

TEMA 4 : ENERGÍA MINIHIDRÁULICA

4.1 Características de la energía hidroeléctrica

La superficie terrestre está cubierta en un 71% de agua. La energía hidroeléctrica proviene indirectamente de la energía del sol, responsable del ciclo hidrológico natural. La radiación que procede de las fusiones nucleares que se producen en el sol calientan la superficie terrestre, ríos, lagos y océanos, provocando la evaporación del agua. El aire caliente transporta el agua evaporada en forma de nubes y niebla a distintos puntos del planeta, donde cae nuevamente en forma de lluvia y nieve. Una parte de la energía solar permanece almacenada en el agua de los ríos, los lagos y los glaciares.

Las centrales y minicentrales hidroeléctricas transforman esa energía en electricidad, aprovechando la diferencia de desnivel existente entre dos puntos. La energía se transforma primero en energía mecánica en la turbina hidráulica, ésta activa el generador, que transforma en un segundo paso la energía mecánica en energía eléctrica.

Aunque no hay consenso a nivel europeo respecto a la potencia máxima instalada que puede tener una central para ser calificada como minicentral hidroeléctrica, aquí se considera como tal a las que no sobrepasen los 10 MW, que es el límite aceptado por la Comisión Europea, la UNIPEDE (Unión de Productores de Electricidad), y por lo menos seis de los países miembros de la Europa de los 15. Hay países, sin embargo, en los que el límite puede ser tan bajo como 1,5 MW, mientras que en otros como China o los países de América Latina, el límite llega a los 30 MW.

La potencia instalada no constituye el criterio básico para diferenciar una minicentral de una central hidroeléctrica convencional. Una minicentral no es una central convencional a escala reducida. Una turbina de unos cientos de kilovatios tiene un diseño completamente distinto del de otra de unos cientos de megavatios. Desde el punto de vista de obra civil, una minicentral obedece a principios

completamente distintos a las grandes centrales alimentadas por enormes embalses.

4.2 Tipos de minicentrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas las minicentrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas. Cuando se vaya a poner en marcha una instalación de este tipo hay que tener en cuenta que la topografía del terreno va a influir tanto en la obra civil como en la selección de la maquinaria.

Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación general:

- Centrales de agua fluyente.* Captan una parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, se devuelve al río.

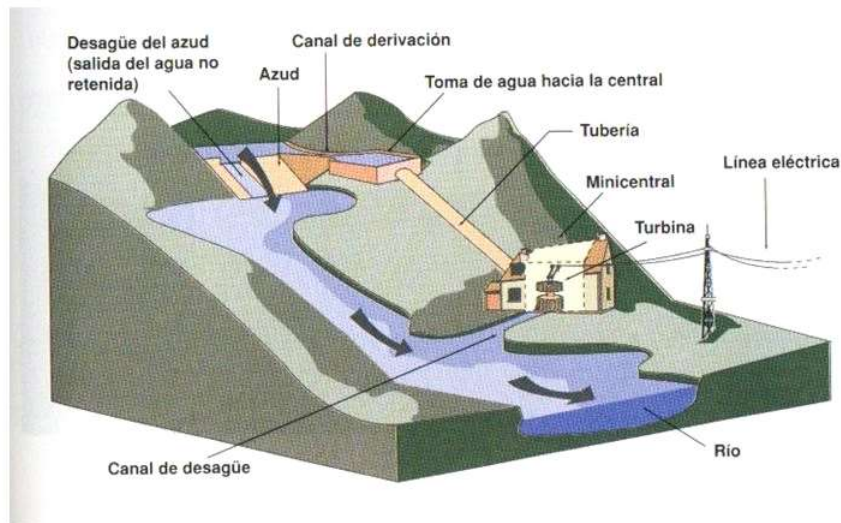
- Centrales de pie de presa.* Se sitúan debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos, aprovechando el desnivel creado por la propia presa.

4.2.1 Central de agua fluyente

Es aquel aprovechamiento en el que se desvía parte del agua del río mediante una toma, y a través de canales o conducciones se lleva hasta la central donde será turbinada. Una vez obtenida la energía eléctrica el agua desviada es devuelta nuevamente al cauce del río.

Dependiendo del emplazamiento donde se sitúe la central será necesario la construcción de todos o sólo algunos de los siguientes elementos:

Esquema de funcionamiento (II). Ejemplo de central con **azud**:



En las centrales fluyentes, el agua **no** se embalsa. Un **azud** retiene el agua sólo lo necesario para desviar parte del caudal a la centra.

Dentro de este grupo hay diversas formas de realizar el proceso de generación de energía. La característica común a todas las centrales de agua fluyente es que dependen directamente de la hidrología, ya que no tienen capacidad de regulación del caudal turbinado y éste es muy variable. Estas centrales cuentan con un salto útil prácticamente constante y su potencia depende directamente del caudal que pasa por el río.

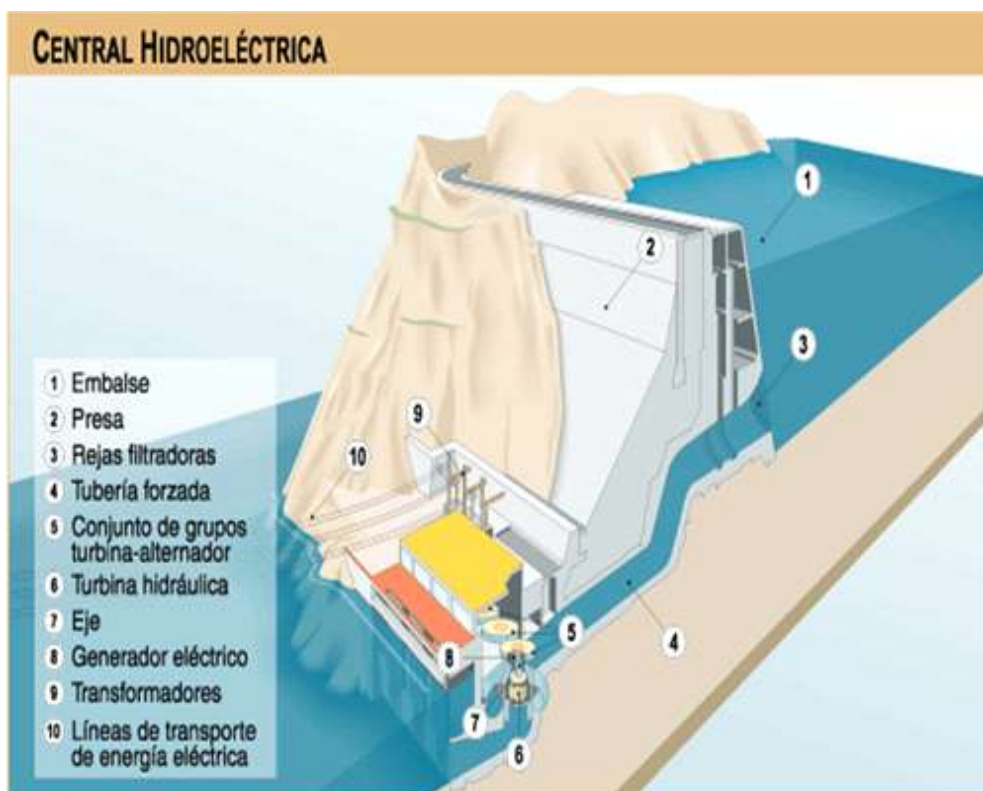
En algunos casos se construye una pequeña presa en la toma de agua para elevar el plano de ésta y facilitar su entrada al canal o tubería de derivación. El agua desviada se conduce hasta la cámara de carga, de donde sale la tubería forzada por la que pasa el agua para ser turbinada en el punto más bajo de la central.

Para que las pérdidas de carga sean pequeñas y poder mantener la altura hidráulica, los conductos por los que circula el agua desviada se construyen con pequeña pendiente, provocando que la velocidad de circulación del agua sea baja, puesto que la pérdida de carga es proporcional al cuadrado de la velocidad. Esto implica que en algunos casos, dependiendo de la orografía, la mejor solución sea

optar por construir un túnel, acortando el recorrido horizontal.

4.2.2 Central de pie de presa

Es aquel aprovechamiento en el que existe la posibilidad de construir un embalse en el cauce del río para almacenar las aportaciones de éste, además del agua procedente de las lluvias y del deshielo. La característica principal de este tipo de instalaciones es que cuentan con la capacidad de regulación de los caudales de salida del agua, que será turbinada en los momentos que se precise.



La toma de agua de la central se encuentra en la denominada zona útil, que contiene el total de agua que puede ser turbinada. Debajo de la toma se sitúa la denominada zona muerta, que simplemente almacena agua no útil para turbinar.

También se incluyen en este grupo aquellas centrales situadas en embalses destinados a otros usos, como riego o abastecimiento de agua en poblaciones.

Dependiendo de los fines para los que fue creada la presa, se turbinan los caudales excedentes, los caudales desembalsados para riego o abastecimientos, e incluso los caudales ecológicos.

Las obras e instalaciones necesarias para construir una minicentral al pie de una presa que ya existe son:

4.3 Diseño de un aprovechamiento hidroeléctrico

La potencia de una central hidroeléctrica es proporcional a la altura del salto y al caudal turbinado, por lo que es muy importante determinar correctamente estas variables para el diseño de las instalaciones y el dimensionamiento de los equipos.

4.3.1 Determinación del caudal de equipamiento

Es fundamental la elección de un caudal de diseño adecuado para definir el equipamiento a instalar, de forma que la energía producida sea la máxima posible en función de la hidrología.

La obtención de los datos de estaciones de aforo puede hacerse a través de los Organismos de cuenca o en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), organismo autónomo adscrito orgánicamente al Ministerio de Fomento y funcionalmente a los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente. En España hay una extensa red de estaciones de aforo, que nos proporcionan datos

sobre los caudales de un gran número de ríos durante un significativo número de años.

Por tanto, en función de la ubicación del futuro aprovechamiento, primeramente se recopilarán las series hidrológicas (de más de 25 años) de las estaciones de aforo existentes en la zona de implantación de la central, con los datos de caudales medios diarios, para realizar el correspondiente *estudio hidrológico*.

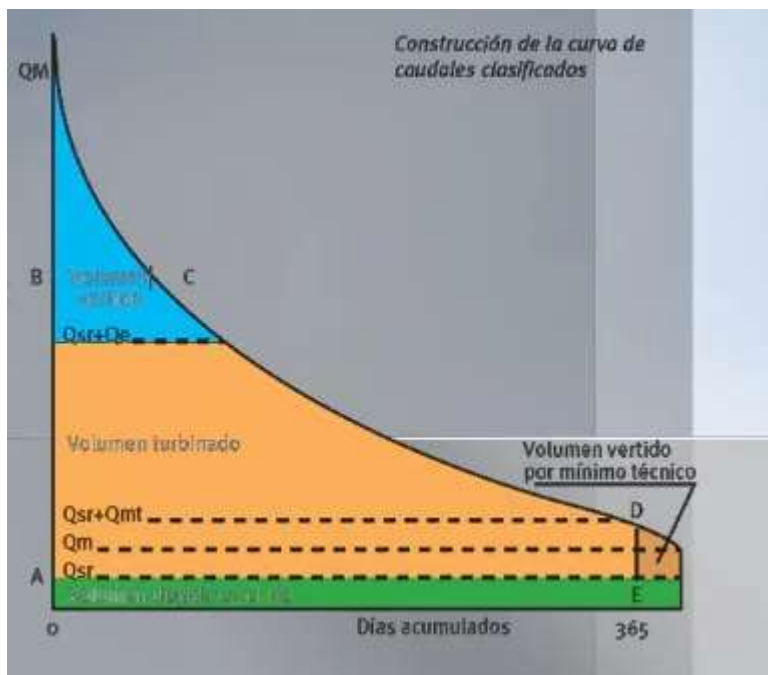
Pero cuando no existe ninguna estación de aforo en la cuenca donde se situará la minicentral, hay que realizar un *estudio hidrológico teórico*, basado en datos de precipitaciones de la zona y en aforos existentes en cuencas semejantes.

En este caso, se deben recopilar y analizar las series de datos pluviométricos disponibles, completando los períodos en los que falten datos utilizando métodos de correlación de cuencas, para lo que hay que determinar previamente las características físicas de la cuenca a estudiar, principalmente la superficie y los índices que definen la forma y el relieve de esa superficie.

Estos datos es conveniente completarlos, además, con medidas directas del caudal en una sección del río a lo largo de al menos un año. Al final, en todo estudio hidrológico, sea teórico o con datos reales de caudales, se obtendrá una serie anual lo suficientemente grande para realizar una distribución estadística que nos tipifique los años en función de la aportación registrada: años muy secos, secos, medios, húmedos y muy húmedos.

Una vez obtenida la distribución anterior, se tomará un año medio representativo y se construirá la *curva de caudales clasificados* de la cuenca estudiada que nos dará el caudal en la toma en función de los días del año en que se supera dicho valor.

La curva de caudales clasificados proporciona una valiosa información gráfica sobre el volumen de agua existente, el volumen turbinado y el volumen vertido por servidumbre, mínimo técnico o caudal ecológico.



Para una primera aproximación, se tomarán los siguientes valores de “K”:

-para turbinas PELTON: $k = 0,10$

-para turbinas KAPLAN: $k = 0,25$

-para turbinas FRANCIS $k = 0,40$

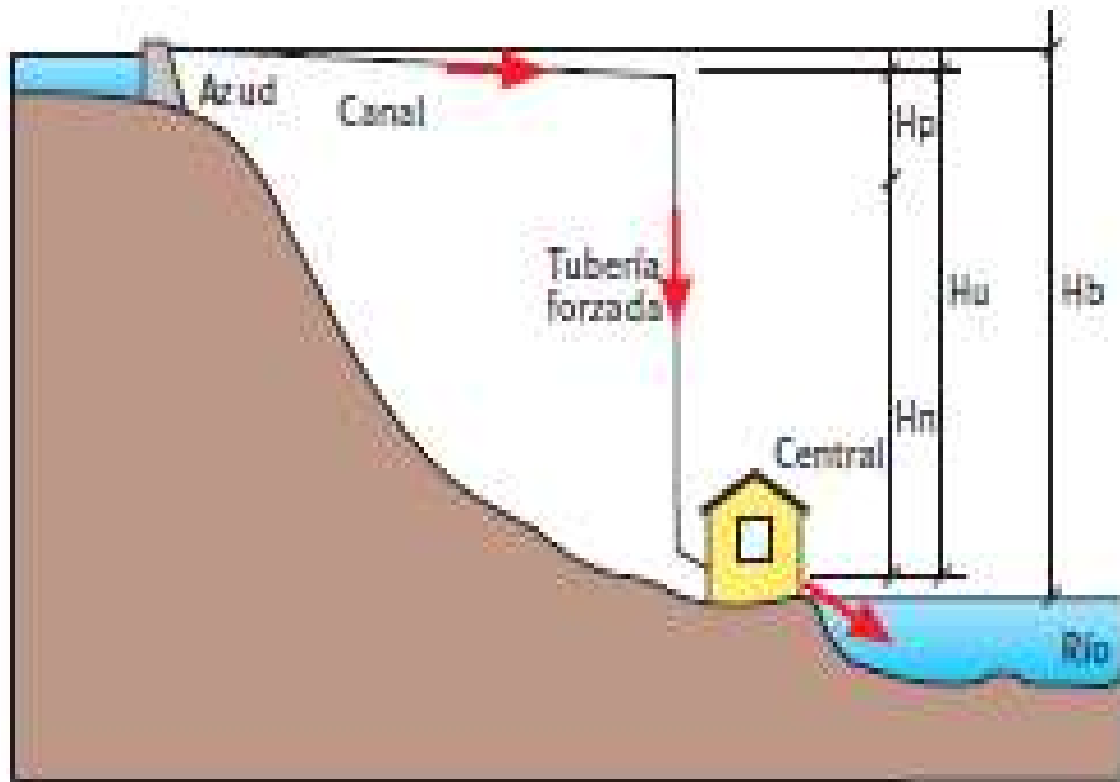
El caudal de equipamiento Q_e se elegirá de forma que , una vez descontado el caudal de servidumbre a la curva de caudales clasificados, se elige el caudal de equipamiento en el intervalo de la curva comprendido entre el Q_{80} y el Q_{100} , siendo el Q_{80} el caudal que circula por el río durante 80 días al año y el Q_{100} el que circula durante 100 días al año.

A veces no se elige el caudal que proporciona mayor producción, ya que hay que tener en cuenta otros factores como pueden ser: la inversión necesaria, instalaciones ya existentes que condicionan el caudal a derivar (por ejemplo, canales, túneles,etc.)

4.3.2 Determinación del salto neto

El salto es la otra magnitud fundamental para el diseño de una minicentral hidroeléctrica. Deberá ser el máximo permitido por la topografía del terreno, teniendo en cuenta los límites que marcan la afección al medio ambiente y la viabilidad económica de la inversión.

A continuación, se definen los siguientes conceptos:



Para una primera aproximación, se puede estimar el salto bruto mediante un plano topográfico. No obstante, para una determinación más correcta y exacta es necesario realizar un levantamiento topográfico de la zona. Asimismo, también se puede suponer que las pérdidas de carga son del orden del 5% al 10% del salto bruto.

4.3.3 Potencia a instalar y producción

La minicentral hidroeléctrica cuenta con una potencia disponible que varía en función del caudal de agua disponible para ser turbinado y el salto existente en cada instante.

La siguiente expresión indica la potencia instalada:

$$P = 9,81 * Q * Hn * e$$

Donde:

- *P = Potencia en kW*
- *Q = Caudal de equipamiento en m³/s*
- *Hn = Salto neto existente en metros*
- *e = Factor de eficiencia de la central, que es igual al producto de los rendimientos de los diferentes equipos que intervienen en la producción de la energía:*

$$e = Rt * Rg * Rs$$

- *Rt = Rendimiento de la turbina*
- *Rg = Rendimiento del generador*
- *Rs = Rendimiento del transformador de salida*

Según el tipo de equipo y el fabricante, el rendimiento de la maquinaria varía, pero a efectos de una primera aproximación, se puede tomar como factor de eficiencia para una minicentral hidroeléctrica moderna el valor de 0,85.

Una vez conocida la potencia es posible calcular la producción media de la minicentral hidroeléctrica, como producto de la potencia en cada momento por las horas de funcionamiento.

De forma más precisa, la producción podría calcularse con la siguiente expresión:

$$E (kWh) = 9,81 * Q * Hn * T * e * \eta$$

- $T = n^{\circ}$ de horas de funcionamiento (con H_n y Q fijos)
- η = coeficiente de imponderables que refleja las pérdidas de energía debidas al mantenimiento y reparación de la central, incluso la disponibilidad del agua y la necesidad del mercado eléctrico.

Para la simulación del cálculo de la producción se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Como el caudal es variable en función del tiempo, la energía se calculará en períodos de tiempo en los que el caudal pueda considerarse constante.

Respecto al salto, se podrá considerar constante en centrales fluyentes y será variable en centrales de pie de presa.

4.4 Equipamiento electromecánico

La tecnología desarrollada hasta ahora en el área de la energía hidroeléctrica es muy avanzada, ya que se han aplicado los avances logrados en los últimos 150 años. Las turbinas y el resto de equipos de una central presentan actualmente una alta eficiencia, cubriendo toda la gama de caudales desde 0,1 a 500 m³/s, pudiendo utilizarse hasta 1.800 m de salto neto con rendimientos buenos mecánicos.

4.4.1 Turbinas hidráulicas

La turbina hidráulica es el elemento clave de la minicentral. Aprovecha la energía cinética y potencial que contiene el agua, transformándola en un movimiento de rotación, que transferido mediante un eje al generador produce energía eléctrica. Las turbinas hidráulicas se clasifican en dos grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción.

En una turbina de acción la presión del agua se convierte primero en energía cinética. En una turbina de reacción la presión del agua actúa como una fuerza sobre la superficie de los álabes y decrece a medida que avanza hacia la salida.

a)Turbinas de acción

Son aquellas que aprovechan únicamente la velocidad del flujo de agua para hacerlas girar. El tipo más utilizado es el denominado turbina Pelton, aunque existen otros como la Turgo con inyección lateral y la turbina de doble impulsión o de flujo cruzado, también conocida por turbina Ossberger o Banki-Michell.

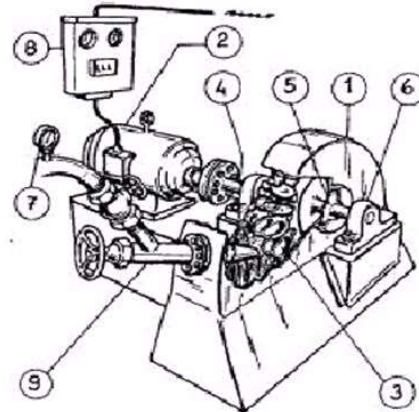
-Pelton. Esta turbina se emplea en saltos elevados que tienen poco caudal. Está formada por un rodete (disco circular) móvil con álabes (cazoletas) de doble cuenco. El chorro de agua entra en la turbina dirigido y regulado por uno o varios inyectores, incidiendo en los álabes y provocando el movimiento de giro de la turbina.

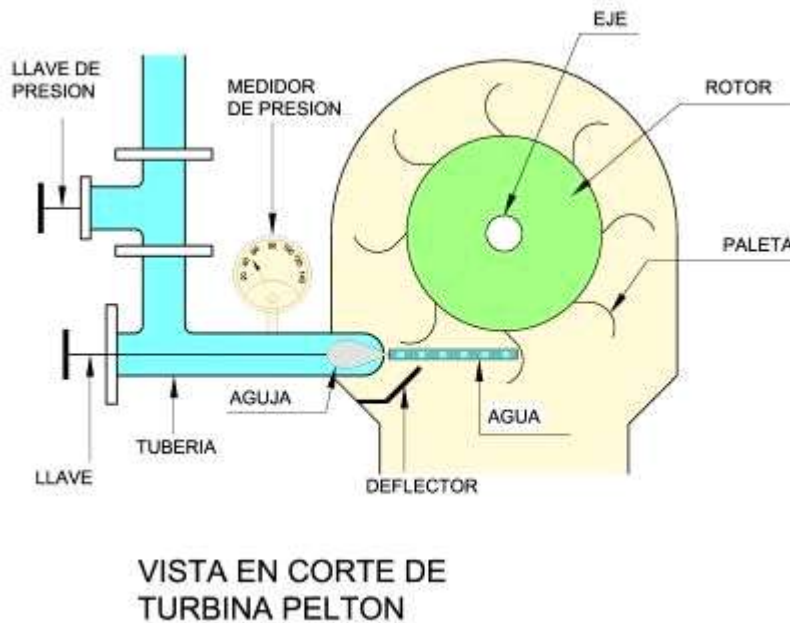
La potencia se regula a través de los inyectores, que aumentan o disminuyen el caudal de agua. En las paradas de emergencia se emplea un deflector que dirige el chorro directamente al desagüe, evitando el embalamiento de la máquina. Esto permite un cierre lento de los inyectores, sin golpes de presión en la tubería forzada. Estas turbinas tienen una alta disponibilidad y bajo coste de mantenimiento, además de que su rendimiento es bastante alto (superior al 90% en condiciones de diseño:presenta una curva de rendimiento bastante plana con un rendimiento superior al 80% para un caudal del 20% del nominal).Las posibilidades que ofrece este tipo de máquina hacen que sea muy apropiada para operar con carga parcial, además de permitir una amplia variación de caudales en su funcionamiento. Se puede instalar con eje horizontal o vertical, y con uno o varios inyectores.

COMPONENTES DE LA TURBINA PELTON:

Los componentes esenciales de una turbina Pelton siguiendo la trayectoria del agua a través de la misma son:

- 1.- Carcasa.
- 2.- Generador.
- 3.- Rodete.
- 4.- Eje.
- 5.- Deflector.
- 6.- Cojinete.
- 7.- Manómetro.
- 8.- Regulación y control.
- 9.- Inyector.





b) Turbinas de reacción

Este tipo de turbinas cuentan con un diseño de rotor que permite aprovechar la presión que aún le queda al agua a su entrada para convertirla en energía cinética. Esto hace que el agua al salir del rotor tenga una presión por debajo de la atmosférica.

Las turbinas de reacción más utilizadas son las Francis y la Kaplan. La mayoría de estas turbinas se componen casi siempre de los siguientes elementos:

- Carcasa o caracol. Estructura fija en forma de espiral donde parte de la energía de presión del agua que entra se convierte en energía cinética, dirigiendo el agua alrededor del distribuidor.

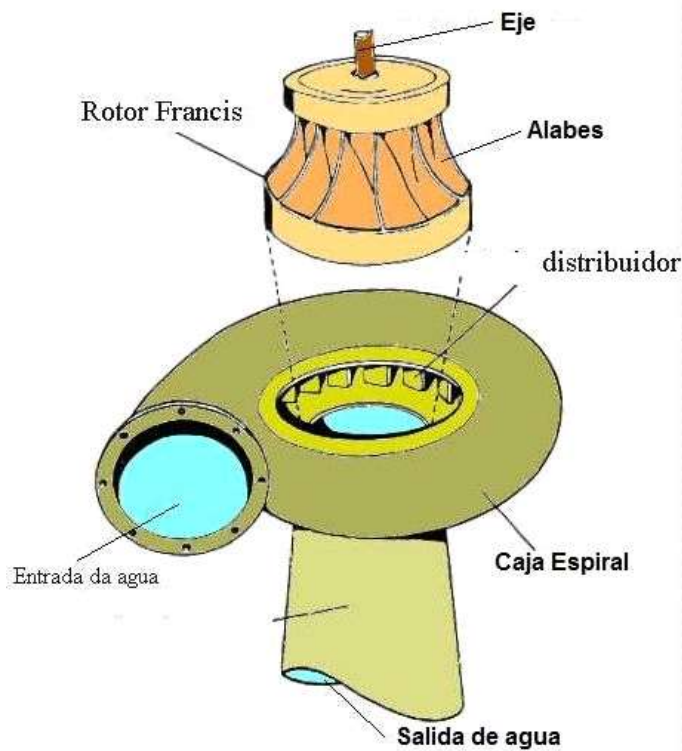
- Distribuidor. Lo componen dos coronas concéntricas; el estator (corona exterior de álabes fijos) y el rotor (corona de álabes móviles).

- Rodete. Es un elemento móvil que transforma la energía cinética y de presión del agua en trabajo.

-Difusor. Tubo divergente que recupera parte de la energía cinética del agua.

- **Turbina Francis:** Es una turbina de reacción, normalmente de eje vertical, aunque pueden ser horizontal. Se utiliza en saltos de altura intermedia (hasta los 200m) y con caudales muy variados de agua, entre 2 y 200 metros cúbicos por segundo. El distribuidor está compuesto de aletas móviles para regular el caudal de agua que conduce al rodete. El agua procedente de la tubería forzada entra perpendicularmente al eje de la turbina y sale paralela a él.

Para regular el caudal de agua que entra en el rodete se utilizan unas paletas directrices situadas en forma circular, y cuyo conjunto se denomina distribuidor. Se utiliza en sitios de muy diversas alturas de caída de agua y caudales. Esta turbina se puede utilizar en un gran rango de saltos y caudales de agua, es la más versátil. Algunas pueden variar el ángulo de sus palas durante su funcionamiento.



TURBINA FRANCIS

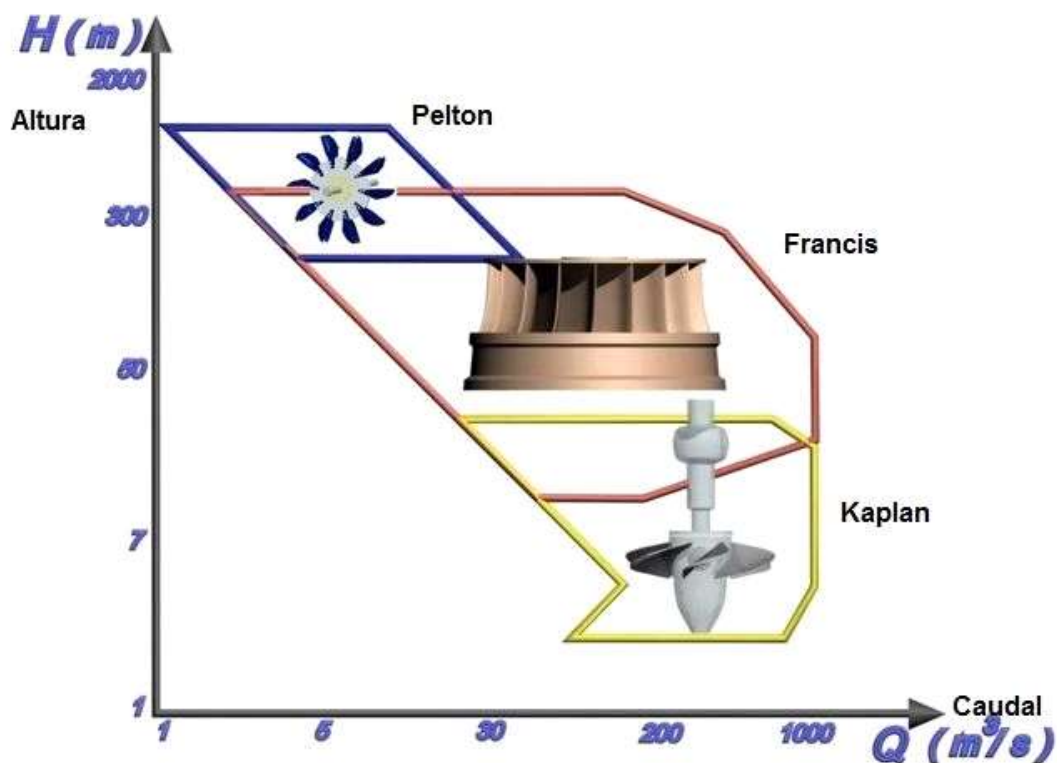
- **Turbina Kaplan:** La turbina Kaplan es de reacción pura, normalmente de eje vertical. Las características técnicas y de construcción son muy parecidas en ambos tipos (Francis y Kaplan). Se utiliza en saltos de pequeña altura de agua (hasta 50m) y con caudales que suelen superar los 15 metros cúbicos por segundo. Para mucho caudal de agua a poca altura esta turbina es la mejor opción. Pueden variar el ángulo de sus palas durante su funcionamiento.



TURBINA KAPLAN

➤ ¿Cómo Elegir el Tipo de Turbina?

Aquí te dejamos un gráfico donde se muestra el tipo de turbina ideal en función del caudal y la altura de caída del agua.



➤ Rangos de utilización y rendimientos de las distintas turbinas

En función del salto (grande o pequeño) y del caudal (variable o constante, alto o bajo), es más conveniente usar un tipo u otro de turbina. Esto es lo que nos indica el rango de utilización.

Además, hay que tener en cuenta la curva de rendimiento de cada turbina, que varía según sea el caudal de funcionamiento. En general, la turbina a utilizar sería:

- Kaplan. Saltos pequeños y caudales variables.
- Francis. Saltos más elevados y variaciones de caudal moderadas.
- Pelton. Grandes saltos, independientemente de la variación de caudal.

4.5 Aspectos económicos

El coste de inversión e implantación de una central hidroeléctrica depende de diversos factores como la orografía del terreno, los accesos, el tipo de instalación, el tamaño, la potencia y el punto de conexión. Además, hay que tener en cuenta las distintas partes del proceso y los costes que implica cada una: primero está la fase de proyecto, después viene la fase de ejecución y por último, la fase de funcionamiento.

En primer lugar se elabora el proyecto de construcción e instalación de la minicentral hidroeléctrica, donde se define el volumen de obra, el equipamiento y la potencia a instalar.

En segundo lugar se realiza la fase de ejecución del proyecto, en la que se distinguen tres aspectos que influyen decisivamente en el coste: obra civil, grupo turbogenerador, sistema eléctrico y de control. Los porcentajes correspondientes a cada partida varían según el tipo de actuación (ya sea rehabilitación o nueva

construcción) y según el tipo de central (fluyente, pie de presa o canal de riego o abastecimiento

Los principales parámetros que definen las centrales tipo en el área hidroeléctrica se recogen en la tabla que se muestra a continuación:

Central fluyente vs Central pie de presa

Potencia instalada 5.000 kW 20.000 kW Ratio medio inversión	1.500 €/kW	700 €/kW
Horas equivalentes	3.100	2.000
Energía producida	15.000 MWh/año	40.000 MWh/año
Vida útil	25 años	25 años
Precio venta energía	6,89 c€/kWh (1os 25 años) 6,12 c€/kWh (resto)	6,89 c€/kWh (1os 15 años) 6,12 c€/kWh (resto)
Coste mantenimiento	225.000 €/año	280.000 €/año

Para realizar una estimación del coste de generación eléctrica con energía

hidroeléctrica hemos considerado las mismas hipótesis que en los casos tipo. Con estos datos se obtiene el coste de generación del kWh hidroeléctrico a lo largo de la vida operativa de la instalación.

En una primera estimación, la rentabilidad de una minicentral puede valorarse utilizando los siguientes índices:

- **Período de retorno simple:** es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión.
- **Índice de energía:** es el costo del kWh generado. Inversión (€)
- **Índice de potencia:** es el coste del kW instalado. Inversión (€)

Se puede considerar como rentables, de forma aproximada, aquellos aprovechamientos que tiene valores comprendidos en los siguientes intervalos:

- Período de retorno: 8 – 12 años
- Índice de energía: 40 – 70 cent€/kWh
- Índice de potencia: 1.500 – 2.000 €/kW

En cualquier caso, si se decide acometer un proyecto de minicentral hidroeléctrica es necesario realizar un estudio económico-financiero en profundidad (VAN, TIR, etc.).

4.6 Aspectos ambientales

4.6.1 Distintos sistemas de generación de electricidad

Según el estudio *Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica, Análisis de Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica* (IDAE 2000), el sistema energético que produce menores impactos sobre el medio ambiente es el de las minicentrales hidroeléctricas. El objetivo de este informe es la estimación de los impactos ambientales asociados a la generación de un kWh, a partir de ocho sistemas energéticos distintos como son: lignito, carbón, petróleo, gas natural, nuclear, fotovoltaico, eólico e hidroeléctrico.

Los procesos de transformación de la energía, y en concreto de la generación de electricidad en sus diversas formas, constituyen una de las actividades energéticas de mayor impacto. Los daños más importantes derivados de la utilización, transformación y transporte de la energía están asociados a:

- las emisiones atmosféricas que provocan el calentamiento global del planeta, la disminución de la capa de ozono, la niebla de invierno y niebla fotoquímica.
- la contaminación de los medios acuático y terrestre, que producen acidificación y eutrofización.
- la generación de residuos, como sustancias carcinógenas, residuos radiactivos y metales pesados liberados en la atmósfera.

La necesidad de que los precios de la electricidad reflejen la totalidad de los costes asociados a su producción, transporte y distribución ha sido también, y de manera reiterada, puesta de manifiesto por la Comisión Europea. El Libro Blanco (1997) señala que deben abordarse las directrices sobre el precio que deberá pagarse a los productores de electricidad con fuentes renovables que, entiende, debe ser al menos igual al coste evitado de la electricidad más una prima que refleje las ventajas sociales y ecológicas de estas fuentes.

Como resultado de este estudio se concluye que los sistemas de generación eléctrica basados en la utilización del lignito como energía primaria tienen un impacto medioambiental 300 veces superior al de menor impacto: las minicentrales hidroeléctricas. Otra de las conclusiones afirma que los sistemas de generación basados en los combustibles fósiles provocan un mayor daño a los ecosistemas naturales y a la salud humana que las fuentes renovables, de baja incidencia ambiental.

Los resultados finales del estudio se presentan en “ecopuntos”, que se interpretan como un nivel de penalización ambiental. La tabla que se muestra a continuación indica el total de ecopuntos alcanzado por cada sistema de generación, especificando además las categorías de impacto.

4.6.2 Estudio de Impacto Ambiental en minicentrales hidroeléctricas

Los Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.) tienen por objeto analizar la relación de incidencia entre un proyecto determinado y el entorno afectado por dicho proyecto en cada una de las fases del proyecto: construcción, explotación y desmantelamiento.

¿Qué efectos negativos provocan las centrales minihidráulicas?

Se podría decir que existen opiniones enfrentadas según los expertos consultados. Así desde la perspectiva de los defensores de su difusión, algunas compañías eléctricas aseguran que están sometidas a rigurosos y periódicos controles medioambientales por parte de las autoridades competentes. Desde las ONG conservacionistas como Ecologistas en Acción, se está convencido de que las Confederaciones Hidrográficas deberían focalizar sus esfuerzos en una buena gestión de las mismas, así como en realizar estudios para compatibilizar su explotación y difusión junto con una necesaria conservación del ecosistema. Desde los responsables del Ministerio de Medioambiente, se recuerda que, tras una evaluación preliminar de los efectos del cambio climático, se predice una pérdida de más del 15% del agua embalsada para cuencas como las del Guadiana, Guadalquivir; Juncar y Segura. Asimismo , y a modo de propuestas de mejora

complementarias, se sugiere realizar inversiones en tecnologías accesibles y descentralizadas (recogida de aguas pluviales, bombas de pequeña potencia...)

En contrapartida, sus detractores mantienen que estas miniplantas son únicamente rentables para su propietario, imposibilitan el normal trasiego de los peces, impiden una mayor explotación de caudales y ahogan por una decidida supresión de las subvenciones o tarifas artificiosamente bajas para que compitan en un mercado de competencia perfecta.

En general, los detractores de las energías renovables aducen injustificada e interesadamente que éstas sólo existen debido a que se subvenciona su producción energética.

4.7 Ventajas de la energía minihidráulica

4.7.1 Beneficios ambientales

La utilización de combustibles fósiles es la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático y otros impactos negativos sobre el medio ambiente. El 78% de las emisiones de los seis gases de efecto invernadero contemplados por el Protocolo de Kioto tienen origen energético (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente).

Las energías renovables, por el contrario, constituyen una fuente inagotable de recursos energéticos que no emite gases de efecto invernadero a la atmósfera. Las energías verdes, por ser unidades de producción no emisoras, contribuyen a la reducción de los impactos medioambientales que provoca el sistema de producción de electricidad, como la lluvia ácida o el calentamiento global del planeta. Se estima que las emisiones de CO₂ evitadas en 2004 por el parque renovable de generación actual ascienden aproximadamente a 17 millones T de CO₂.

La energía obtenida en minicentrales hidroeléctricas ofrece, además, los siguientes beneficios para nuestro entorno:

- uso no consuntivo del agua*, ya que ésta se recoge del río en un punto y se devuelve al cauce en una cota inferior, una vez transformada su energía en energía eléctrica a su paso por la turbina.
- carácter autóctono*, por lo que su desarrollo implica la reducción del grado de dependencia del sector energético exterior y el refuerzo de la seguridad del suministro.
- energía limpia, no produce residuos contaminantes.
- es *inagotable* gracias al ciclo hidrológico natural.

4.7.2 Beneficios socioeconómicos

Numerosos estudios han demostrado que a igual potencia instalada, las unidades de producción de energía de fuentes renovables generan hasta cinco veces más puestos de trabajo que las tecnologías convencionales. Por lo tanto, el sector de las energías verdes contribuye de forma eficiente a la creación de empleo, incluyendo la generación de empleo directo durante la fabricación, construcción y operación de sus instalaciones; y la generación de empleo indirecto, derivado de la demanda de bienes de otro tipo que generan esas actividades.

El desarrollo de las energías renovables contribuye además a la cohesión regional, ya que en la mayoría de los casos las nuevas instalaciones han de situarse en áreas rurales.

4.8 Inconvenientes de la energía minihidráulica

Los principales inconvenientes son los que se exponen a continuación:

- Dependencia temporal y espacial con respecto a las precipitaciones(caudal del río)
- Golpe de ariete
- Cavitación