

# Capítulo

# 1

## Antecedentes



*Central eólica de La Venta, Juchitán, Oaxaca*



# 1 Antecedentes

## 1.1 Principios de la energía.

---

En cualquier actividad de nuestra vida diaria, directa o indirectamente estamos ligados a las diversas formas de energía.

Cuando nos levantamos decimos que "estamos llenos de energía", queremos decir que estamos listos y dispuestos para emprender un trabajo; no obstante cuando nuestra actividad ha durado largo rato, decimos que "hemos perdido muchas energías", un buen descanso nocturno y un alimento reparador restablecerán nuestra capacidad de realizar trabajo.

Por medio de este elemental ejemplo es posible tener una idea de trabajo y energía. Como primer concepto tenemos que el trabajo se realiza por la transmisión de energía de una clase a otra distinta o de un lugar a otro distinto. En segundo concepto se tiene que la energía es esencial en el desarrollo del trabajo, es decir que sin energía no hay trabajo. Fig. 1.1.

Para recordar que la energía no se crea, ni se destruye, si no que únicamente se transforma; por ejemplo la energía del carbón se puede transformar en energía eléctrica, mediante ciertos procesos. Los combustibles almacenan energía, dispuesta para su uso, en estos tiempos sabemos que la energía acompaña a la materia en sus cambios, pero no solamente lo acompaña sino que en algunos casos la materia se transforma en energía.

Durante los tiempos por medio de experimentos se ha llegado a saber que la energía posee una masa y que la masa se transforma en energía.

Tal es el caso de Albert Einstein en 1905, Suiza, se dedicó a estudiar el principio de la energía y lo comprendió en la fórmula que es la base de nuestro estudio moderno  $E = Mc^2$ , esta fórmula nos menciona que la energía es igual a la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. Y con esto ejemplifico que un gramo de materia contiene una cantidad extraordinaria de energía.

Las formas en que se manifiesta la energía en la materia pueden clasificarse en:

- a) Trabajo Mecánico: El concepto en la vida diaria es muy intuitivo. Cuando una persona sube un objeto pesado desde la calle hasta un edificio, efectúa un trabajo. En el lenguaje corriente, la realización de un trabajo se relaciona con el consumo de energía.
- b) Calor: es la transferencia de energía térmica desde un sistema a otro de menor temperatura. La energía térmica puede ser generada por reacciones químicas.
- c) Electricidad: Es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos.
- d) Radiación: consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

La utilidad de la energía se manifiesta en que, gracias a ella, el ser humano puede realizar procesos y trabajos que le garantizan la supervivencia a la cabeza de las otras especies animales, la comodidad y el dominio que ha venido ejerciendo, por largo tiempo, sobre el medio natural.



Fig. 1.1 Generación de la energía

## 1.2 La energía a través de la historia del hombre.

Las fuentes de energía han existido desde la creación del hombre y él ha tenido que esperar miles de años para hacer de ella formas usuales de energía. En cada época de la historia, diversos factores han intervenido para determinar la naturaleza de la tecnología, reflejo del aprovechamiento de los fuentes de energía, los materiales disponibles, el acumulamiento de habilidad y experiencia de los artesanos, el nivel de los conocimientos científicos, las condiciones económicas y sociales, la religión, principios éticos y las doctrinas filosóficas. Todo esto ha influido para que el nivel del avance tecnológico este determinado por el aprovechamiento de las máquinas y fuentes de energía en beneficio del hombre.

La evolución del avance tecnológico del hombre, puede clasificarse en 5 etapas. Fig.1.2

### **Primera etapa**

El hombre acarrea cargas usando sus propios músculos y cuerpo, esta simple máquina es su única fuente de energía. Este intervalo transcurrió en la prehistoria y duró miles de años. En esta etapa es digno de mencionar la construcción de las Pirámides Egipcias, entre 2,900 años A.C. y 1,900 años A.C., en las que se transportaron empleando únicamente energía muscular, bloques para su construcción de 2.5 toneladas.



Fig. 1.2 La evolución del avance tecnológico del hombre.

### ***Segunda etapa***

El hombre, en vista de ciertas necesidades, combina la energía de sus músculos con la de los animales. Esta nueva máquina (hombre-animal) permite al hombre a realizar ciertos trabajos y trasladarse a largas distancias. Se principia la construcción de herramientas y se inventan las primeras máquinas, aunque no se hace ningún uso práctico de ellas. En este lapso con el estudio de las matemáticas, se crean las bases para el adelanto técnico actual, los principales precursores en los adelantos técnicos actuales fueron los helénicos, encabezados por Arquímedes (287-212 A.C.).

### ***Tercera etapa***

Sobresale el genio Leonardo De Vinci, aunque se sigue empleando el músculo animal se logra aprovechar la tracción animal, durante un tiempo en la época se aprovecha las fuentes de energía, en la aplicación de la energía del agua, la del viento y descubre las bases para la aplicación del vapor, en su totalidad de esta etapa se encuentra en la edad media y los primeros años de la revolución industrial.

### ***Cuarta etapa***

Principia alrededor del año de 1,650 y promueve la mecanización del trabajo humano. Así caracterizándola por los grandes cambios y altos niveles logrados por las Instituciones del mundo occidental, esto como consecuencia de la Revolución Industrial. Siendo la máquina de vapor el símbolo de esta etapa, la cual también incluye el principio de la automatización.

### ***Quinta etapa***

En el siglo XX, siglo del átomo se le consideró el principio de la quinta etapa, la etapa atómica. Durante 2,000 años el átomo ha pasado de ser una idea filosófica. Considerarlo como un elemento inalterable, como la parte más pequeña a la que podía reducirse la materia, Esta idea persistió hasta que se descubrió la transformación nuclear de los elementos radioactivos, es decir de los productos sujetos a la desintegración radioactiva. Las ciencias naturales modernas hicieron este descubrimiento en los últimos años del siglo XIX y comienzos del siglo XX; y encontraron que el átomo era una fuente de energía colosal.

### 1.3 El Desarrollo Eléctrico en México.

---

A fines del siglo XVII y principios del XVIII ya se experimentaba en diversas instituciones con los fenómenos eléctricos, es posible decir que el verdadero inicio del uso de la electricidad se inició en México en el año 1879, cuando una industria particular, textil para ser preciso, instalada en la Ciudad de León, Estado de Guanajuato, instaló la primera planta generadora de electricidad, de 1.8 kW. de capacidad, valor ínfimo ahora, pero considerable en aquella época. Por aquellos años el auge minero estaba en su cúspide las ciudades como Pachuca y Guanajuato obtenían producciones fabulosas de mineral, principalmente de oro y plata; en visto de la necesidad de desalojar el agua del fondo de las minas, se instalaron pequeños plantas eléctricas que accionaban las bombas desalojando el agua. Teniendo en cuenta que las bombas no trabajaban las 24 horas del día, se aprovechó la energía eléctrica para otros fines principalmente alumbrado, viendo algunas personas que era factible la compra de energía eléctrica para sus usos domésticos, solicitaron gran cantidad de abastecimientos de energía, lo cual ocasionó que las compañías mineras vieran también como negocio la venta de energía eléctrica, fue así como se crearon las primeros compañías de energía eléctrica de servicio público.

La primera compañía organizada en la producción y venta de fluido fue creada en 1881 Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica en la Ciudad de México y su demanda principal fue para alumbrado y transportes urbanos, dicha compañía contaba con una planta de vapor de 2.24 MW.

En los principios del siglo XX ya había un considerable número de empresas y las principales ciudades de México ya contaban con el preciado fluido eléctrico. En los diez primeros años de este siglo se principió la construcción de plantas hidroeléctricas, de cierta importancia y el número de compañías siguió aumentando, hay que hacer notar que generación y distribución de energía eléctrica era puramente productiva.

En 1910 se tenía instalada una capacidad aproximada de 50 MW, con una población de 15, 000,000 nos daba un índice de 2.5kWH por habitante.

En el periodo de 1910-1920, periodo de la Revolución Mexicana, debido a las constantes actividades bélicas se tuvo un cierto estancamiento respecto a la electrificación en el país. El único logro digno de mencionar, en este intervalo; es que la administración

pública, al consolidarse el triunfo de la Revolución de 1917, principió a ocuparse de la industria eléctrica nacional por medio de la Secretaria de Industria, Comercio y Trabajo.

Para el año de 1922, se creó la Comisión de Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, que tenía la finalidad de regular las actividades de las compañías eléctricas.

En abril de 1926, el ejecutivo federal expidió el Código Nacional Eléctrico que fue el primer paso importante para reglamentar, regular y vigilar la generación y distribución de energía eléctrica.

Para el 1930 la capacidad instalada en México para servicios públicos era de 360MW y considerando que el aumento de población de 1910 a 1930 fue poco sensible, pues en 1930 la población era de 16, 552,000 habitantes, se logró un aumento en el consumo anual por cada habitante de 84kWH.

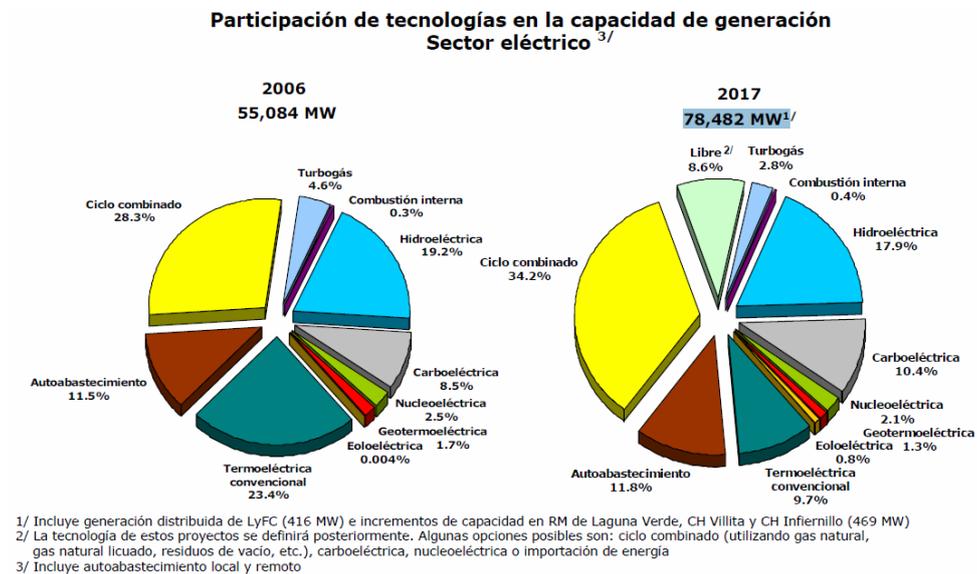
Como anteriormente se dijo, las compañías eléctricas eran netamente lucrativas, para lo cual estas se instalaban en poblaciones de un nivel económico desahogado, por lo que los núcleos de población de niveles económicos bajos no gozaban de este privilegio, lamentablemente estos eran la mayoría.

Es por las anteriores circunstancias, por las cuales el gobierno se vió obligado a crear una dependencia que se encargara de distribuir la energía eléctrica en una forma más equitativa.

El 29 de diciembre de 1933, por decreto, el Congreso de la Unión, autorizo al ejecutivo federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad. Creándose ésta no por una dadivosidad de gobierno aparente, sino por ser una necesidad básica en el desarrollo del país.

Años después de la creación de la Comisión Federal de Electricidad, se consagraron a la elaboración de estudios y proyectos, lo que unido a la incapacidad económica del gobierno federal dio resultado la carencia de obras materiales, no obstante se tendían las bases para una nacionalización de la industria eléctrica.

No obstante fue aceptada la creación de la Comisión Federal de Electricidad en el año de 1933, ésta no fue creada hasta 1937 y principio a intensificar su labor hasta 1944, año en que fue puesta en servicio la primera unidad de la planta de Ixtapantongo. Para 1950 se tenían instaladas plantas con capacidad de 167 MW; para 1960 ya tenía 1,102 MW; para el año 2006 se contaba con una capacidad instalada de 55,084 MW; teniendo en cuenta que la capacidad total instalada en el país para el año 2017 será de 78,482 MW. Esto es factible observar que casi la totalidad de la generación eléctrica está en manos de la Comisión Federal de Electricidad. Fig.1.3



**Fig. 1.3 Totalidad de la generación eléctrica de la C.F.E.**

Es digno de mencionar que en los últimos años la C.F.E. ha proyectado y construido grandes obras de ingeniería que en magnitud y calidad se pueden equiparar con las mejores del mundo y casi en su totalidad baja la dirección de Ingenieros y técnicos mexicanos.

En el año de 1958 se nacionalizó la industria eléctrica, razón que originó un desarrollo positiva en la generación, transmisión y distribución eléctrica. Es de esperarse, en vista del desarrollo actual, que en un periodo no lejano todos los rincones de nuestro país contarán con el valioso fluido eléctrico.

## **1.4 Tipos de Fuentes de generación de energía.**

---

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Éstas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Desde que Nikola Tesla descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución. Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta. Así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

A continuación se desglosará en qué consiste la transformación de las distintas clases de energía de la materia en la generación de energía Eléctrica.

### **1.4.1 Plantas Hidroeléctricas**

Es un sistema de generación que utiliza el agua como fuente de energía para producir electricidad, para lo cual transforma la energía de movimiento del agua (energía hidráulica), en energía eléctrica a través de los generadores.

Esto se logra al tomar el agua de una o varias fuentes (ríos, lagos, etc.) que se retienen en un embalse (como energía potencial), en un sitio con mayor elevación con respecto a la casa de máquinas.

Estas aguas se dirigen por medio de la fuerza de la gravedad, a través de un sistema de conducción (túneles, canales, tuberías, tanques de oscilación, etc.), hasta llegar a casa de máquinas, lográndose convertir la energía potencial en energía cinética (de movimiento) o energía hidráulica. Con su masa y velocidad, el agua hace girar las turbinas (tipo Pelton, Francis o Kaplan), ubicadas en

casa de máquinas, las cuales transforman la energía hidráulica en energía rotacional.

Los generadores, que se encuentran acoplados a las turbinas por un eje en común, son los encargados de transformar la energía rotacional en energía eléctrica, la cual se traslada a la subestación elevadora (ubicada cerca de la casa de máquinas); ésta se encarga de elevar la tensión o voltaje para que la energía llegue a los centros de distribución con la debida calidad. Todo este proceso es administrado desde la sala de control de la casa de máquinas. Fig.1.4

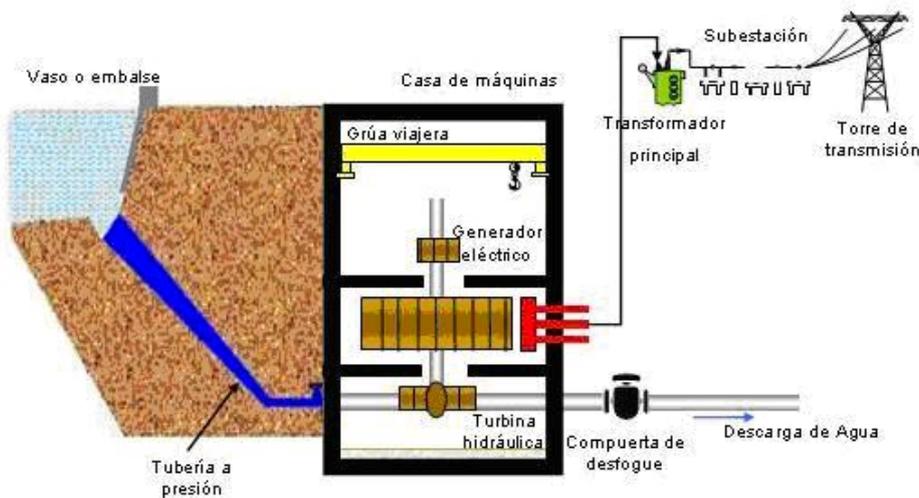


Fig. 1.4 Planta Hidroeléctrica.

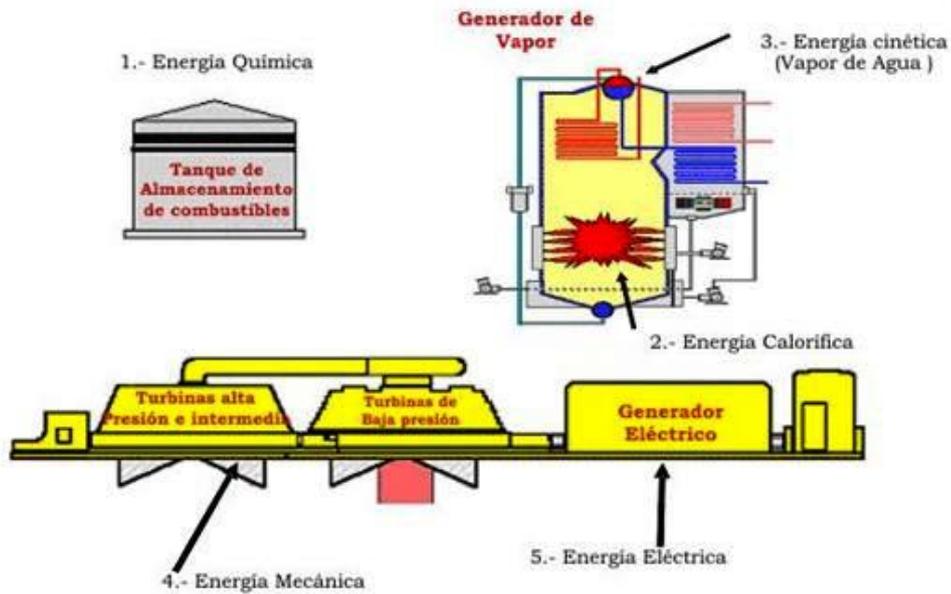
### 1.4.2 Plantas Térmicas

Es la que aprovecha la energía química de los combustibles derivados del petróleo como el búnker, diesel, gas natural y otros como el carbón mineral, y residuos vegetales, para producir electricidad.

La importancia estratégica de estas plantas consiste en que mientras las hidroeléctricas necesitan de 4 a 7 años para su construcción, una planta térmica se puede poner en operación en 1 ó 2 años; además, cuando el agua de los ríos disminuye es muy importante disponer de plantas que produzcan electricidad de manera constante, independientemente de las variaciones del clima.

Existen varios tipos de plantas térmicas, pero todas se componen de tres elementos básicos:

- 1- Un elemento que produce energía química: combustión o quemado de combustible.
- 2- Un elemento que produce energía mecánica: turbina o motor.
- 3- Un elemento que produce energía eléctrica: generador o alternador. Fig. 1.5.



**Fig. 1.5 Plantas Térmicas**

Estas utilizan la energía mecánica que se puede obtener por medio de las siguientes formas: Motor de combustión interna (Pistón): se denomina así porque dicha combustión se realiza en el mismo motor y no en un elemento independiente.

Estos motores aprovechan la expansión de los gases producidos por la combustión del diesel o búnker en la cámara de un cilindro.

Turbina de vapor: funciona al quemar el combustible en una caldera, generando vapor, el cual por medio de tubería se conduce a través de toberas que le aumentan la velocidad y lo proyectan sobre los álabes de las ruedas que generan el movimiento de la turbina, produciendo la energía mecánica, que acoplada a un generador, la transforma en energía eléctrica.

Turbina de gas: en ésta, el fluido que produce el movimiento está constituido por los gases de la combustión en cámaras especiales, que elevados a temperatura y presión, mueven los álabes de la turbina y la hacen girar velozmente. El movimiento giratorio del eje de la turbina se trasmite al rotor de un generador que es el que se encarga de producir la electricidad.

### 1.4.3 Plantas Geotérmicas

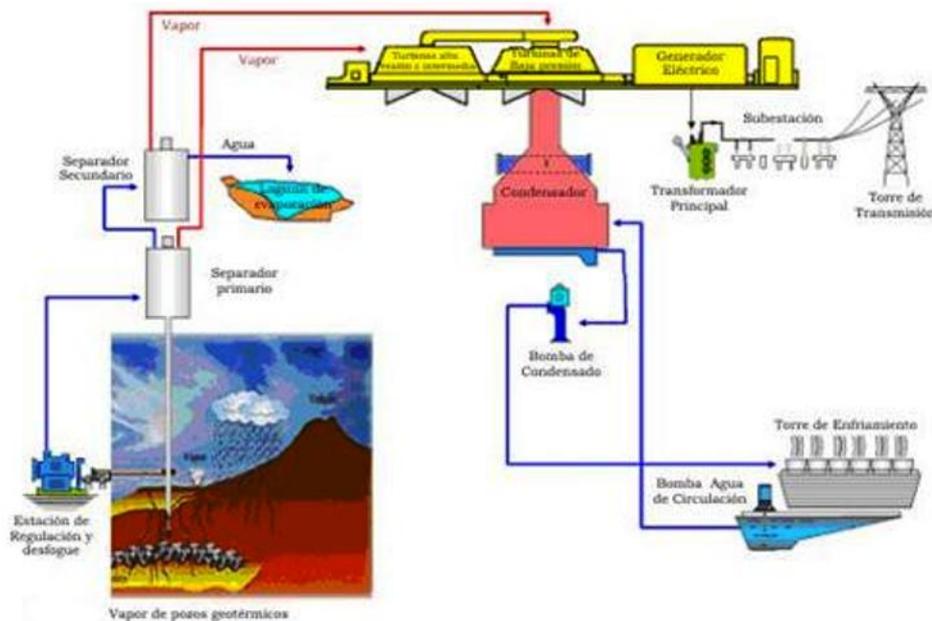
Es aquella que utiliza el vapor de agua, almacenado bajo la superficie de la tierra. En su estado natural a esta fuente energética se le llama energía calórica o geotérmica, que luego es transformada en energía eléctrica.

Para contar con este vapor debe existir una fuente de calor del magma, el cual se transfiere hacia un flujo de agua, elevando la temperatura y presión de este líquido, a un punto en el cual cuenta con la energía necesaria para mover las turbinas en la casa de máquinas. Este líquido se encuentra confinado en una zona de roca permeable y una capa sello (que impide que los fluidos calientes suban hasta la superficie), llamado yacimiento.

En estos yacimientos se perforan pozos (productores) para extraer una mezcla de agua líquida y vapor. Esta mezcla es conducida por medio de tuberías especiales hasta un separador ciclónico, que se encarga de separar el vapor del líquido. El líquido es reinyectado de nuevo al suelo, mientras que el vapor es conducido a casa de máquinas.

En casa de máquinas el vapor entra a la turbina, y la energía hidráulica que proviene del movimiento del vapor, es transformada en energía rotacional que a través del generador se convierte en energía eléctrica.

El vapor ya utilizado, es transformado en líquido por medio del condensador, y luego es trasladado a la torre de enfriamiento, donde se enfría por medio de grandes ventiladores. Por último, este líquido es utilizado en el condensador para rociar el vapor que proviene de la turbina. Fig. 1.6.



**Fig. 1.6 Plantas Geotérmicas**

Las plantas geotérmicas tienen la gran ventaja de ser constantes en el tiempo, ya que su producción energética no sufre variaciones estacionarias como las plantas hidroeléctricas, y su costo es casi la mitad de las plantas térmicas más eficientes, ya que trabajan con energía natural almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra.

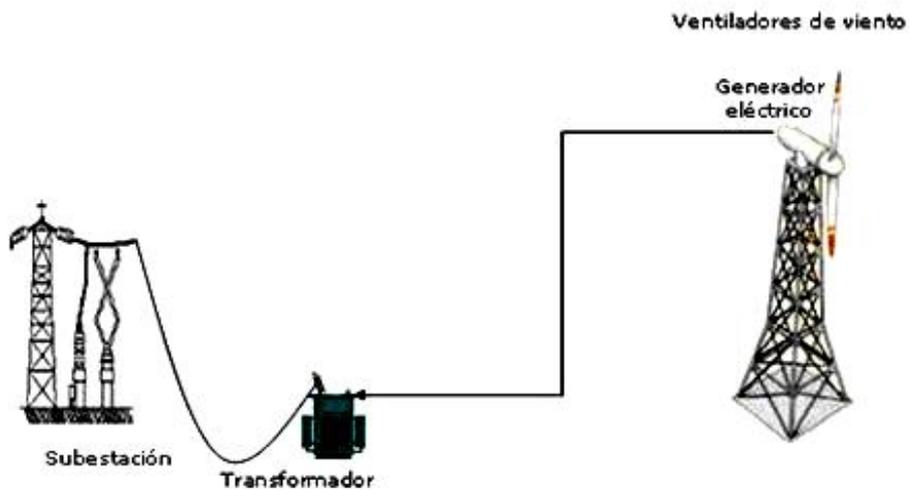
#### 1.4.4 Plantas Eólicas

Es la energía que podemos obtener de la fuerza del viento. En este sistema se utiliza el mismo principio de los molinos de viento, es decir, se aprovecha la energía mecánica del viento, que mueve unas aspas, que a su vez mueven el eje de unión con el generador. Se transforma con ello la energía mecánica en energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de diseño, con eje vertical o eje horizontal. El generador junto con las aspas se encuentra sobre una estructura llamada torre de soporte.

Este tipo de central convierte la energía del viento en electricidad mediante una aeroturbina que hace girar un generador. Es decir, aprovecha un flujo dinámico de duración cambiante y con

desplazamiento horizontal, de donde resulta que la cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Fig.1.7.



**Fig. 1.7 Plantas Eólicas**

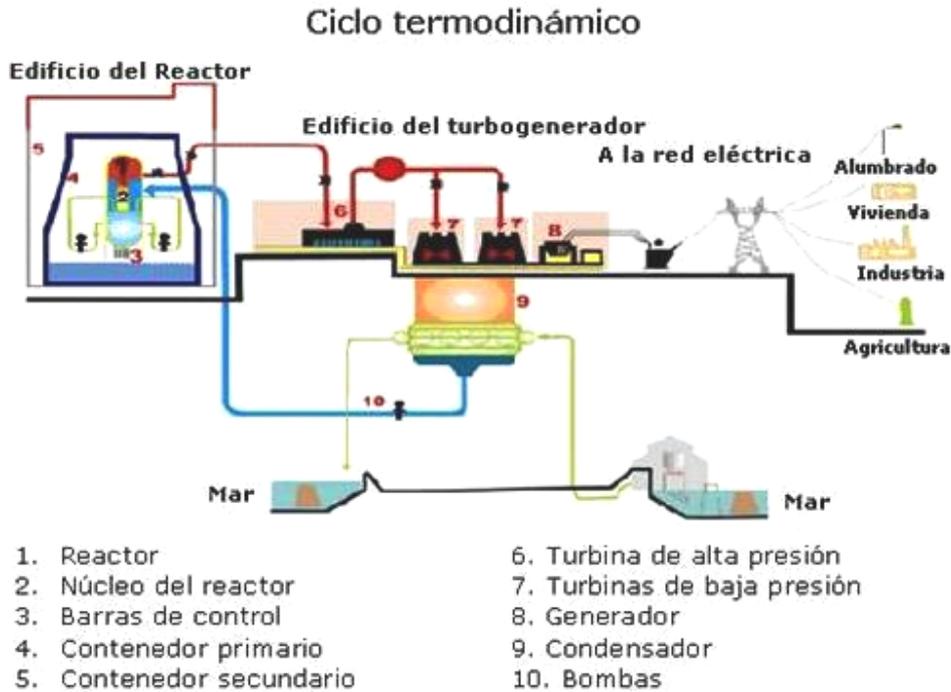
Los aerogeneradores aprovechan la velocidad de los vientos comprendidos entre 5 y 20 metros por segundo. Con velocidades inferiores a 5 metros por segundo, el aerogenerador no funciona y por encima del límite superior debe pararse, para evitar daños a los equipos.

#### 1.4.5 Plantas Nucleoeléctricas

La energía nuclear. Toda la materia del universo está formada por moléculas que a su vez están constituidas por átomos, los cuales están formados por partículas aún más pequeñas. La energía nuclear utiliza la energía en forma de calor obtenida por la reacción en cadena de la fisión, para generar electricidad.

Un reactor nuclear es un enorme recipiente dentro del cual se está efectuando una reacción de fisión en cadena de manera controlada. Está colocado en el centro de un gran edificio de gruesas paredes de concreto, que protegen al personal que lo opera y al público en general de la radiactividad que produce. Básicamente un reactor consta de tres elementos esenciales: combustible, moderador y refrigerante. Fig. 1.8

En las centrales nucleares el calor se obtiene a partir de la fisión del uranio, no se genera combustión, por analogía con las centrales convencionales se le denomina combustible nuclear. Como combustible se utiliza Uranio, como moderador y refrigerante agua.



**Fig. 1.8 Plantas Nucleoelectricas**

#### 1.4.6 Plantas de Turbogas

La generación de energía eléctrica en las unidades de turbogas, se realiza directamente la energía cinética resultante de la expansión de aire comprimido y los gases de combustión. La turbina está unida al generador de rotor, dando lugar a la producción de energía eléctrica. Los gases de la combustión, se descargan directamente a la atmósfera después de trabajar en la turbina. Fig. 9.

Estas unidades utilizan el gas natural o diesel como combustible. Desde el punto de vista operativo, el breve tiempo de arranque y la variación a la inconsistencia de la demanda, la turbina de gas satisface cargas de suministro y capacidad del sistema eléctrico.

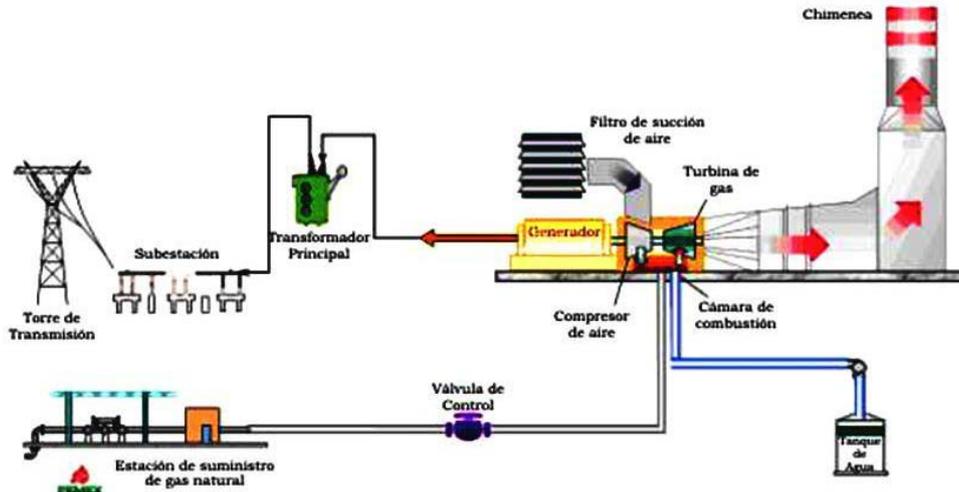


Fig. 1.9 Plantas de Turbogas

### 1.4.7 Plantas Carboeléctricas

En cuanto a su concepción básica, carboeléctricas son básicamente las mismas que las plantas termoeléctricas de vapor, el único cambio importante es que son alimentadas por carbón, y las cenizas residuales requieren maniobras especiales y amplios espacios para el manejo y confinamiento. Fig. 1.10.

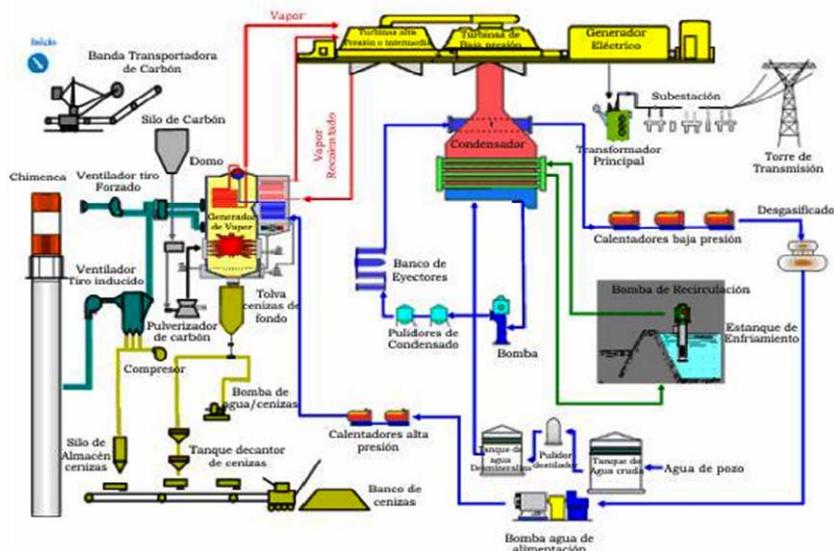


Fig. 1.10 Plantas Carboeléctricas

### 1.4.8 Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)

Es el sistema que utiliza la radiación solar para producir electricidad.

Para esto se utilizan paneles fotovoltaicos, que son unos dispositivos que convierten la energía solar en energía eléctrica de corriente directa. Éstos reciben la radiación solar, la cual contiene cargas llamadas fotones, que inciden sobre las placas del panel, llamadas celdas, constituidas de silicio, provocando el movimiento de los electrones libres. Fig. 1.11.

De esta forma se presenta un flujo de electrones a través de las placas de la celda, lo que constituye una corriente eléctrica.

Como los módulos fotovoltaicos producen electricidad solamente en horas luz, utilizan una o más baterías que acumulan energía para uso nocturno y durante períodos de lluvia o nubosidad.

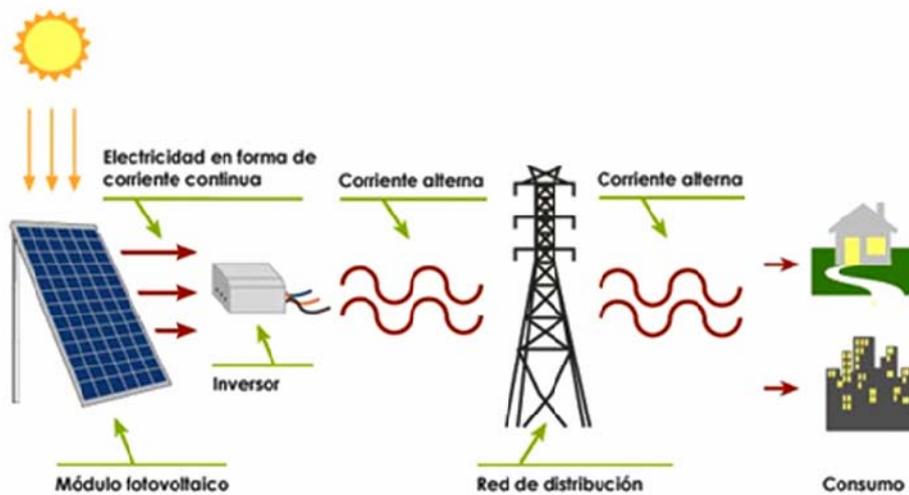


Fig. 1.11 Plantas Fotovoltaicas (Energía solar)

## 1.5 Diversificación de las fuentes de generación en México.

---

Frente al aumento en los precios de combustibles y la incertidumbre en la evolución y costos de las tecnologías para generación de electricidad, la diversificación adquiere importancia relevante para reducir riesgos. Así, un plan de expansión con mayor grado de diversificación, aun con un mayor costo, permite reducir la exposición al riesgo.

Las ventajas más importantes de una estrategia de diversificación son: mayor protección contra el aumento de los precios de los energéticos primarios, menor dependencia de un proveedor único de combustibles prioritarios, y reducción de la contaminación atmosférica mediante el uso de fuentes de energía renovable.

En estudios de años anteriores, donde los precios de gas se ubicaban por debajo de 6 dólares/MMBTU, la expansión de mínimo costo se lograba mediante una participación mayoritaria de proyectos basados en tecnologías de ciclos combinados. Sin embargo, la tendencia observada en los últimos años en los precios de los combustibles fósiles, hacen prever que los de gas natural se ubicarán por arriba de 6 dólares/MMBTU, lo que ha sido considerado en las premisas actuales de precios de combustibles establecidos por la SENER.

Con base en estas previsiones y en la información de costos para las diferentes tecnologías, la expansión de menor costo a largo plazo incluye la participación de proyectos basados en tecnologías que utilizan carbón y energía nuclear.

Enseguida se describen brevemente algunas ventajas de tecnologías que se han considerado en los análisis de largo plazo.

### 1.5.1 Centrales Carboeléctricas.

El uso del carbón resulta atractivo tomando en cuenta que:

- a) Estas plantas constituyen una tecnología madura.
- b) Resulta ser el energético primario con más reservas a nivel mundial.
- c) El precio del energético es estable.

Sin embargo, de intensificarse el uso de este combustible, se necesitarán establecer lineamientos de política energética y de utilización de combustibles, para realizar acciones con el fin de ratificar y garantizar los

recursos de carbón mineral en las regiones de Sabinas y Río Escondido en Coahuila, Cabullona y Barranca en Sonora, y de Tlaxiaco y San Juan Diquiya en Oaxaca, o bien incrementar su importación. Así mismo se deberán desarrollar estrategias de compra a largo plazo que garanticen precios competitivos del carbón.

Además de las inversiones necesarias en estas centrales — más altas que para las de ciclo combinado — también se requieren algunas adicionales para la recepción y manejo del carbón, así como la construcción o adecuación de puertos y de infraestructura para el transporte de este energético en el territorio nacional. Para las centrales incluidas en el plan de expansión se deberá desarrollar infraestructura en los puertos de Topolobampo, Sinaloa y Lázaro Cárdenas, Michoacán, así como en las regiones con recursos potenciales de carbón en Coahuila y Sonora, a fin de reactivar el desarrollo de esta tecnología.

Además, a fin de cumplir con la normativa ambiental se consideran las inversiones asociadas a equipos anticontaminantes. Con todos estos elementos se incluye esta tecnología dentro de la estrategia de diversificación del parque generador.

### 1.5.2 Centrales Nucleoeléctricas.

En los últimos años, el avance de esta tecnología ha permitido una reducción de sus costos nivelados de generación y un incremento importante en la seguridad de su operación. Tiene el atractivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, lo que las hace competitivas en escenarios con restricciones en el suministro y altos precios de gas natural.

La única central nucleoelectrica del país, dispone de 370 hectáreas localizadas sobre la costa del Golfo de México, en el km 42.5 de la carretera federal Cd. Cardel-Nautla, municipio de Alto Lucero; a 60 km al noreste de la ciudad de Xalapa, a 70 km del puerto de Veracruz y a 290 km al noreste del Distrito Federal, la Central consta de dos unidades, cada una con capacidad de 682.44 MW, equipadas con reactores del tipo agua hirviente y contenciones de ciclo directo. El sistema nuclear de suministro de vapor fue adquirido a General Electric y el Turbogenerador a Mitsubishi Heavy Industries.

### 1.5.3 Centrales Hidroeléctricas.

Si bien son elevados los costos de inversión y en algunos casos existen problemas sociales y ambientales derivados de su construcción, operan competitivamente en las horas de demanda máxima y ofrecen los beneficios siguientes:

- a) Utilizan energía renovable.
- b) No contaminan el ambiente.
- c) Su construcción tiene el mayor componente de integración nacional.
- d) Las obras civiles y las presas generalmente pueden destinarse a otros usos como riego, control de avenidas en ríos, agua potable, turismo y navegación, entre otros.

### 1.5.4 Centrales Eólicas.

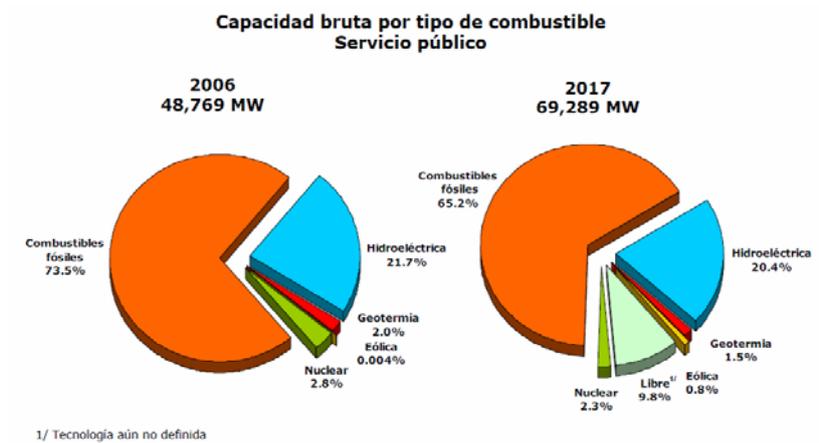
Además de la geotermia, la única fuente de energía alterna susceptible de desarrollarse en zonas de corrientes de viento a precios competitivos en gran escala, es la energía eólica.

*Central eólica de La Venta, Oaxaca:* La Central de La Venta se localiza en el sitio del mismo nombre, a unos 30 kilómetros al noreste de Juchitán, Oaxaca. Fue la primera planta eólica integrada a la red en América Latina. Con una capacidad instalada de 84.875MW, consta de 105 aerogeneradores, ya que a partir de enero de 2007 entraron en operación comercial 98 nuevas unidades generadoras.

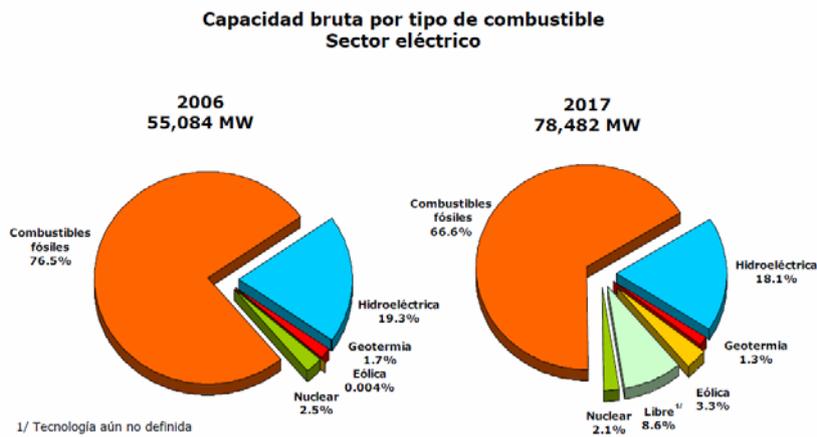
*Central eólica de Guerrero Negro, Baja California Sur:* Se ubica en las afueras de Guerrero Negro, Baja California Sur, dentro de la Zona de Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno. Tiene una capacidad de 0.6MW y se integra por un solo aerogenerador.

### 1.5.5 Ciclos Combinados con Gasificación Integrada.

El atractivo de esta tecnología es la posibilidad del aprovechamiento de diversos combustibles mediante su gasificación, con el fin de obtener gas de síntesis para ser utilizado en las turbinas a gas de un ciclo combinado. La gasificación de carbón, biomasa y residuos de refinación son opciones por considerar. Con este proceso se avanza en la solución del problema ambiental asociado con la combustión de energéticos primarios de baja calidad. En las figuras 1.12 y 1.13 se presentan la composición de la capacidad instalada en 2006 para 2017 en función de los energéticos utilizados. Para el caso del servicio público, el uso de combustibles fósiles en la capacidad instalada de generación reducirá su participación de 73.5% en 2006 a 65.2% en 2017.



**Fig. 1.12 Capacidad bruta-Servicio Público**



**Fig.1.13 Capacidad bruta-Sector Eléctrico.**

### En conclusión

La utilidad de la energía el ser humano puede realizar procesos y trabajos que le garanticen la supervivencia a la cabeza de las otras especies animales, la comodidad y el dominio que ha venido ejerciendo, por largo tiempo, sobre el medio natural. Consistiendo en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica.