

ENERGIA HIDRAULICA

La energía del agua o energía hidráulica, es esencialmente una forma de energía solar. El Sol comienza el ciclo hidrológico evaporando el agua de lagos y océanos y calentando el aire que la transporta. El agua caerá en forma de precipitación (lluvia, nieve, etc.) sobre la tierra y la energía que posee aquella por estar a cierta altura (energía potencial) se disipa al regresar hacia lagos y océanos, situados a niveles más bajos.

Es la energía que tiene el agua cuando se mueve a través de un cauce (energía cinética) o cuando se encuentra embalsada a cierta altura (es decir, en forma de energía potencial). En este momento toda la energía hidráulica del agua estará en forma de energía potencial. Cuando se deje caer, se transformará en energía cinética, que puede ser aprovechada para diversos fines. Se trata de una energía renovable.

Desde hace unos dos mil años, toda la energía hidráulica se transformaba en energía mecánica que, posteriormente, tenía aplicaciones específicas en norias, molinos, forjas,...

A partir del siglo XX se empleó para obtener energía eléctrica. Son las centrales hidroeléctricas.

Se caracteriza porque no es contaminante y puede suministrar trabajo sin producir residuos (rendimiento 80%).

Toda central hidroeléctrica transforma la energía potencial del agua acumulada en el embalse en energía eléctrica a través del alternador. Las diferentes transformaciones de energía que se producen son:

Energía potencial \Rightarrow Energía cinética del agua \Rightarrow Energía cinética de rotación \Rightarrow Energía eléctrica

Según el valor de la potencia generada sea superior o inferior a 10 Mw, hablamos de minihidráulica o de Hidráulica.

Emplazamiento de sistemas hidráulicos

Es importante tener en cuenta para evaluar el potencial extraíble:

- El caudal de agua disponible, que se establece a partir de datos pluviométricos medios de largos periodos de tiempo
- El desnivel que se puede alcanzar, impuesto por el terreno

Un gran desnivel (100 – 150 m) obligará a utilizar largas canalizaciones, mientras que un pequeño desnivel (menor de 20 m), obligará a la construcción de un embalse para aumentarlo (necesario estudiar las conducciones y los diques).

Principios de funcionamiento

Una presa sirve para contener el agua y formar tras de sí un embalse. El agua se libera por los desagües, que fluye por las llamadas *tuberías de conexión* hasta la sala de máquinas (una vez filtrada); la energía cinética del agua acumulada se convierte en energía cinética de rotación de la turbina, que acoplada a un alternador de forma solidaria, genera energía eléctrica.

Constitución de una central eléctrica

Las partes principales de una central hidráulica son:

- Presa
- Toma de agua
- Canal de derivación
- Cámara de presión
- Tubería de presión
- Cámara de turbinas
- Canal de desagüe
- Parque de transformadores.

Presa: Es la encargada de almacenar el agua y provocar una elevación de su nivel que permita encauzarla para su utilización hidroeléctrica. También se emplea para regular el caudal de agua que circula por el río y aumentar el potencial hidráulico.

En función del material de construcción y de la estructura existen varios tipos. Todo dique debe permitir el escape del exceso de agua para evitar accidentes. El excedente de agua se puede eliminar a través de un aliviadero (Por debajo de la cima de la presa), mediante un pozo de desagüe (interior del embalse) o por un túnel de desagüe (bordeando el dique)

Canal de derivación: Es un conducto que canaliza el agua desde el embalse. Puede ser abierto (canal), como los que se construyen siguiendo la ladera de una montaña, o cerrado (tubo), por medio de túneles excavados.

Las conducciones deben ser lo más rectas y lisas posibles para reducir al mínimo las pérdidas por fricción, necesitando además un sistema para regular el caudal (compuertas o válvulas)

Tiene menos pendiente que el cauce del río. Si el salto es inferior a 15 m, el canal desemboca directamente en la cámara de turbinas.

En su origen dispone de una o varias tomas de agua protegidas por medio de rejillas metálicas para evitar que se introduzcan cuerpos extraños

Cámara de presión: Es el punto de unión del canal de derivación con la tubería de presión. En esta cámara se instala la chimenea de equilibrio. Este dispositivo consiste en un depósito de compensación cuya misión es evitar las variaciones bruscas de presión debidas a las fluctuaciones del caudal de agua provocadas por la regulación de su entrada a la cámara de turbinas. Estas variaciones bruscas son las que se conocen como *golpe de ariete*.

Tubería de presión: También llamada tubería forzada, se encarga de conducir el agua hasta la cámara de turbinas. Las tuberías de este tipo se construyen de diferentes materiales según la presión que han de soportar: palastro de acero, cemento-amianto y hormigón armado

Cámara de turbinas: Es la zona donde se instalan las turbinas y los alternadores. Además de las turbinas, existen otros dispositivos captadores: las ruedas hidráulicas

La turbina es una máquina compuesta esencialmente por un rodete con álabes o palas unidos a un eje central giratorio (velocidad de giro superior a 1000 r.p.m). Su misión es transformar la energía cinética del agua en energía cinética de rotación del eje. El alternador, cuyo eje es la prolongación del eje de la turbina, se encarga de transformar la energía cinética de rotación de éste en energía eléctrica.

Los elementos básicos de una turbina son:

- **Canal de admisión:** Conducto por donde penetra el agua
- **Distribuidor:** Paredes perfiladas que permiten encauzar el agua hacia el elemento móvil
- **Rodete:** Dispositivo portador de los álabes, perfilados para que absorban con la mayor eficacia posible la energía cinética del agua

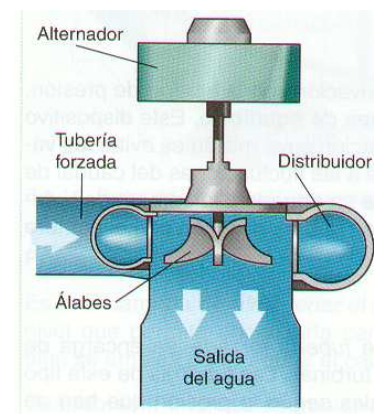
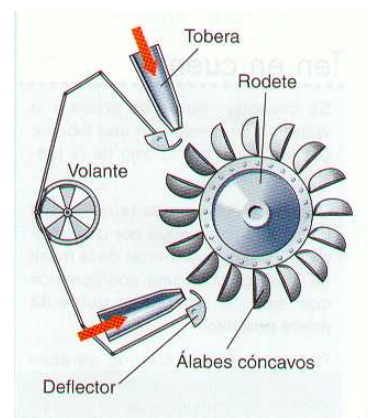
Según las características del salto de agua, se emplean tres tipos de turbinas: *Pelton, Francis, y Kaplan*

❖ **Pelton:** turbina de alta presión (es una rueda hidráulica que puede desarrollar velocidades de giro suficientemente altas, unas 1000 r.p.m). Dispone de un eje horizontal y su rodete lleva una serie de álabes cóncavos sobre los que las toberas proyectan un chorro de agua. Para aumentar la potencia basta aumentar el número de chorros. Tiene una eficacia de hasta el 90%.

Cada tobera lleva un deflector para regular la presión del agua sobre los álabes. En cada rodete es posible montar hasta 4 toberas. Puede utilizarse en saltos de altura superior a 200 m, pero requiere una altura mínima de 25 m.

❖ **Francis:** Turbina de media presión. Dispone de un eje vertical y su rodete está constituido por paletas alabeteadas. El agua es conducida hasta la periferia del rodete por un distribuidor y se evacua por un canal que sale a lo largo del eje. Rendimiento 90%

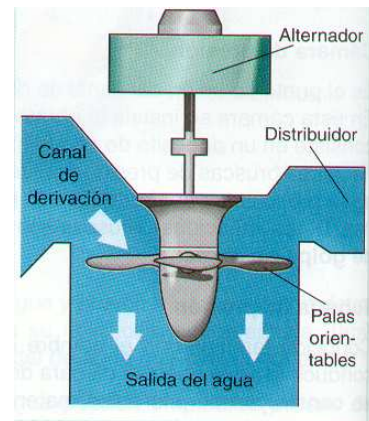
Este tipo de turbinas puede funcionar sumergido en el agua y se emplea en saltos de alturas comprendidas entre los 20 y 200 m.



❖ **Kaplan:** Turbina de presión. Es una variante de la turbina Francis y, como ésta, también dispone de un eje vertical. Su rodete está formado por una hélice de palas orientables, (generalmente 4 o 5) lo que permite mejorar su rendimiento y disminuir el tamaño del alternador.

Tiene una eficiencia entre el 93 y el 95%

Se emplea en saltos de altura inferior a 20 m y puede llegar a trabajar eficazmente con saltos de sólo 5 m.



TURBINA PELTON → TURBINAS DE IMPULSIÓN, NO SUMERGIDAS TOTALMENTE EN AGUA

TURBINA FRANCIS Y KAPLAN → TURBINAS DE REACCIÓN, TOTALMETNE SUMERGIDAS EN AGUA

Canal de desagüe: Se encarga de devolver el agua utilizada en las turbinas hasta el cauce del río. El agua sale a gran velocidad, por lo que se protege la salida y las paredes laterales con refuerzos de hormigón para evitar la erosión, que podría poner en peligro la propia presa.

Parque de transformadores: Los alternadores actuales generan energía eléctrica a tensión inferior a 20000 V. En estas condiciones se producirían pérdidas de tensión en el transporte a largas distancias, por lo que se hace necesario elevar la tensión a valores no inferiores a los 200 000 V. Este aumento de tensión se lleva a cabo en el parque de transformadores.

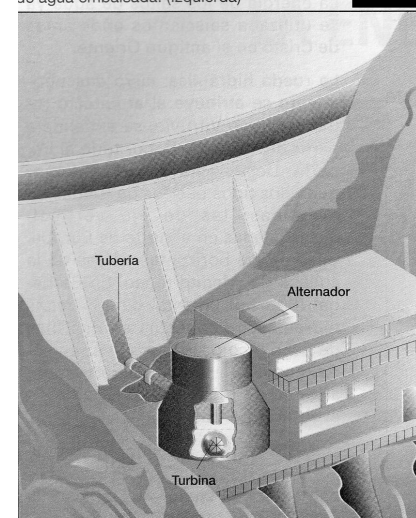
Clasificación

Según el caudal del río, las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- ✓ Centrales de agua embalsada
- ✓ Centrales de agua fluyente o derivación

Centrales de agua embalsada: Si el caudal del río es variable, se acumula el agua mediante un embalse de grandes dimensiones para conseguir una producción regular.

Esquema de una central de agua embalsada. (Izquierda)



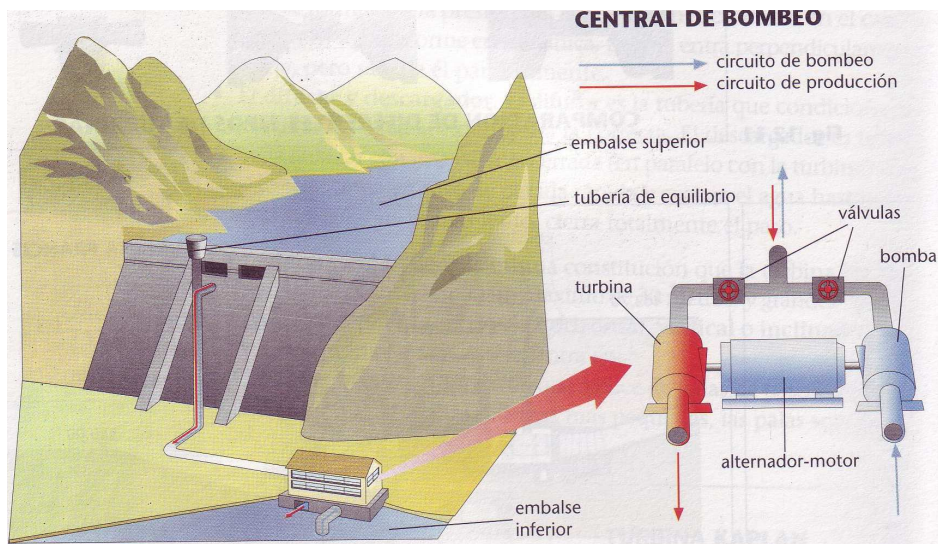
Las presas pueden ser de diferente tipo:

- De gravedad: su propio peso sirve para contrarrestar el empuje del agua. Suele ser recta o cóncava. Es el tipo más caro.
- De bóveda: la presión del agua se transmite a las laderas de la montaña. Suele ser convexa, de modo que, cuanto más empuja el agua del embalse, más se clavan los lados de la presa en las laderas de la montaña. Son presas más pequeñas, y baratas.

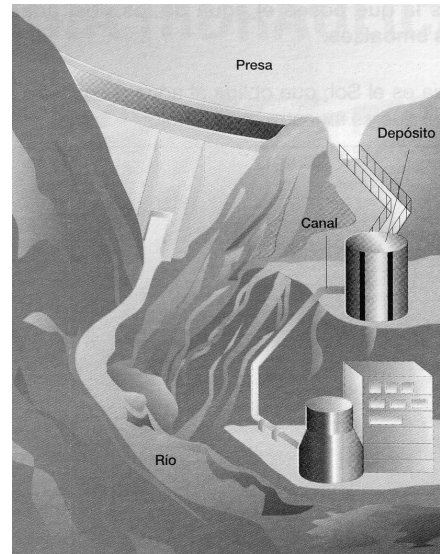


Dentro de este tipo de centrales, encontramos también las Centrales de bombeo, que son aquellas que disponen de dos embalses: Durante las horas de máxima demanda de energía eléctrica funcionan como cualquier central. Es decir, el agua del embalse superior pasa por las tuberías, desde la presa hasta la turbina, haciéndola girar y generando corriente que se envía a las líneas eléctricas. Luego el agua pasa al embalse inferior.

Cuando la demanda de energía es baja, se aprovecha la energía eléctrica sobrante para bombear agua del embalse inferior al superior. Por ello, este tipo de centrales se combina con otra para obtener la energía de bombeo.



Centrales de agua fluyente o derivación : Si el caudal es prácticamente constante en las diferentes estaciones, la energía potencial del agua se aprovecha directamente o con embalses de “pequeñas dimensiones”. La presa, prácticamente, no hace crecer el nivel del río. De esta presa sale, en derivación, un canal que lleva el agua hasta un depósito a partir del cual, mediante una tubería se hace llegar el agua hasta la central.



Potencia de una central hidroeléctrica

La potencia de una central hidroeléctrica depende, fundamentalmente, de dos parámetros: la altura del salto del agua y el caudal que incide sobre las turbinas.

$$P = 9,8 \cdot C \cdot h$$

El 9,8 es un factor de conversión para obtener el resultado directamente en Kw, en caso contrario lo obtendríamos en kgm/s (expresando el caudal en l/s).

P \Rightarrow Potencia de la central en kW

C \Rightarrow caudal del agua en m³/s

h \Rightarrow altura en m (desde la superficie del embalse hasta el punto donde está la turbina)

No toda la potencia es aprovechable, pues existen pérdidas debidas al transporte del agua y al rendimiento de turbinas y alternadores, por lo que para corregir el error se introduce un coeficiente de rendimiento estimado, η

$$P_{\text{útil}} = \eta \cdot P$$

La energía generada:

$$E = P \cdot t = 9,8 C \cdot h \cdot t$$

E \Rightarrow Energía en kWh

t \Rightarrow tiempo en horas

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

Ventajas	Inconvenientes
El proceso de transformación de la energía hidráulica en eléctrica es «limpio», es decir, no produce residuos ni da lugar a la emisión de gases o partículas sólidas que pudieran contaminar la atmósfera.	Los embalses de agua anegan extensas zonas de terreno, por lo general muy fértiles y en ocasiones de gran valor ecológico, en los valles de los ríos. Incluso, en algunos casos, han inundado pequeños núcleos de población, cuyos habitantes han tenido que ser trasladados a otras zonas: esto significa un trastorno considerable a nivel humano.
Las presas que se construyen para embalsar el agua permiten regular el caudal del río, evitando de esta forma inundaciones en épocas de crecida y haciendo posible el riego de las tierras bajas en los períodos de escasez de lluvias.	Las presas retienen las arenas que arrastra la corriente y que son la causa, a lo largo del tiempo, de la formación de deltas en la desembocadura de los ríos. De esta forma se altera el equilibrio, en perjuicio de los seres vivos (animales y vegetales) existentes en la zona.
El agua embalsada puede servir para el abastecimiento a ciudades durante largos períodos de tiempo.	Al interrumpirse el curso natural del río, se producen graves alteraciones en la flora y en la fauna fluvial.
Los embalses suelen ser utilizados como zonas de recreo y esparcimiento, donde se pueden practicar una gran cantidad de deportes acuáticos: pesca, remo, vela, etc.	Si aguas arriba del río existen vertidos industriales o de alcantarillado, se pueden producir acumulaciones de materia orgánica en el embalse, lo que repercutirá negativamente en la salubridad de sus aguas.
	Una posible rotura de la presa de un embalse puede dar lugar a una verdadera catástrofe (ejemplo: presa de Tous, en la provincia de Valencia).
	Por último, reseñar la gran dependencia que experimenta la energía hidráulica respecto a las precipitaciones, pues en épocas de sequía es necesario reservar parte del agua embalsada para otros usos no energéticos.