

LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

1. Origen

El origen de la energía hidráulica está en el ciclo hidrológico de las lluvias y, por tanto, en la evaporación solar y la climatología, que remontan grandes cantidades de agua a zonas elevadas de los continentes alimentando los ríos. Este proceso está originado, de manera primaria, por la radiación solar que recibe la Tierra.

Estas características hacen que sea significativa en regiones donde existe una combinación adecuada de lluvias, desniveles geológicos y orografía favorable para la construcción de presas. Es debida a la energía potencial contenida en las masas de agua que transportan los ríos, provenientes de la lluvia y del deshielo. Puede ser utilizada para producir energía eléctrica mediante un salto de agua, como se hace en las centrales hidroeléctricas.

- **Ventajas:** se trata de una energía renovable y limpia, de alto rendimiento energético.
- **Inconvenientes:** la constitución del embalse supone la inundación de importantes extensiones de terreno, a veces áreas fértiles o de gran valor ecológico, así como el abandono de pueblos y el desplazamiento de las poblaciones.

La energía hidráulica tiene la cualidad de ser renovable, pues no agota la fuente primaria al explotarla, y es limpia, ya que no produce en su explotación sustancias contaminantes de ningún tipo. Sin embargo, el impacto medioambiental de las grandes presas, por la severa alteración del paisaje e, incluso, la inducción de un microclima diferenciado en su emplazamiento, ha desmerecido la bondad ecológica de este concepto en los últimos años.

Al mismo tiempo, la madurez de la explotación hace que en los países desarrollados no queden apenas ubicaciones atractivas por desarrollar nuevas centrales hidroeléctricas, por lo que esta fuente de energía, que aporta una cantidad significativa de la energía eléctrica en muchos países (en España, según los años, puede alcanzar el 30%) no permite un desarrollo adicional excesivo. Recientemente se están realizando centrales minihidroeléctricas, mucho más respetuosas con el ambiente y que se benefician de los progresos tecnológicos, logrando un rendimiento y una viabilidad económica razonables.

2. Plantas Hidroeléctricas

Una **central hidroeléctrica** es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía hidráulica.

Sabemos que la energía se transforma, es decir, no se pierde. De igual manera, para obtener energía eléctrica debemos partir de alguna otra forma de energía y realizar un proceso de transformación.

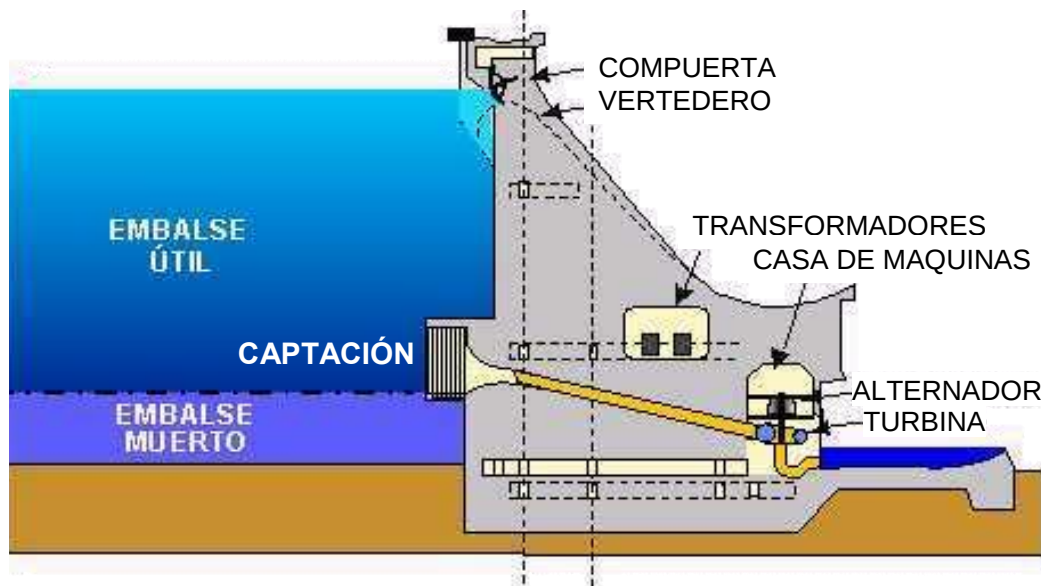
Concentrando grandes cantidades de agua en un embalse se obtiene inicialmente **energía potencial**. Por la acción de la gravedad, el agua adquiere energía cinética o de movimiento: pasa de un nivel superior a otro muy bajo, a través de las obras de conducción. A la energía desarrollada por el agua al caer se le denomina **energía hidráulica**.

Por su masa y velocidad, el agua produce un empuje que se aplica a las turbinas, las cuales transforman la energía hidráulica en **energía mecánica**. Esta se propaga a los generadores acoplados a las turbinas.

Los generadores producen energía eléctrica, la cual pasa a la subestación contigua o cerca de la planta. La subestación eleva la tensión o voltaje para que la energía llegue a los centros de consumo con la debida calidad.

Todo el proceso es conducido desde la Sala de Control de la casa de Máquinas. Las partes constitutivas del complejo hidroeléctrico son:

- Fuente de abastecimiento
- Obras de conducción
- Casa de Máquinas
- Subestación



Esquema general de un proyecto hidroeléctrico

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

- La **potencia**, que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la usina, y del caudal máximo turbinable, además de las características de la turbina y del generador

- La **energía** garantizada, en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que es función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.

3. Fuente de Abastecimiento

Es la que permite que la planta se mantenga en funcionamiento al suplir constantemente el agua con un caudal regulado.

La fuente está constituida por uno o varios ríos que aportan sus aguas a un **embalse**, el cual es fundamental para que el suministro de agua no se vea afectado por los frecuentes cambios del caudal. El embalse, pues, regula el caudal aprovechable; puede hallarse en el cauce de un río o en un sitio alejado de éste.

Para formar el embalse es necesario estudiar el área determinada de un río con un caudal preestablecido y definir el sitio para construir la **presa**.

La presa es una pared artificial que cierra un valle o depresión geográfica donde se almacena el agua.

En otros casos, la presa deriva un cierto caudal hacia las obras de conducción.

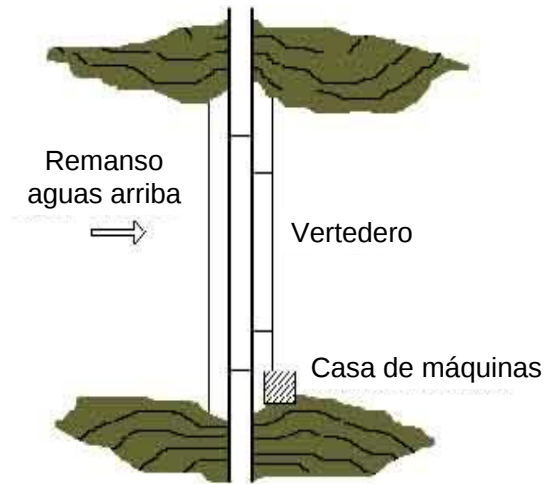
Para levantar la presa, se construye un túnel que desvía provisionalmente el cauce del río; por tal razón dicho túnel se llama **túnel de desviación**. En el área libre se construye la obra.

La presa puede incluir una estructura denominada **vertedero**, el cual permite que el agua excedente aportada al embalse sea liberada y fluya directamente al cauce natural aguas abajo.

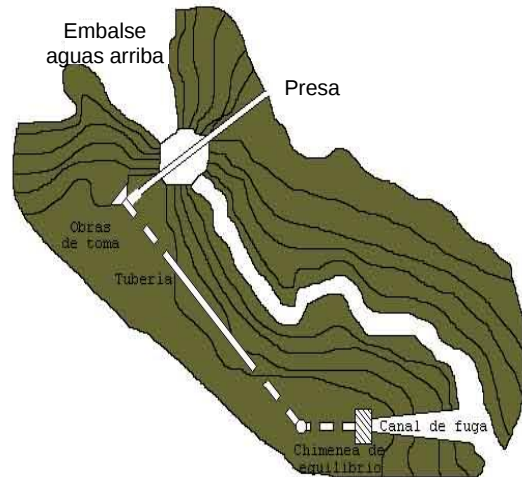
Desde el punto de vista de cómo utilizan el agua para la generación, las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en:

Centrales a filo de agua. También denominadas *centrales de agua fluyente o de pasada*, utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja.

Centrales acopladas a uno o más embalses. Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Es posible generar energía durante todo el año si se dispone de reservas suficientes. Requieren una inversión mayor.



Central a filo de agua



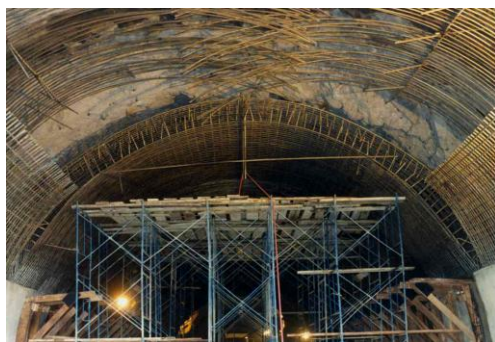
Central acoplada a un embalse



Presa



Vertedero



Túnel de desviación



Descarga de Fondo

CENTRAL MIEL I, Norcasia -Caldas

4. Obras de Conducción

Son las que realizan el traslado del agua desde el embalse hasta las turbinas.

Pueden ser canales, túneles o a veces una combinación de ambos y siempre rematan con **tubería de presión o tubería forzada**.

CANAL

Es una obra de conducción de agua expuesta sobre la superficie del suelo. Se encuentra en la parte alta, generalmente entre el río y el embalse.

Puede incluir un desarenador, parte más profunda y ancha que el resto del canal. Su función es la de permitir el acumulamiento en él de arena y otros sólidos que el agua arrastra y que reducen el volumen de líquidos en el embalse.

TÚNEL

Es un tramo de conducción bajo la superficie del suelo. Si se inicia en una de las paredes del embalse, la entrada estará constituida por la toma de agua, la que contienen en el frente unas rejillas que evitan que objetos voluminosos o restos de plantas o animales penetren al túnel. En su extremo posterior, la toma cuenta con una compuerta de acceso que permite o no que las aguas ingresen al túnel, según las necesidades. Generalmente está abierta.

TUBERÍA DE PRESIÓN O FORZADA

Es el tramo final de la conducción. Como su nombre lo especifica, es la que soporta las máximas presiones internas causadas por el agua. Cuentan con válvulas disipadoras de energía y de admisión para regular el flujo hacia las turbinas.

TANQUE DE OSCILACIÓN

Es una estructura de protección del túnel y de la tubería de presión.

En él se cumple el principio hidráulico de los vasos comunicantes, ya que el agua recupera dentro del mismo el nivel que haya en el embalse al cerrarse las válvulas de admisión de la Casa de Máquinas.

El tanque de Oscilación absorbe la potentísima onda de choque, llamada Golpe de Ariete, producida por el cierre de válvulas. Esta onda incrementa considerablemente la opresión interna de la tubería y se propaga hasta el tanque, el cual se ha llenado previa y muy rápidamente. El agua en él acumulada amortigua el Golpe de Ariete y así no se daña el túnel.

Al subir el agua dentro del tanque, recupera gradualmente el nivel que tenía en el embalse.

Mientras se estabiliza, el agua oscila de nivel, de ahí el nombre del tanque. Simultáneamente, el recorrido del agua cesa. Además de asumir este rechazo de carga, el tanque de oscilación cumple otra función cuando las válvulas se abren de nuevo. Si no existiese, al abrirse las válvulas, la succión producida aprovecharía el agua que haya en la tubería de presión, dejándola vacía. La presión interna sería nula ante la presión atmosférica, que podría dañar la tubería. El agua almacenada en el tanque de oscilación llena la tubería de presión mientras llega un flujo constante desde el embalse; de esta forma se evita el daño de la tubería.

5. Casa de Máquinas

Es la edificación donde se produce la energía eléctrica. Consta de varias partes. Entre las más importantes se encuentran las unidades de generación, la sala de control y los equipos auxiliares.

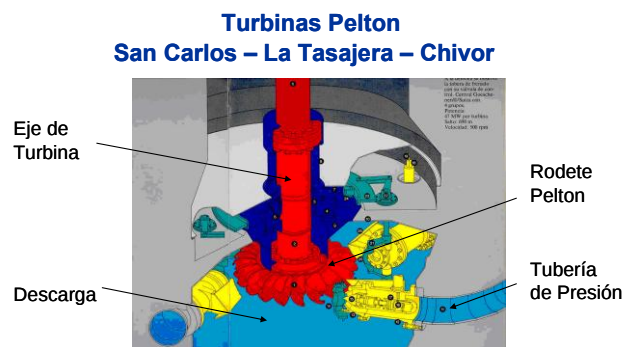
UNIDADES TURBOGENERADORAS

Cada una está constituida por un acoplamiento entre una turbina y un generador.

TURBINA

Es el elemento que transforma la energía hidráulica en mecánica para accionar el generador. Las turbinas hidráulicas son de varios tipos, en general se tienen:

Turbinas Pelton. Son ruedas de impulso empleadas en caídas grandes. El eje es de posición horizontal. Como ejemplo de este tipo son las turbinas las centrales San Carlos, Tasajera y Chivor.



Turbinas Francis. Llamadas también de reacción, de remolino o de vórtice. En ellas el agua incide de costado y chorro cae verticalmente luego. Se emplea en caídas medianas. Ejemplos de este tipo de turbina son las instaladas en las plantas Jaguas, Playas y Porce II.



GENERADOR

Es la máquina que transforma la energía mecánica en eléctrica. Se le llama también **Alternador** porque produce corriente alterna.

Está formado básicamente por dos elementos: uno fijo cuyo nombre genérico es el de **Estator** y otro que gira concéntricamente en éste, llamado **Rotor**.

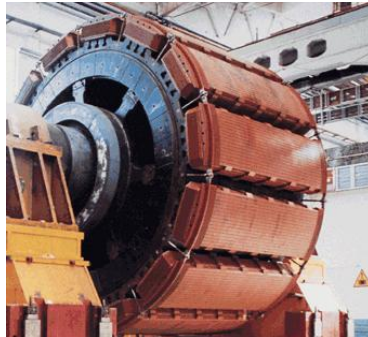
Uno de ellos debe crear un campo magnético, alimentado con corriente directa (corriente de excitación del campo), tomada de la excitatriz. A dicho elemento se le denomina inductor y está formado por un conjunto de bobinas. El inductor es el rotor.

El segundo elemento actúa como receptor de corrientes inducidas, por lo que se llama inducido. A él están unidas las barras de salida de la corriente.

El estator, pues, es el que ocupa el lugar del inducido.



Estator



Rotores



La corriente eléctrica se origina en el campo magnético establecido entre el rotor y el estator; al girar el rotor impulsado por la turbina se rompe el campo magnético produciéndose una corriente de electrones. Esta corriente se induce a relativamente bajo voltaje, por lo que se envía al transformador de potencia, el cual sube el voltaje a un valor muy alto para que se efectúe la transmisión hasta los centros de consumo. En estos hay subestaciones reductoras cuyos transformadores reducen el voltaje para distribuir la corriente en la zona. Finalmente, cerca de las instalaciones del usuario ocurre una última reducción del voltaje para ajustarlo a las características del funcionamiento de los aparatos.

El fenómeno físico mediante el cual se obtiene la energía eléctrica se denomina **inducción electromagnética**.

SALA DE CONTROL

Como se capta por el nombre, la sala de control es el sitio donde un personal sumamente capacitado efectúa la labor de control del proceso total de generación de la planta. Para tal efecto cuenta con tableros indicadores, alarmas y protecciones, sistemas de comunicación, tableros de mano para las subestaciones, entre otros.

EQUIPOS AUXILIARES

Tales como bombas de agua para el enfriamiento de las unidades, bombas lubricantes, extinguidores de fuego, equipos para la autoalimentación eléctrica, banco de baterías, grúa viajera, oficinas y salas varias, taller y bodega.

6. Subestación

Los generadores de la planta producen la corriente eléctrica a relativamente bajo voltaje, lo cual haría imposible que el servicio en los centros de consumo fuese de buena calidad.

Por tal motivo es necesario utilizar una subestación, la cual cuenta con otra serie de equipos que permite regular dicho servicio. La subestación se instala contiguo o cerca de la planta generadora y en ella se encuentran los siguientes equipos: transformadores de potencia, disyuntores, seccionadores, transformadores de medición de corriente, aisladores de paso, pararrayos, malla a tierra, Hilos-guarda.



Transformadores de Potencia

En el siguiente esquema, puede observarse el proceso que tiene la energía desde su generación hasta que es entregada en nuestros hogares.

