico y las de las de electrolito alcalino (las usadas por NASA).

Las celdas de combustible de carbonato derretido funcionan a temperaturas muy elevadas y así son más aptas para aplicaciones a mayor escala, por ejemplo, en plantas eléctricas. Las celdas de combustible PEM son más apropiadas para la generación de energía a pequeña escala, como en vehículos, debido a que son compactas y livianas. Además, las celdas PEM, tienen una eficiencia tres veces mayor a la que presentan los motores de combustión interna, en los cuales la mayor parte de la energía se pierde en forma de calor y fricción.

Pero todas estas plausibles ventajas serán completamente aplicables a los autos cuando se logre almacenar el gas hidrógeno en tanques presurizados en forma líquida sin que se pierda su potencial energético y se superen por tanto a los combustibles fósiles no solo en aspectos ambientales sino también en su capacidad de almacenamiento, pues en la actualidad un tanque de auto que almacene 40 Kg de bencina, debería convertirse en un tanque de un volumen cuatro veces mayor pero con solo 17 Kg de Hidrógeno gaseoso almacenados. No obstante, están en desarrollo un nuevo material capaz de absorber hidrógeno presurizado y refrigerado a razón de 28 litros de H<sub>2</sub> por gramo. Acorde con este nuevo desarrollo, un automóvil debería tener un tanque de almacenamiento mucho menor a los actuales y con mayor cantidad de combustible. Además, podrían construirse distribuidoras de H<sub>2</sub>, tal como existen con la bencina actualmente.

Respecto a cuan seguro es el hidrógeno como combustible, debemos decir que, al igual que la bencina, es inflamable, sin embargo, se dispersa y evapora más rápidamente que ella, lo que minimiza eventos explosivos, de hecho, se han sometido tanques con hidrógeno con la válvula de seguridad bloqueada y pequeñas perforaciones a temperaturas de mas de 800°C durante un tiempo mayor a 70 minutos, y si bien algunos se han quemado, ninguno ha explotado. Por complementar este aspecto, podemos decir que el hidrógeno no es tóxico en absoluto mientras que la bencina, que es líquida, y forma charcos (que pueden quemarse fácilmente) y se infiltra en el suelo, es altamente tóxica, por eso es necesario descontaminar (a un alto costo) los sitios donde se derrama, para evitar la contaminación del agua subterránea.

La tecnología, la ciencia y políticas energéticas de los países más desarrollados, están cada vez más definidas por el uso de las celdas de combustibles como medios de producción de energía, basta con mirar a los Estados Unidos, en donde la administración del Presidente George Bush ha comprometido inversiones de más de 1.7 billones de dólares en investigación y uso del hidrógeno como combustible.

## MARCO HISTORICO

### LA ENERGÍA DESDE SUS COMIENZOS.

En Alejandría (Egipto), los inventores griegos ya habían concebido la idea de convertir el calor en energía cinética. Este concepto fue retomado a finales del siglo XVII, cuando las minas europeas eran ya tan profundas que era imposible la extracción manual. Los primeros motores de vapor se construyeron para mover las bombas de las minas y eran del tipo atmosférico. El vapor se inyectaba en el cilindro estaba en su posición exterior. Luego se añadía el agua, y el proceso de enfriamiento creaba un vacío que hacía que el pistón se moviera hacia el interior. La cadencia del pistón era de un golpe por minuto y las maquinas tenían que ser enormes para alcanzar la energía necesaria.

James Watt cambió la situación. En 1769 introdujo un condensador en el motor de vapor. Este mejoró la economía de combustible y la cadencia de golpes. Introdujo la biela que convertía el movimiento del pistón en un movimiento rotatorio, así como el regulador que controlaba la cadencia. Watt era un inventor autodidacta, constructor de fábricas y de instrumentos, e inventó el condensador por pura intuición. El análisis científico del invento lo realizó lo francés Sadi Carnot en 1824, fundando así la termodinámica, la ciencia de la transformación de la energía.

A menudo se ha malinterpretado el papel del vapor en la industrialización de Europa. El vapor no creo la industrialización, ya existían la industria y las máquinas antes de Watt. Medio siglo después de la primera patente de Watt, la rueda hidráulica seguía utilizándose como fuente de energía en la industria británica, la mas avanzada del mundo en aquella época. No obstante, el motor de vapor liberó la industria de las limitaciones de la energía hidráulica en cuanto el emplazamiento y al volumen de la fábrica.

Fue en el terreno del transporte donde se dio la verdadera revolución. Los barcos de vapor abrieron el valle del Mississippi, las locomotoras de vapor abrieron el oeste de los Estados Unidos y Siberia al comercio internacional y al desarrollo económico. El vapor contribuyó a transportar los productos de los países industrializados por todo el mundo y a traer las materias primas a estos mismos países. El desarrollo del vapor marcó la llegada del mundo moderno.

### EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA

Las leyes de la termodinámica indican que la energía es indestructible. La energía no puede ni crearse ni destruirse, simplemente aprovecharse mediante su transformación. La corriente eléctrica de un enchufe de pared puede suponer solo el 40 por 100 de la energía del petróleo, uranio ó agua caliente empleada para el funcionamiento de la central eléctrica. La luz de una bombilla eléctrica representa una décima parte de su potencia, es decir, diez vatios de 100. ¿Qué sucede con el resto y donde va la luz cuando se apaga la lámpara? Toda

esta energía, incluyendo la energía luminosa, se convierte en calor de bajo grado, que escapa hacia el espacio en forma de radiaciones infrarrojas de onda larga.

## EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA DESDE 1800

El uso de la energía por el hombre ha aumentado espectacularmente siempre que ha adoptado nuevas técnicas energéticas. La tecnología de la energía en los dos últimos siglos ha avanzado paso a paso: Máquina de vapor, Nacimiento de la industria Petrolífera, Tecnología eléctrica, Motor de combustión interna y los avances tecnológicos más recientes. Toda innovación ha creado nuevos campos de aprovechamiento de la energía, aumentando así su consumo.

En 1804

La máquina de vapor convirtió al carbón en fuerza motriz de la industria. La locomotora de vapor revolucionó el transporte.

La década de 1850

La lámpara de parafina creó un mercado para la incipiente industria petrolífera.

La década de 1890

La bombilla eléctrica y el motor eléctrico dieron lugar a las industrias electrotécnicas y a la energía eléctrica.

El fin de siglo

El motor de combustión interna revolucionó el transporte por carretera e hizo técnicamente viable el avión.

## PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La energía eléctrica se produce en centrales en las que se convierte en eléctrica otro tipo de energía por medio de un generador. Según esto hay tres clases de centrales:

- *Hidroeléctricas*. La electricidad se obtiene mediante un salto de agua que acciona las turbinas unidas a los generadores.
- *Térmicas*. La energía procede de la combustión de carbón, gas, petróleo o sus derivados que producen vapor para accionar las turbinas.
- *Nucleares*. Idénticas a las térmicas, salvo que la energía calorífica necesaria para producir vapor se obtiene mediante un reactor nuclear.

La elección de un tipo u otro de central se realiza de acuerdo con los recursos de la zona en que vaya a instalarse.

## TRANSPORTE DE LA ENERGÍA

Una de las mayores ventajas de la energía eléctrica es la facilidad y rapidez con que puede ser transportada: viaja a 300.000 km/seg.

Para evitar pérdidas de energía a lo largo de la línea, que obedecen a distintas causas bastante complejas, se eleva el voltaje de la corriente mediante un transformador. De este modo se logra mantener constante la potencia, ya que a voltajes más altos se necesita una menor intensidad de corriente para transportar una cantidad cualquiera de energía.

## ELECTRICIDAD

Con la invención de la bombilla incandescente en 1879, se dio origen a la demanda pública de energía eléctrica, aunque esta nueva clase de energía empezó a usarse en la calefacción y en la maquinaria.

Su limpieza de uso así como la facilidad de su transporte, la hizo popular tanto para uso doméstico, como comercial o industrial.

Los primeros sistemas de suministros de electricidad pública eran propiedad de compañías privadas u organismos públicos locales. Algunos sistemas proporcionaban corriente continua (CC) que circula en una única dirección, como la corriente de una batería. Otros suministraban corriente alterna (CA) que cambia su dirección o flujo, cierto número de veces por segundo. Los voltajes de los diferentes suministros y las frecuencias (índices de alternancia) de la corriente alterna suministrada también variaban.

A medida que se incrementaba el uso de la electricidad, se hacía obvio que los distintos suministros tenían que ser homologados, al menos en cada país. Esto no solo facilitaría la transmisión de energía de un lugar a otro del país, sino que también simplificaría el diseño y la construcción de equipos eléctricos.

En España, el suministro eléctrico para uso doméstico es de 220 voltios de corriente alterna con una frecuencia de 50 ciclos por segundo en la mayor parte del país.

## PRODUCCIÓN DE PLUTONIO

EL plutonio también puede ser utilizado tanto como combustible para reactores como para hacer bombas. En la naturaleza existen tan solo ínfimas cantidades de plutonio. Cuando el uranio-238 absorbe los neutrones en un reactor nuclear, se transforma en plutonio. Para su utilización militar, el plutonio a de ser enriquecido, incrementando su contenido en Pu-239 hasta un 93%, por lo menos.

El enriquecimiento del plutonio es aun mas complicado que el del uranio. Pero nuevas técnicas, como la utilización de rayos láser para separar los átomos de Pu-239 del plutonio vaporizado ofrecen una forma relativamente rápida y barata para obtener plutonio apto para uso militar a partir de los residuos de un reactor. Esto puede conducir a un crecimiento alarmante del número de países productores de armas nucleares y a un creciente peligro de guerra nuclear. Habría también un mayor riesgo de que las armas nucleares cayesen en manos de terroristas.

## LA DIVISIÓN DEL ÁTOMO

En cualquier trozo de uranio, habrá siempre unos cuantos átomos que se hacen inestables y se rompen, esparciendo sus protones y neutrones. Algunos de estos podrán combinarse de nuevo, formando átomos más pequeños de elementos más ligeros, como el criptón o el bario. Los neutrones sobrantes generalmente se desplazaran hacia fuera del uranio directamente a través de los espacios que hay entre los átomos. Pero algunos neutrones chocan con los átomos. Si un neutrón choca contra un átomo de U-238, podrá rebotar en el o, si va lo suficientemente despacio, Será absorbido por el átomo. Pero si un neutrón colisiona con un átomo de U-235, dividirá el átomo en dos partes. Esta división, llamada fisión nuclear, libera energía y va acompañada de la emisión de dos o tres neutrones, que pueden continuar fisionando mas átomos de U-235.

## ENERGÍA NATURAL

Todas estas fuentes de energía (el viento, la luz solar, las olas, la bioenergía), son diferentes formas de captar la enorme cantidad de energía proyectada por el sol sobre la superficie de la tierra. La manera más directa es el dominio de los vientos. Hoy se están empleando aerogeneradores para producir electricidad en pequeñas comunidades demasiado lejanas como para recibir un suministro normal de electricidad.

En situaciones de este tipo, el alto coste de la construcción de un aerogenerador se compensa con la comodidad de disponer de energía eléctrica.

Los molinos de viento más grandes parecen gigantescas aspas de una hélice de avión y se conocen como turbinas de viento de eje horizontal. Las aspas accionadas por el viento giran y ponen en marcha un generador eléctrico, que suele estar conectado directamente al eje principal de la hélice.

A mediados de 1988, la cantidad total de energía eléctrica generada en todo el mundo gracias al viento fueron de unos 1500 mega vatios, la mayor parte en California, donde el sistema tributario fomenta esta forma de energía. Esta cantidad es 1.5 veces la producción de una sola central eléctrica alimentada por carbón. Alrededor del 10% de la producción mundial de electricidad podría ser generada utilizando energía eólica, pero, el coste es demasiado elevado para que sea rentable.

## PARQUES EÓLICOS

La energía eólica es muy atractiva por ser una de las pocas fuentes completamente exenta de contaminación, aunque también los grandes parques eólicos situados en la costa podrían estropear el paisaje y llenar el ambiente de desagradables silbidos.

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BÁSICOS

Las fuentes de energía son elaboraciones naturales más o menos complejas de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad.

Desde la prehistoria, cuando la humanidad descubrió el fuego para calentarse y asar los alimentos, pasando por la Edad Media en la que construía molinos de viento para moler el trigo, hasta la época moderna en la que se puede obtener energía eléctrica fisionando el átomo para ver la televisión, el hombre ha buscado incesantemente fuentes de energía de las que sacar algún provecho para nuestros días, han sido los combustibles fósiles; por un lado el carbón para alimentar las máquinas de vapor industriales y de tracción ferrocarril así como los hogares, y por otro, el petróleo y sus derivados en la industria y el transporte (principalmente el automóvil), si bien éstas convivieron con aprovechamientos a menor escala de la energía eólica, hidráulica, la biomasa, etc.

Dicho modelo de desarrollo, sin embargo, está abocado al agotamiento de los recursos fósiles, sin posible reposición pues serían necesarios períodos de millones de años para su formación.

La búsqueda de fuentes de energía inagotables y el intento de los países industrializados de fortalecer sus economías nacionales reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles, concentrados en territorios extranjeros tras la explotación y casi agotamiento de los recursos propios, les llevó a la adopción de la energía nuclear y en aquellos con suficientes recursos hídricos, al aprovechamiento hidráulico intensivo de sus cursos de agua.

A finales del siglo XIX se comenzó a cuestionar el modelo energético imperante por dos motivos:

Los problemas medioambientales suscitados por la combustión de combustibles fósiles, como los episodios de smog de grandes urbes como Londres o Los Ángeles, o el calentamiento global del planeta.

Los riesgos del uso de la energía nuclear, puestos de manifiesto en accidentes como Chernóbil.

Se propone entonces el uso de energías limpias, es decir, aquellas que reducen drásticamente los impactos ambientales producidos, entre las que cabe citar el aprovechamiento de:

El Sol: energía solar

El viento: energía eólica

Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica

Los mares y océanos: energía mareomotriz

El calor de la Tierra: energía geotérmica

El átomo: energía nuclear

La materia orgánica: biomasa



Todas ellas renovables, excepto la energía nuclear, por ser su combustible principal, el Uranio, un mineral.

Con respecto a las llamadas energías alternativas (viento, agua, sol y biomasa), cabe señalar que su explotación a escala industrial, es fuertemente contestada incluso por grupos ecologistas, dado que los impactos medioambientales de estas instalaciones y las líneas de distribución de energía eléctrica que precisan pueden llegar a ser importantes, especialmente, si como ocurre con frecuencia (caso de la energía eólica) se ocupan espacios naturales que habían permanecido ajenos al hombre.

Las fuentes de energía pueden ser renovables y no renovables. Las renovables, como el Sol, permiten una explotación ilimitada, ya que la naturaleza las renueva constantemente. Las no renovables como el carbón, aprovechan recursos naturales cuyas reservas disminuyen con la explotación, lo que las convierte en fuentes de energía con poco futuro, ya que sus reservas se están viendo reducidas drásticamente.

## **1.1 DEFINICIONES DE LOS TIPOS DE ENERGIA**

### **¿QUÉ ES ENERGÍA?**

Es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.  
La energía se expresa en las mismas unidades que el trabajo, es decir en julios (J).

### **¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?**

Siempre que un cuerpo pierde energía mecánica es porque ha realizado un trabajo sobre otro cuerpo, y así ha transmitido a ese cuerpo la energía que ha perdido.

Esto quiere decir que la energía siempre se conserva, es decir, si un cuerpo pierde cierta cantidad de energía, necesariamente hay otro cuerpo que gana la misma cantidad de energía.

### **¿EN QUÉ GRUPOS SE CLASIFICAN LAS ENERGÍAS TRADICIONALES?**

Algunas formas de energía son:

- **Energía mecánica:** Es la asociada a la interacción de los cuerpos, por ejemplo, aquella que poseen los cuerpos en movimiento, o bien la interacción gravitatoria entre la Tierra y la Luna.
- **Energía electromagnética:** Generada por Campos Electroestáticos, Campos Magnéticos o bien por Corrientes Eléctricas.

- Energía térmica: Energía interna de los cuerpos que se manifiesta externamente en forma de calor.
- Energía química: Asociada al enlace químico, es decir, a la unión de los átomos para formar compuestos. Se manifiesta por el proceso de conversión generado en una reacción química-.
- Energía metabólica: Generada por los organismos vivos gracias a procesos químicos de oxidación como producto de los alimentos que ingieren.

### ¿QUÉ ES UNA FUENTE DE ENERGÍA?

Se llama fuente de energía a todos aquellos componentes de la naturaleza a partir de los cuales se puede extraer la energía utilizable por el hombre.

Las fuentes de energía se pueden clasificar en renovables y no renovables.

## **1.2 FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES.**

### DEFINICIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Son fuentes de energía renovables aquellas cuya cantidad es prácticamente inagotable, de tal manera que el hombre puede utilizarlas todo lo intensamente que necesite.

#### **1.2.1 ENERGÍA DE LA BIOMASA.**

##### ¿QUÉ ES?

Es el combustible energético que se obtiene directamente o indirectamente de recursos biológicos.

##### ¿CÓMO SE OBTIENE?

Procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energías de las zonas en desarrollo.

##### ¿PARA QUÉ SIRVE?

Para producir energía y así evitar utilizar recursos agotables como carbón o petróleo.

### **1.2.2 ENERGÍA HIDRÁULICA.**

¿QUÉ ES?

Energía que se obtiene de la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior lo que provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas.

¿CÓMO SE OBTIENE?

Se obtiene básicamente de la energía potencial del agua, durante su recorrido por la tierra (ríos).

¿PARA QUÉ SIRVE?

- Para producir energía eléctrica.
- Ventajas e inconvenientes medioambientales

### **1.2.3 ENERGÍA EÓLICA.**

¿QUÉ ES?

La energía eólica tiene como fuente el viento, es decir, el aire en movimiento, por lo cual la forma de energía es cinética. Esta energía depende de los factores siguientes:

- La cantidad de radiación solar que incida sobre el aire, calentándolo.
- La rotación de la Tierra.
- Las condiciones atmosféricas.

¿CÓMO SE OBTIENE?

Se obtiene por el viento que circula cerca del suelo, por lo que su aprovechamiento en la actualidad es muy limitado.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para producir energía eléctrica o mecánica.

#### **1.2.4 ENERGÍA GEOTÉRMICA.**

¿QUÉ ES?

Se emplea el término geotérmico para referirse al calor almacenado en la Tierra. El calor, por regla general, se transmite por conducción, parte del cual pasa a la superficie terrestre donde se libera, pero debido a la baja conductividad de los diversos materiales que componen el subsuelo terrestre, permiten que la otra parte se almacene en el interior.

¿CÓMO SE OBTIENE?

Se obtiene principalmente de dos formas:

El vapor de agua o agua líquida que fluye al exterior de forma natural.

El aumento de temperatura que se registra al profundizar en la corteza terrestre, debido al calor natural procedente del interior de la Tierra.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para producir energía eléctrica o como calefacción.

#### **1.2.5 ENERGÍA MAREMOTRIZ.**

¿QUÉ ES?

Es una energía que depende de las mareas, que tienen su origen en la atracción del Sol y de la Luna.

¿CÓMO SE OBTIENE?

Se obtiene de la gran fuerza del oleaje y de las mareas que han sido objeto de estudios para su aprovechamiento.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Para producir energía eléctrica por medio de centrales mareomotrices situadas en un estuario o entrada de mar hacia la tierra, donde hay una presa que permite retener el agua cuando la marea alcanza su nivel más alto.

## **1.2.6 ENERGÍA UNDIMOTRIZ**

### **¿QUÉ ES?**

La Energía undimotriz es la energía producida por el movimiento de las olas. Es menos conocida y extendida que la maremotriz, pero cada vez se aplica más.

### **¿CÓMO SE OBTIENE?**

Algunos sistemas pueden ser:

- Un aparato anclado al fondo y con una boya unida a él con un cable. El movimiento de la boya se utiliza para mover un generador.
- Otra variante sería tener la maquinaria en tierra y las boyas metidas en un pozo comunicado con el mar.
- Un aparato flotante de partes articuladas que obtiene energía del movimiento relativo entre sus partes.
- Un pozo con la parte superior hermética y la inferior comunicada con el mar. En la parte superior hay una pequeña abertura por la que sale el aire expulsado por las olas. Este aire mueve una turbina que es la que genera la electricidad.

La tecnología de conversión de movimiento oscilatorio de las olas en energía eléctrica se fundamenta en que la ola incidente crea un movimiento relativo entre un absorbedor y un punto de reacción que impulsa un fluido a través del generador.

## **1.2.7 ENERGÍA SOLAR.**

### **¿QUE ES EL SOL?**

El Sol es una esfera gaseosa con un diámetro de 1 391 000 km. La Tierra da vueltas alrededor del Sol siguiendo una órbita elíptica de la cual el Sol ocupa un foco, la distancia media de la Tierra al Sol es de 149 450 000 km. Es mínima hacia el 15 de Enero y máxima a fines de Junio.

El Sol no es una esfera homogénea. Se pueden distinguir tres regiones principales:

El interior: Donde se crea la energía por reacciones termonucleares y que es inaccesible a las investigaciones pues toda la radiación emitida en esta región es totalmente absorbida por la fotosfera. La temperatura llega a varios millones de grados y la presión es de miles de atmósferas.

La fotosfera: Es muy delgada (más o menos 300 Km. de espesor), es responsable de la casi totalidad de la radiación que recibimos. El orden de magnitud de temperatura ya no es más que de algunos miles de grados, decreciendo muy rápidamente en el espesor de la capa hasta una temperatura llamada “de superficie” del orden de 4500 °K.

Las regiones de bajas densidades: La cromosfera y la corona en donde la materia es muy diluida. Esto explica que aunque la temperatura es elevada (del orden del millón de grados), la radiación emitida es muy débil. Además la materia es muy agitada: flamas en el seno de la cromosfera o también llamadas espículas o grandes columnas de gases en la corona también llamadas protuberancias.

### ¿QUÉ ES LA ENERGIA SOLAR?

Es aquella energía que procede de las reacciones del sol. Es una energía limpia, inagotable y gratuita y, en mayor o menor medida, disponible todos los días del año.

### ¿CÓMO SE OBTIENE?

Esta energía se produce porque el hidrógeno se transforma en helio, liberándose en ésta reacción nuclear gran cantidad de energía, que se transporta en ondas electromagnéticas (son producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica.).

La cara iluminada de la Tierra recoge esta energía en forma de radiación vital para la existencia de vida.

### ¿PARA QUÉ SIRVE?

- Para producir energía térmica y energía eléctrica
- Dentro de la energía térmica para la calefacción de viviendas y otros locales, para el agua caliente, secaderos, climatización de piscinas, etc.
- Dentro de la energía eléctrica para centrales solares, faros, balizas, redes de distribución, satélites, automóviles, viviendas, etc.

### ¿CÓMO SE CAPTA LA ENERGIA SOLAR?

La energía solar presenta dos características que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales:

- *Dispersión*: su densidad apenas alcanza 1 kW/m<sup>2</sup>, muy por debajo de otras densidades energéticas, lo que hace necesarias grandes superficies de captación o sistemas de concentración de los rayos solares.
- *Intermitencia*: hace necesario el uso de sistemas de almacenamiento de la energía captada

Ello lleva a un replanteamiento en el aprovechamiento de la energía, totalmente distinto al clásico, lo que requiere un gran esfuerzo de desarrollo. Así pues, el primer paso para el aprovechamiento de la energía solar es su captación, aspecto dentro del que se pueden distinguir dos tipos de sistemas:

- *Pasivos*: no necesitan ningún dispositivo para captar la energía solar, cuyo aprovechamiento se logra aplicando distintos elementos arquitectónicos
- *Activos*: captan la radiación solar por medio de un elemento de determinadas características, llamado "colector"; según sea éste se puede llevar a cabo una conversión térmica (a baja, media o alta temperatura), aprovechando el calor contenido en la radiación solar, o bien una conversión eléctrica, aprovechando la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica por medio del llamado "efecto fotovoltaico"
- *Sistema Pasivo*: Un diseño pasivo es un sistema que capta la energía solar, la almacena y la distribuye de forma natural, sin mediación de elementos mecánicos. Sus principios están basados en las características de los materiales empleados y en la utilización de fenómenos naturales de circulación del aire.

Los elementos básicos usados por la arquitectura solar pasiva son:

- *Acristalamiento*: capta la energía solar y retiene el calor igual que un invernadero
- *Masa térmica*: constituida por los elementos estructurales del edificio o por algún material acumulador específico (agua, tierra, piedras), tiene como misión almacenar la energía captada.

Las aplicaciones más importantes de los sistemas solares pasivos son la calefacción y la refrigeración.

La refrigeración surge más bien como una necesidad de utilizar los sistemas de calefacción de forma continua durante todo el año.

La integración de colectores de aire, la utilización de paredes internas como muros acumuladores de calor y la aplicación de ventiladores, aumenta la eficacia de los sistemas pasivos, y se les conoce como "híbridos", ya que utilizan ciertos sistemas mecánicos activos.

En los últimos años se han mejorado mucho los sistemas pasivos para actividades agrícolas (invernaderos, secaderos, establos), que permiten un considerable ahorro energético en las diferentes tareas agrícolas implicadas.

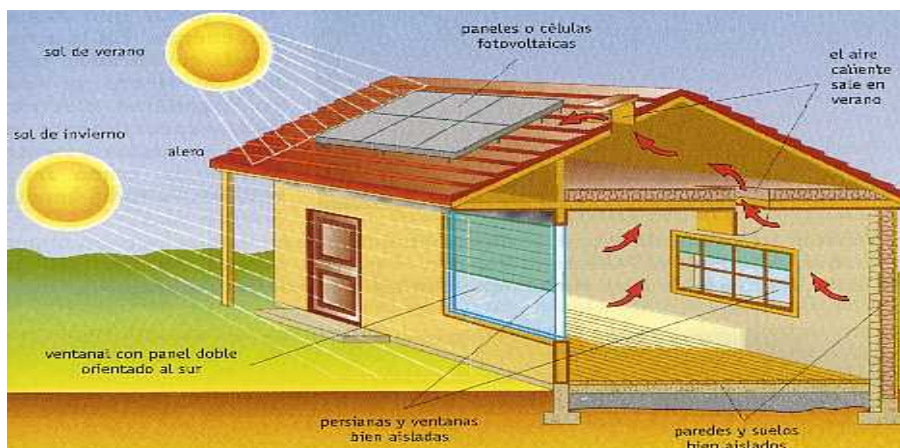
### 1.2.7.1 ALMACENAMIENTO EN ESTANQUES SOLARES.

Un estanque común con agua es capaz de captar una gran cantidad de energía solar a través de todos los días del año. Sin embargo, la temperatura del agua permanece baja debido a que también hay grandes pérdidas de energía por radiación, convección y evaporación principalmente. Una manera de evitar esas pérdidas de calor es mediante el uso de estanques con agua salada. Debido al aumento en la densidad del agua por efecto de las sales disueltas, no se da el efecto de la convección dentro del estanque y además esto permite que se desarrolle un gradiente de temperatura estable y positiva hacia abajo.

De esta forma, la temperatura del fondo es mayor que la que se tiene en la superficie y por lo tanto se evita la mayor parte de las pérdidas de calor que se dan en la superficie del líquido.

La captación de energía solar se puede mejorar si el fondo y paredes están pintadas de negro. La remoción del calor se hace mediante intercambiadores de calor apropiados, para evitar que la solución tenga movimiento y por lo tanto se pierda el gradiente de temperatura positivo. Otro factor que puede contribuir a que se pierda dicho gradiente es el viento que pega en la superficie del líquido. Esto se puede evitar colocando una cubierta transparente adecuada sobre el estanque solar.

Podemos decir que en un estanque solar se distinguen tres regiones distintas, aunque difusas: Una capa de agua pura en la superficie, una intermedia donde ocurren los gradientes de densidad y una conectiva en el fondo. Esta última es lo que constituye en realidad el sistema de almacenamiento de energía, dado que tiene la mayor temperatura y se encuentra aislada de la atmósfera por las capas superiores.



Captación Solar



### **1.2.7.2 SISTEMAS ACTIVOS.**

Los sistemas activos no solo se basan en la arquitectura para captar la energía solar, como ya vimos se necesitan colectores solares.

Un colector solar es una especie de intercambiador de calor que transforma la energía radiante en calor. La transferencia de energía se hace desde una fuente radiante (sol), hacia un fluido (agua o aire generalmente) que circula por los tubos o ductos del colector.

El flujo de energía radiante que finalmente intercepta el colector, proviene básicamente del rango visible del espectro solar (longitudes de onda entre 0.29 y 2.5  $\mu\text{m}$ ) y es por naturaleza variable con el tiempo. En condiciones óptimas podemos esperar como máximo, flujos de 1100  $\text{W}/\text{m}^2$ . De esta forma, un análisis de colectores solares presenta problemas relacionados con radiación y flujos de energía pequeños y variables.

Dentro de los diversos tipos de colectores solares, los colectores solares planos son los más comunes. Estos pueden ser diseñados y utilizados en aplicaciones donde se requiere que la energía sea liberada a bajas temperaturas, debido a que la temperatura de operación de este tipo de colectores, difícilmente pasa los 100 °C.

Las ventajas que podemos obtener de este tipo de colectores con respecto a los colectores de enfoque, que concentran la radiación solar; es que éstos utilizan la energía solar directa y difusa, no requieren movimiento continuo para dar seguimiento al sol, prácticamente no necesitan mantenimiento y son mecánicamente de construcción más simple que los colectores concentradores. Las principales aplicaciones de estos dispositivos son en el campo del calentamiento de agua a nivel doméstico e industrial, acondicionamiento calorífico de edificios y secado de fruta y granos.

#### **1.2.7.2.1 COLECTORES PLANOS.**

Los colectores planos están compuestos generalmente por los siguientes elementos:

- Superficie captadora de la radiación solar
- Circuito por donde circula el fluido que transfiere el calor captado
- Cubierta transparente
- Aislamiento térmico
- Caja protectora que acopla el conjunto al resto de la instalación

La placa captadora es el elemento principal que recoge la radiación solar y transmite el calor que ésta transporta. Está construida de material metálico negro, o plástico cuando la

temperatura es inferior a 50 °C. Se orienta hacia el Sur con una inclinación igual a la latitud geográfica del lugar.

Esta placa debe absorber la máxima radiación posible para convertirla en energía térmica con el mayor rendimiento y transferir la mayor cantidad posible de calor al fluido portador. Para mejorar estas placas se emplean los llamados "recubrimientos selectivos", productos de máxima absorción de radiación y mínima emisión.

El circuito por donde circula el fluido que transporta el calor puede ser:

- Pasivo o por circulación natural (termosifón).
- Activo o por circulación forzada (bombeo).

A su vez, el circuito puede ser también:

- *Abierto*: utiliza agua de la red general, que se hace pasar por el colector; este sistema presenta problemas de corrosión e incrustaciones
- *Cerrado*: emplea agua tratada en un circuito que cede el calor al agua de consumo en un intercambiador de calor

El aislamiento térmico reduce las pérdidas de calor, utilizándose como tal lana de vidrio o corcho sintético.

La caja protege todos los elementos del colector y permite ensamblar sus diferentes componentes, solíéndose presentar en variados aspectos y materiales. Sus superficies se suelen tratar con pinturas resistentes al ambiente en que va a ser instalada.

Finalmente, para mejorar el rendimiento de los colectores de placa plana se puede eliminar el aire del espacio situado entre la superficie absorbente y la cubierta transparente. A este tipo de colector se le conoce con el nombre de "colector de vacío", cuyo coste es más del doble del de los convencionales, pero que permite obtener temperaturas muy próximas a los 100 °C.

#### **1.2.7.2.1.1 TIPOS DE COLECTORES PLANOS.**

Los colectores solares planos pueden ser divididos en dos categorías básicas: los que utilizan como fluido de trabajo un líquido (agua) y los que utilizan un gas (aire). En general los que calientan aire manejan flujos mucho más grandes que los que calientan agua. También podemos decir que cuando se trabaja con un líquido, este fluye normalmente por un tubo adherido a la placa absorbedora o aleta; mientras que cuando se utiliza un gas, este fluye por un ducto que forma parte de la placa de absorción y que además puede tener muy diversas formas.

### **1.2.7.2.2 COLECTORES CONCENTRADORES.**

Existen muchas aplicaciones, sobre todo a nivel industrial, donde se necesita que la energía sea liberada a altas temperaturas. Como se mencionó antes, esto no se puede lograr con los colectores solares planos debido a las características propias de este tipo de colectores ya que la radiación solar es una energía de baja intensidad. En consecuencia, para obtener temperaturas altas (arriba de los 100 °C), se hace necesario incrementar la intensidad de la energía solar. Esto se puede lograr disminuyendo el área por donde ocurren las pérdidas de calor, e interponiendo un dispositivo óptico entre la fuente de radiación (sol) y la superficie absorbadora, que debe ser pequeña comparada con la del dispositivo óptico. Esta es precisamente la función que desempeñan los colectores concentradores. De esta manera, en el absorbador, podemos tener densidades de energía que van desde 1.5 hasta varios miles de veces la radiación solar que llega al sistema óptico.

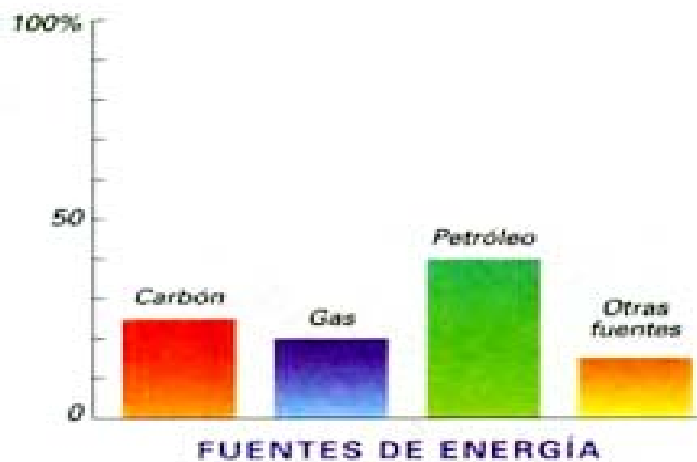
Con los colectores concentradores de energía solar, se pueden obtener temperaturas entre 100 y 500 °C si se usan colectores focales rudimentarios, entre 500 y 1500 °C si el sistema óptico de los colectores tiene un buen acabado y entre 1500 y 3500 °C si el sistema óptico tiene un acabado perfecto.

Aunque con este tipo de colectores se pueden obtener altas temperaturas de operación, estos presentan varios problemas técnicos desde el punto de vista de la ingeniería comparados con los colectores solares planos. Deben orientarse continuamente al sol de manera precisa mediante un mecanismo apropiado debido a que este tipo de colectores utilizan únicamente la energía solar directa. Por otra parte, el acabado de las superficies que constituyen el sistema óptico no sólo debe ser de buena calidad, sino que debe mantener sus propiedades por largos períodos de tiempo sin ser deterioradas por el polvo, lluvia y medio ambiente, donde generalmente existen componentes oxidantes y corrosivos. También las demandas de los materiales utilizados en el receptor (aislante térmico, fluido de trabajo, tubos absorbadores y cubiertas) son mayores en este tipo de colectores, debido a que es ahí donde se obtienen las altas temperaturas.

En resumen podemos decir que los problemas de operación que acabamos de mencionar, junto con los costos elevados de los materiales utilizados en este tipo de colectores focales, ha hecho que su uso no sea muy generalizado. Esto ha dado cabida a que se trabaje en los colectores concentradores fijos. Estos no tienen las desventajas de los de enfoque, aunque sólo permiten incrementos moderados de la intensidad de la radiación solar.

### **1.3 FUENTES DE ENERGÍAS NO RENOVABLES.**

Son fuentes de energías no renovables aquellas cuya cantidad es limitada en la Naturaleza. Además, estas fuentes de energía no se renuevan a corto plazo, y por eso se agotan cuando se utilizan.



### 1.3.1 CARBÓN

#### ¿QUÉ ES?

Es una materia sólida, ligera, negra y muy combustible, que tiene su origen en la combustión incompleta de vegetales y otros cuerpos orgánicos. El carbón es un tipo de roca formada por el elemento químico carbono mezclado con otras sustancias.

#### TIPOS DE CARBÓN

Las variedades son antracita, hulla, lignito y turba. Van de más antigua a más reciente, y de más poder calorífico a menos. La hulla convertida en coque se utiliza en la siderurgia. El lignito al igual que las demás, se utiliza en las térmicas.

#### ¿CÓMO SE OBTIENE ENERGÍA DEL CARBÓN?

A partir de su combustión.

#### RECURSOS ACTUALES DEL CARBÓN

Los grandes productores son China, EE.UU., Europa occidental (Inglaterra, Francia, Bélgica y Alemania) y Polonia. El carbón que se comercializa es el de China, EE.UU. y la India.

El carbón impulsó la industria de siderurgia y los medios de transportes, como el ferrocarril y el barco de vapor. Fue el motor de la revolución industrial.

### **1.3.2 PETRÓLEO**

El petróleo es una mezcla en la que coexisten en fases sólida, líquida y gas, compuestos denominados hidrocarburos, constituidos por átomos de carbono e hidrogeno y pequeñas proporciones de heterocompuestos con presencia de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales, ocurriendo en forma natural en depósitos de roca sedimentaria. Su color varía entre ámbar y negro. La palabra petróleo significa aceite de piedra.

#### **¿COMO SE OBTIENE ENERGÍA?**

Se obtiene energía a partir de su combustión.

#### **RECURSOS ACTUALES DEL PETROLEO**

Los datos sobre reservas de combustibles fósiles oscilan entre 829 y 1.501 millardos de toneladas de carbono, dependiendo de la fuente de la estimación. Más allá de estas reservas, la base de recursos total se estima entre 4.116 y 4.678 millardos de toneladas de carbono.

Lógicamente, para mantenernos dentro de los límites ecológicos definidos, el 75% de las reservas económicamente recuperables conocidas no podrá utilizarse nunca como combustible. Y en lo que a recursos totales se refiere, el 95% no podrá ser utilizado nunca como combustible.

### **1.3.3 GAS NATURAL.**

Es una mezcla de gases entre los que se encuentra en mayor proporción el metano. Se utiliza como combustible para usos domésticos e industriales y como materia prima en la fabricación de plásticos, fármacos y tintes.

#### **¿CÓMO SE OBTIENE ENERGÍA DEL GAS NATURAL?**

No puede ser licuado simplemente bajo presión porque su temperatura crítica,  $190^{\circ}\text{K}$ , es muy baja y, por tanto, debe ser enfriado hasta temperaturas inferiores a ella antes de licuarse. Una vez licuado debe ser almacenado en contenedores muy bien aislados, y su transporte se realiza por tuberías fabricadas con materiales y soldaduras especiales para resistir grandes presiones.

#### **RECURSOS ACTUALES DEL GAS NATURAL**

Los yacimientos de petróleo casi siempre llevan asociados una cierta cantidad de gas natural, que sale a la superficie junto con él cuando se perfora un pozo. Sin embargo, hay

pozos que proporcionan solamente gas natural. Es muy difícil conocer con exactitud las reservas que existen.

### **1.3.4 ENERGÍA NUCLEAR.**

Se obtiene mediante la reacción de fisión y la reacción de fusión.

Fisión: escisión o rotura del núcleo de un átomo, mediante el bombardeo de neutrones. Este fenómeno está acompañado de gran liberación de energía en forma de calor y radiaciones.

Fusión: se trata de unir varios átomos ligeros para formar uno más pesado, liberando en el proceso enormes cantidades de energía en forma de calor.

### **AHORRO ENERGÉTICO.**

Las tendencias actuales de desarrollo sostenible, se enfocan hacia alternativas de producción más limpia. Buscando cumplir con estas tendencias, el Centro de Calidad Ambiental utiliza el conocimiento y experiencia adquiridos, para el desarrollo y manejo de procesos de generación y uso de energía, con el objetivo de crear ahorros substanciales en la empresa.

Al optimizar el uso de energía en los procesos, se obtiene no solamente una disminución de costos económicos, sino también la disminución de los efectos adversos asociados con el uso de energéticos sobre el medio ambiente.

Otras ventajas que son resultado de estos estudios son: el incremento de la productividad de los procesos, el incremento en la competitividad de la empresa, el cumplimiento con la normatividad ambiental mexicana, y la estandarización y control de los procesos.

## **1.4 ALMACENAMIENTO POR CALOR SENSIBLE O CAPACIDAD CALORÍFICA**

Diversos tipos de materiales líquidos, sólidos y combinaciones de líquidos y sólidos, pueden almacenar energía por cambios de temperatura. Esta energía almacenada es igual al cambio de energía interna que sufre el material al cambiar su temperatura, la capacidad de almacenamiento depende específicamente de las capacidades caloríficas de los materiales utilizados y de los cambios de temperatura que en ellos se den.

Para determinar si un material es apropiado para utilizarse como medio de almacenamiento, es que este debe ser capaz de almacenar entre 300 y 600 KJ/°C-m<sup>2</sup> de área de colector, como mínimo.

También encontramos que cuanto mayor sea la temperatura que pueda alcanzar el medio de almacenamiento, tanto menor será el tamaño del sistema, aunque las pérdidas se hacen más evidentes.

### **1.4.1 ALMACENAMIENTO EN AGUA.**

El agua es el medio ideal de almacenamiento para sistemas activos debido a que tiene una gran capacidad calorífica y por lo tanto mayor capacidad de almacenamiento. Por ejemplo, el agua puede almacenar casi cinco veces más energía (4.186 kJ/kg-°C) que la que puede almacenar la misma masa de roca o piedra (0.88 kJ/kg-°C). Además, el medio de transporte de energía, hacia o de la unidad de almacenamiento, se hace a través de la misma agua. Esta también puede utilizarse en forma directa o mediante el uso de cambiadores de calor y de manera continua a lo largo del día.

Algunas desventajas que se tienen al utilizar el agua como medio de almacenamiento, es que se necesitan depósitos que generalmente son grandes y caros, se oxidan si son de metal y hay grandes pérdidas de calor por conducción y convección que tienen que ser evitadas utilizando aislantes. Otro aspecto es que la energía es liberada a diferentes temperaturas. Una de las aplicaciones más comunes se da en los calentadores solares de agua para uso doméstico.

### **1.4.2 ALMACENAMIENTO EN PIEDRAS O ROCAS.**

Las rocas o piedras también son un buen medio de almacenamiento. En sistemas activos, generalmente se usa lechos de piedra bajo tierra o lechos empaquetados. Como ya se había mencionado, el aire es el fluido de trabajo que remueve o adiciona el calor de la unidad de almacenamiento. En este caso, el calor por lo general no puede ser adicionado y removido al mismo tiempo.

Aunque las rocas o piedras no tienen un calor específico alto, son buenos como medio de almacenamiento debido a que tienen una gran densidad, son de bajo costo, tienen conductividad térmica baja y no tienen problemas de corrosión.

### **1.4.3 ALMACENAMIENTO POR CALOR LATENTE O CAMBIO DE FASE.**

La energía que una sustancia necesita para cambiar de fase, generalmente es mayor que la que se ocupa para tener incrementos de temperatura pequeños en la misma sustancia. Esto da la pauta para pensar que se puede aprovechar el cambio de fase de algunas sustancias para utilizarlas como medios de almacenamiento de energía solar. La idea es que la sustancia absorba la energía solar de forma directa (sistema pasivo) o mediante un colector solar (sistema activo) y cambie de fase. Al cambiar de fase la sustancia conserva en forma latente la energía absorbida. Esta será cedida posteriormente, cuando la sustancia regrese a su estado original.

Los cambios de fase pueden ser sólido- líquido, líquido-vapor. El cambio de fase líquido-vapor casi no se utiliza debido a que el vapor genera grandes presiones y en muchos casos no resulta práctico trabajar con este tipo de sistemas debido a que este tiene que ser diseñado para soportar presiones altas y por lo tanto se hace más complicado y costoso. Por esta razón, lo que más se aprovecha son los cambios de fase líquido- sólido.

Las sustancias que pueden utilizarse como medios de almacenamiento por cambio de fase sólido-líquido pueden ser muy variadas (hielo, sustancias orgánicas, sales hidratadas, compuestos inorgánicos y metales o aleaciones). Algunas tienen puntos de fusión altos por lo que se haría necesario utilizar colectores concentradores para poder obtener altas temperaturas y provocar el cambio de fase en la sustancia. Por ejemplo, las sales hidratadas tienen un alto calor de solidificación-fusión, bajo costo y la temperatura para provocar el cambio de fase puede ser alcanzada fácilmente mediante colectores planos que utilizan la energía solar.

El tener más capacidad de almacenamiento en las sustancias, reduce el tamaño de los sistemas de almacenamiento

## **1.5 ¿QUÉ ES UNA CENTRAL ELÉCTRICA?**

En 1820 el investigador Oersted, observó que cuando la corriente eléctrica circula por un hilo metálico colocado en la proximidad de una brújula, la aguja de esta última se mueve. Oersted dedujo, en consecuencia, que toda corriente eléctrica produce un campo magnético. Años más tarde, Faraday demostró que también era posible el fenómeno opuesto. Comprobó que, si se mueve un imán cerca de un hilo metálico en espiral o en bobina, por el hilo circula electricidad. Lo mismo sucede cuando se mueve la bobina y se mantiene fijo el imán: se consigue una circulación de electricidad, que recibe el nombre de corriente inducida. Este es básicamente el funcionamiento de las centrales eléctricas. Ahora bien, para conseguir el movimiento del susodicho imán necesitamos una energía, que puede ser cualquiera de las anteriormente citadas. Así se distinguen centrales termoeléctricas, nucleares, hidroeléctricas, eólicas, etc.

En resumen, una central eléctrica es una instalación industrial utilizada para la producción de electricidad a partir de otras energías.

### **1.5.1 CENTRAL HIDROELÉCTRICA.**

La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña. El renacimiento de la energía hidráulica se produjo por el desarrollo del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica y debido al aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX. En 1920 las centrales hidroeléctricas generaban ya una parte importante de la producción total de electricidad.

La tecnología de las principales instalaciones se ha mantenido igual durante el siglo XX. Las centrales dependen de un gran embalse de agua contenido por una presa. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua con respecto a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El diseño de las turbinas depende del caudal de agua; las



turbinas Francis se utilizan para caudales grandes y saltos medios y bajos, y las turbinas Pelton para grandes saltos y pequeños caudales.

Además de las centrales situadas en presas de contención, que dependen del embalse de grandes cantidades de agua, existen algunas centrales que se basan en la caída natural del agua, cuando el caudal es uniforme. Estas instalaciones se llaman de agua fluente. Una de ellas es la de las cataratas del Niágara, situada en la frontera entre Estados Unidos y Canadá.

Las centrales hidroeléctricas tienen por fin aprovechar, mediante un desnivel, la energía potencial contenida en la masa de agua que transportan los ríos para convertirla en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a alternadores.

En algunos casos muy localizados, en los que el caudal del río asegura una aportación regular de agua, la energía potencial de ésta puede ser aprovechada directamente sin necesidad de embalsar previamente el agua o bien utilizando un embalse muy reducido. Este tipo de centrales recibe el nombre de centrales fluyentes. En los casos más habituales, por el contrario, una cantidad apreciable de agua es retenida mediante una presa, formando así un embalse o lago artificial del que se puede generar un salto de agua, para liberar eficazmente la energía eléctrica. Son las centrales con regulación.

Atendiendo a la estructura de la central propiamente dicha, existen diferentes esquemas de emplazamientos hidroeléctricos, dado que las características orográficas del lugar donde se asienta la central condicionan en gran medida dicho esquema. No obstante, todos ellos pueden ser reducidos a dos modelos, de modo que cada emplazamiento particular suele ser una variante de uno de ellos o una combinación de ambos.

El primer esquema, llamado aprovechamiento por derivación de las aguas, consiste básicamente en desviar las aguas del río, mediante una pequeña presa, hacia un canal que las conduce, con una pérdida de nivel tan pequeña como sea posible, hasta un pequeño depósito llamado cámara de carga. De esta cámara arranca una tubería forzada que conduce el agua hasta la sala de máquinas de la central. Posteriormente, el agua es restituida al río aguas abajo utilizando un canal de descarga.

El segundo, denominado aprovechamiento por acumulación de las aguas, consiste en construir, en un tramo del río que ofrece un apreciable desnivel, una presa de determinada altura. El nivel del agua se situará entonces en un punto sensiblemente cercano al extremo superior de la presa. A media altura de la presa, para aprovechar el volumen de embalse a cota superior, se encuentra la toma de aguas, y en la base inferior (aguas abajo de la presa), la sala de máquinas, provistas del grupo (o grupos) turbina - alternador. La central asociada a este tipo de aprovechamientos suele recibir el nombre de Central de pie de presa.

Según sean las características del salto de agua, altura y caudal, las turbinas instaladas serán unas u otras. Las más utilizadas son: las Pelton, de uno o varios inyectores, las Francis y las Kaplan. Las primeras suelen ser utilizadas en centrales con gran salto y caudal regular; las Francis, en centrales de saltos intermedios con caudales variables, y las Kaplan, en instalaciones de poca altura y grandes variaciones de caudal.

- Turbina tipo Francis.

Este tipo de turbina funciona debido a la expansión del agua mientras fluye a través de los espacios entre las palas, lo que produce una fuerza neta, o reacción, con un componente tangencial que pone la rueda en movimiento. Por ello esta turbina también recibe el nombre de turbina de reacción.

- Turbina tipo Pelton.

El agua se conduce desde un depósito a gran altura a través de un canal o una conducción forzada hasta una boquilla eyectora que convierte la energía cinética del agua en un chorro a presión. Dado que la acción de la rueda Pelton depende del impulso del chorro sobre ella, en lugar de la reacción del agua en expansión, este tipo de turbina se denomina también turbina de acción.

- Turbina tipo Kaplan.

Esta también recibe el nombre de turbina de hélice, que actúa al contrario que la hélice de un barco. Kaplan mejoró la turbina haciendo que las palas pudieran pivotar sobre su eje. Los distintos ángulos de las palas aumentan el rendimiento ajustando el ángulo al volumen de la caída de agua.

La tendencia en las turbinas hidráulicas modernas es utilizar caídas mayores y máquinas más grandes. Según el tamaño de la unidad, las turbinas Kaplan se emplean en caídas de unos 60 m, y en el caso de las turbinas Francis de hasta 610 m. El rendimiento de este tipo de instalaciones es increíble si se aprovecha al máximo. Así, las 18 turbinas más grandes del mundo (en Itaipú) consiguen una potencia total de 12.600 MW.

Todo nuestro combustible y nuestra comida han sido posibles gracias al Sol mediante la combinación fotosintética de agua y del anhídrido carbónico de la atmósfera durante el crecimiento de las plantas.

Si la producción mundial de combustible estuviese distribuida uniformemente, las necesidades actuales quedarían cubiertas en cualquier parte del mundo. Pero si la población total sigue creciendo a ritmo actual y todo el mundo alcanza el grado de desarrollo económico que disfruta la cuarta parte de la población mundial hoy industrializada, esta producción no será suficiente.

Por ello debemos planear la sustitución de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), que han llegado a ser tan vitales para la civilización moderna que consideramos existe hoy una gran falta de desarrollo en la investigación de nuevas fuentes de energía.

No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la

dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras o, simplemente, contaminantes.

Existen algunos problemas que se deben superar primero, aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por sí misma, hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, cuando más se necesita.

Es de vital importancia proseguir con el desarrollo de la incipiente tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar, para conseguir las condiciones que la hagan definitivamente competitiva, a escala planetaria.

## **1.5.2 CENTRAL TERMOELECTRICA**

Una central termoeléctrica es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica. Este tipo de generación eléctrica es contaminante pues libera dióxido de carbono.

Por otro lado, también existen centrales termoeléctricas que emplean fisión nuclear del uranio para producir electricidad

### **1.5.2.1 CENTRALES TERMOELÉCTRICAS CLÁSICAS**

Se denominan centrales clásicas a aquellas centrales térmicas que emplean la combustión del carbón, petróleo (fueloil) o gas natural para generar la energía eléctrica. Son consideradas las centrales más económicas y rentables, por lo que su utilización está muy extendida en el mundo económicamente avanzado y en el mundo en vías de desarrollo, a pesar de que estén siendo criticadas debido a su elevado impacto medioambiental. Este tipo de centrales eléctricas generan el 16,5% de la energía eléctrica necesaria en España.

#### **1.5.2.2 COMPONENTES PRINCIPALES**

- Caldera de combustión.
- Turbina de vapor.
- Sistema de refrigeración (puede ser de caudal abierto o mediante torres de refrigeración).
- Instalaciones de control.
- Booster.
- Área de tratamiento de agua.
- Área de tratamiento de combustible.
- Área de tratamiento de aceite.
- Área de protección contra incendios.

### **1.5.2.3 CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE CICLO COMBINADO**

En la actualidad se están construyendo numerosas centrales termoeléctricas de las denominadas de ciclo combinado, que son un tipo de central que utiliza gas natural, gasóleo o incluso carbón preparado como combustible para alimentar una turbina de gas. Luego los gases de escape de la turbina de gas todavía tienen una elevada temperatura, se utilizan para producir vapor que mueve una segunda turbina, esta vez de vapor. Cada una de estas turbinas está acoplada a su correspondiente alternador para generar la electricidad como en una central termoeléctrica clásica.

Normalmente durante el proceso de partida de estas centrales, sólo funciona la turbina de gas, a este modo de operación se le llama ciclo abierto. Si bien la mayoría de las centrales de este tipo pueden intercambiar de combustible (entre gas y diésel) incluso en funcionamiento. Al funcionar con petróleo diésel ven afectada su potencia de salida (baja un 10% aprox.), y los intervalos entre mantenimientos mayores y fallas, se reducen fuertemente.

Como la diferencia de temperaturas que se produce entre la combustión y los gases de escape es más alta que en el caso de una turbina de gas o una de vapor, se consiguen rendimientos muy superiores, del orden del 55%.

### **1.5.3 CENTRAL EOLICA**

Históricamente las primeras aplicaciones de la energía eólica fueron la impulsión de navíos, la molienda de granos y el bombeo de agua, y sólo hasta finales del siglo pasado la generación de energía eléctrica. Actualmente las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie de engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico.

En lo que respecta a capacidad instalada, para finales de 1997 a nivel mundial se tenían instalados alrededor de 7700 MW. En México se cuenta con la central eólica de la Ventosa en Oaxaca, operada por CFE, con una capacidad instalada de 1.5 MW y una capacidad adicional en aerogeneradores y aerobombas, según el Balance nacional de energía de 1997, de alrededor de 2.4 MW.

Un sistema conversor de energía eólica se compone de tres partes principales: (i) el rotor, que convierte la energía cinética del viento en un movimiento rotatorio en la flecha principal del sistema; (ii) un sistema de transmisión, que acopla esta potencia mecánica de rotación de acuerdo con el tipo de aplicación. Aplicación para cada caso, es decir, si se trata de bombeo de agua el sistema se denomina aerobomba, si acciona un dispositivo mecánico se denomina aeromotor y si se trata de un generador eléctrico se denomina aerogenerador.

El rotor puede ser de eje horizontal o vertical, éste recupera, como máximo teórico, el 60% de la energía cinética del flujo de viento que lo acciona. Está formado por las aspas y la maza central en donde se fijan éstas y se unen a la flecha principal; el rotor puede tener una o más aspas. Un rotor pequeño, de dos aspas, trabaja a 900 revoluciones por minuto (rpm), en tanto que uno grande, de tres aspas y 56 metros de diámetro, lo hace a 32 rpm. El rotor horizontal de tres aspas es el más usado en los aerogeneradores de potencia, para producir electricidad trifásica conectada a los sistemas eléctricos de las empresas suministradoras.

La transmisión puede consistir en un mecanismo para convertir el movimiento rotatorio de la flecha en un movimiento recíprocante para accionar las bombas de émbolo de las aerobombas, que en el campo se utilizan para suministrar agua a los abrevaderos del ganado o a las viviendas. Para la generación de electricidad normalmente se utiliza una caja de engranes para aumentar las revoluciones a 900, 1,200 ó 1,800 rpm, para obtener corriente alterna trifásica de 60 ciclos por segundo.

En la actualidad, la generación de electricidad es la aplicación más importante de este tipo de sistemas. Los aerogeneradores comerciales alcanzan desde 500 hasta 1,000 kW de potencia nominal, tienen rotores de entre 40 y 60 m de diámetro y giran con velocidades que van de las 60 a las 30 rpm. Los generadores eléctricos pueden ser asíncronos o síncronos, operando a una velocidad y frecuencia constante, que en México es de 60 hz.. En el caso de aerogeneradores con potencias inferiores a los 50 kW también se utilizan generadores de imanes permanentes, que trabajan a menor velocidad angular (de entre 200 y 300 rpm), que no necesitan caja de engranes y que, accionándose a velocidad variable, pueden recuperar mayor energía del viento a menor costo.

Un sistema conversor de energía eólica es tan bueno como su sistema de control. La fuerza que ejerce el viento sobre la superficie en que incide es función del cuadrado de la velocidad de éste. Rachas de más de 20 metros por segundo, que equivalen a más de 70 km/hora, pueden derribar una barda o un anuncio espectacular, e incluso dañar un aerogenerador si éste no está bien diseñado o su sistema de control esta fallando. En los aerogeneradores de potencia, el sistema de control lo constituye un microprocesador que analiza y evalúa las condiciones de operación considerando rumbo y velocidad del viento; turbulencia y rachas; temperaturas en el generador, en la caja de transmisión y en los baleros de la flecha principal. Además, muestrea la presión y la temperatura de los sistemas hidráulicos de los frenos mecánicos de disco en la flecha; sus rpm, así como los voltajes y corrientes de salida del generador. Detecta vibraciones indebidas en el sistema, optando por las mejores condiciones para arrancar, parar, orientar el sistema al viento y enviar señales al operador de la central eoloeléctrica sobre la operación del mismo.

La torre que soporta al aerogenerador de eje horizontal es importante, ya que la potencia del viento es función del cubo de su velocidad y el viento sopla más fuerte entre mayor es la distancia más alto del suelo; por ello, el eje del rotor se sitúa por lo menos a 10 metros en aerogeneradores pequeños y hasta 50 o 60 metros del suelo, en las máquinas de 1000 kW. En un aerogenerador de 500 kW son típicas las torres de 40 metros, y estas pueden ser de dos tipos: La tubular, recomendada en áreas costeras, húmedas y salinas, y la estructural o reticular, propia de regiones secas y poca contaminación atmosférica, por ser más baratas y fáciles de levantar.

#### **1.5.4 CENTRAL NUCLEAR**

El sistema más usado para generar energía nuclear utiliza el uranio como combustible. En concreto se usa el isótopo 235 del uranio que es sometido a fisión nuclear en los reactores. En este proceso el núcleo del átomo de uranio (U-235) es bombardeado por neutrones y se rompe originándose dos átomos de un tamaño aproximadamente mitad del de uranio y

liberándose dos o tres neutrones que inciden sobre átomos de U-235 vecinos, que vuelven a romperse, originándose una reacción en cadena.

La fisión controlada del U-235 libera una gran cantidad de energía que se usa en la planta nuclear para convertir agua en vapor. Con este vapor se mueve una turbina que genera electricidad.

El mineral de uranio se encuentra en la naturaleza en cantidades limitadas. Es por tanto un recurso no renovable. Suele hallarse casi siempre junto a rocas sedimentarias. Hay depósitos importantes de este mineral en Norteamérica (27,4% de las reservas mundiales), África (33%) y Australia (22,5%).

El mineral del uranio contiene tres isótopos: U-238 (99,28%), U-235 (0,71%) y U-234 (menos que el 0,01%). Dado que el U-235 se encuentra en una pequeña proporción, el mineral debe ser enriquecido (purificado y refinado), hasta aumentar la concentración de U-235 a un 3%, haciéndolo así útil para la reacción.

El uranio que se va a usar en el reactor se prepara en pequeñas pastillas de dióxido de uranio de unos milímetros, cada una de las cuales contiene la energía equivalente a una tonelada de carbón. Estas pastillas se ponen en varillas, de unos 4 metros de largo, que se reúnen en grupos de unas 50 a 200 varillas. Un reactor nuclear típico puede contener unas 250 de estas agrupaciones de varillas

Una central nuclear tiene cuatro partes:

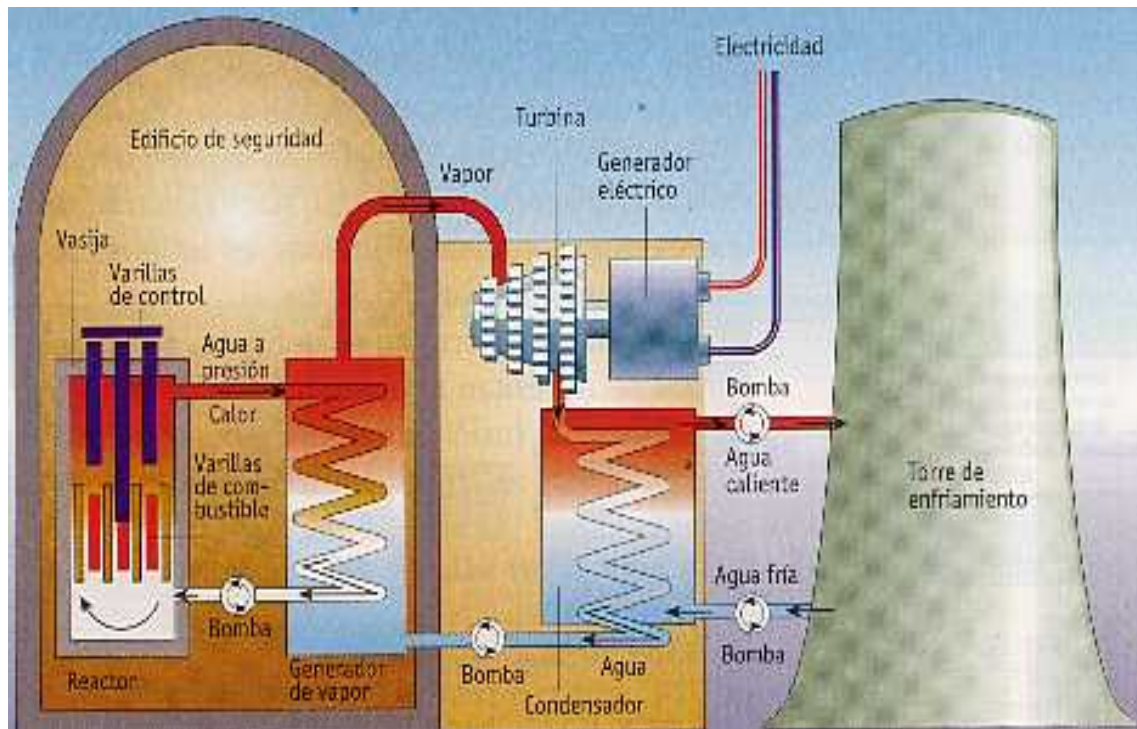
1. El reactor en el que se produce la fisión
2. El generador de vapor en el que el calor producido por la fisión se usa para hacer hervir agua
3. La turbina que produce electricidad con la energía contenida en el vapor
4. El condensador en el cual se enfría el vapor, convirtiéndolo en agua líquida.

La reacción nuclear tiene lugar en el reactor, en el están las agrupaciones de varillas de combustible intercaladas con unas decenas de barras de control que están hechas de un material que absorbe los neutrones. Introduciendo estas barras de control más o menos se controla el ritmo de la fisión nuclear ajustándolo a las necesidades de generación de electricidad.

En las centrales nucleares habituales hay un circuito primario de agua en el que esta se calienta por la fisión del uranio. Este circuito forma un sistema cerrado en el que el agua circula bajo presión, para que permanezca líquida a pesar de que la temperatura que alcanza es de unos 293°C.

Con el agua del circuito primario se calienta otro circuito de agua, llamado secundario. El agua de este circuito secundario se transforma en vapor a presión que es conducido a una turbina. El giro de la turbina mueve a un generador que es el que produce la corriente eléctrica.

Finalmente, el agua es enfriada en torres de enfriamiento, o por otros procedimientos.



### 1.5.5 CENTRAL SOLAR

Las centrales solares son instalaciones destinadas a aprovechar la radiación del Sol para generar energía eléctrica. De manera general, puede decirse que las principales aplicaciones de los sistemas de aprovechamiento solar de baja y media temperatura se dan en el ámbito doméstico o industrial; son los sistemas basados en alta temperatura los que de manera específica, se utilizan para la producción de electricidad



Platos de captación solar

### 1.5.5.1 EL SOL, UN GIGANTESCO REACTOR NUCLEAR

Tras la crisis de los años setenta, diversos países pusieron en marcha una política de diversificación energética, encaminada a la explotación de fuentes de energía alternativas. Entre ellas, la solar ocupa un lugar destacado. Los distintos sistemas de aprovechamiento solar se basan en la utilización de la enorme cantidad de energía que emite el Sol y que llega a la Tierra en forma de radiación. En este sentido, el Sol, una enorme masa gaseosa formada, sobre todo, por helio, hidrógeno y carbono, actuaría como una especie de reactor de gigantescas dimensiones. Efectivamente, en el interior del Sol se producen continuamente reacciones nucleares de fusión, en las cuales dos átomos de hidrógeno se fusionan para formar uno de helio y liberar en el proceso gran cantidad de energía. Únicamente una parte de ésta llega de forma efectiva a la superficie de la Tierra; la restante retorna al espacio por efecto de la reflexión y refracción provocadas por la presencia de la atmósfera terrestre, o bien es absorbida por las sucesivas capas atmosféricas.

La energía solar alcanza la Tierra por radiación directa o bien como reflejo de la radiación solar absorbida por el aire y el polvo (radiación difusa). La primera se aprovecha de forma masiva gracias a la tecnología actual; para poder utilizar la segunda existen sistemas específicos, como los colectores planos y las células fotovoltaicas.

Las ventajas de la energía solar se encuentran en su carácter inagotable. Utilizando la tecnología adecuada, es posible concentrar la enorme temperatura generada para poner en funcionamiento ciclos termodinámicos de elevado rendimiento. El principal problema es la forma en que esta energía llega a la superficie terrestre: de manera semialeatoria y dispersa, con fuertes oscilaciones en función de las horas del día, las peculiaridades climatológicas, las regiones del planeta o el ciclo estacional. Por otra parte, la energía solar no puede almacenarse; ha de ser transformada inmediatamente en otra forma de energía, como calor o electricidad. Finalmente, su captación requiere de instalaciones que, en buena medida, resultan todavía muy costosas.

Actualmente existen dos formas principales de aprovechamiento de la energía solar: la térmica, que convierte la energía procedente del Sol en calor, y la fotovoltaica, que la transforma en energía eléctrica.

En los sistemas solares basados en la vía térmica se distinguen tres modalidades de baja, media y alta temperatura. Los primeros funcionan a partir de colectores que transmiten la radiación en forma de calor hasta un fluido que circula por conducto y alimenta sistemas de calefacción, climatización, etc. Aprovechan la energía solar con temperaturas de entre 35 y 100 °C.

Las principales instalaciones de media temperatura empleadas, generalmente, para producir vapor utilizado en aplicaciones industriales, son las de colectores distribuidos. Constan de un conjunto de colectores de concentración normalmente de forma cilíndrico-parabólica — para favorecer una eficaz absorción de la radiación solar —, que, tras captar la energía solar la transmiten a un fluido (por ejemplo, aceite térmico) en forma de calor. El fluido se calienta y transporta la energía calorífica a través de un circuito primario hasta una caldera, de donde se transfiere otro fluido que transita por el circuito secundario. Este segundo fluido, normalmente agua, pasa al estado de vapor a alta temperatura, y es enviado al grupo turbina-alternador donde generará energía eléctrica en virtud de un ciclo termodinámico.



convencional, o bien será empleado para alimentar procesos industriales. Este tipo de instalaciones disponen, además, de un elemento que permite almacenar la energía calorífica para afrontar las fluctuaciones de la radiación solar. En este caso, el fluido del circuito secundario envía previamente su calor al sistema de almacenamiento antes de llegar al grupo turbina-alternador. La modalidad de media temperatura aprovecha la energía solar a temperaturas de entre 100 y 300 °C. Por su parte, los sistemas de alta temperatura pueden ser aprovechados para proveer energía eléctrica.

## **CAPITULO II FUENTES NATURALES DE ENERGIA**

Son fuentes naturales de energía las ya mencionadas anteriormente, entre otras estas:

- El Sol: energía solar
- El viento: energía eólica
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica
- Los mares y océanos: energía mareomotriz
- El calor de la Tierra : energía geotérmica
- El átomo: energía nuclear
- La materia orgánica: biomasa
- Todas ellas renovables, excepto la energía nuclear, por ser su combustible principal, el uranio, un mineral.

De las cuales se tratara de dar una mas amplia explicación de su obtención, uso, ventajas y desventajas.

### **2.1 DIFERENTES TIPOS DE ENERGIA**

Energía liberada durante la fisión o fusión de núcleos atómicos. Las cantidades de energía que pueden obtenerse mediante procesos nucleares superan con mucho a las que pueden lograrse mediante procesos químicos, que sólo implican las regiones externas del átomo.

La energía de cualquier sistema, ya sea físico, químico o nuclear, se manifiesta por su capacidad de realizar trabajo o liberar calor o radiación. La energía total de un sistema siempre se conserva, pero puede transferirse a otro sistema o convertirse de una forma a otra.

El concepto de energía aparece de múltiples formas en el universo: se asocia frecuentemente a la capacidad de producir un trabajo o a la capacidad, más general, de producir acciones externas.

La energía puede manifestarse de varias formas: energía mecánica (potencial y cinética), energía térmica (interna, entalpía), energía de los enlaces químicos, energía de los enlaces físicos, radiación electromagnética, energía eléctrica.

La humanidad emplea en sus actividades preferentemente la energía bajo forma térmica o calor y en forma de trabajo mecánico.

El estudio de la energía, sus fuentes y sus transformaciones recurre al empleo de ecuaciones que relacionan distintos tipos de parámetros. La magnitud de dichas variables depende de la unidad en que se exprese. Las unidades pueden ser de dos tipos:

Unidades de base: son independientes y pueden ser definidas a partir de unidades escogidas arbitrariamente.

Unidades derivadas: resultan de las diferentes relaciones y combinaciones entre unidades de base.

Por diferentes razones, el hombre ha desarrollado diferentes sistemas de unidades, los más comunes son el Sistema Internacional y el Sistema Inglés. Para pasar de uno a otro sistema se utilizan factores de conversión.

Desde luego, la fuente más importante de este tipo de energía es el Sol. Si todos los combustibles disponibles se quemaran para proporcionar a la Tierra el calor que diariamente recibe de este astro, en unos cuantos días se agotarían todas nuestras reservas.

### **2.1.1 ENERGÍA CINÉTICA**

Energía que un objeto posee debido a su movimiento. La energía cinética depende de la masa y la velocidad del objeto según la ecuación

$$E = mv^2$$

Donde:

$m$  = es la masa del objeto

$v^2$  = la velocidad del mismo elevada al cuadrado.

El valor de  $E$  también puede derivarse de la ecuación

$$E = (m \cdot a) d$$

Donde:

$a$  = es la aceleración de la masa  $m$

$d$  = es la distancia a lo largo de la cual se acelera.

Las relaciones entre la energía cinética y la energía potencial, y entre los conceptos de fuerza, distancia, aceleración y energía, pueden ilustrarse elevando un objeto y dejándolo caer.

Cuando el objeto se levanta desde una superficie se le aplica una fuerza vertical. Al actuar esa fuerza a lo largo de una distancia, se transfiere energía al objeto. La energía asociada a un objeto situado a determinada altura sobre una superficie se denomina energía potencial. Si se deja caer el objeto, la energía potencial se convierte en energía cinética.

### **2.1.2 ENERGÍA POTENCIAL**

Energía almacenada que posee un sistema como resultado de las posiciones relativas de sus componentes. Por ejemplo, si se mantiene una pelota a una cierta distancia del suelo, el sistema formado por la pelota y la Tierra tiene una determinada energía potencial; si se

eleva más la pelota, la energía potencial del sistema aumenta. Otros ejemplos de sistemas con energía potencial son una cinta elástica estirada o dos imanes que se mantienen apretados de forma que se toquen los polos iguales.

Para proporcionar energía potencial a un sistema es necesario realizar un trabajo. Se requiere esfuerzo para levantar una pelota del suelo, estirar una cinta elástica o juntar dos imanes por sus polos iguales. De hecho, la cantidad de energía potencial que posee un sistema es igual al trabajo realizado sobre el sistema para situarlo en cierta configuración. La energía potencial también puede transformarse en otras formas de energía. Por ejemplo, cuando se suelta una pelota situada a una cierta altura, la energía potencial se transforma en energía cinética.

Ya desde la antigüedad, se reconoció que el agua que fluye desde un nivel superior a otro inferior posee una determinada energía cinética susceptible de ser convertida en trabajo, como demuestran los miles de molinos que a lo largo de la historia fueron construyéndose a orillas de los ríos.

Más recientemente, hace más de un siglo, se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla.

El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. Es por tanto, un recurso renovable y autóctono

### **2.1.3 ENERGÍA MECÁNICA**

Para explicarla de manera simple, diremos que la energía mecánica es aquella que poseen los cuerpos en movimiento. Su fuente natural por excelencia es la fuerza de gravedad o atracción terrestre, que hace que cualquier objeto colocado por encima de cierto nivel de referencia, posea energía mecánica potencial, que se manifiesta en el momento de soltar el objeto, mediante el movimiento mismo.

El hombre ha aprovechado este fenómeno desde hace siglos, deteniendo en represas las corrientes de agua para acumular energía. El agua así almacenada es posteriormente liberada y conducida hacia las aspas de una rueda; la corriente hace girar la rueda y se obtiene así energía mecánica utilizable.



**Esta rueda hidráulica ejemplifica el empleo de la energía cinética de las corrientes de agua.**

Otra fuente natural de energía mecánica es el viento que, independientemente de su empleo en la navegación a vela, se ha utilizado desde hace mucho para mover los molinos de viento.



**Los molinos de viento representan una de las expresiones más antiguas del aprovechamiento de las fuentes naturales de energía.**

El mar también es una fuente importante de energía mecánica. El movimiento de las aguas es consecuencia de la fuerza de gravedad cuando se producen las mareas, y del viento cuando se trata del oleaje.

## **2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA**

Esta importante forma de energía también proviene de la naturaleza y sus manifestaciones más espectaculares y comunes son las descargas atmosféricas conocidas como rayos. Desafortunadamente, no es posible aprovechar éstos como fuente natural y es necesario emplear ciertos dispositivos para producirla a partir de otras fuentes.

La energía eléctrica apenas existe libre en la naturaleza de manera aprovechable. El ejemplo más relevante y habitual de esta manifestación son las tormentas eléctricas. La electricidad tampoco tiene una utilidad biológica directa para el ser humano, salvo en aplicaciones muy singulares, como pudiera ser el uso de corrientes en medicina, resultando en cambio normalmente desagradable e incluso peligrosa, según las circunstancias. Sin embargo es una de las más utilizadas, una vez aplicada a procesos y aparatos de la más diversa naturaleza, debido fundamentalmente a su limpieza y a la facilidad con la que se le genera, transporta y convierte en otras formas de energía. Para contrarrestar todas estas virtudes hay que reseñar la dificultad que presenta su almacenamiento directo en los aparatos llamados acumuladores.

La generación de energía eléctrica se lleva a cabo mediante técnicas muy diferentes. Las que suministran las mayores cantidades y potencias de electricidad aprovechan un movimiento rotatorio para generar corriente continua en un dinamo o corriente alterna en un alternador. El movimiento rotatorio resulta a su vez de una fuente de energía mecánica directa, como puede ser la corriente de un salto de agua o la producida por el viento, o de un ciclo termodinámico. En este último caso se calienta un fluido, al que se hace recorrer un circuito en el que mueve un motor o una turbina. El calor de este proceso se obtiene mediante la quema de combustibles fósiles, reacciones nucleares y otros procesos.

La generación de energía eléctrica es una actividad humana básica, ya que está directamente relacionada con los requerimientos actuales del hombre. Todas las formas de utilización de las fuentes de energía, tanto las habituales como las denominadas alternativas

o no convencionales, agreden en mayor o menor medida el ambiente, siendo de todos modos la energía eléctrica una de las que causan menor impacto.

La energía eléctrica se crea por el movimiento de los electrones, para que este movimiento sea continuo, tenemos que suministrar electrones por el extremo positivo para dejar que se escapen o salgan por el negativo; para poder conseguir esto, necesitamos mantener un campo eléctrico en el interior del conductor (metal, etc.). Estos aparatos construidos con el fin de crear electricidad se llaman generadores eléctricos. Claro que hay diferentes formas de crearla, eólicamente, hidráulicamente, de forma geotérmica y muchas más.



**La energía eléctrica también proviene de la naturaleza; sus manifestaciones más espectaculares tienen lugar durante las tormentas. Desgraciadamente no es aprovechable como fuente natural y es necesario producirla utilizando otras fuentes de energía.**

### **2.3 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Un sistema de aprovechamiento de la energía solar muy extendido es el térmico. El medio para conseguir este aporte de temperatura se hace por medio de colectores.

El colector es una superficie, que expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido.

Existen tres técnicas diferentes entre sí en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora.

De esta manera, los podemos clasificar como:

Baja temperatura, captación directa, la temperatura del fluido es por debajo del punto de ebullición. Media temperatura, captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 100°C . Alta temperatura, captación de alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 300°C .

Los hidrocarburos y el carbón, que en última instancia son producto de la energía solar, siguen al Sol en orden de importancia como fuentes de energía térmica, que liberan calor al quemarse.

Existen dos métodos para producir electricidad mediante energía solar térmica:

- alta concentración
- baja concentración

En ambos casos, el sistema consiste en calentar un fluido que al evaporarse hace mover una turbina. A partir de ahí, el funcionamiento es similar al de una central de generación eléctrica cualquiera (nuclear, térmica, hidrodinámica...), con la diferencia de que en este caso la fuente de energía es el Sol.

El rendimiento global en generación de electricidad de una central termosolar está en torno al 16-20%.

Existen dos sistemas de producir electricidad por energía solar térmica

- De alta concentración
- De baja concentración

### **2.3.1 DISPOSITIVOS DE ALTA CONCENTRACIÓN**

Son los llamados sistemas de "receptor central" La radiación solar se capta por medio de un conjunto de espejos curvos (heliostatos), que reflejan la luz del sol concentrándola en un único punto o foco. Los espejos siguen el movimiento del sol durante el día controlándolo mediante programas informáticos, ya que el movimiento del sol varía con la latitud, la época del año y el día. El foco funciona como receptor del calor que lo transfiere al fluido de trabajo (agua, aceite, aire, sales, etc.) que es el encargado de transmitir el calor a otra parte de la central termosolar. Generalmente, el calor es transmitido a un depósito de agua, que a altas temperaturas se evapora, hecho éste que es aprovechado para hacer mover una turbina.

Los receptores centrales tienen características positivas: tienen ratios de concentración de 300 a 1500, por lo que son altamente eficientes pudiendo operar a temperaturas entre 500 y 1500°C.

Existen dos configuraciones:

- los heliostatos rodean completamente la torre central (cilíndrica y de superficie con alta conductividad térmica)
- los heliostatos están colocados en el norte de la torre receptora.

Otra variedad de centrales solares térmicas de alta concentración son los "discos parabólicos". Estos discos son colectores que rastrean el sol en 2 ejes, concentrando la radiación solar en un receptor ubicado en el foco de la parábola. El receptor absorbe la energía convirtiéndola en energía térmica. Inmediatamente se puede transformar la energía térmica en energía eléctrica mediante un generador o también puede ser conducida mediante turbinas a una central de conversión.

Los colectores parabólicos tienen, entre otras, las siguientes características: están orientados directamente al sol; son los colectores que presentan la mayor eficiencia; tienen radios de concentración de alrededor de 600 a 2000; pueden alcanzar temperaturas superiores a los 1500°C. Este tipo de sistema utiliza como fluido aceite o vapor de agua.

### **2.3.2 DISPOSITIVOS DE BAJA CONCENTRACIÓN**

Conjunto de colectores cilindro parabólicos que se mueven con el sol concentrando la radiación en una tubería ubicada a lo largo del foco, la cual concentra el fluido de trabajo que transporta el calor adquirido. El fluido que se mueve por el tubo es calentado y transportado a una red de tuberías diseñada para minimizar las pérdidas de calor. Los sistemas parabólicos generalmente constan de una línea focal horizontal simple permitiéndoles rastrear el sol a lo largo de un solo eje N-S o E-O. Una orientación N-S provee un poco más de energía anual que una E-O, pero el potencial en invierno es menor en latitudes medias. Por contra, una orientación E-O provee un producto más constante a través del año.

Los sistemas parabólicos operan a temperaturas entre 100 y 400°C, bastantes más bajas que el sistema de foco central. Sin embargo, este tipo de sistemas son los que están más desarrollados tecnológicamente ya que son centrales que ocupan un espacio más pequeño y presentan más ventajas frente a los discos parabólicos.

Tanto en sistemas de alta o baja concentración, la energía calorífica solar se transforma generalmente en energía eléctrica, aunque existe la posibilidad de almacenar calor.

### **2.3.3 APLICACIONES**

Algunos usos:

- Calentamiento de agua para piscinas
- Calefacción
- Secado
- Calentamiento en aplicaciones industriales
- Desaladoras
- Sistemas de refrigeración
- Arquitectura bioclimática
- Conversión termodinámica: centrales solares

### **2.3.4 VENTAJAS**

- Los sistemas solares pueden suponer ahorros en el coste de preparación del agua caliente de aproximadamente entre un 70 y un 80% respecto a los sistemas convencionales.
- Los equipos para aprovechamiento térmico de la energía solar constituyen un desarrollo tecnológico fiable y rentable para la producción de agua caliente sanitaria



en las viviendas. La inversión en paneles solares, además, pueden amortizarse con el ahorro que se obtiene.

- Las placas solares pueden ser un complemento interesante de apoyo a la calefacción, sobre todo en sistemas que utilicen agua a temperatura inferior a 60°C, tal y como sucede con los sistemas por suelo radiante o en los de "fan-coil".
- En la mayoría de los casos, tanto en viviendas unifamiliares, como en edificios, las instalaciones de energía solar térmica proporcionan entre un 50 y un 70% del agua caliente demandada, por lo que siempre necesitan un apoyo de sistemas convencionales de producción de agua caliente (caldera de gas, caldera de gasóleo, etc.).

## **DESVENTAJAS**

- Su discontinuidad en el tiempo
- Sólo aprovechan la radiación directa, por lo que necesitan que no haya nubes.

Para solventar estos problemas se disponen de 2 sistemas de almacenamiento térmico:

- Sistemas de almacenamiento en medio único: son aquellos en los que el medio utilizado para almacenar energía térmica es el mismo fluido que circula por los colectores solares. Los más comunes utilizan aceite sintético como fluido de trabajo y como medio de almacenamiento. Este sistema presenta una eficiencia superior al 90%.
- Sistemas de almacenamiento en medio dual: son aquellos en los que el almacenamiento de calor se efectúa en un medio diferente al fluido de trabajo que se calienta en los colectores solares. Los medios de almacenamiento más comunes son las placas de hierro, materiales cerámicos o el hormigón. La eficiencia de estos sistemas ronda el 70%.

## **2.4 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTÁTICA**

Alemania es en la actualidad el segundo productor mundial de energía solar fotovoltaica tras Japón, con cerca de 5 millones de metros cuadrados de colectores de sol, aunque sólo representa el 0,03% de su producción energética total. La venta de paneles fotovoltaicos ha crecido en el mundo al ritmo anual del 20% en la década de los noventa. En la UE el crecimiento medio anual es del 30%, y Alemania tiene el 80% de la potencia instalada.

El crecimiento actual de las instalaciones solares fotovoltaicas está limitado en 2006 por la falta de materia prima en el mercado (silicio de calidad solar) al estar copadas las fuentes actuales.

Diversos planes se han establecido para nuevas factorías de este material en todo el mundo, incluyendo en mayo de 2006 la posibilidad de que se instale una en España con la colaboración de los principales actores del mercado. La inyección en red de la Energía solar

fotovoltaica, está probada por el Gobierno Español con el 575 % del valor del kilowatt/hora normal. Lo que corresponde con unos 0,44 céntimos por cada kwh que se inyecte en red.

Actualmente, el acceso a la red eléctrica en España requiere una serie de permisos de la administración y la autorización de la compañía eléctrica distribuidora de la zona. Esta tiene la obligación de dar punto de enganche o conexión a la red eléctrica, pero en la práctica el papeleo y la reticencia de las eléctricas están frenando el impulso de las energías renovables.

Las eléctricas buscan motivos técnicos como la saturación de la red para controlar sus intereses en otras fuentes energéticas y con la intención de bloquear la iniciativa de los pequeños productores de energía solar fotovoltaica.

Esta situación provoca una grave contradicción entre los objetivos de la Unión Europea para impulsar las energías limpias y la realidad de una escasa liberalización en España del sector energético que impide el despegue y la libre competitividad de las energías renovables.

#### **2.4.1 CENTRALES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La mayor central de energía solar del mundo hasta el año 2004 se encontraba en la ciudad de Espenhain, cerca de Leipzig. Con 33.500 paneles solares modulares monocristalinos y una capacidad de producción de 5 megavatios, la central es suficiente para abastecer a 1.800 hogares.

La inversión ascendió a 20 millones de euros, según Shell Solar y Geosol, las firmas constructoras. Actualmente la empresa alemana SAG Solarstrom, que opera en España con el nombre TAU Solar, ha construido la mayor huerta solar del mundo en Erlasee (Alemania).

Esta sustituye a la central de Espenhain. La nueva central de Erlasee cuenta en su totalidad con una capacidad de producción de 12 megavatios.



Central Solar SAG Solarstrom

El mayor fabricante europeo de productos fotovoltaicos es la compañía alemana *RWE SCHOTT Solar* con sede en Alzenau (Baviera). Esta compañía posee la planta de producción fotovoltaica más moderna y completamente integrada del mundo. En 2003 la compañía generó ventas netas de 123 millones de euros y tiene más de 800 empleados.

Además Friburgo de Brisgovia es la sede de ISES (Sociedad Internacional de Energía Solar).

## 2.4.2 COSTOS

Se indican los costos en céntimos de euro por kWh de energía solar fotovoltaica producida. La base de los cálculos incluye 4% por costo del capital, 1% por costo de operación y un período de depreciación de 20 años, aunque un equipo fotovoltaico normalmente está técnicamente operativo durante 30 años.

	2400 kWh	2200 kWh	2000 kWh	1800 kWh	1600 kWh	1400 kWh	1200 kWh	1000 kWh	800 kWh
200 €/kW <sub>p</sub>	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7	2,0	2,5
600 €/kW <sub>p</sub>	2,5	2,7	3,0	3,3	3,8	4,3	5,0	6,0	7,5
1000 €/kW <sub>p</sub>	4,2	4,5	5,0	5,6	6,3	7,1	8,3	10,0	12,5
1400 €/kW <sub>p</sub>	5,8	6,4	7,0	7,8	8,8	10,0	11,7	14,0	17,5
1800 €/kW <sub>p</sub>	7,5	8,2	9,0	10,0	11,3	12,9	15,0	18,0	22,5
2200 €/kW <sub>p</sub>	9,2	10,0	11,0	12,2	13,8	15,7	18,3	22,0	27,5
2600 €/kW <sub>p</sub>	10,8	11,8	13,0	14,4	16,3	18,6	21,7	26,0	32,5
3000 €/kW <sub>p</sub>	12,5	13,6	15,0	16,7	18,8	21,4	25,0	30,0	37,5
3400 €/kW <sub>p</sub>	14,2	15,5	17,0	18,9	21,3	24,3	28,3	34,0	42,5
3800 €/kW <sub>p</sub>	15,8	17,3	19,0	21,1	23,8	27,1	31,7	38,0	47,5
4200 €/kW <sub>p</sub>	17,5	19,1	21,0	23,3	26,3	30,0	35,0	42,0	52,5
4600 €/kW <sub>p</sub>	19,2	20,9	23,0	25,6	28,8	32,9	38,3	46,0	57,5
5000 €/kW <sub>p</sub>	20,8	22,7	25,0	27,8	31,3	35,7	41,7	50,0	62,5

El sistema de aprovechamiento de la energía del Sol para producir energía eléctrica se denomina conversión fotovoltaica.

Las células solares están fabricadas de unos materiales con unas propiedades específicas, denominados semiconductores.

Para entender el funcionamiento de una célula solar, debemos de entender las propiedades de estos semiconductores.

### **2.4.3 APLICACIONES DOMÉSTICAS**

Sin duda alguna, el hecho de que sea una energía de fácil instalación, de ocupación mínima, de que no sea antiestética se ha confirmado en la instalación de los llamados "tejados solares". En éstos, se ahorra la batería como elemento almacenador de energía y se ahorran ciertos materiales de construcción substituídos total o parcialmente por los tejados fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos instalados en techos, fachadas, etc, cubren las necesidades eléctricas de la vivienda o edificio, y el exceso lo inyecta en la red mediante un sistema de inversores, conmutadores y contadores. El sistema permite que en el caso que no fuera esta generación suficiente para cubrir las necesidades (o bien no existiera generación solar fotovoltaica en un momento por ser hora nocturna o sin insolación), la alimentación se haga directamente de la red.

La aplicación de la energía solar fotovoltaica en edificios es la principal razón por la que se está ocupando la capacidad de producción de células y módulos fotovoltaicos que ahora mismo existe y se esté propiciando una expansión de las instalaciones de los más importantes productores mundiales.

Actualmente, algunas estimaciones prevén que en España se podría llegar a producir 180000 millones de kWh por año.

#### **2.4.3.1 APLICACIONES INDUSTRIALES**

La principal aplicación de la energía solar fotovoltaica es la llamada "economía del hidrógeno". En efecto, por electrólisis del agua, se obtiene fácilmente hidrógeno. Se podría almacenarlo y transportarlo, permitiendo que la energía producida en los lugares más soleados pueda ser empleada en cualquier otro sitio.

#### **2.4.4 FUTURO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La evolución tecnológica está mejorando progresivamente los rendimientos de las células . Pero también es sorprendente el abaratamiento de los costes de inversión (de 1980 a 1997, el kWh generado a pasado de costar 339 pesetas a 30).

Este tipo de energía se utiliza para abastecer de electricidad a numerosos poblados y fábricas en Senegal, Jordania, Brasil, Filipinas, Indonesia y Chile. La producción mundial asciende a 60 megavatios hora al año. En España son 25000 las viviendas que benefician de este tipo de energía.

Vistas las ventajas incomparables de este tipo de energía, tanto a nivel ecológico, como económico o puramente práctico, se puede pensar que ésta será una de las grandes energías del futuro. Es de esperar, pues, que su parte en la producción mundial aumente en los próximos años.

- Células solares

- Célula solar convencional: lleva una capa de silicio positiva y otra negativa que forman un campo eléctrico. La energía de la luz incidente activa los portadores de carga positiva y también los de carga negativa. La corriente fluye al unir los dos polos desde el exterior y se descarga a través de unos dedos metálicos.

- Célula electroquímica: En ella, la luz estimula los portadores de carga en una película de colorante. El dióxido de titanio facilita que la carga negativa fluya a la capa conductora de una capa de vidrio. El colorante compensa la falta de carga con una solución de yodo y así se crea la corriente.

- Alfombra solar enrollable

Permite cubrir con ella casas enteras. La luz activa ciertas moléculas que se encuentran sobre la superficie plástica, y la corriente se produce cuando los portadores de carga positiva y de carga negativa se separan entre sí.

#### **2.4.5 VENTAJAS**

La energía solar fotovoltaica tiene la particularidad de ser la única fuente de energía renovable que puede instalarse de forma masiva en el centro de zonas urbanas. De hecho,son muchos los paneles fotovoltaicos que se integran en edificios, proporcionando energía eléctrica de manera segura, ecológica y autónoma.

Es interesante notar que cualquier usuario puede obtener su propia energía de forma independiente, con el apoyo para la generación en las horas sin sol de otro sistema complementario (diesel,eólico), o acumulando la energía sobrante en baterías. Podría también intercambiar energía con la red eléctrica.

También son ventajas muy interesantes la limpieza, la seguridad, el silencio, la sencillez, el mínimo mantenimiento...

## **2.5 ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA**

Energía solar termoeléctrica: Para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura (aceite térmico) Central térmica solar.

Constructivamente, es necesario concentrar la radiación solar para que se puedan alcanzar temperaturas elevadas, de 300 ° C hasta 1000 ° C, y obtener así un rendimiento aceptable en el ciclo termodinámico, que no se podría obtener con temperaturas más bajas. La captación y concentración de los rayos solares se hacen por medio de espejos con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido, o con mecanismos más pequeños de geometría parabólica.

El conjunto de la superficie reflectante y su dispositivo de orientación se denomina heliostato. Los fluidos y ciclos termodinámicos escogidos en las configuraciones experimentales que se han ensayado, así como los motores que implican, son variados, y van desde el ciclo Rankine (centrales nucleares, térmicas de carbón) hasta el ciclo Brayton (centrales de gas natural) pasando por muchas otras variedades como el motor de Stirling, siendo las más utilizadas las que combinan la energía termosolar con el gas natural.

### **2.5.1 EVOLUCIÓN**

En los años 1980 se construyeron varias centrales termoeléctricas solares con centrales de torre

### **2.5.2 LAS CENTRALES DE TORRE**

Una central de torre también conocida como sistema de receptor central está compuesta por un sistema concentrador o campo de heliostatos, que capta y concentra la componente directa de la radiación solar sobre un receptor donde se produce la conversión de la energía radiante en energía térmica que suele instalarse en la parte superior de una torre.

El fluido de trabajo puede ser, entre otros, aire, vapor de agua, sodio fundido o sales fundidas, según la tecnología escogida. En las de vapor de agua, este mueve directamente una turbina. En los otros, el fluido transporta el calor a un generador de vapor de agua, con el que se hace funcionar una turbina que mueve al generador eléctrico.

Durante finales de los años 1970 y principios de los años 1980 se construyeron varias centrales eléctricas termo solares en distintos lugares del planeta y con diversas variantes tecnológicas, con objeto de demostrar la viabilidad de la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar mediante la conversión térmica. Entre estas plantas de demostración pueden mencionarse las siguientes:

<u>Centrales Eléctricas Termo Solares y la de Cilindros Parabólicos</u>	<u>Años en los que se construyeron (1980-2007)</u>
Eurelios Vista aé Situada en Adrano, Sicilia .El receptor era de vapor de agua, y la potencia prevista de 1 MW eléctrico con 6.200 m2 de helióstatos. Sólo llegó a producir 750 Kw. Fue la primera central de torre en funcionamiento	(1981)
Situada cerca de Tabernas, en Almería, España. El receptor era de sodio fundido que alcanzaba temperaturas de 520 °C y generaba 0,5 MW eléctricos con 3700 m2 de helióstatos. Tenía 90 helióstatos. El sodio fundido se empleaba para generar vapor de agua que a su vez movía un motor Spilling acoplado a un generador eléctrico.	(1981)
Sunshine, Situada en Nio, Japón. Receptor de vapor de agua. Generaba 1 MW eléctrico con 12.900 m2 de helióstatos. Funcionó durante tres años, demostrando la viabilidad tecnológica del proyecto, pero se consideró económicamente no viable en EEUU.	(1981)
Central solar Thémis: Situada en Targasonne, Francia. Receptor de sales fundidas, y generaba 2,5 MW eléctricos con 11.800 m2 de helióstatos.	(1982)
Situada cerca de Tabernas, en Almería, España. Receptor de vapor de agua (a 520 °C y 10 bar de presión, y generaba 1,2 MW eléctricos con 11.900 m2 de espejo en 300 helióstatos. Disponía de un sistema de almacenamiento térmico de sales fundidas. El vapor alimentaba directamente una turbina, o se enviaba para calentar las sales fundidas. CESA es acrónimo de Central Electro Solar de Almería (CESA-1)	(1983)
SPP5, Situada en Shchelkino, Ukraine, en la costa de la península de Crimen. Receptor de vapor de agua y generaba 5 MW eléctricos con 40.000 m2 de helióstatos  Solar Two Vista aérea	(1985)

Situada en Barstow, California, USA. Utilizó parte de la infraestructura de Solar One (Torre, helióstatos, etc.). Receptor de sales fundidas, generaba 10 MW eléctricos con 71.500 m <sup>2</sup> de helióstatos.	(1996-1999)
El año 2002, ninguna de estas centrales seguía en funcionamiento:	
En el desierto del Mojave, California, hay 9 centrales SEGS (Solar Electric Generating Station), que forman la mayor instalación solar del planeta. Las hay entre 14 MW y 80 MW, y su capacidad total es de 354 MWe	
SEGS I y II se encuentran en Dagget.	(2002)
SEGS III a VII están en Kramer Junction.	(2002)
SEGS VIII y IX están en Harper Lake	(2002)
La central PS10, construida por Abengoa en colaboración con el CIEMAT en Sanlúcar la Mayor (Sevilla), está conectada a la red eléctrica y produciendo.	28 de febrero de 2007
El receptor es de vapor saturado, la potencia es de 11 MW (624 helióstatos y torre de 114 metros de altura) y se espera una producción anual de 24,2 GWh. En la plataforma solar de Sanlúcar la Mayor (Sevilla), cerca de las centrales de torre y campo de helióstatos PS10 y PS20, están en construcción las centrales de colectores cilindro parabólicos Solnova 1 y Solnova 3 de 50 MWe cada una. En Boulder City, cerca de Las Vegas, Nevada, está prevista una de 64 MW.	(obras iniciadas en 2007)



### **2.5.3 LAS TORRES SOLARES**

Una torre solar consiste en una chimenea muy alta y una gran superficie acristalada en su base. El Sol calienta el aire de la superficie acristalada, y este aire sale a gran velocidad por la chimenea. En el interior de la misma están situados una serie de generadores eléctricos similares a los de los aerogeneradores, que producen electricidad limpia y sin consumo de agua.

La superficie acristalada puede usarse parcialmente como invernadero. La instalación de acumuladores de calor en la misma permite la generación nocturna de electricidad.

En los años 80 una de estas torres solares funcionó de forma intermitente durante siete años en Manzanares, Ciudad Real. Llegó a producir 50kW. La superficie acristalada tenía un diámetro de 240 m y una superficie de 46,000 m<sup>2</sup>. La chimenea o torre tenía 10 m de diámetro y 195 m de alto.

Hoy se está estudiando la instalación de una central similar en Fuente del Fresno, en Ciudad Real, con chimenea de 750 m y superficie colectora de 350 Ha de las que 250 son utilizables como invernadero, y que generaría 40 MW.

En Australia se está estudiando también la instalación de una de estas torres de 1.000 m de altura, campo colector de 5 Km. de diámetro y que generaría 200 MW.

### **2.6 COMBUSTIBLE FÓSIL**

Los combustibles fósiles o combustibles minerales son mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objetivo de producir energía por combustión. Se consideran combustibles fósiles al carbón, procedente de bosques del periodo carbonífero, y al petróleo y el gas natural procedente de otros organismos.

Llamarlos combustibles fósiles es un nombre inapropiado para referirse a ellos, ya que la fosilización es el resultado del reemplazo por minerales de las moléculas de vegetales, animales o microbios enterrados, sobre largos períodos de tiempo.

La materia viva contiene los mismos componentes básicos de los combustibles fósiles, lo que contribuiría a explicar el origen orgánico de esta fuente energética. Aunque el sitio no sabe que su origen no se conoce con precisión, algunos estudios señalan que se formaron a partir de millones de minúsculos organismos llamados plancton que quedaron atrapados en estratos de rocas sedimentarias y que al ser sometidos a altas presiones y altas temperaturas durante miles de años se transformaron en hidrocarburos.

El combustible fósil puede utilizarse directamente, quemándose para producir calor y movimiento, en hornos, estufas, calderas y motores. También se puede usar para obtener electricidad en las centrales térmicas, en las que con el calor generado al quemar estos

combustibles se obtiene vapor de agua, el que conducido a presión, es capaz de poner en funcionamiento un generador eléctrico.

La utilización de combustibles fósiles es responsable del aumento de emisión a la atmósfera de dióxido de carbono, gas que contribuye al aumento del efecto invernadero y al calentamiento global, según informes emitidos por numerosos científicos pertenecientes a esta área del conocimiento. Otra parte de la opinión científica opina que el dióxido de carbono no contribuye al aumento del efecto invernadero y el calentamiento global.

El petróleo es un líquido oleoso compuesto de carbono e hidrógeno en distintas proporciones. Se encuentra en profundidades que varían entre los 500 y los 4.000 metros. Este recurso ha sido usado por el ser humano desde la Antigüedad: los egipcios usaban petróleo en la conservación de las momias, y los romanos, de combustible para el alumbrado. Actualmente, las refinerías y las industrias petroquímicas extraen del petróleo diferentes productos para distintas aplicaciones: gas licuado, gasolina, diesel, aceites lubricantes, además de numerosos subproductos que sirven para fabricar pinturas, detergentes, plásticos, cosméticos, fertilizantes y otros muchísimos artículos.

El carbón que corresponde al combustible fósil es aquel que conocemos como carbón mineral. Se extrae desde minas bajo tierra, y no necesita ser refinado para utilizarse. En nuestro país, se estima que en los próximos años el consumo de carbón disminuirá, debido a la introducción del gas natural.

El gas natural está compuesto principalmente por metano, un compuesto químico hecho de átomos de carbono e hidrógeno. Se encuentra bajo tierra, habitualmente en compañía de petróleo. Se extrae mediante tuberías, y se almacena directamente en grandes tanques. Luego se distribuye a los usuarios a través de gasoductos. Como es inodoro e incoloro, al extraerlo se mezcla con una sustancia que le da un fuerte y desagradable olor. De este modo, las personas pueden darse cuenta de que existe una filtración o escape de gas. En Chile, sólo existen yacimientos de gas en Magallanes. Su producción se utiliza en la misma zona. En el futuro, los proyectos de interconexión con Argentina nos permitirán importar gran cantidad de gas natural desde el vecino país. En los próximos años, el gas natural podría llegar a cubrir hasta el 28% de las necesidades energéticas del país. Se estima que la mayor demanda provendrá de las plantas termoeléctricas.

### **2.6.1 VENTAJAS**

- Son muy fáciles de utilizar.
- Su gran disponibilidad.

### **DESVENTAJAS**

- Su uso produce la emisión de gases que contaminan la atmósfera y resultan tóxicos para la vida.
- Se puede producir un agotamiento de las reservas a corto o medio plazo

- Al ser utilizados contaminan más que otros productos que podrían haberse utilizado en su sustitución.

Hoy en día la humanidad reconoce que la naturaleza no es un bien inalterable, sino frágil, por lo que su conservación constituye una tarea fundamental e inaplazable. Los contaminantes afectan al aire, las aguas, el suelo, la vida animal y vegetal. Por lo que se refiere a la contaminación del aire, la causa principal de esta es la combustión de combustibles fósiles.

Investigaciones realizadas en Europa que el 60% de la contaminación causada por el hombre se debe a la combustión de carburantes fósiles, y sobre todo a agentes contaminantes como el dióxido de carbono, otros hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno.

No obstante, un estricto programa de mantenimiento del motor puede lograr disminución de las emisiones contaminantes hasta en un 40%, pero aun así esta reducción no es suficiente en las grandes ciudades, caracterizadas por la presencia de enormes parques automovilísticos. Por eso surgió la idea del diseño de vehículos con controles caracterizados por dispositivos de catalización, cuya función es la transformación de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno en dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno. Sin embargo el dispositivo no puede operar en presencia de plomo por lo que surgió la necesidad de la creación de una nueva gasolina sin plomo.

Los contaminantes anteriormente mencionados son causantes de varios problemas que aumentan la vulnerabilidad de las personas y las hace más propensas al contagio de enfermedades respiratorias, cardiovasculares e incluso al desarrollo de cáncer. Asimismo, generan serios problemas ambientales, tal es el caso del dióxido de carbono, responsable del efecto invernadero, por el cual la temperatura en el globo terráqueo tiende a aumentar y a desestabilizarse, lo que puede causar el crecimiento del nivel del mar, la inmersión de islas y costas, y otras catástrofes climáticas. En tanto, los óxidos de nitrógeno en unión con el dióxido de azufre, provocan la lluvia ácida que daña bosques, sistemas acuáticos, agricultura y obras civiles.

El uso de las gasolinas sin plomo puede bajar el nivel de emisiones tóxicas en alto grado, en combinación con el óptimo funcionamiento de los motores. Esto ha dado pie a programas de ayuda para la renovación del parque automovilístico por parte de gobiernos, como “el plan prever”.

Los avances tecnológicos han hecho posible la reducción de emisiones, sobre todo además del desarrollo de catalizadores, con un amplio estudio de la relación aire-combustión, de sistemas de encendido, precalentamiento de combustible y aire (intercooler), etc

Todos estos problemas surgen por la masiva utilización de combustibles fósiles, lo que ha llevado a reducir en alto grado las reservas existentes. Tanto que incluso se estima la duración de estos en unos 30-50 años de seguir con el actual ritmo de consumo.

Por todo ello, se ha comenzado a trabajar en la creación de nuevos combustibles, como etanol, metanol o hidrógeno, e incluso en nuevos sistemas de generación de energía a partir

de la energía química y no de su combustión. (Sin olvidar las fuentes de energía renovables).

## **2.7 ENERGÍA GEOTÉRMICA**

Nuestro planeta guarda una enorme cantidad de energía en su interior. Un volcán o un geiser es una buena muestra de ello. Son varias las teorías que tratan de explicar las elevadas temperaturas del interior de la Tierra.

Unas sostienen que se debe a las enormes presiones existentes bajo la corteza terrestre; otras suponen que tienen origen en determinados procesos radiactivos internos; por último, hay una teoría que lo atribuye a la materia incandescente que formó nuestro planeta.

Diversos estudios científicos realizados en distintos puntos de la superficie terrestre han demostrado que, por término medio, la temperatura interior de la Tierra aumenta 3 °C cada 100 m de profundidad.

Este aumento de temperatura por unidad de profundidad es denominado gradiente geotérmico se supone que variará cuando alcancen grandes profundidades, ya que en el centro de la Tierra se superarían los 20.000 °C, cuando en realidad se ha calculado que es, aproximadamente, de 6.000 °C.

La forma más generalizada de explotarla, a excepción de fuentes y baños termales, consiste en perforar dos pozos, uno de extracción y otro de inyección.

En el caso de que la zona esté atravesada por un acuífero se extrae el agua caliente o el vapor, este se utiliza en redes de calefacción y se vuelve a inyectar, en el otro caso se utiliza en turbinas de generación de electricidad.

En el caso de no disponer de un acuífero, se suele proceder a la fragmentación de las rocas calientes y a la inyección de algún fluido.

Es difícil el aprovechamiento de esta energía térmica, ocasionado por el bajo flujo de calor, debido a la baja conductividad de los materiales que la constituyen; pero existen puntos en el planeta que se producen anomalías geotérmicas, dando lugar a gradientes de temperatura de entre 100 y 200 °C por kilómetro, siendo estos puntos aptos para el aprovechamiento de esta energía, tipos:

- Hidrotérmicos, tienen en su interior de forma natural el fluido calo portador, generalmente agua en estado líquido o en vapor, dependiendo de la presión y temperatura. Suelen encontrarse en profundidades comprendidas entre 1 y 10 Km.
- Geopresurizados, son similares a los hidrotérmicos pero a una mayor profundidad, encontrándose el fluido calo portador a una mayor presión, unos 1000 bares y entre

100 y 200 °C, con un alto grado de salinidad, generalmente acompañados de bolsas de gas y minerales disueltos.

- De roca caliente, son formaciones rocosas impermeables y una temperatura entre 100 y 300 °C, próximas a bolsas magmáticas.

La energía geotérmica representa el 4% aproximadamente del total de la producción eléctrica en México. En la región norte de Baja California, en donde se encuentra Cerro Prieto, el porcentaje es de un 70%.

La energía geotérmica es un recurso doméstico, de bajo costo, confiabilidad y ventajas ambientales que superan a las formas de producción de energía convencionales. La energía geotérmica contribuye tanto a la generación de energía, produciendo electricidad como con usos directamente de calor, tanto como para reducir la demanda de energía, como con ahorros en electricidad y gas natural a través del uso de bombas geotérmicas tanto para calentar como para enfriar edificios. Solo una pequeña fracción de nuestros recursos geotérmicos son explotados hoy en día, muchos más podrían ser activados en el corto plazo con los incentivos apropiados. El uso de la energía hidrotérmica es económico y hay en varios sitios de alto grado.

La piedra seca y caliente, el magma y la energía geotérmica presurizada en la tierra tienen un inmenso potencial.



**Geiser en erupción.**

### **2.7.1 APLICACIONES DE LA ENERGIA GEOTERMICA**

La energía se utiliza para necesidades domésticas, urbanas o agrícolas. La frontera entre energía geotérmica de alta temperatura y la energía geotérmica de baja temperatura es un poco arbitraria; es la temperatura por debajo de la cual no es posible ya producir electricidad con un rendimiento aceptable 120 a 180°C.

Los usos directos de las aguas geotérmicas van en un rango de 10 a 130°C y son utilizadas directamente de la tierra:

- Para uso sanitario.
- Balnearios.
- Para cultivos en invernaderos durante el periodo de nevadas.
- Para reducir el tiempo de crecimiento de pescados, crustáceos, etc.
- Para varios usos industriales como la pasteurización de la leche.
- Para la implantación de calefacción en distritos enteros y viviendas individuales.

Los sistemas de calefacción de distritos geotérmicos bombean agua geotérmica hacia un intercambiador de calor, donde éste transfiere su calor a agua de ciudad limpia que es conducida por tuberías a los edificios del distrito. Luego, un segundo intercambiador de calor transfiere el calor al sistema de calefacción del edificio.

El agua geotérmica es inyectada de nuevo al pozo de reserva para ser recalentada y utilizada de nuevo. El primer sistema moderno de distrito fue desarrollado en Boise Idaho. En el oeste de Estados Unidos, hay 271 comunidades con recursos geotérmicos disponibles para este uso. Modernos sistemas de calefacción de distritos también sirven a los hogares en Rusia, China, Francia, Suecia, Hungría, Rumanía y Japón.

El sistema de calefacción de distrito más grande del mundo está en Reykjavick, Islandia. Desde que comenzaron a utilizar la energía geotérmica como primer recursos de calor en Reykjavik, de por sí ya muy contaminada, ha empezado a ser una de las ciudades más limpias del mundo.

### **2.7.2 VENTAJAS**

- Su coste es bajo y no implica riesgos.
- Es una fuente que evitaría a muchos países la dependencia energética del exterior.
- Los residuos que produce son mínimos y ocasionan menor impacto ambiental que los originados por el petróleo, carbón...

### **DESVENTAJAS**

- Emisión de ácido sulfhídrico y de CO<sub>2</sub>.
- Posible contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico, amoníaco...
- Contaminación térmica.
- Deterioro del paisaje.

- No se puede transportar

Solo una pequeña fracción de nuestros recursos geotérmicos está siendo explotada hoy en día, podrían ser aprovechados muchos más, si mejorase la tecnología disponible y si gobiernos e iniciativa privada promoviesen su desarrollo. La energía hidrotérmica es barata y técnicamente fácil de conseguir. La piedra seca y caliente, el magma y la energía geotérmica presurizada en la Tierra tienen un inmenso potencial que continúa sin explotar.

## **2.8 ENERGÍA EÓLICA**

La fuente de energía eólica es el viento, o mejor dicho, la energía mecánica que, en forma de energía cinética transporta el aire en movimiento. El viento es originado por el desigual calentamiento de la superficie de nuestro planeta, originando movimientos convectivos de la masa atmosférica.

La Tierra recibe una gran cantidad de energía procedente del Sol. Esta energía, en lugares favorables, puede ser del orden de 2.000 Kwh/m<sup>2</sup> anuales. El 2 % de ella se transforma en energía eólica con un valor capaz de dar una potencia de 10X10<sup>11</sup> Gigavatios.

En la antigüedad no se conocían estos datos, pero lo que sí es cierto, es que intuitivamente conocían el gran potencial de esta energía.

Las formas de mayor utilización son las de producir energía eléctrica y mecánica, bien sea para autoabastecimiento de electricidad o bombeo de agua. Siendo un aerogenerador los que accionan un generador eléctrico y un aeromotor los que accionan dispositivos, para realizar un trabajo mecánico.

### **2.8.1 MOLINOS**

Un molino es una máquina que transforma el viento en energía aprovechable. Esta energía proviene de la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinaria para moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga, como una bomba, recibe el nombre

### **2.8.2 AEROGENERADORES**

Los molinos de viento se han usado desde hace muchos siglos para moler el grano, bombear agua u otras tareas que requieren energía. En la actualidad, sofisticados molinos de viento se usan para generar electricidad, especialmente en áreas expuestas a vientos frecuentes, como zonas costeras, alturas montañosas o islas.

El impacto ambiental de este sistema de obtención de energía es bajo. Es sobre todo estético, porque deforman el paisaje, aunque también hay que considerar la muerte de aves por choque con las aspas de los molinos.

de molino de viento. Si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento.

### **2.8.2.1 PARTES DE UN AEROGENERADOR**

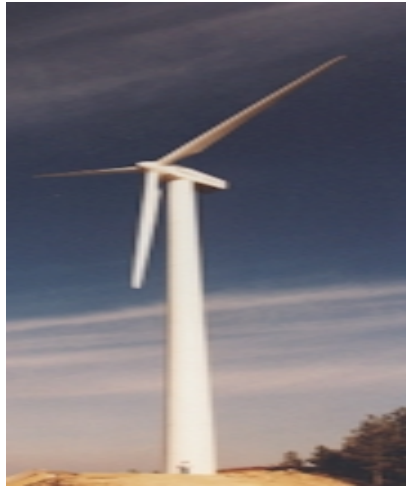
- Cimientos, generalmente constituidos por hormigón en tierra, sobre el cual se atornilla la torre del aerogenerador.
- Torre, fijada al suelo por los cimientos, proporciona la altura suficiente para evitar turbulencias y superar obstáculos cercanos; la torre y los cimientos son los encargados de transmitir las cargas al suelo.
- Chasis, es el soporte donde se encuentra el generador, sistema de frenado, sistema de orientación, equipos auxiliares (hidráulico), caja de cambio, etc. Protege a estos equipos del ambiente y sirve, a su vez, de aislante acústico.
- El buje, pieza metálica de fundición que conecta las palas al eje de transmisión.
- Las palas, cuya misión es la de absorber energía del viento; el rendimiento del aerogenerador depende de la geometría de las palas, interviniendo varios factores:
  - Longitud
  - Perfil
  - Calaje
  - Anchura

### **2.8.2.2 SISTEMAS DE UN AEROGENERADOR**

- Orientación, mantiene el rotor cara al viento, minimizando los cambios de dirección del rotor con los cambios de dirección de viento; Estos cambios de dirección provocan pérdidas de rendimiento y genera grandes esfuerzos con los cambios de velocidad.
- Regulación, controla la velocidad del rotor y el par motor en el eje del rotor, evitando fluctuaciones producidas por la velocidad del viento.
- Transmisión, utilizados para aumentar la velocidad de giro del rotor, para poder accionar un generador de corriente eléctrica, es un multiplicador, colocado entre el rotor y el generador.



- Generador, para la producción de corriente continua (DC) dinamo y para la producción de corriente alterna (AC) alternador, este puede ser síncrono o asíncrono.



Tipos de Aerogeneradores

### 2.8.3 COSTO DE LA ENERGÍA EÓLICA

El costo de la unidad de energía producida en instalaciones eólicas se deduce de un cálculo bastante complejo. Para su evaluación se deben tener en cuenta diversos factores entre los cuales:

El coste inicial o inversión inicial, el costo del aerogenerador incide en aproximadamente el 60 a 70%. El costo medio de una central eólica es de 1.000 Euros por kW de potencia instalada, variable desde 1250 €/kW para máquinas con una unos 147 kW de potencia, hasta 880 €/kW para máquinas de 600 kW;

Debe considerarse la vida útil de la instalación (aproximadamente 20 años) y la amortización de este costo;

Los costos financieros; Los costos de operación y mantenimiento (variables entre el 1 y el 3% de la inversión);

La energía global producida en un período de un año. Esta es función de las características del aerogenerador y de las características del viento en el lugar donde se ha instalado.

Producción por países

## Capacidad total de energía eólica instalada

Existe una gran cantidad de aerogeneradores operando, con una capacidad total de 73.904 MW, de los que Europa cuenta con el 65% (2006). El 90% de los parques eólicos se encuentran en Estados Unidos y Europa, pero el porcentaje de los cinco países punteros en nuevas instalaciones cayó del 71% en 2004 al 55% en 2005. Para 2010, la Asociación Mundial de Energía Eólica (*World Wind Energy Association*) espera que hayan instalados 160.000 MW,<sup>2</sup> lo que implicaría un crecimiento anual más del 15%.

En 2006, la instalación de 7,588 MW en Europa supuso un incremento del 23% respecto a la de 2005.

Alemania, España, Estados Unidos, India y Dinamarca han realizado las mayores inversiones en generación de energía eólica. Dinamarca es, en terminos relativos, la más destacada en cuanto a fabricación y utilización de turbinas eólicas, con el compromiso realizado en los años 1970 de llegar a obtener la mitad de la producción de energía del país mediante el viento. Actualmente genera más del 20% de su electricidad mediante aerogeneradores, mayor porcentaje que cualquier otro país, y es el quinto en producción total de energía eólica, a pesar de ser el país número 56 en cuanto a consumo eléctrico

El desarrollo de energía eólica en Latinoamérica está en sus comienzos, llegando la capacidad instalada en varios países a un total de alrededor de 473 MW: Brasil: 256 MW  
México: 88 MW

### 2.8.4 EL FUTURO DE LA ENERGÍA EÓLICA

Las cifras expuestas antes prevén un futuro prometedor para la eólica, principalmente porque el consumo ha sido creciente y se mantendrá así durante los próximos años. La energía eólica es una fuente poco contaminante y agresiva con el medio ambiente, el crecimiento anual ronda el 30%, la potencia media de los aerogeneradores es cada vez mayor y disminuye el precio de cada MW instalado.

En España el gobierno ha elevado las cifras de la potencia de todas las fuentes de cara al año 2011 y afirma que en ese año serán 13.000 MW y el origen del 9% de la energía eléctrica consumida. Más allá de ese año la Asociación Europea de la Energía Eólica le calcula una potencia instalada en el año 2020 y que generarán el 20% de la electricidad necesaria. Este mismo informe afirma que el tamaño medio de los aerogeneradores es de 1 MW, en 2007 será 1.3 MW y en 2012 serán 1.5 MW.

En el desarrollo de la eólica influirá decisivamente una modalidad no referida hasta ahora, la eólica marina. En este momento las ubicaciones con más viento en España están ya ocupadas o autorizados otros nuevos mientras que el mar es una alternativa que puede dar muchas opciones en los próximos años ya que el potencial eólico marino en la Península Ibérica es de unos 25.000 MW (Informe de Emilio Menéndez para Greenpeace). Su principal ventaja es que en el mar la velocidad del viento es mayor por existir

apantallamiento por la tierra; el precio de una instalación eólica en el mar y del mantenimiento son superiores que en tierra pero los parques offshore tienen una vida útil más larga y la producción de electricidad es un 20% mayor que en tierra, así la rentabilidad en el mar es superior que en tierra.

En España no hay ningún parque eólico marino en funcionamiento pero sí hay varios funcionando en otros países del Norte de Europa como Dinamarca, Suecia o Gran Bretaña.

## **2.9 ENERGÍA DEL MAR**

Los mares y los océanos son inmensos colectores solares, de los cuales se puede extraer energía de orígenes diversos.

- La radiación solar incidente sobre los océanos, en determinadas condiciones atmosféricas, da lugar a los gradientes térmicos oceánicos (diferencia de temperaturas) a bajas latitudes y profundidades menores de 1000 metros.
- La iteración de los vientos y las aguas son responsables del oleaje y de las corrientes marinas.
- La influencia gravitacional de los cuerpos celestes sobre las masas oceánicas provoca mareas.

### **2.9.1 ENERGÍA DE LAS MAREAS**

La energía estimada que se disipa por las mareas es del orden de 22,000 TWh. De esta energía se considera recuperable una cantidad que ronda los 200 TWh.

El obstáculo principal para la explotación de esta fuente es el económico. Los costos de inversión tienden a ser altos con respecto al rendimiento, debido a las bajas y variadas cargas hidráulicas disponibles. Estas bajas cargas exigen la utilización de grandes equipos para manejar las enormes cantidades de agua puestas en movimiento.

Por ello, esta fuente de energía es sólo aprovechable en caso de mareas altas y en lugares en los que el cierre no suponga construcciones demasiado costosas.

La limitación para la construcción de estas centrales, no solamente se centra en el mayor coste de la energía producida, si no, en el impacto ambiental que generan.

La mayor central mareomotriz se encuentra en el estuario del Rance (Francia). En nuestro país hay una central mareomotriz en Península de Valdés (Chubut) .



Central mareomotriz, Rance Francia

### **2.9.2 ENERGÍA TÉRMICA OCEÁNICA**

La explotación de las diferencias de temperatura de los océanos ha sido propuesta multitud de veces, desde que d'Arsonval lo insinuara en el año 1881, pero el más conocido pionero de esta técnica fue el científico francés George Claudi, que invirtió toda su fortuna, obtenida por la invención del tubo de neón, en una central de conversión térmica.

La conversión de energía térmica oceánica es un método de convertir en energía útil la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua que se encuentra a 100 m de profundidad. En las zonas tropicales esta diferencia varía entre 20 y 24 °C. Para el aprovechamiento es suficiente una diferencia de 20°C.

Las ventajas de esta fuente de energía se asocian a que es un salto térmico permanente y benigno desde el punto de vista medioambiental. Puede tener ventajas secundarias, tales como alimentos y agua potable, debido a que el agua fría profunda es rica en sustancias nutritivas y sin agentes patógenos.

Las posibilidades de esta técnica se han potenciado debido a la transferencia de tecnología asociada a las explotaciones petrolíferas fuera de costa. El desarrollo tecnológico de instalación de plataformas profundas, la utilización de materiales compuestos y nuevas técnicas de unión harán posible el diseño de una plataforma, pero el máximo inconveniente es el económico.

Existen dos sistemas para el aprovechamiento de esta fuente de energía:

El primero consiste en utilizar directamente el agua de mar en un circuito abierto, evaporando el agua a baja presión y así mover una turbina. El departamento de energía americano (DOE) está construyendo un prototipo de 165 Kw. en las islas Hawai, con él se pretende alcanzar la experiencia necesaria para construir plantas de 2 a 15 MW.

El segundo consiste en emplear un circuito cerrado y un fluido de baja temperatura de ebullición (amoníaco, freón, propano) que se evaporan en contacto con el agua caliente de la

superficie. Este vapor mueve un turbogenerador, se condensa con agua fría de las profundidades y el fluido queda dispuesto de nuevo para su evaporación.

El rendimiento de este sistema es su bajo rendimiento, sobre un 7%, esto es debido a la baja temperatura del foco caliente y la poca diferencia de temperatura entre el foco frío y caliente. Además es preciso realizar un coste extra de energía, empleado para el bombeo de agua fría de las profundidades para el condensado de los fluidos.

### **2.9.3 ENERGÍA DE LAS OLAS**

Las olas del mar son un derivado terciario de la energía solar. El calentamiento de la superficie terrestre genera viento, y el viento genera las olas. Únicamente el 0.01% del flujo de la energía solar se transforma en energía de las olas. Una de las propiedades características de las olas es su capacidad de desplazarse a grandes distancias sin apenas pérdida de energía. Por ello, la energía generada en cualquier parte del océano acaba en el borde continental.

De este modo la energía de las olas se concentra en las costas, que totalizan 336000 km de longitud. La densidad media de energía es del orden de 8 Kw/m de costa. En comparación, las densidades de la energía solar son del orden de 300 W/m<sup>2</sup>. Por tanto, la densidad de energía de las olas es, en un orden de magnitud, mayor que la que los procesos que la generan. Las distribuciones geográficas y temporales de los recursos energéticos de las olas están controladas por los sistemas de viento que las generan (tormentas, alisios, monzones).

La densidad de energía disponible varía desde las más altas del mundo, entre 50-60 Kw/m en Nueva Zelanda, hasta el valor medio de 8 Kw/m.

Los diseños actuales de mayor potencia se hallan a 1 Mwe de media, aunque en estado de desarrollo.

La tecnología de conversión de movimiento oscilatorio de las olas en energía eléctrica se fundamenta en que la ola incidente crea un movimiento relativo entre un absorbedor y un punto de reacción que impulsa un fluido a través del generador.

La potencia instalada en operación en el mundo apenas llega al Mwe. La mayor parte de las instalaciones lo son de tierra. Los costes fuera de la costa son considerablemente mayores

En el momento actual, la potencia instalada de los diseños más modernos varía entre 1 y 2 MW. Pero todos los diseños deben considerarse experimentales.

De los sistemas propuestos, para aprovechar la energía de las olas, se puede hacer una clasificación, los que se fijan a la plataforma continental y los flotantes, que se instalan en el mar.

Uno de los primeros fue el convertidor noruego Kvaerner, cuyo primer prototipo se construyó en Bergen en 1985. Consistente en un tubo hueco de hormigón, de diez metros de largo, dispuesto verticalmente en el hueco de un acantilado.

Las olas penetran por la parte inferior del cilindro y desplazan hacia arriba la columna de aire, lo que impulsa una turbina instalada en el extremo superior del tubo. Esta central tiene una potencia de 500 Kw. y abastece a una aldea de cincuenta casas.

El pato de Salter, que consiste en un flotador alargado cuya sección tiene forma de pato. La parte más estrecha del flotador se enfrenta a la ola con el fin de absorber su movimiento lo mejor posible.

Los flotadores giran bajo la acción de las olas alrededor de un eje cuyo movimiento de rotación acciona una bomba de aceite que se encarga de mover una turbina.

La dificultad que presenta este sistema es la generación de electricidad con los lentos movimientos que se producen.

Balsa de Cockerell, que consta de un conjunto de plataformas articuladas que reciben el impacto de las crestas de las olas. Las balsas ascienden y descienden impulsando un fluido hasta un motor que mueve un generador por medio de un sistema hidráulico instalado en cada articulación.

Rectificador de Russell, formado por módulos que se instalan en el fondo del mar, paralelos al avance de las olas. Cada módulo consta de dos cajas rectangulares, una encima de la otra. El agua pasa de la superior a la inferior a través de una turbina.

Boya de Nasuda, consistente en un dispositivo flotante donde el movimiento de las olas se aprovecha para aspirar e impulsar aire a través de una turbina de baja presión que mueve un generador de electricidad.

## **2.10 BIOMASA**

La más amplia definición de BIOMASA sería considerar como tal a toda la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Clasificándolo de la siguiente forma:

Biomasa natural, es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.

Biomasa residual, que es la que genera cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras y aguas residuales.

Biomasa producida, que es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible, en vez de producir alimentos, como la caña de azúcar en Brasil, orientada a la producción de etanol para carburante.

Desde el punto de vista energético, la biomasa se puede aprovechar de dos maneras; quemándola para producir calor o transformándola en combustible para su mejor transporte y almacenamiento la naturaleza de la biomasa es muy variada, ya que depende de la propia fuente, pudiendo ser animal o vegetal, pero generalmente se puede decir que se compone de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Siendo la biomasa vegetal la que se compone mayoritariamente de hidratos de carbono y la animal de lípidos y proteínas.

La utilización con fines energéticos de la biomasa requiere de su adecuación para utilizarla en los sistemas convencionales. Estos procesos pueden ser:

Físicos, son procesos que actúan físicamente sobre la biomasa y están asociados a las fases primarias de transformación, dentro de lo que puede denominarse fase de acondicionamiento, como, triturado, astillado, compactado e incluso secado.

Químicos, son los procesos relacionados con la digestión química, generalmente mediante hidrólisis pirolisis y gasificación.

Biológicos, son los llevados a cabo por la acción directa de microorganismos o de sus enzimas, generalmente llamado fermentación. Son procesos relacionados con la producción de ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas y polímeros.

Termoquímicos, están basados en la transformación química de la biomasa, al someterla a altas temperaturas (300 °C – 1500 °C). Cuando se calienta la biomasa se produce un proceso de secado y evaporación de sus componentes volátiles, seguido de reacciones de craqueo o descomposición de sus moléculas, seguidas por reacciones en la que los productos resultantes de la primera fase reaccionan entre sí y con los componentes de la atmósfera en la que tenga lugar la reacción, de esta forma se consiguen los productos finales.

Según el control de las condiciones del proceso se consiguen productos finales diferentes, lo que da lugar a los tres procesos principales de la conversión termoquímica de la biomasa:

- **Combustión:** Se produce en una atmósfera oxidante, de aire u oxígeno, obteniendo cuando es completa, dióxido de carbono, agua y sales minerales (cenizas), obteniendo calor en forma de gases calientes.
- **Gasificación:** Es una combustión incompleta de la biomasa a una temperatura de entre 600 °C a 1500 °C en una atmósfera pobre de oxígeno, en la que la cantidad disponible de este compuesto está por debajo del punto estequiométrico, es decir, el mínimo necesario para que se produzca la reacción de combustión. En este caso se obtiene principalmente un gas combustible formado por monóxido y dióxido de carbono, hidrógeno y metano.
- **Pirolisis:** Es el proceso en la descomposición térmica de la biomasa en ausencia total de oxígeno.

En procesos lentos y temperaturas de 300 °C a 500 °C el producto obtenido es carbón vegetal, mientras que en procesos rápidos (segundos) y temperaturas entre 800 °C a 1200 °C se obtienen mezclas de compuestos orgánicos de aspectos aceitosos y de bajo pH, denominados aceites de pirólisis.

Pudiéndose obtener combustibles:

- Sólidos, Leña, astillas, carbón vegetal
- Líquidos, biocarburantes, aceites, aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos orgánicos...
- Gaseosos, biogás, hidrógeno.

Biomasa es la abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico. El término es utilizado con mayor frecuencia en las discusiones relativas a la energía de biomasa, es decir, al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos. La energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo.

Es la masa total de la materia viva de una parte de un organismo, población o ecosistema y tiende a mantenerse más o menos constante. Por lo general, se da en términos de materia seca por unidad de área (por ejemplo Kg./ha o g/m<sup>2</sup>). En la pluviselva del Amazonas puede haber una biomasa de plantas de 1.100 tn/ha de tierra. Es la energía que se obtiene de las plantas. La madera de los árboles se ha utilizado siempre como combustible. La biomasa procede de la energía solar. Las plantas transforman la energía radiante del Sol en energía química a través de la fotosíntesis, la energía que queda almacenada en forma de materia orgánica. La energía química de la biomasa se recupera quemándola directamente o transformándola en combustible.

En términos energéticos, se utiliza como energía renovable, como es el caso de la leña, del biodiésel, del bioalcohol, del biogás y del bloque sólido combustible.

La biomasa podría proporcionar energías sustitutivas, gracias a biocarburantes tanto líquidos como sólidos, como el biodiésel o el bioetanol.

La biomasa se puede producir u obtener a partir de subproductos o residuos. Algunos argumentan que producir biomasa necesitaría muchas plantaciones que habría que quitar a cultivos para alimentos o acaparar más terreno salvaje.

Biomasa cultivada y agrícola:

Orujo

Paja  
Cardo  
Árboles  
Maíz



Biomasa a partir de residuos:

Alpechín, residuo del proceso de elaboración de aceite de oliva  
Cáscaras de frutos secos  
Restos de carpintería  
Restos de podas, siegas y limpieza de montes  
Aserrín  
Otros residuos de industria alimentaria. Si contiene humedad, el residuo se seca

Residuos ganaderos:

Purines  
Excrementos del ganado

Biocarburantes:

tiene su origen en el reciclado de aceites y también en la transformación del trigo, maíz..., etc.

Los biocombustibles procedentes de la biomasa son los denominados "de segunda generación", y suponen una alternativa energética sólida a los combustibles fósiles.

### **2.10.1 VENTAJAS**

Permite eliminar residuos orgánicos e inorgánicos, al tiempo que les da una utilidad.

Es una fuente de energía renovable.

Es una fuente de energía no contaminante.

Disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Aunque para el aprovechamiento energético de esta fuente renovable tengamos que proceder a una combustión, y el resultado de la misma sea agua y CO<sub>2</sub>, la cantidad de este gas causante del efecto invernadero, se puede considerar que es la misma cantidad que fue captada por las plantas durante su crecimiento. Es decir, que no supone un incremento de este gas a la atmósfera.

No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.

Si se utilizan residuos de otras actividades como biomasa, esto se traduce en un reciclaje y disminución de residuos. Canaliza, por tanto, los excedentes agrícolas alimentarios, permitiendo el aprovechamiento de las tierras de retirada.

### **DESVANTAJAS**

La incineración puede resultar peligrosa y producen sustancias tóxicas. Por ello se deben utilizar filtros y realizar la combustión a temperaturas mayores a los 900 °C.

No existen demasiados lugares idóneos para su aprovechamiento ventajoso.

Se fabrica a partir de productos como la soja o el arroz, lo que supone un peligro para los países pobres en vías de desarrollo, porque si los países ricos utilizan estos productos en lugar de la gasolina el precio de los mismos puede subir tanto que los países pobres no pueda pagarlo provocando la falta de alimento y por tanto el hambre, la miseria y la muerte.

Procesos termoquímicos para el uso de biomasa

Existen procesos termoquímicos que mediante reacciones exotérmicas transforman parte de la energía química de la biomasa en energía térmica. Dentro de estos métodos se encuentran la combustión y la pirólisis. La energía térmica obtenida puede utilizarse para calefacción; para usos industriales, como la generación de vapor; o para transformarla en otro tipo de energía, como la energía eléctrica o la energía mecánica.

La combustión completa de hidrocarburos consiste en la oxidación de estos por el oxígeno del aire, obteniendo como productos de la reacción vapor de agua y dióxido de carbono y energía térmica.

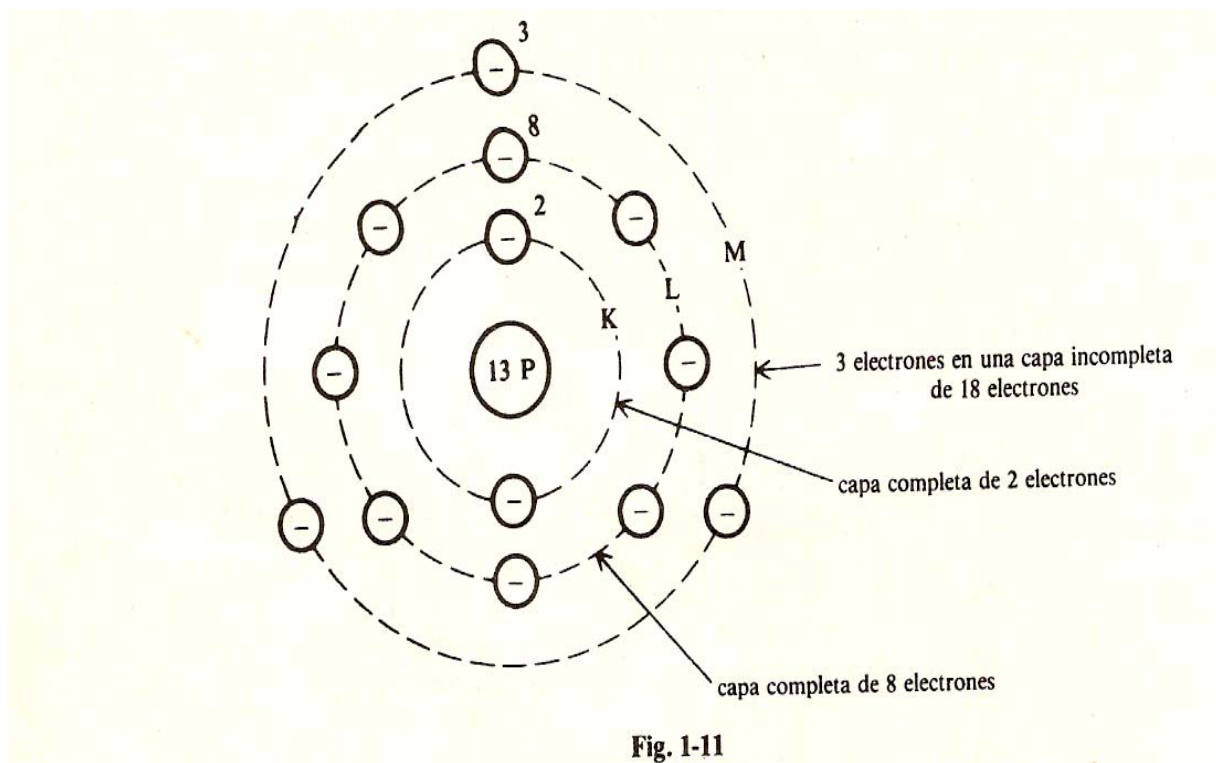
Desde la Edad Antigua se obtiene carbón vegetal mediante pirólisis, que consiste en la combustión incompleta de biomasa a unos 500 °C con déficit de oxígeno. El humo producido en esa combustión es una mezcla de monóxido y dióxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos ligeros.

## CAPITULO III LA ELECTRICIDAD COMO ELEMENTO BASICO

### 3.1 ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

Es una forma de energía que se produce cuando hay desequilibrio entre dos partículas básicas de la materia, electrones y protones que tienen la propiedad de atraerse o repelerse. Esta propiedad se le llama carga eléctrica. Negativa. Negativa la del electrón y positiva la del protón

El átomo: es la partícula más pequeña a la que se puede reducir un elemento y que conserva las propiedades de ese elemento. (Fig. 11)



Estructura del átomo de cobre

### 3.2 ¿CUÁNDO SE PRODUCE ELECTRICIDAD?

La electricidad se produce cuando los electrones se liberan de sus átomos. Los átomos que tienen menos electrones en su última órbita, son átomos de elementos buenos conductores, por ejemplo: cobre, plata, oro, zinc, hierro, etc.

Los conductores, son materiales que tienen electrones cuya liberación es fácil, la mayor parte de los metales que son buenos conductores eléctricos generalmente se describen como materiales con muchos electrones libres.

### **3.2.1 MALOS CONDUCTORES O AISLANTES**

Los aisladores mas usados son el vidrio, hule, plástico, madera y cerámica. Es muy difícil liberar los electrones de estos materiales. Por ello se dice que contienen muy pocos electrones libre. También se les denomina como dieléctricos.

### **3.2.2 SEMICONDUCTORES**

Los semiconductores son materiales con mayor numero de electrones libre que los aisladores, pero menor que los conductores. Por ejemplo: el germanio, silicio, selenio, etc.

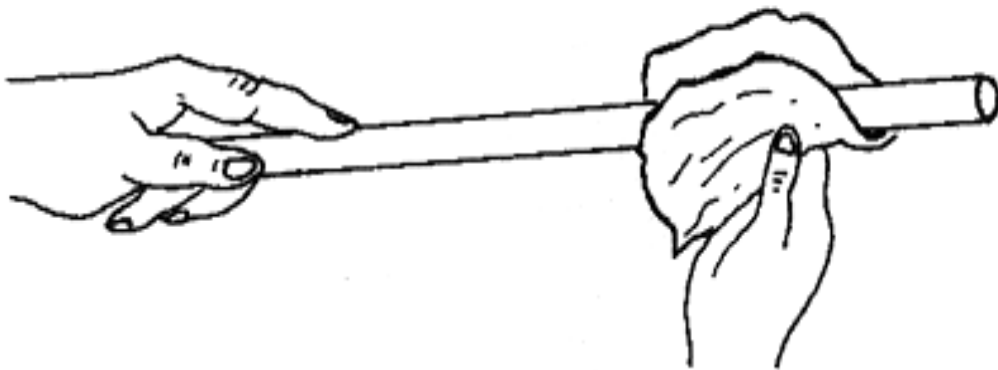
Los electrones de los átomos son desprendidos de sus orbitas cuando se les aplica una fuerza o energía.

## **3.3 ¿CÓMO SE PRODUCE ELECTRICIDAD?**

Se puede hacer de diversas maneras, que suelen agruparse en seis grandes categorías:

### **3.3.1 ELECTRICIDAD POR FRICCIÓN O TRIBOELECTRICIDAD**

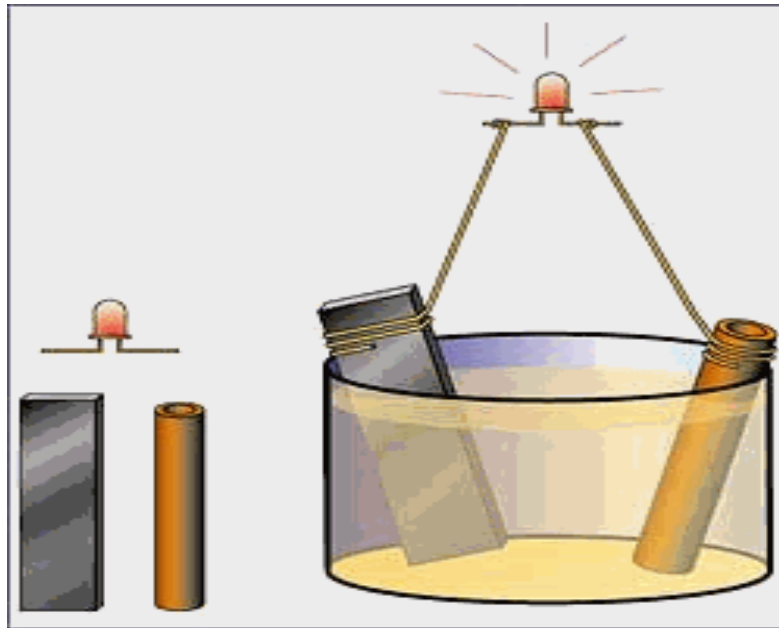
La fricción tiene ciertos efectos eléctricos los cuales ya conocemos; algunos ejemplos se presentan cuando acariciamos un gato, cuando nos peinamos (si lo hiciéramos a oscuras podríamos ver y oír las chispas eléctricas), cuando nos deslizamos sobre la cubierta de plástico del asiento de un automóvil estacionado, etc. En estos casos y muchos otros que no mencionamos se transfieren electrones por fricción cuando un material roza con otro, lo que se conoce como carga por fricción.



Electrización por frotamiento.

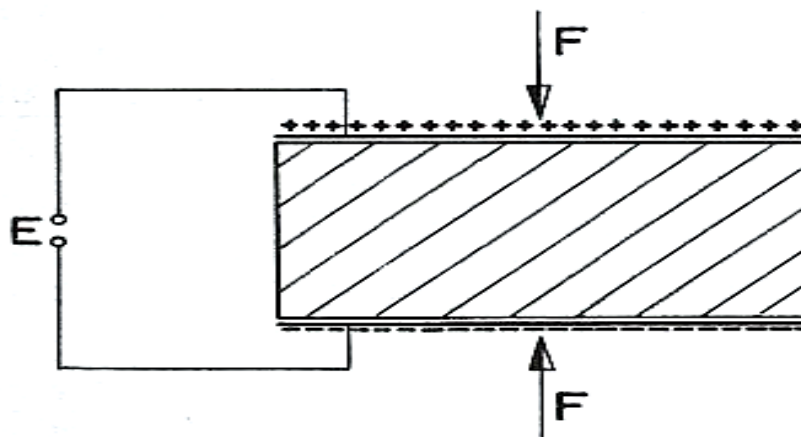
### 3.3.2 ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR REACCIONES QUIMICAS O QUIMIOELECTRICIDAD

Las sustancias químicas pueden combinarse con ciertos metales para iniciar una actividad en la cual habrá transferencia de electrones, produciéndose cargas eléctricas. Esta es la forma en que funciona una batería ordinaria.



### 3.3.3 ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR PRESION O PIEZOELECTRICIDAD

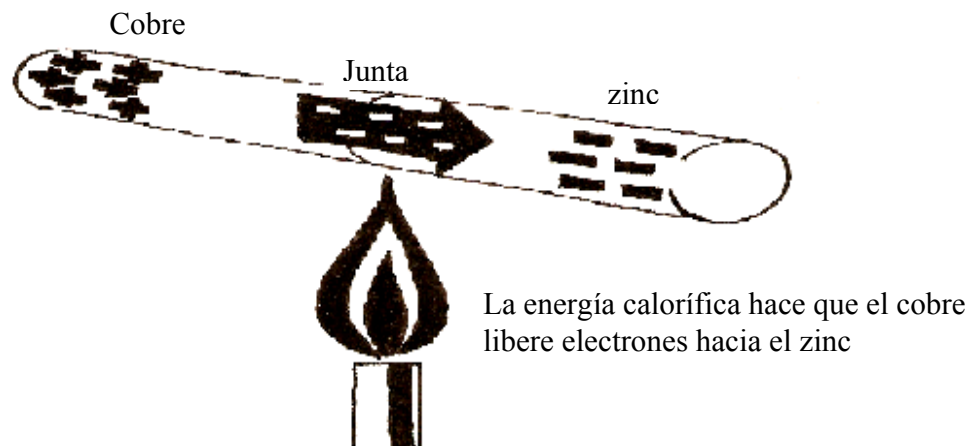
Cuando se aplica presión a algunos materiales, la fuerza de la presión pasa a través del material a sus átomos desalojando los electrones de sus orbitas y empujándolos en la misma dirección que tiene la fuerza. Estos huyen de un lado del material y se acumulan en el lado opuesto. Así pues, se originan cargas positivas y negativas en los lados opuestos. Cuando cesa la presión, los electrones regresan a sus órbitas. Ejemplos: el micrófono, la pastilla del fonógrafo y la sal de Rochelli.



### 3.3.4 ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR CALOR O TERMOELECTRICIDAD

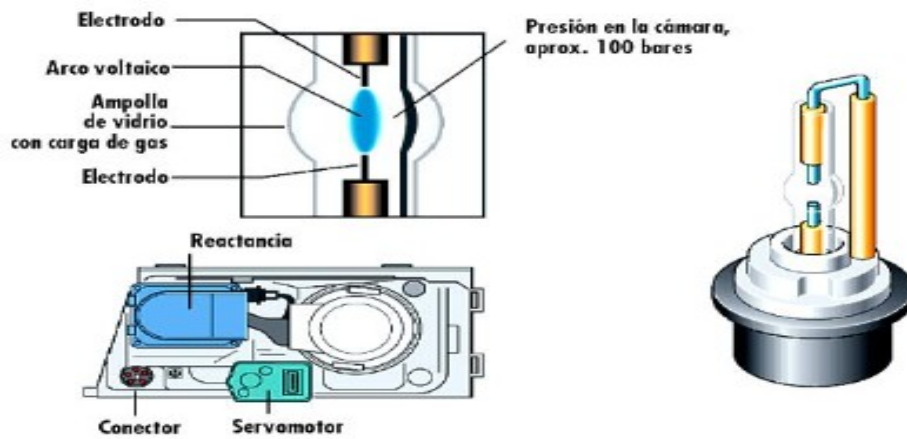
Debido a que algunos materiales liberan fácilmente sus electrones y otros materiales los aceptan, puede haber transferencia de electrones, cuando se ponen en contacto dos metales distintos, por ejemplo: con metales particularmente activos, la energía calorífica del ambiente a temperatura normal es suficiente para que estos metales liberen electrones. Por ejemplo. El cobre y el zinc se comportan de esta manera. Los electrones saldrán de los átomos de cobre y pasaran al átomo de zinc. Así pues, el zinc adquiere un exceso de electrones, por lo que se carga negativamente. El cobre después de perder electrones, tiene carga positiva. Sin embargo, las cargas originadas a la temperatura ambiente son pequeñas debido a que no hay suficiente energía calorífica para liberar más que unos cuantos electrones.

Pero, si se aplica calor a la unión de dos metales para suministrar más energía, se liberan mas electrones. El dispositivo descrito recibe el nombre de termopar.



### 3.3.5 ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR LUZ O FOTOELECTRICIDAD

En algunos materiales, la energía procedente de los fotones puede ocasionar la liberación de algunos electrones de los átomos ocasionando que materiales malos conductores se vuelvan conductores tales como potasio, sodio, cesio, litio, selenio, xenon, germanio y cadmio, reaccionan a la luz en esta forma. Este efecto se llama fotoconducción. Las fotoceldas son utilizadas ampliamente como sensores de luz para encender o apagar las lámparas del alumbrado público.

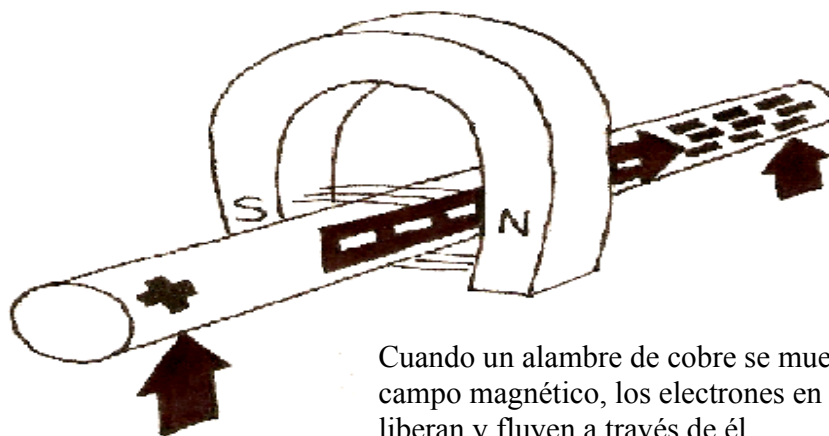


Bombilla de alumbrado publico de halogenuros metálicos

### 3.3.6 ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR MAGNETISMO O ELECTROMAGNETISMO

La fuerza de un campo magnético también se puede usar para desplazar electrones. Este fenómeno recibe el nombre de magneto electricidad; a base de éste, un generador produce electricidad. Cuando un buen conductor, por ejemplo el cobre, se hace pasar a través de un campo magnético, la fuerza del campo suministra la energía necesaria para que los átomos de cobre liberen sus electrones.

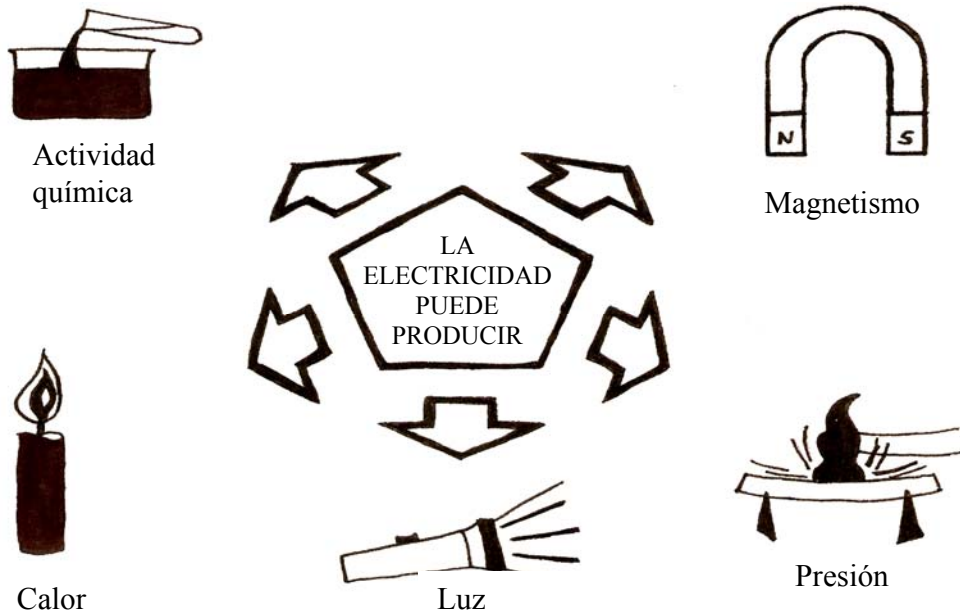
Todos los electrones se moverán en cierta dirección, dependiendo de la forma en que el conductor cruce el campo magnético; el mismo efecto se obtendrá si se hace pasar el campo a lo largo del conductor. El único requisito es que haya un movimiento relativo entre cualquier conductor y un campo magnético



Cuando un alambre de cobre se mueve dentro de un campo magnético, los electrones en el alambre se liberan y fluyen a través de él.

### 3.4 EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD

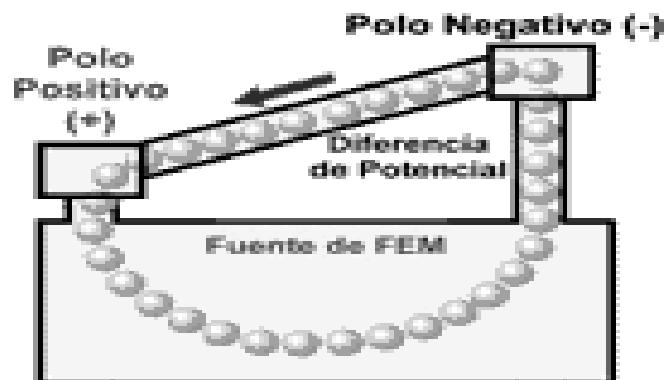
Salvo lo que respecta a la fricción, la electricidad se usa para producir los mismos fenómenos que se describieron anteriormente, que también se usan para producir electricidad.



### 3.5 ¿QUÉ ES EL VOLTAJE, TENSIÓN O DIFERENCIA DE POTENCIAL?

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (**FEM**) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor.





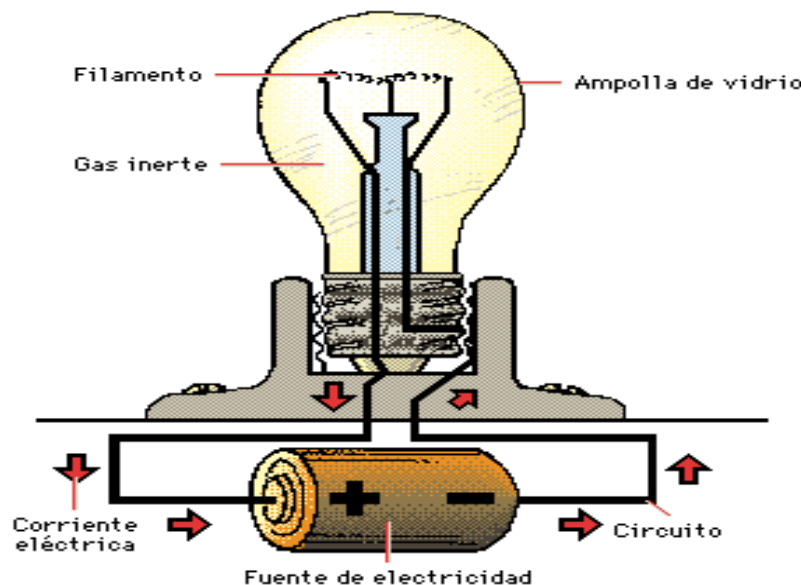
### 3.6 ¿QUE ES LA CORRIENTE O INTENSIDAD ELECTRICA?

Hasta ahora se ha explicado lo que es la electricidad y como se producen las cargas eléctricas. En particular se estudiaron temas relativos a la electricidad estática, es decir a la carga eléctrica en reposo. Pero por lo general una carga eléctrica estática no puede desempeñar una función útil. Si se quiere usar energía eléctrica para realizar alguna trabajo, es preciso que la electricidad se “ponga en marcha”. Esto sucede cuando se tiene una corriente eléctrica.

La corriente se produce, cuando en un conductor hay muchos electrones libres que se mueven en la misma dirección.

El termino corriente eléctrica, o simplemente corriente, se emplea para describir la tasa de flujo de carga que pasa por alguna región de espacio. La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad tienen que ver con corrientes eléctricas. Por ejemplo, la batería de una luz de destellos suministra corriente al filamento de la bombilla cuando el interruptor se conecta.

Una gran variedad de aparatos domésticos funcionan con corriente alterna. En estas situaciones comunes, el flujo de carga fluye por un conductor, por ejemplo, un alambre de cobre. Es posible también que existan corrientes fuera de un conductor. Por ejemplo, una haz de electrones en el tubo de imagen de una TV constituye una corriente.



Corriente circulando a través de una bombilla

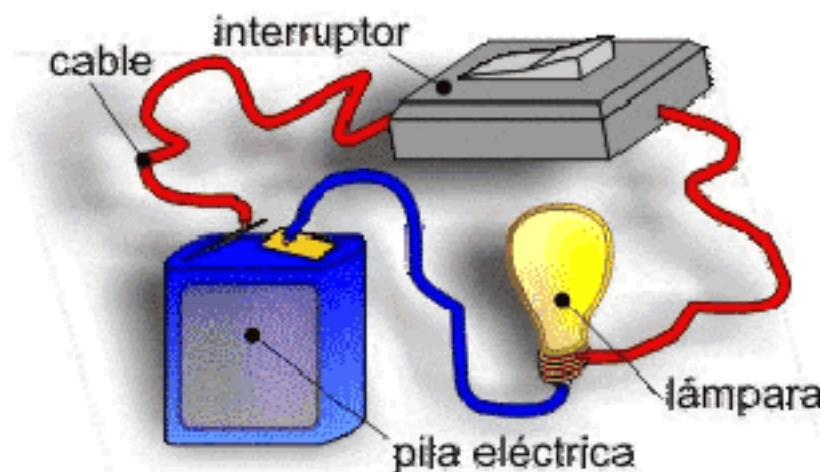
La corriente eléctrica se mide en amperios y se indica con el símbolo A (amperio: unidad de medida de la corriente eléctrica, representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1 Amperio = 1 coulomb/segundo), en honor al físico matemático André-Marie Ampère, nacido en la comuna francesa de

Poleymieux-au-Mont-d'Or, 20 de enero de 1775. Ampere descubrió las leyes que hacen posible el desvío de una aguja magnética por una corriente eléctrica, lo que hizo posible el funcionamiento de los actuales aparatos de medida. Descubrió las acciones mutuas entre corrientes eléctricas, al demostrar que dos conductores paralelos por los que circula una corriente en el mismo sentido, se atraen, mientras que si los sentidos de la corriente son opuestos, se repelen.

### 3.7 ¿QUE ES UN CIRCUITO ELEMENTAL?

Un circuito eléctrico es una combinación de componentes entre si de manera que proporcionan una o mas trayectorias cerradas que permitan la circulación de la corriente y el aprovechamiento de ésta para la realización de un trabajo El circuito eléctrico elemental consta esencialmente de tres elementos que son:

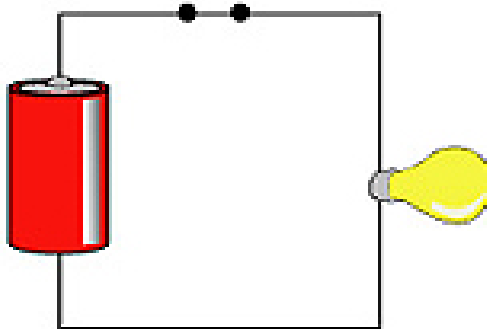
- Fuente de alimentación O FEM.- Se denomina fuerza electromotriz (FEM) a la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica. Para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o polos (uno negativo y el otro positivo) de dicha fuente, que sea capaz de bombear o impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado y puede estar representada por un generador, una pila, etc.
- Conductores.- son los que sirven para canalizar la corriente eléctrica y se fabrican generalmente de cobre o aluminio.
- Receptores o Carga.- son los diversos aparatos que trabajan con la electricidad para producir calor, movimiento, luz, etc.



Circuito elemental

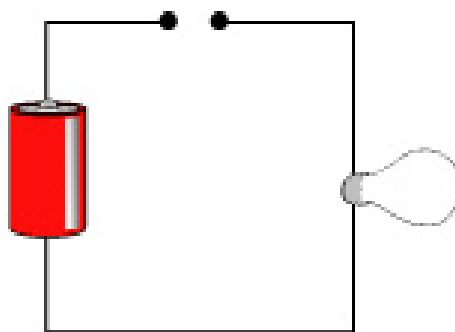
### 3.7.1 CIRCUITO COMPLETO O CERRADO

Circuito eléctrico cerrado, con una carga o resistencia acoplada, a través de la cual se establece la circulación de un flujo de corriente eléctrica desde el polo negativo hacia el polo positivo de la fuente de FEM o batería.



### 3.7.2 CIRCUITO INCOMPLETO O ABIERTO

Circuito eléctrico abierto (sin carga o resistencia). Por tanto, no se establece la circulación de la corriente eléctrica desde la fuente de FEM (la batería en este caso). B. Circuito eléctrico cerrado, con una carga o resistencia acoplada, a través de la cual se establece la circulación de un flujo de corriente eléctrica desde el polo negativo hacia el polo positivo de la fuente de FEM o batería.



## 3.8 RESISTENCIA ELÉCTRICA EN UN CIRCUITO ELÉCTRICO

El nombre lo dice casi todo. La resistencia eléctrica, o simplemente resistencia, es un efecto físico que afecta a la corriente eléctrica. Se trata de una oposición o dificultad que presentan

los materiales a que por ellos circule la corriente eléctrica. No existe un único mecanismo físico que explique la resistencia, pero básicamente podemos atribuirla a que las partículas portadoras de carga eléctrica no se mueven libremente por el seno del material conductor, sino que en su recorrido van chocando con los átomos fijos que forman dicho material. Así pues, las partículas son en muchos casos rebotadas o desviadas de su trayectoria original (rectilínea), cediendo parte de su energía cinética a la estructura del material y provocando por tanto un calentamiento de éste. La resistencia eléctrica puede ser más o menos elevada en cada caso concreto. Para conocer el valor de dicha resistencia se usa la unidad de medida llamada ohmio, que se denota por la letra griega omega ( $\Omega$ ). El ohmio se define como el valor de una resistencia eléctrica tal que al aplicarle una tensión de 1 V se produzca una circulación de una corriente eléctrica de 1 A. Evidentemente, cuanto mayor sea la resistencia para un valor determinado de tensión, más pequeño será el valor de la intensidad de la corriente eléctrica que circulará por ella. También podemos decir que para un valor concreto de resistencia, a mayor tensión aplicada en sus extremos mayor corriente circulará por ella.

Una resistencia ideal es un elemento pasivo que disipa energía en forma de calor según la ley de Joule. También establece una relación de proporcionalidad entre la intensidad de corriente que la atraviesa y la tensión medible entre sus extremos, relación conocida como ley de Ohm:

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

donde  $i(t)$  es la corriente eléctrica que atraviesa la resistencia de valor  $R$  y  $u(t)$  es la diferencia de potencial que se origina. En general, una resistencia real podrá tener diferente comportamiento en función del tipo de corriente que circule por ella.

### 3.9 LEY DE OHM

¿Existe alguna relación entre la tensión, la intensidad y la resistencia? En las últimas líneas del apartado anterior hemos dado por hecho que sí existe dicha relación. Es más, la hemos expresado de forma explícita. Si se le ha pasado por alto, por favor, relea esas líneas. En ellas se indica la relación directa entre tensión e intensidad (para un valor determinado de resistencia) y la relación inversa entre resistencia e intensidad (para un valor determinado de tensión). Así pues, la intensidad es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia. Más exactamente, la relación es la siguiente:

$$I = \frac{V}{R}$$

donde, empleando unidades del Sistema internacional, tenemos que:

- $I$  = Intensidad en amperios (A)

- $V$  = Diferencia de potencial en voltios (V)
- $R$  = Resistencia en ohmios ( $\Omega$ ).

Esta ley define una propiedad específica de ciertos materiales por la que se cumple la relación:

$$V = I \cdot R$$

Un conductor cumple la Ley de Ohm sólo si su curva  $V$ - $I$  es lineal, esto es si  $R$  es independiente de  $V$  y de  $I$ .

Sin embargo, la relación:

$$R = \frac{V}{I}$$

Sigue siendo la definición general de la resistencia de un conductor, independientemente de si éste cumple o no con la Ley de Ohm.

## CAPITULO IV APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA

### **4.1 UNA ENERGÍA GARANTIZADA PARA LOS PRÓXIMOS 6.000 MILLONES DE AÑOS**

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

Durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra *cuatro mil veces* más energía que la que vamos a consumir.

España, por su privilegiada situación y climatología, se ve particularmente favorecida respecto al resto de los países de Europa, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1.500 kilovatios-hora de energía, cifra similar a la de muchas regiones de América Central y del Sur. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o, simplemente, agotables.

Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que debemos afrontar y superar. Aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por sí misma, hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más la solemos necesitar.

Es de vital importancia proseguir con el desarrollo de la incipiente tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar, para conseguir las condiciones que la hagan definitivamente competitiva, a escala planetaria.

Básicamente con la energía sola se puede obtener calor y electricidad.

El calor se logra mediante los colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos fotovoltaicos. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación.

Hablemos primero de los sistemas de aprovechamiento térmico. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a nuestros hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. Incluso podemos climatizar las piscinas y permitir el baño durante gran parte del año.

También, y aunque pueda parecer extraño, otra de las más prometedoras aplicaciones del calor solar será la refrigeración durante las épocas cálidas .precisamente cuando más soleamiento hay. En efecto, para obtener frío hace falta disponer de un «foco cálido», el cual puede perfectamente tener su origen en unos colectores solares instalados en el tejado o azotea. En los países árabes ya funcionan acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar.

Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y, por citar otro ejemplo, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.Las «células solares», dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento. Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes.La electricidad que así se obtiene puede usarse de manera directa (por ejemplo para sacar agua de un pozo o para regar, mediante un motor eléctrico), o bien ser almacenada en acumuladores para usarse en las horas nocturnas. Incluso es posible inyectar la electricidad sobrante a la red general, obteniendo un importante beneficio.

Si se consigue que el precio de las células solares siga disminuyendo, iniciándose su fabricación a gran escala, es muy probable que, para primeros de siglo, una buena parte de la electricidad consumida en los países ricos en sol tenga su origen en la conversión fotovoltaica.

La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, una casa *bien aislada* puede disponer de agua caliente y calefacción solares, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos sin sol. El coste de la «factura de la luz» sería sólo una fracción del que alcanzaría sin la existencia de la instalación solar.

Los beneficios de la energía solar se ven principalmente reflejados en el medio ambiente ya que la energía solar es:

- Es limpia y respetuosa con el Medio Ambiente (cada KW generado evita la emisión de un kilo de CO<sub>2</sub>).
- Ayuda en la lucha contra el cambio climático y efecto invernadero. Es inagotable (al menos en los próximos 6.000 millones de años)
- No disminuye la calidad de aire y suelos.
- Contribuye desarrollo sostenible.
- No contamina acústicamente: las placas solares son silenciosas y de amplia vida útil (entre 20 y 30 años).

En lo económico:

- Podemos vender a las eléctricas cada kilovatio-hora producido con Solar Fotovoltaica a un precio de 0,44 euros/KWh (mientras que la que nosotros compramos se paga a un precio inferior, 0,09 euros por cada kWh que se consume).
- Ahorro económico en la factura de electricidad y agua.
- Flexibilidad en el suministro.
- Aumento de las inversiones económicas y, por extensión, del empleo.
- Fomenta el desarrollo de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación mediante mejoras en los sistemas actuales, desarrollo de nuevos modelos, etc. .
- Su implantación ofrece importantes deducciones fiscales.
- Menor dependencia energética de otras fuentes de energía.

En lo Social:

- Importante fuente generadora de empleo: por cada 600.000 euros invertidos se crean entre 4 y 6 empleos.
- Fomenta el desarrollo rural en zonas poco favorecidas, lo que permite crear pequeñas empresas.
- Mejora en la calidad de vida.

#### **4.2 ENERGÍAS ALTERNATIVAS.**

Las sociedades modernas precisan de un elevado consumo de energía que en los países desarrollados procede fundamentalmente del petróleo y las centrales nucleares. El inconveniente de los combustibles fósiles es que se agotan y que el consumo crea graves problemas ecológicos y medioambientales. Las centrales nucleares, que prometían ser una alternativa, han resultado ser antieconómicas, en gran parte debido a la exigencia de complejos sistemas de seguridad para evitar catástrofes y al difícil problema de la eliminación de los residuos contaminantes.

En la actualidad, el desafío consiste fundamentalmente en encontrar energías alternativas no contaminantes, que sean eficaces y que favorezcan el ahorro energético.

Cuando hablamos de energías alternativas nos referimos a aquellas que a diferencia de las energías convencionales usan como fuente de generación recursos renovables y poseen una fuente prácticamente inagotable en relación al tiempo de vida del hombre en el planeta. Se producen de manera continua, no se agotan, y tienen su origen en los procesos ambientales y atmosféricos naturales: el viento, el sol, los cursos de agua, la descomposición de la materia orgánica, el movimiento de las olas en la superficie del mar y océanos, el calor interior de la tierra son fuentes de energías alternativas.

La principal de estas energías es la solar, que se aprovecha en la actualidad mediante células que la transforman en electricidad. Se fabrican con silicio y se utilizan ya, además de en las naves y estaciones espaciales, en aplicaciones domésticas. Un sistema de células solares



puede abastecer de energía a una vivienda y esta opción se utiliza sobre todo en aquellas regiones que el transporte de las formas convencionales de energía eléctrica a través de tendidos de cable resulta muy costoso debido a su aislamiento. Existen algunas centrales en diversos países que pueden producir electricidad conectada a la red general. Aunque el coste inicial de las instalaciones de energía solar resulta más elevado que el de las convencionales, tras unos pocos años de funcionamiento se amortiza y el consumo se realiza entonces de modo gratuito.

El tema energético requiere de un enfoque interdisciplinario. Geólogos, biólogos, geógrafos, físicos, economistas, ambientalistas procuran hoy desplegar soluciones y alternativas a una profunda crisis de abastecimiento que se expresa, entre otras formas, en el aumento sostenido que ha experimentado el precio del petróleo en los últimos dos años, el barril cuesta hoy aproximadamente el doble que hace dos años. Este aumento -impulsado a su vez por los conflictos en Medio Oriente- ha estimulado una nueva búsqueda de fuentes alternativas de energía.

La crisis energética obliga a un cambio en la forma de organizar las economías industrializadas. La industrialización, desde sus orígenes, dependió estrechamente de los llamados combustibles fósiles, principalmente el carbón y luego el petróleo. Todavía hoy, aproximadamente el 90% del abastecimiento mundial de energía sigue basándose en estas fuentes no renovables. Pero estos recursos se están agotando: se cree, por ejemplo, que las reservas de petróleo comenzarán a desaparecer en unos cincuenta años. Por otro lado, estas fuentes de energía son fuertemente cuestionadas por su responsabilidad en el llamado calentamiento global y en el deterioro del ambiente.

Una gran propuesta que se ha estado buscando fortalecer es la tecnología del hidrógeno puede ser una de las alternativas energéticas al petróleo que permita sortear los problemas ambientales que plantea el actual uso de combustibles fósiles, que es insostenible, pero sólo en el plazo de varias décadas, y a condición de que se invierta masivamente desde ahora.

Históricamente y desde hace algo más de doscientos años, el manejo por parte del hombre de formas de energía de mayor densidad que la leña, como el carbón, luego el petróleo y ahora el gas natural han brindado junto a la tecnología de conversión del calor en trabajo mecánico y electricidad, aquellas otras tecnologías que facilitan y permiten acceder a superiores servicios de transporte, fuerza motriz, comunicaciones, confort en el hogar y perfeccionamiento del comercio.

El conjunto de tecnologías especialmente desarrolladas en el siglo XX, ha elevado el nivel de consumo de energía per capita en la mayoría de los países. Ese parámetro se toma como sinónimo de bienestar.

Afortunadamente, el ingenio humano, impulsado muchas veces por la necesidad de encontrar alternativas, logrará en las fuentes renovables directas o derivadas del sol, como el viento, la hidráulica, la geotermia y la biomasa el recurso energético primario que le permita mantener el consumo per capita e incluir al tercio de población mundial, hoy todavía carente de servicios energéticos. Esto permitiría que el hombre no sea dependiente exclusivo de la tracción a sangre o la leña, cuando se tiene, empleada directamente como fuente de calor.

Así, aparece el hidrógeno, elemento en estado gaseoso en condiciones ambientales normales, pero que es factible de almacenamiento, transporte y distribución, lo que permite su aplicación a cualquier segmento de la demanda.

#### **4.2.1 EL HIDROGENO COMO FUENTE ALTERNATIVA**

El hidrógeno fue descubierto por el científico británico Henry Cavendish, en 1776, quién informó de un experimento en el que había obtenido agua a partir de la combinación de oxígeno e hidrógeno, con la ayuda de una chispa eléctrica. Como estos elementos, no eran conocidos los denominó "aire sustentador de la vida" y "aire inflamable" respectivamente. El químico francés Antoine Laurent Lavoisier consiguió repetir con éxito el experimento en 1785 y dio el nombre de oxígeno al "aire sustentador de la vida" y el de hidrógeno al "aire inflamable".

El hidrógeno es el elemento más ligero, más básico y más ubicuo del universo. Cuando se utiliza como fuente de energía, se convierte en el combustible eterno. Nunca se termina y, como no contiene un solo átomo de carbono, no emite dióxido de carbono. El hidrógeno se encuentra repartido por todo el planeta: en el agua, en los combustibles fósiles y en los seres vivos. Sin embargo, raramente aparece en estado libre en la naturaleza, sino que tiene que ser extraído de fuentes naturales.

El hidrógeno es un elemento químico que contiene energía y que puede ser almacenado en forma líquida o gaseosa. Es 14 veces más ligero que el aire, incoloro, inodoro y no tóxico, ya que su único producto luego de la combustión es agua.

El hidrógeno no es fuente primaria de energía, no es un combustible que podamos extraer directamente de la tierra como el gas natural. La fuente más común de hidrógeno es el agua. Se obtiene por la descomposición química del agua en oxígeno e hidrógeno a partir de la acción de una corriente eléctrica (electrólisis) generada por fuentes de energía renovable (solar fotovoltaica, eólica, etc.). Este proceso divide el agua, produciendo oxígeno puro e hidrógeno.

El hidrógeno obtenido puede ser comprimido y almacenado en celdas por varios meses hasta que se lo necesite. El hidrógeno representa energía almacenada, se puede quemar como cualquier combustible para producir calor, impulsar un motor, o producir electricidad en una turbina.

¿Que pasaría si todos los vehículos obtuvieran de repente su energía a partir de células de combustible basadas en el hidrógeno?

Distintos estudios sostienen que tal conversión mejoraría la calidad del aire, la salud humana y el clima, sobre todo si se utilizara el viento en la generación de la electricidad necesaria para extraer el hidrógeno del agua en un proceso sin contaminación.

De forma semejante a cómo se bombea el gas en tanques, el hidrógeno se bombearía en células de combustible que se basan en procesos químicos y no en la combustión, para

impulsar los vehículos. Cuando el hidrógeno fluye a través de los compartimientos de la célula de combustible, reacciona con el oxígeno para producir agua y energía.

Tal conversión podría evitar anualmente millones de casos de enfermedades respiratorias y decenas de miles de casos de hospitalización.

La conversión de todos los vehículos actuales en vehículos alimentados por células de combustible recargadas por el viento, podría hacerse a un costo de combustible comparable con el de la gasolina, e incluso menor si se consideran los efectos de la gasolina sobre la salud.

#### **4.2.1.1 LAS VENTAJAS DE UTILIZAR EL HIDRÓGENO**

Entre las muchas ventajas de utilizar el hidrogeno como fuente de energía alternativa son:

- No produce contaminación ni consume recursos naturales: El hidrógeno se toma del agua y luego se oxida y se devuelve al agua. No hay productos secundarios ni tóxicos de ningún tipo que puedan producirse en este proceso.
- Seguridad: Los sistemas de hidrógeno tienen una historia de seguridad muy impresionante. En muchos casos, el hidrógeno es más seguro que el combustible que está siendo reemplazado. Además de disiparse rápidamente en la atmósfera si se fuga, el hidrógeno, en contraste con los otros combustibles, no es tóxico en absoluto.
- Alta eficiencia: Las celdas de combustible convierten la energía química directamente a electricidad con mayor eficiencia que ningún otro sistema de energía.
- Funcionamiento silencioso: En funcionamiento normal, la celda de combustible es casi absolutamente silenciosa.
- Larga vida y poco mantenimiento: Aunque las celdas de combustible todavía no han comprobado la extensión de su vida útil, probablemente tendrán una vida significativamente más larga que las máquinas que reemplacen.
- Modularidad: Se puede elaborar las celdas de combustible en cualquier tamaño, tan pequeñas como para impulsar una carretilla de golf o tan grandes como para generar energía para una comunidad entera. Esta modularidad permite aumentar la energía de los sistemas según los crecimientos de la demanda energética, reduciendo drásticamente los costos iniciales.

Lo novedoso de esta tecnología es que la producción de hidrógeno es realizada a partir de fuentes de energías renovables.

La economía del hidrógeno posibilita una enorme redistribución del poder, con consecuencias trascendentales para la sociedad. El hidrógeno tiene el potencial de poner fin a la dependencia que el mundo tiene del petróleo importado y de ayudar a eliminar el peligroso juego geopolítico que se está dando entre los países musulmanes y los países occidentales. Reducirá drásticamente las emisiones de dióxido de carbono y mitigará los efectos del calentamiento global. Y dado que es tan abundante y existe en todas las partes del mundo, todos los seres humanos dispondrán de energía.

En la búsqueda de una fuente de energía más limpia, la culminación debe ser el hidrógeno mismo; hoy se están desarrollando tecnologías para hacer esto realidad. El hidrógeno tiene el potencial de ser utilizado en prácticamente todas las aplicaciones donde actualmente se utiliza combustible fósil, por lo que podríamos alcanzar pronto una economía de hidrógeno.

Nos hallamos en el vértice de una nueva época histórica en la que todas las posibilidades se mantienen abiertas. El hidrógeno, la materia misma de las que están hechas las estrellas como nuestro sol, esta comenzando a ser controlado por el ingenio humano y aprovechado para fines humanos. Proyectar la ruta adecuada al comienzo del viaje es esencial si queremos convertir la gran promesa de una era del hidrógeno en una realidad viable para nuestros hijos y en un valioso legado para las generaciones que vendrán atrás nuestro la estructura tecnológica e incentivar la participación privada en la generación y producción del hidrógeno. El hidrógeno es visualizado por técnicos y académicos como una de las alternativas preferidas frente a la creciente crisis de combustibles fósiles, principalmente porque no tiene efectos contaminantes y porque proviene de una fuente renovable.

Talvez poniendo en marchas nuevas alternativa energéticas como la del hidrogeno por mencionar alguna, se podían prevenir o disminuir paulatinamente el descongelamiento de los glaciares, El deshielo precoz en ríos y lagos, el efecto invernadero, los cambios drásticos de temperatura, por ejemplo en las mañana mucho frío, por las tardes un calor insoportable y por las noches lluvias.

Con el cambio climático pueden producirse incrementos en la frecuencia de las olas de calor. Por ejemplo, en Inglaterra, hasta el año 1976, las olas de calor constituían un acontecimiento muy raro que se producía una vez cada 310 años, mientras que en el año 2050 es posible que ocurra cada 5 o 6 años. El efecto del recalentamiento urbano produce que la temperatura sea más alta en las ciudades que en las áreas suburbanas y rurales, principalmente debido a al abundancia de superficies que retienen el calor, como el hormigón y el asfalto negro.

En 1995, la ola de calor de más de una semana de duración que azotó a Chicago produjo más de 700 muertes relacionadas con ello. La mayoría del exceso de mortalidad que se produce durante las olas de calor se debe a enfermedades cardiovasculares, cerebros vasculares y respiratorios, y se suele concentrar en las personas mayores y en los individuos con enfermedades preexistentes. Una proporción importante de estas muertes se produce en personas susceptibles que probablemente habrían muerto en un futuro próximo, aunque también hay un número sustancial de muertes potencialmente prevenibles.

En Estados Unidos, las ciudades con climas más fríos tienden a experimentar más muertes relacionadas con el calor que las que tienen climas más cálidos, debido a que las poblaciones pueden aclimatarse más a los diversos grados de temperatura. La aclimatación se produce a través de un conjunto amplio de mecanismos fisiológicos, conductuales y tecnológicos, aunque no queda claro cuánto disminuirán dichos procesos los efectos adversos del cambio climático.

El hecho de que los aumentos de la mortalidad relacionada con el calor puedan contrarrestarse por una disminución de las muertes producidas por el frío, probablemente varíe según la situación de la región afectada.

Las poblaciones de los países en vías de desarrollo presentan más probabilidades de ser particularmente vulnerables a padecer inundaciones debido a que habitan en áreas de riesgo alto, como las planicies tendientes a las inundaciones y las zonas costeras, cuentan con infraestructuras de salud pública deficientes y sufren proporcionalmente un daño económico mayor.

El impacto sobre la salud incluye la aparición de lesiones físicas y un aumento de los síndromes diarreicos, particularmente en los países subdesarrollados, en los que puede haber ya un aumento de la desnutrición. El aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias puede deberse al hacinamiento de la población. El sobrecrecimiento de hongos puede producir también enfermedades respiratorias. A menudo se produce un incremento de enfermedades psiquiátricas, como la ansiedad y la depresión, lo cual probablemente se relacione con el daño sobre el medio ambiente doméstico y las pérdidas económicas.

La sequía puede tener un impacto sobre la salud en los países en vías de desarrollo, por sus efectos adversos sobre la producción alimentaria y sobre la higiene, debido a la utilización del agua fundamentalmente para la diera más que para la limpieza. Además, las epidemias de malaria pueden producirse durante las épocas de sequía como resultado de los cambios geográficos causados por el vector de la enfermedad.

### **4.3 ENERGÍA SOLAR**

El aprovechamiento de la energía solar parece ser la alternativa más prometedora, pues permite diversas formas de captación y transformación. Así, las células fotovoltaicas convierten la luz solar en energía eléctrica; los colectores absorben calor directamente y lo transfiere a otro medio como el agua; las centrales heliotérmicas utilizan baterías de espejo para concentrar los rayos, solares sobre un colector central, donde se forma el vapor que acciona la turbina generándose electricidad.

Ahora bien, la capacidad de los rayos solares se encuentra muy disminuida en la superficie terrestre, por lo que se están realizando investigaciones sobre la posibilidad de sintetizar inmensos paneles que, situados en órbita geostacionaria, radiarían la energía captada a la tierra.

### **4.4 LA ENERGÍA EÓLICA**

El perfeccionamiento del tradicional molino de viento ha dado lugar a modernos aeromotores que aprovechan la energía eólica para generar electricidad. Estos aeromotores pueden instalarse aislados o bien en agrupaciones que aportan energía a las redes de distribución. Sin embargo, el viento tiene dos características que lo diferencia de otras fuentes energéticas: su imprevisible variabilidad y su dispersión. Ello obliga a sutiles perfeccionamientos en el diseño de las palas y el sistema de control que regula las revoluciones por minuto, para evitar velocidades, excesivas durante los vendavales y orientar el rotor hacia la posición más favorable.

## **4.5 LA ENERGÍA HIDRÁULICA.**

En las centrales hidroeléctricas se aprovecha la energía cinética del agua procedente de los ríos y en los países montañosos con muchos ríos constituye una importante fuente de suministro energético. Una alternativa interesante son las centrales mareomotrices. En ellas se utiliza la energía desarrollada por las mareas, es decir, se aprovecha la diferencia de nivel entre pleamar y bajamar. En consecuencia, se precisan lugares donde estas diferencias sean considerablemente.

Actualmente en México la Comisión Federal de Electricidad (CFE) construye el mega proyecto la presa “El cajón”.

El inicio de esta obra tiene una importancia que se aprecia desde diversos ángulos, y cuya relevancia no podría ser ajena para la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. organismo que agrupa, desde hace 50 años, a las empresas ejecutoras de la infraestructura que ha fortalecido el desarrollo de las regiones y ha dado posibilidad de futuro al país.

El proyecto El Cajón es importante en el ámbito social, por los miles de mexicanos que se verán beneficiados a través de esta nueva central hidroeléctrica. generará energía, para abrir más empresas y crear empleos, y hará posible la electrificación eficiente del amplio programa de vivienda de este sexenio.

Es importante para la competitividad económica del país, que requiere de grandes obras de infraestructura para garantizar el suministro de energía en el futuro inmediato. En el sector energético, como en otros sectores estratégicos, los mexicanos no tenemos tiempo que perder. el tiempo es un recurso no renovable, un recurso que no puede tomarse prestado de ningún mercado y cuyo desaprovechamiento impondría altos costos para las generaciones venideras. esta es una acción más de la comisión federal de electricidad para poner a México al día y a la vanguardia.

Esta obra es también importante para la ingeniería mexicana. nuestra industria y la ingeniería, tienen en esta obra la oportunidad de refrendar la capacidad y el prestigio internacional, que han logrado a lo largo de décadas de trabajo de investigación y aplicación tecnológica.

De manera puntual, reiteramos que la participación de ICA es un reconocimiento a las empresas mexicanas de la construcción, que están a la altura de los requerimientos internacionales y del país. Nuestro sector ofrece experiencia, calidad y capacidad técnica probadas. Felicito a ICA, empresa afiliada a nuestra Cámara, y al ingeniero Bernardo Quintana Issac, por haber presentado las mejores condiciones para la realización de esta nueva hidroeléctrica.

Estamos seguros de que el compromiso del Presidente Fox, de crear esquemas viables de financiamiento y una segmentación adecuada de las oportunidades de trabajo, hará que los constructores mexicanos estén en condiciones de competir para sumarse a la tarea de seguir construyendo a México.

El Proyecto Hidroeléctrico El Cajón nos muestra un camino para financiar la infraestructura del país, incorporando en la tarea a las empresas nacionales. El beneficio colectivo que de ello se desprende, no puede ser obviado.

La industria de la construcción juega un papel estratégico. Su alto impacto multiplicador, no sólo crea empleos de manera intensiva y remolca a otras áreas industriales, sino además

genera ingresos públicos, redistribuye la riqueza y eleva la calidad de vida de quienes reciben los beneficios de la obra pública y privada.

No puede haber un proceso de desarrollo que prescindiera de la educación, de la salud, del agua potable, de las comunicaciones y de la generación de energía, satisfactores colectivos, todos éstos, que requieren de un soporte en infraestructura. De ahí que tampoco sea viable concebir un proceso de desarrollo que prescindiera de la industria de la construcción, que es simultáneamente, inversión en los recursos humanos del país.

La experiencia nos muestra que la generación de infraestructura, es condición previa y necesaria para dar paso al crecimiento con bienestar social.

Por todos estos motivos, los constructores organizados del país, nos congratulamos por el inicio de un proyecto de la magnitud de la presa El Cajón, cuya inversión es de 810 millones de dólares, y una capacidad total instalada de 750 megawatts equivalente a la capacidad efectiva en operación del estado de San Luis Potosí o de Oaxaca y Puebla juntos en 2001. Un proyecto que crea confianza, marca rumbo y abre oportunidades de trabajo para las empresas mexicanas y sus trabajadores, así como, para la cadena productiva de la construcción.

Ante el ambiente de incertidumbre internacional, el gobierno del Presidente Fox, pone en marcha los motores internos del desarrollo con obras de infraestructura, como la Hidroeléctrica El Cajón. Esta es la mejor manera de generar confianza. Esta es la mejor manera de responder a los agoreros del fracaso. Esta es la mejor manera de atraer la inversión para acelerar el proceso de crecimiento económico del país.

Estos son tiempos de acuerdos y de alianzas entre los empresarios mexicanos y su gobierno; de sinergias entre los sectores público y privado, teniendo siempre en cuenta el interés colectivo. Tiempos, en suma, de grandes decisiones y de su eficaz instrumentación. Y ello, en el marco de una nueva y dinámica economía mixta, orientada por un gobierno que asume decididamente su responsabilidad promotora, sin dejar todo en manos del mercado. Estado promotor y conducción económica responsable no son políticas excluyentes.

Señor Presidente, los constructores organizados del país vemos como en su gobierno se piensa en grande, el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón lo demuestra. Gracias a hombres y mujeres que han pensado en grande, somos el México de hoy y sólo pensando en grande habremos de lograr el México que todos queremos.

#### **4.6 OTRAS FUENTES ENERGÉTICAS**

El hidrógeno líquido ha sido utilizado en la propulsión de prototipos de automóviles, pero su elevado costo y su difícil almacenamiento, y el hecho de ser muy explosivo, limitan por el momento su comercialización, pese a tratarse de una de las energías más limpias y adecuadas para el medio ambiente.

Las diferencias calóricas entre las aguas superficiales y las profundas del mar son también aprovechadas en las centrales termomarinas, sobre todo en zonas cercanas al ecuador.

Otra fuente de energía la constituyen las centrales geotérmicas, las cuales aprovechan el calor de las rocas en las zonas calientes del interior de la tierra.

## 4.7 ENERGÍA FÓSIL

Se llama energía fósil la que se obtiene de la combustión (oxidación) de ciertas sustancias que, según la geología, se produjeron en el subsuelo a partir de la acumulación de grandes cantidades de residuos de seres vivos, hace millones de años.

- El petróleo es una mezcla de una gran variedad de hidrocarburos (compuestos de carbono e hidrógeno) en fase líquida, mezclados con una variedad de impurezas. Por destilación y otros procesos, se obtienen las diversas gasolinas, el diesel, la turbosina, la tractolina, el chapopote, etc. En el ámbito mundial ya no es un recurso abundante.
- El gas natural está compuesto principalmente por metano y corresponde a la fracción más ligera de los hidrocarburos, por lo que se encuentra en los yacimientos en forma gaseosa.
- El carbón mineral es principalmente carbono, también de origen fósil, que se encuentra en grandes yacimientos en el subsuelo. A nivel mundial, el carbón mineral es abundante. Los problemas ecológicos que causa son aún mayores que los inherentes al petróleo y sus derivados.

## 4.8 ENERGÍA BIOMASA

La forma más antigua de aprovechamiento de la energía solar, inventada por la Naturaleza misma, es la fotosíntesis. Mediante este mecanismo las plantas elaboran su propio alimento (su fuente de energía) y el de otros seres vivos en las cadenas alimenticias. Pero también mediante fotosíntesis se obtienen otros productos, como la madera, que tienen muchas aplicaciones, además de su valor energético. A partir de la fotosíntesis puede utilizarse la energía solar para producir sustancias con alto contenido energético (liberable mediante una combustión) como el **alcohol** y el metano.



## **CONCLUSIONES**

México cuenta con un gran potencial y diversidad de fuentes renovables: solar, eólica, minihidráulica, biomasa y geotérmica a lo largo y ancho de todo el país. Sin embargo, a excepción de las grandes hidroeléctricas y de las plantas geotérmicas, este potencial apenas comienza a ser explotado. A nivel mundial, la generación de energía eléctrica usando fuentes renovables es una realidad desde hace ya varios años. Se necesitan regulaciones del sector eléctrico que permitan el desarrollo de estas fuentes y presten seguridad a la inversión.

A pesar de que existen proyectos eléctricos en construcción que emplean fuentes renovables, la contribución de estas energías apenas figura a nivel global en la generación de energía en nuestro país. Debe apoyarse la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan de forma económica, segura y confiable el empleo de los recursos renovables con los que cuenta México. Los beneficios del uso de energías renovables son sin duda alguna la preservación del ambiente, mejores condiciones ambientales, la no dependencia de combustibles fósiles y por ende una reducción de los costos en la generación de energía. Falta mucho por hacer en México respecto al empleo de las fuentes renovables y es tiempo de que el sector eléctrico tome como una alternativa viable y confiable el uso de estas tecnologías limpias, las cuales siempre benefician a la humanidad y a la conservación de nuestro planeta.



**Central termoeléctrica**

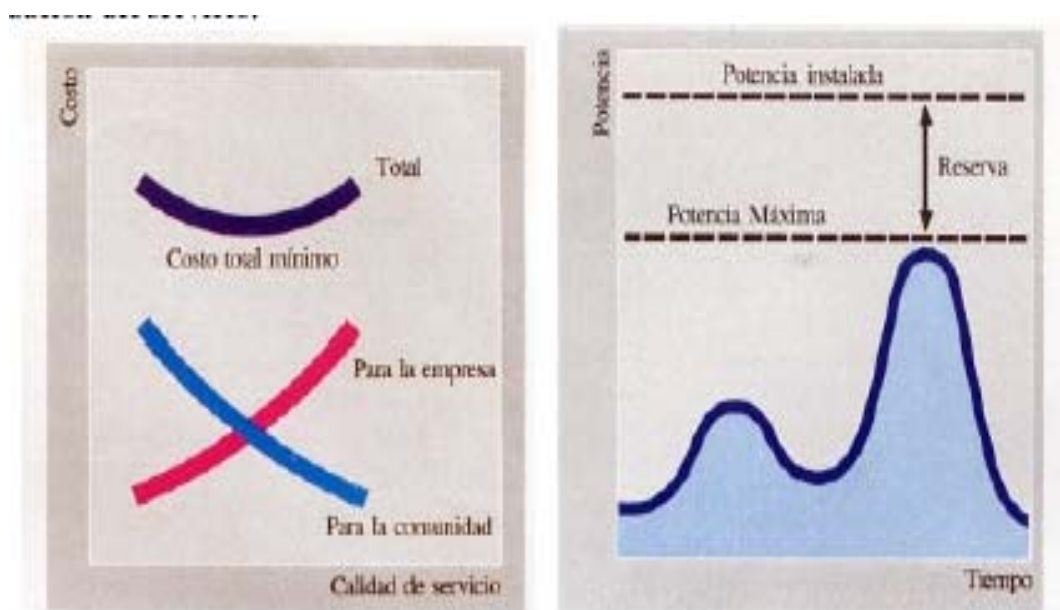
## EL PUNTO ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

En el sector residencial, lo que se trata de determinar es cuánto están dispuestos a pagar los usuarios para que no se modifique su patrón de consumo eléctrico.

En el sector industrial, la incidencia de los costos de falla depende en gran medida del tipo de actividad afectada. En general, los usuarios industriales, a diferencia de los residenciales, prefieren períodos de interrupción largos y poco frecuentes.

En el sector de servicios, las diferencias dependen en gran medida del tipo de actividad. La potencia instalada del sistema electroenergético debe ser tal que permita hacer frente a la demanda y a las diversas contingencias que se puedan presentar. Puede decirse que dicho margen definirá la calidad del servicio: si la reserva es excesiva, los costos de equipamiento serán elevados y obligarán a la empresa a aumentar sus tarifas; si la reserva es baja, también incidirá negativamente sobre la comunidad a causa de los mayores costos ocasionados por los servicios no prestados o prestados deficientemente.

Actualmente, las tarifas están congeladas por el Estado, por lo que existe poca reinversión y adecuación del servicio.



## COSTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

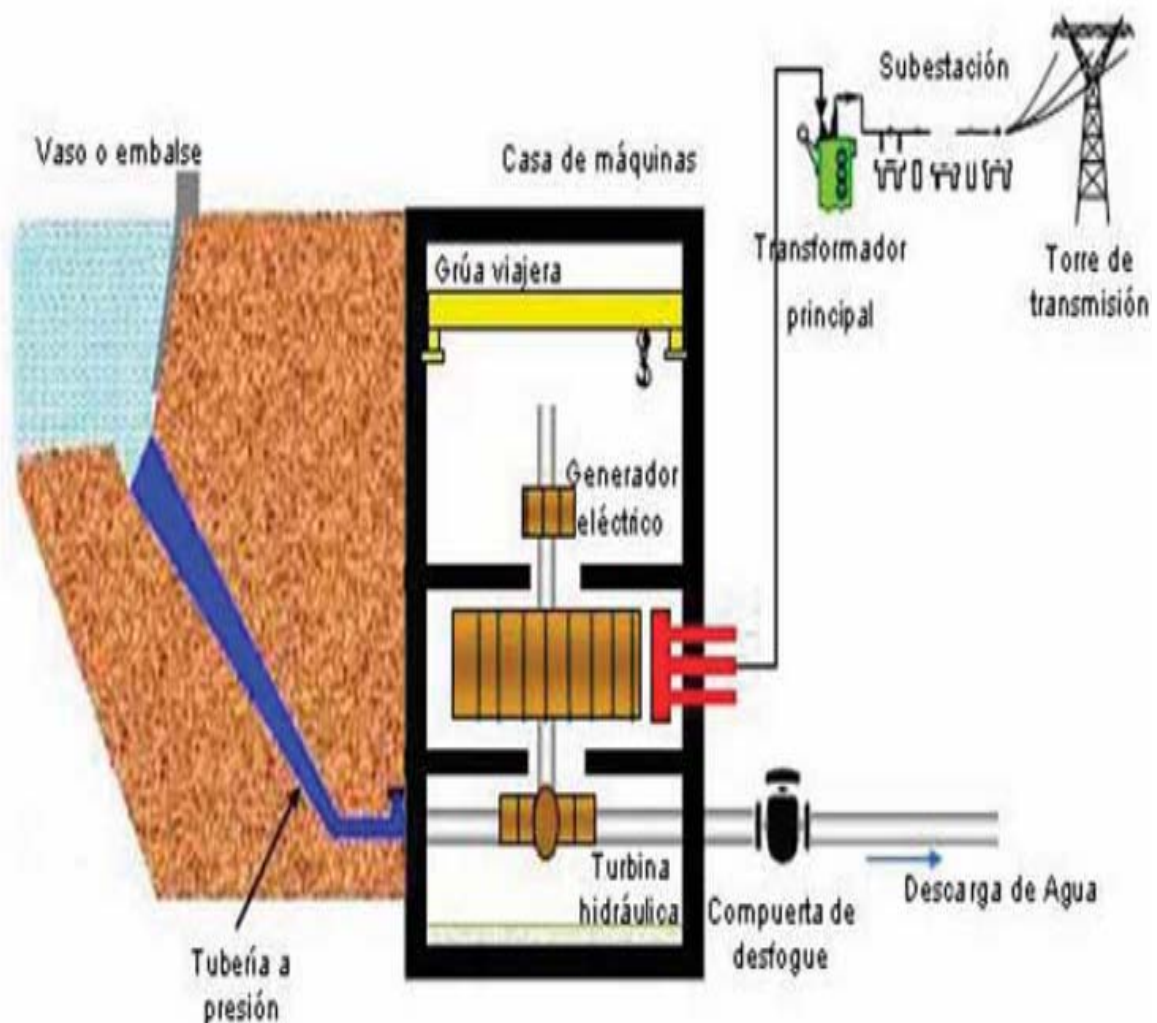
Los costos de la generación eléctrica se refieren a: inversión, combustible, operación y mantenimiento. Podemos deducir, a grandes rasgos, que las centrales térmicas de vapor requieren mayores inversiones que las de gas; las de ciclo combinado se ubican en una posición intermedia y las nucleares a hidroeléctricas son las más costosas. En esta figura se

puede observar cómo disminuyen los costos de inversión, es decir el costo por unidad de potencia instalada- en función de la magnitud de la obra, de acuerdo con las economías de escala.

## GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Comparación de costos de inversión de tipos de centrales en función de la potencia instalada. Comparación de consumos relativos en centrales térmicas convencionales. Así, por ejemplo, las turbinas de gas deben operar preferentemente en la punta del diagrama y durante el menor tiempo posible porque el alto costo del combustible lo aconseja y su gran capacidad de modulación lo permite. Capacidad de modulación es la posibilidad que tiene una central para adaptarse a la curva de carga y entrar y salir rápidamente de servicio.

Las centrales nucleares y térmicas convencionales de vapor poseen poca capacidad de modulación y, en consecuencia, deben operar, preferentemente, en la base del diagrama de cargas con una potencia lo más constante posible. Así operarán también las centrales hidráulicas de pasada, mientras que las de embalse, con capacidad de regulación, colocarán su energía en las horas de punta.



## MINIHIDRÁULICA

Los caudales que forman riachuelos y cascadas en las montañas pueden aprovecharse para impulsar turbinas y generar energía eléctrica. Un estudio reciente realizado por la CONAE7 indica que México cuenta con más de 100 años de experiencia en la generación minihidroeléctrica.

A la fecha, CFE tiene 13 plantas de este tipo, Luz y Fuerza del Centro cuenta con nueve plantas y existen 61 plantas operando por productores independientes. A su vez 36 plantas generadoras han dejado de operar debido a los altos costos de operación y equipamiento obsoleto. El área estudiada cubre 26,376 km<sup>2</sup> y representa 37% del total del Estado de Veracruz. Los seis ríos principales son: Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Bobos-Nautla, Actopan y La Antigua.

Estos tienen en total 57 afluentes o ríos tributarios en donde se localizaron los sitios potenciales. Se identificaron 100 sitios en total, al menos 62 sitios son viables con una potencia media total de 364 MW. El potencial estimado para centrales con capacidades instaladas menores a los 10 MW se sitúa en los 3,250 MW.

Actualmente se han instalado 34 centrales dentro de este rango de capacidad, en las que se ha instalado una capacidad total de 109 MW, generándose anualmente 479 GWh. Los proyectos minihidráulicos por su naturaleza se ubican al fondo de cañadas, al pie de alguna presa pequeña de almacenamiento o un canal de riego. Dichos sitios se encuentran regularmente alejados de centros urbanos importantes, es decir su entorno es principalmente rural. La figura anterior muestra un esquema de una central hidroeléctrica. La energía generada se puede transportar por medio de una línea de transmisión construida ex profeso, o bien pagar un porteo por el uso de líneas existentes. El atractivo principal de las plantas micromini-hidráulicas es la posibilidad de reducir costos. Se puede esperar en forma conservadora que los ahorros vayan de un 20 a un 30% respecto a las tarifas eléctricas que cobran las compañías públicas de electricidad.

Los usuarios potenciales de la energía microminihidráulica son:

*a) Grupos industriales o agroindustriales.* En función de la cantidad de energía que se pueda extraer en forma rentable de una minicentral (1 a 5 MW) es posible que varios industriales o agroindustriales ubicados en la región o zona de influencia del proyecto puedan ser alimentados parcial o totalmente con esta forma de energía.

*b) Los gobiernos municipales.* Es un hecho que muchos gobiernos municipales del país se ven limitados e incluso en ocasiones imposibilitados de cubrir sus adeudos a la empresa pública de electricidad, en lo relativo al alumbrado público y al bombeo de agua. En este sentido es posible que un gobierno municipal se asocie con un desarrollador de minihidráulica para concretar la construcción de una central.

*c) Las comunidades rurales aisladas.* Existen comunidades que por su lejanía con los centros urbanos se las cataloga como “aisladas”. En dichas comunidades puede haber servicio eléctrico o no.

La economía de estas comunidades se centra principalmente en labores agrícolas. Para el mejor desempeño de dichas labores comunitarias se requiere de fuentes energéticas accesibles. Es en este sentido que la opción minihidráulica puede representar un factor importante para apoyar la economía de estas zonas. En resumen los beneficios esperados son:

- Un ahorro importante en el pago de la energía, sin que esta demerite la calidad de los servicios.
- No se requiere que los municipios ni los gobiernos a nivel estatal o federal realicen fuertes inversiones.
- Se promueve el uso de energía limpia no contaminante.
- Los precios de la electricidad que pagan los municipios dejan de depender de la disponibilidad de los hidrocarburos y siempre serán inferiores a los de la compañía pública de electricidad.
- Se proporciona energía eléctrica a comunidades aisladas impulsando el desarrollo económico de la región.
- Desarrollo económico de la industria metalmecánica.
- Derrama económica durante la construcción.
- Arraigo en las zonas rurales y capacitación.

## **BIOMASA**

Esta tecnología emplea la materia orgánica que puede ser utilizada como energía (desechos sólidos urbanos y agropecuarios, así como maderas, follaje, bagazo de caña y residuos de los bosques). El aprovechamiento de la biomasa como energético puede realizarse vía combustión directa o mediante la conversión de la biomasa en diferentes combustibles, a través de la biodigestión anaerobia, pirolisis, gasificación o fermentación.

El potencial de energía solar en México es uno de los más altos del mundo, aproximadamente tres cuartas partes del territorio nacional, son zonas con insolación media del orden de los 5 kWh/m<sup>2</sup>.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) estima que la producción de residuos sólidos municipales en el país es de 90,000 toneladas diarias, con lo que se podría soportar una generación aproximada de 150 MW. Esta alternativa de generación puede ser ya rentable en el caso de ciudades medianas y grandes, para propósitos de autogeneración municipal. Hasta agosto del 2002 existían dos permisos autorizados por la CRE para la generación de energía eléctrica empleando el biogás de rellenos sanitarios municipales en la ciudad de Monterrey, N. L.; la capacidad instalada es de 10.8 MW y una generación de 54 GWh/año. Adicionalmente, existen 44 permisos autorizados para sistemas híbridos (combustóleo-bagazo de caña) con una capacidad total de 391 MW de capacidad y 709 GWh de generación.



## **GEOTERMIA**

La industria geotérmica actual está basada en la explotación de los llamados recursos geotérmicos hidrotermales; sin embargo, la viabilidad a largo plazo de este recurso energético dependerá del desarrollo de tecnología que permita el aprovechamiento de todos los tipos de recursos geotérmicos (roca seca caliente, geopresurizados, marinos y magmáticos). La gerencia de proyectos geotermoeléctricos de la CFE ha establecido la existencia de más de 1,400 manifestaciones termales en 27 estados del país.

Recientemente en algunos lugares ya se han perforado pozos exploratorios, como en Las Tres Vírgenes (Baja California Sur), Los Negritos (Michoacán) y Acoculco (Puebla). En el 2001 fueron instalados en el campo de Las Tres Vírgenes las dos primeras unidades de 5 MW cada una, y próximamente se contará con 100 MW adicionales en el campo geotérmico de Los Azufres, en Michoacán.

La capacidad instalada actual de energía geotérmica es de 838 MW, en los campos de Cerro Prieto (figura 6), Los Azufres (Michoacán) y Húmeros (Puebla), lo que representa 2.2% de la capacidad total observada en 2001.

El impacto ambiental de los desarrollos geotérmicos se puede eliminar casi completamente.

## **COSTOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

Algunas de las tecnologías necesarias para emplear las fuentes renovables son de costo elevado. Sin embargo, con el desarrollo tecnológico la tendencia es hacia una disminución en los costos, lo que permitirá un mayor auge en el empleo de las energías renovables. Los costos de los sistemas fotovoltaicos son todavía muy elevados, ya que se encuentran en un rango de 3,500 a 7,000 dólares por kW instalado, y de 25 a 150 centavos de dólar por kWh generado. Respecto a los sistemas fototérmicos los costos correspondientes se pronostican en el rango de 2,000 a 4,000 dólares por kW y de 10 a 25 centavos de dólar por kWh. Para los sistemas eólicos los costos típicos de inversión en instalaciones para el aprovechamiento de la energía del viento están en alrededor de 1,000 dólares por kW instalado, y los costos de generación entre 5 y 11 centavos de dólar por kWh.

Con respecto a la generación minihidráulica los costos de instalación varían en un rango amplio de 800 a 6,000 dólares por kW instalado, con costos de generación de 3 a 45 centavos de dólar por kWh. Los costos de inversión asociados con los proyectos de biomasa se encuentran en un rango de 630 a 1,170 dólares por kW instalado, la electricidad producida tiene un costo de 4 a 6 centavos de dólar por kWh generado.

## **FUTURO DE LAS FUENTES RENOVABLES**

En el 2000 iniciaron las actividades que conforman el Plan Piloto para el Desarrollo de las Energías Renovables en México, auspiciado por la Secretaría de Energía y ejecutado por la Gerencia de Energías No Convencionales del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Dicho Plan incluye los siguientes objetivos:

- contribuir al establecimiento de una política nacional de energía sustentable, identificar barreras para la implementación de las energías renovables, crear elementos que faciliten la implantación de las energías renovables en el país, y catalizar el desarrollo industrial de las tecnologías para su aprovechamiento. Este plan cuenta con siete proyectos, de los cuales: tres son de energía solar, uno de energía eólica, uno de generación con biogás de relleno sanitario municipal, uno para el mapeo de los recursos geotérmicos de baja temperatura y uno para el desarrollo de un sistema de información geográfica de fuentes renovables en México.

Con los desarrollos tecnológicos en los últimos cuatro años y los precios actuales del gas natural, las tecnologías de gasificación de residuos de vacío o carbón se han vuelto competitivas con las tecnologías de gas natural y siendo una tecnología limpia es una

Opción excelente para lograr la diversificación de combustibles en el país.

- El desarrollo y la aplicación de las energías renovables para la generación eléctrica en México en el horizonte de los próximos 10 años dependerán de la evolución de factores críticos que incluyen el desarrollo tecnológico y de mercado en el plano internacional, así como de aspectos ambientales.

Actualmente los sectores eléctricos del mundo atraviesan por una revolución tecnológica que está modificando radicalmente su organización y operación: las empresas de electricidad ya no actúan de manera vertical, como simples suministradores de insumos, sino que hoy día se han transformado en empresas especializadas que ofrecen bienes y servicios personalizados. Para lograr la modernización del sector eléctrico es necesario que las empresas e instituciones del mismo lleven a cabo su manejo, planeación y desarrollo con plena autonomía, para así responder de la mejor manera posible a las necesidades de corto, mediano y largo plazo de los usuarios y no responder a objetivos ajenos a los de la industria eléctrica.

En México se necesita una reglamentación del sector eléctrico que sea flexible y brinde la oportunidad y seguridad a la inversión para el desarrollo de proyectos de generación de energía con fuentes alternativas, y que impulsen la investigación y el desarrollo de estas tecnologías por parte de las empresas públicas responsables del suministro de energía eléctrica. La reforma propuesta debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Lograr el abasto de electricidad suficiente para cubrir el crecimiento de la demanda de energía eléctrica.
- Llevar a cabo una profunda modernización de la infraestructura actual para alcanzar una mayor eficiencia del sector.
- Fortalecer a las empresas públicas del sector, para que tengan un funcionamiento equiparable al de sus competidores y puedan convertirse en empresas públicas productivas. En particular, la propuesta incluye la no privatización de la industria eléctrica, y prevé que el Estado mantenga la propiedad de los activos de CFE y de LFC. Esta propuesta en uno de sus doce puntos contempla un impulso a la inversión en proyectos que promuevan el uso de las fuentes de energía alternas para la generación de energía eléctrica.

## **EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS FUENTES DE ENERGÍA**

A nivel mundial deberían de irse buscando nuevas alternativas de energía, Todas las fuentes de energía producen algún grado de impacto ambiental. La energía geotérmica puede ser muy nociva si se arrastran metales pesados y gases de efecto invernadero a la superficie; la eólica produce impacto visual en el paisaje, ruido de baja frecuencia, puede ser una trampa para aves.

La hidráulica menos agresiva es la minihidráulica ya que las grandes presas provocan pérdida de biodiversidad, generan metano por la materia vegetal no retirada, provocan pandemias como fiebre amarilla, dengue, equistosomiasis en particular en climas templados y climas cálidos, inundan zonas con patrimonio cultural o paisajístico, generan el movimiento de poblaciones completas, entre otros Asuán, Itaipú, Yaciretá y aumentan la salinidad de los cauces fluviales.

La energía solar se encuentra entre las menos agresivas salvo el debate generado por la electricidad fotovoltaica respecto a que se utiliza gran cantidad de energía para producir los paneles fotovoltaicos y tarda bastante tiempo en amortizarse esa cantidad de energía. La mareomotriz se ha discontinuado por los altísimos costos iniciales y el impacto ambiental que suponen. La energía de las olas junto con la energía de las corrientes marinas habitualmente tienen bajo impacto ambiental ya que usualmente se ubican en costas agrestes. La energía de la biomasa produce contaminación durante la combustión por emisión de CO<sub>2</sub> pero que es reabsorbida por el crecimiento de las plantas cultivadas y necesita tierras cultivables para su desarrollo, disminuyendo la cantidad de tierras cultivables disponibles para el consumo humano y para la ganadería, con un peligro de aumento del coste de los alimentos y aumentando la producción de monocultivos.



## **BIBLIOGRAFIA**

Van Valkenburg, Borger & Neville, Inc. Electricidad básica 5 tomos. Ed. C.E.C.S.A. México 1892.

Kurt Chisck, Principios de electricidad. Ed. Mc Graw-Hill. México 1988.

Raymond A. Serway. Ed . Mc Graw-Hill. México 1970.

Milton Ggussow Fundamentos de electricidad y magnetismo. Ed. Mc Graw-Hill. Mexico 1990.

Wolf, Stanley, Gabriel y Alvarado A. Electricidad y magnetismo, Trillas, México, 1980.

[www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx)