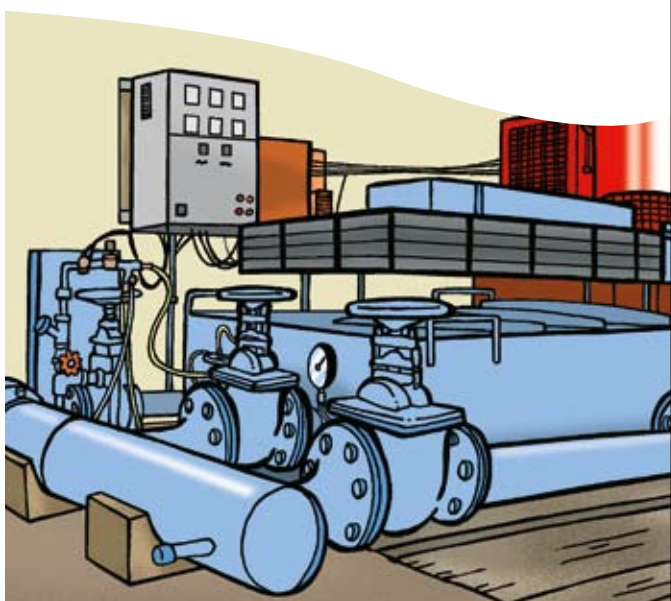


# Microcentrales hidroeléctricas

Una alternativa para el desarrollo rural



**SOLUCIONES PRÁCTICAS**  
**ITDG**

*Tecnologías desafiando la pobreza*



Sánchez, Teodoro; Escobar, Rafael; Ramírez, Saúl; Canedo, Walter; Gamarra, Alva; Guzmán, Yandira (autores). *Microcentrales hidroeléctricas. Una alternativa para el desarrollo rural*. Lima: Soluciones Prácticas, 2010.

24 pp.: il

ISBN: 978-9972-47-205-3

ENERGÍA HIDRÁULICA / ELECTRIFICACIÓN RURAL / GENERACIÓN DE ENERGÍA / MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS

256/161E

Clasificación SATIS/Descriptores OCDE

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2010-05556

Primera edición: 2010

©Soluciones Prácticas

Razón social: Intermediate Technology Development Group, ITDG

Domicilio: Av. Jorge Chávez 275, Miraflores. Casilla postal 18-0620 Lima 18, Perú

Teléfonos: (51-1) 444-7055, 242-9714, 447-5127 Fax: (51-1) 446-6621

Correo-e: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe)

[www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe)

[www.cedecap.org.pe](http://www.cedecap.org.pe)

Redacción: Teodoro Sánchez, Rafael Escobar, Saúl Ramírez, Walter Canedo, Alva Gamarra, Yandira Guzmán, Mario Brito

Coordinación: Francis Salas

Corrección de estilo y edición: Mario Cossío

Diseño de línea gráfica: Carmen Javier

Diagramación: Miluska Ruiz de Castilla

Impreso por: Forma e Imagen

Producido en Perú, mayo de 2010

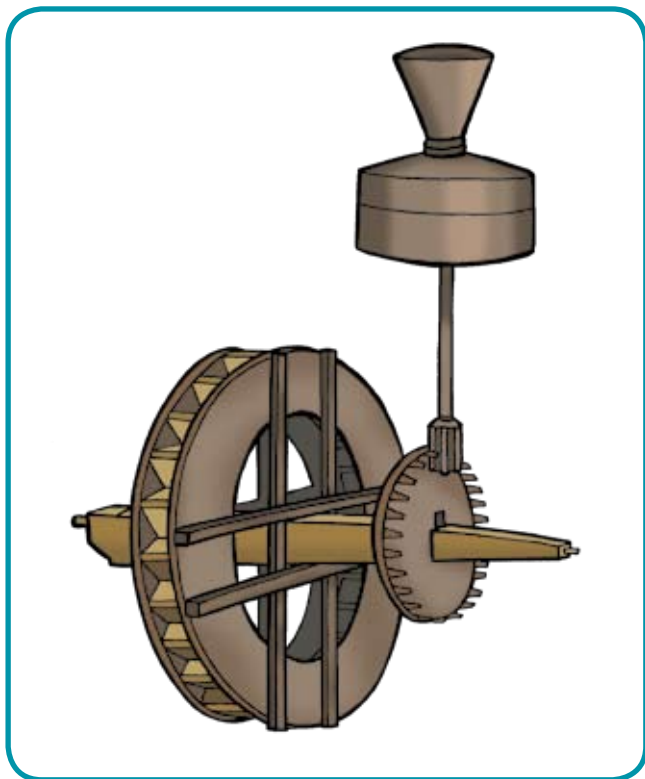
Esta cartilla fue elaborada en el marco del proyecto *Opciones energéticas sostenibles para comunidades pobres y aisladas de América Latina*, cofinanciado por The Civil Society Challenge Fund del Department for International Development del Reino Unido. El proyecto fue ejecutado en Perú, Bolivia y Ecuador por **Soluciones Prácticas** (antes ITDG), el Centro de información en energías renovables y la Fundación ecuatoriana de tecnología apropiada, respectivamente. La presente edición es una reimpresión para el Centro de demostración y capacitación en tecnologías apropiadas (Cedecap), realizada gracias al apoyo de International Labour Foundation for Sustainable Development (Sustainlabour).

## Presentación

La energía eléctrica es un servicio básico fundamental para el desarrollo humano, sin embargo, en las zonas rurales muy pocas familias tienen este servicio. El acceso a través de la red nacional se hace cada vez más costoso y difícil por la lejanía de muchas de las poblaciones y el costo adicional que significa extender el tendido para atender a lugares con baja densidad poblacional. Por otro lado, los grupos electrógenos diésel son un elemento contaminante y un constante gasto para estas poblaciones, muchas veces pobres, que viven en condiciones de extrema pobreza.

Las energías renovables como la solar, eólica e hidráulica a pequeña escala han demostrado ser apropiadas para las condiciones de las poblaciones rurales, pues son un recurso natural local, y no requieren de una inversión para combustible.

En la presente cartilla se describen en forma simple las características de los sistemas hidráulicos de generación eléctrica, tipos de turbinas, partes y tecnologías asociadas y los usos productivos más importantes de la energía. La cartilla está dirigida a líderes de organizaciones de base, autoridades de comunidades rurales y representantes de gobiernos locales.



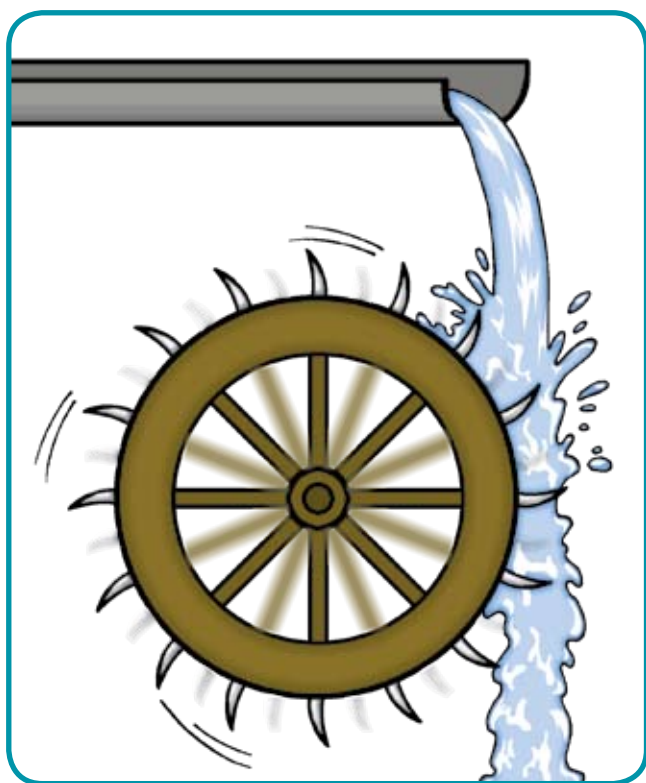
## El agua y la generación de energía

El agua es un recurso natural abundante y renovable que tenemos a disposición en nuestras comunidades.

Ha sido utilizada desde tiempos remotos para mover máquinas que facilitan las tareas diarias del hombre. El ejemplo más conocido es el molino hidráulico que vemos en la figura de arriba, usado para la producción de harinas.

## ¿Qué es la energía hidráulica?

Es la energía que se obtiene por la fuerza del agua cuando cae desde cierta altura, provocando el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas.



## Las microcentrales hidroeléctricas (MCH)

Hace más de 100 años se empezó a utilizar la energía del agua para generar electricidad.

La energía generada se puede utilizar para mejorar los servicios de nuestra comunidad, para transformar nuestros productos o para facilitar nuestras tareas.



## Ventajas de las MCH

- No necesitan combustible. Utilizan la fuerza del agua, que es un recurso inagotable
- No contaminan el medio ambiente porque no producen gases ni humo en su funcionamiento
- Normalmente su trabajo es continuo
- Permiten el funcionamiento de otros equipos y máquinas

Los efectos negativos de las MCH son mínimos.

### Clasificación

- Picocentrales hidroeléctricas: hasta 5 kW
- Microcentrales hidroeléctricas: de 5 a 100 kW
- Minicentrales hidroeléctricas: de 100 a 1 000 kW

### Equivalencias

1 kW = 20 focos de 50 W

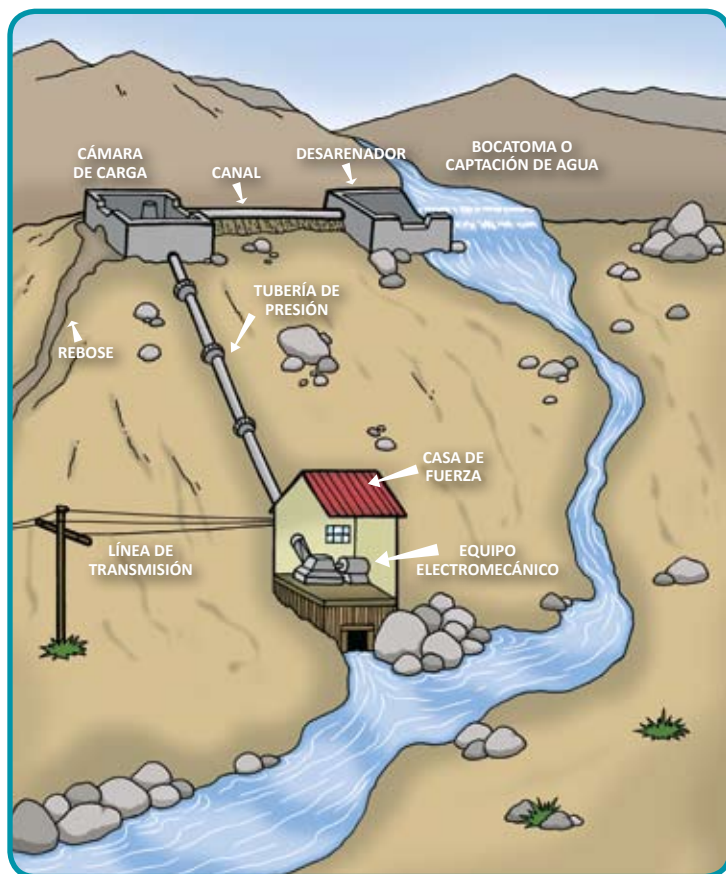


1 kW = 66 focos ahorradores de 15 W



## Componentes de una MCH

En general, las MCH se componen de obras civiles (cámara de carga, rebose, canal, desarenador, bocatoma, tubería de presión, casa de fuerza), equipo electromecánico y redes eléctricas de transmisión y distribución. El siguiente gráfico muestra detalladamente los principales componentes de una MCH.





## Obras civiles

Están conformadas por una bocatoma, canal de conducción, desarenador, cámara de carga, tubería de presión, casa de máquinas, entre otros.

### Bocatoma

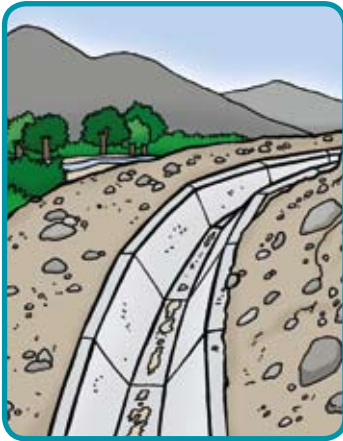
- Sirve para desviar la parte del caudal del río que será utilizado para la microcentral
- Para su construcción se usan estructuras de cemento o una combinación de cemento y madera
- Cuando se trata de centrales muy pequeñas, las comunidades utilizan piedra, barro y ramas, como en las bocatomas que se construyen para el riego



BOCATOMA DE BARRAJE MÓVIL

## Canal de conducción

- Sirve para conducir el agua desde la bocatoma hasta la cámara de carga
- En nuestras comunidades existen muchos canales utilizados para riego
- Pueden ser de tierra, revestidos con cemento, tubos de PVC u otros materiales



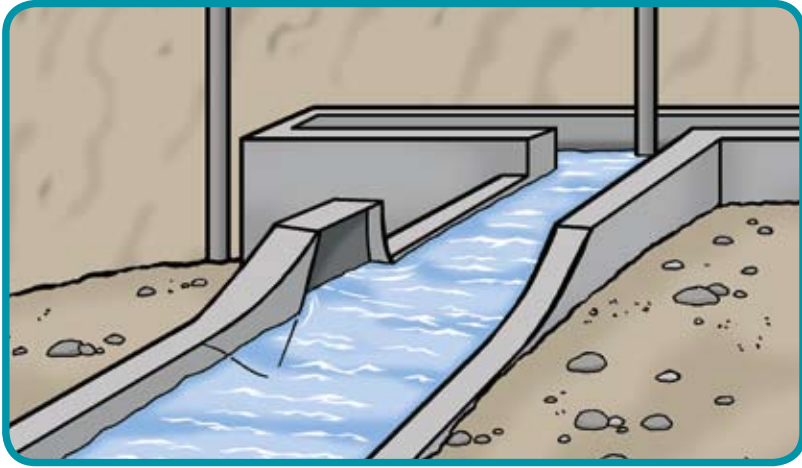
CANAL REVESTIDO CON  
CONCRETO



TUBO CANAL PARA  
CONDUCCIÓN DE AGUA

## Desarenador y cámara de carga

- Evita que piedritas y arenilla que viene con el agua ingrese a la tubería de presión y a la turbina
- Asegura que la tubería de presión esté llena, evitando el ingreso de aire



DESARENADOR

### **Tubería de presión**

- Transporta el agua desde la cámara de carga hasta la casa de máquinas
- Puede ser construida en acero, PVC o polietileno

### **Tuberías de PVC**

- En la actualidad se usan mucho en la construcción de microcentrales por su bajo costo, fácil transporte e instalación en comparación al acero
- Soportan altas presiones y se fabrican en grandes diámetros
- Siempre deben estar enterradas para evitar daños por su exposición al Sol

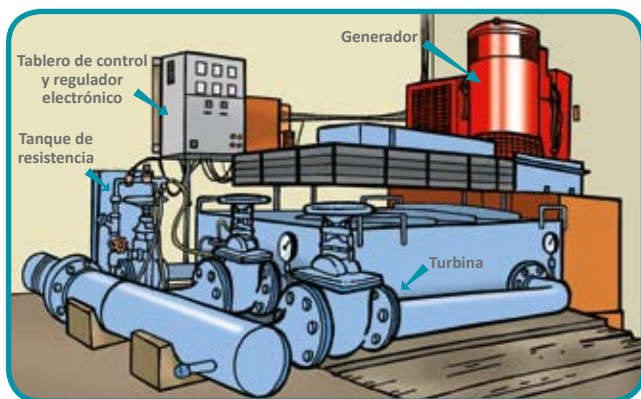
## Casa de máquinas

Es el ambiente donde se instalan todos los equipos de generación y control. Asimismo, donde se ubica el canal de descarga, que evacua el agua.



## Equipo electromecánico

Se conoce así a todos los equipos que se encuentran dentro de la casa de máquinas: turbina, generador, regulador, tablero de control y otros.



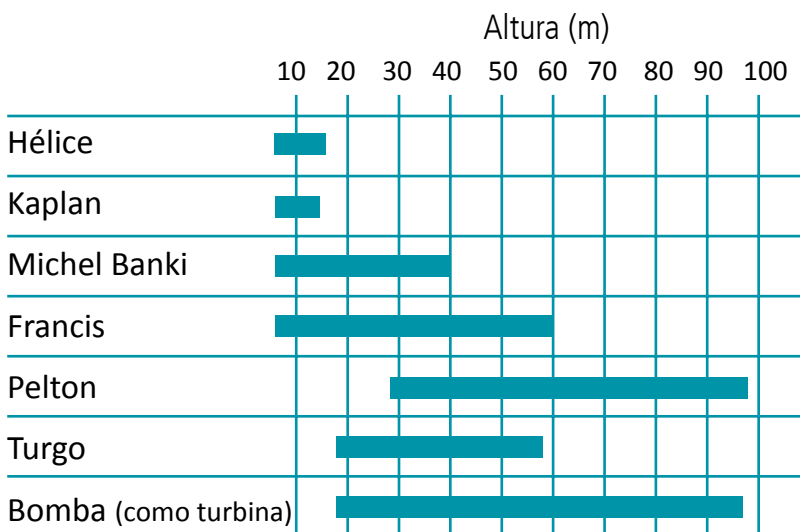
## ¿Qué son las turbinas?

Son máquinas que transforman la energía del agua en energía mecánica mediante un motor que gira por la fuerza del agua.

## ¿Cuántas clases de turbinas hay?

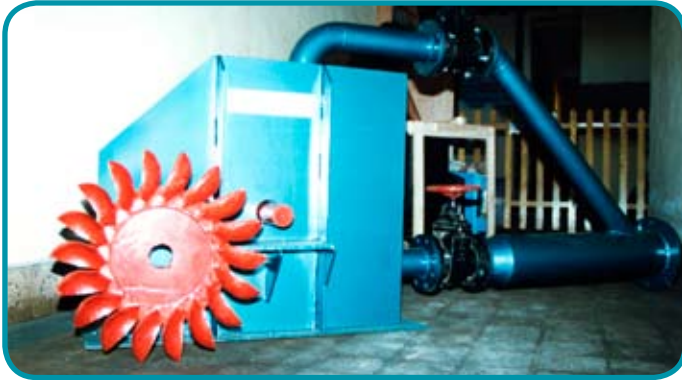
Existen varios tipos de turbinas que se instalan de acuerdo a las condiciones del caudal (cantidad de agua) y altura de la tubería de presión.

### Rango de aplicación de las turbinas



## Tipos de turbinas

- **Turbina tipo Pelton:** para grandes alturas o caídas por encima de 30 metros y pequeños caudales de agua



- **Turbina Michel Banki:** para alturas medianas (entre 20 y 40 m) y caudales de agua medianos. Por su bajo costo se utiliza bastante en MCH



- **Turbina tipo Francis:** para alturas pequeñas y medianas (entre 10 y 40 m) y caudales de agua medianos



- **Turbina axial o de hélice:** para caídas bajas (entre 3 y 10 m) y caudales de agua medianos



## El generador de electricidad (alternador o dínamo)

Esta máquina recibe el giro de la turbina y transforma la energía mecánica del eje de la turbina, en energía eléctrica. Existen varios tipos de generador:

- **Generador síncrono:** de mayor aplicación en MCH, pueden ser de eje horizontal o vertical
- **Generador de inducción:** llamado también motor como generador. Se utiliza para pequeñas potencias, hasta de 12 kW. Es una alternativa interesante por su bajo costo



GENERADOR SÍNCRONO



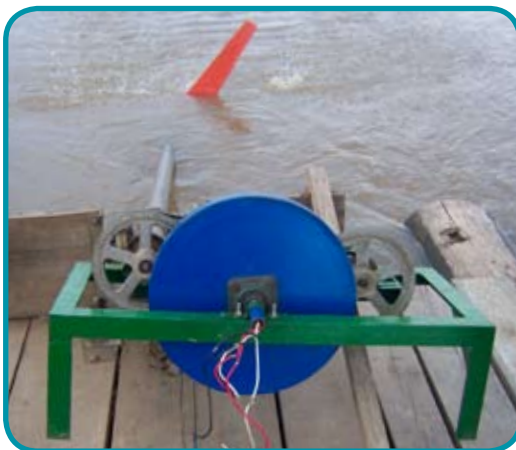
GENERADOR DE INDUCCIÓN



- **Generador de imanes permanentes:** se utiliza en sistemas pequeños (menos de 1kW)



- **Alternador automotriz:** otra alternativa para la electrificación rural, especialmente para cargar baterías



## Reguladores y tableros de control

- Se encargan de mantener constante el voltaje de trabajo. Evitan las subidas y bajadas de voltaje que puedan dañar a los artefactos o equipos de los usuarios
- Los reguladores pueden ser de velocidad (electromecánicos u oleohidráulicos) o de carga
- Los reguladores electrónicos de carga son los más utilizados en MCH por su bajo costo, fácil operación y mantenimiento
- En el tablero se encuentran los instrumentos de control y protección: voltímetro, amperímetro, medidor de frecuencia y medidor de potencia y energía





## Redes eléctricas

Se encargan de transportar la energía eléctrica desde la casa de máquinas hasta el usuario final.

Cuando la casa de máquinas se encuentra lejos de la comunidad (p.e., a más de 800 metros), es necesaria la instalación de una red en media o alta tensión y se utilizan transformadores.

## Algunas aplicaciones de la electricidad

La electricidad permite alumbrar los hogares, escuelas y calles, pero también ofrece la oportunidad de desarrollar actividades productivas que mejoran los ingresos familiares, mediante el uso de equipos y máquinas.



Uso de televisión  
y radios



Uso de  
computadoras

Alumbrado público



Negocio de fotocopias



Negocio de  
carpintería



Negocio de venta  
de alimentos

## ¿Cómo gestionar un proyecto con MCH?

Si tu comunidad necesita energía que puede ser cubierta por una MCH, busca apoyo en instituciones especializadas como organismos de cooperación (ONG), municipalidades, etc. Sin embargo, es necesario que tengas cierta información a la mano:

- Localiza en un mapa de la región donde vives tu comunidad y el acceso desde la ciudad más cercana
- Identifica a los miembros de tu comunidad, autoridades, número de familias o habitantes, número de viviendas
- Identifica las necesidades de electricidad en tu comunidad ¿Qué equipos piensan utilizar?
- Identifica otros recursos naturales que se pueden usar como fuente de energía como el Sol o el viento.
- ¿A qué distancia de la red nacional se encuentra tu comunidad?
- Organízate y forma un comité que se dedique al tema de electrificación o nombra responsables para la gestión
- Participa, junto a tus representantes, en la toma de la decisión más adecuada



Financiado por:

**Sustainlabour**



Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y diseminación de tecnologías apropiadas. Tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima, Perú y trabaja a través de sus programas de Sistemas de producción y acceso a mercados; Energía, infraestructura y servicios básicos; Prevención de desastres y gobernabilidad local y las áreas de Control de calidad, Administración y Comunicaciones.

[www.solucionespracticas.org](http://www.solucionespracticas.org)  
[www.cedecap.org.pe](http://www.cedecap.org.pe)