

Microhidroeléctrica: generar electricidad con agua

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Electrónica y Energía

Etiquetas: Sin etiquetas

Microhidroeléctrica: generar electricidad con agua

La energía hidroeléctrica a pequeña escala es la fuente renovable más fiable para supervivencia a largo plazo: funciona 24 horas, no depende del sol ni del viento, y con un caudal modesto de 5 litros/segundo y un desnivel de 10 metros se generan cerca de 350 W continuos. Este artículo cubre los cálculos reales, tipos de turbina y cómo construir un sistema funcional con materiales accesibles.

Cálculo de potencia disponible

La potencia hidráulica bruta se calcula con la fórmula: $P = \rho \times g \times Q \times H$, donde ρ es la densidad del agua (1000 kg/m³), g la gravedad (9.81 m/s²), Q el caudal en m³/s y H la altura de caída (desnivel) en metros.

La potencia eléctrica aprovechable es: $P_{\text{eléctrica}} = P_{\text{bruta}} \times \eta_{\text{tubería}} \times \eta_{\text{turbina}} \times \eta_{\text{generador}}$.

Eficiencias típicas: tubería 85-95%, turbina 50-85% (según tipo), generador 70-90%.

Caudal (L/s)

Desnivel (m)

P bruta (W)

P eléctrica (W)*

Uso típico

1

5

49

17-25

Cargar teléfonos y radios

2

10

196

70-100

Iluminación LED de vivienda

5

10

490

170-250

Vivienda básica completa

10
20
1 962
690-1 000
Vivienda con electrodomésticos

20
50
9 810
3 400-5 000
Pequeña comunidad

(*) Rango calculado con eficiencia total del sistema entre 35% (turbina casera) y 52% (turbina comercial).

Cómo medir el caudal: Método del cubo: coloca un cubo de volumen conocido (ej. 10 L) bajo el chorro y mide el tiempo que tarda en llenarse. Caudal = volumen / tiempo. Repite 5 veces y promedia. Para arroyos: mide la sección transversal (ancho × profundidad media) y la velocidad (cronometra un objeto flotante en un tramo de 10 m). $Q = \text{sección} \times \text{velocidad} \times 0.8$ (el factor 0.8 compensa que la velocidad superficial es mayor que la media).

Tipos de turbina según caudal y desnivel

La elección de la turbina depende fundamentalmente de la relación entre caudal y desnivel. No existe una turbina universal.

Tipo
Desnivel
Caudal
Eficiencia
Dificultad construcción

Pelton
Alto (>20 m)
Bajo (
70-85%
Media (requiere cucharas precisas)

Turgo
Medio (10-50 m)
Medio (2-20 L/s)
65-80%
Alta

Banki / Crossflow

Bajo-medio (2-20 m)

Alto (5-100 L/s)

60-75%

Baja (construible con tubo PVC)

Hélice / Kaplan

Muy bajo (

Muy alto (>50 L/s)

70-90%

Muy alta

Bomba como turbina (PAT)

Medio (5-30 m)

Medio (2-30 L/s)

50-70%

Mínima (comprar bomba y usarla al revés)

Para supervivencia, las opciones más prácticas son:

Turbina Banki casera: Se construye con un tubo de PVC de 200 mm cortado como carcasa, y palas hechas de tubo de PVC de 50 mm cortado en segmentos de 120°. El agua entra tangencialmente, cruza las palas dos veces (de ahí "crossflow") y sale por el otro lado. Eficiencia del 55-65% en construcción casera. Funciona bien con caudales de 5-50 L/s y desniveles de 2-15 m.

Bomba como turbina (PAT): Una bomba centrífuga estándar, conectada al revés (agua entra por la salida), gira el eje y genera electricidad si se acopla un motor asíncrono como generador. Eficiencia: 50-70% dependiendo del punto de operación. Ventaja: las bombas de agua son baratas, abundantes y robustas. Se consiguen por 50-150 €.

Turbina Pelton improvisada: Para desniveles altos (>20 m) con poco caudal. Las cucharas se pueden fabricar cortando cucharas soperas de acero y soldándolas a un disco. La boquilla se hace con un reductor de fontanería. Requiere precisión en el ángulo de las cucharas (deben desviar el chorro 165-170°).

Tubería de presión (penstock)

La tubería que lleva el agua desde la toma hasta la turbina es un componente crítico. Una tubería subdimensionada pierde energía por fricción y reduce drásticamente la potencia.

La regla general es que las pérdidas por fricción no deben superar el 10% del desnivel. Para calcular las pérdidas se usa la ecuación de Darcy-Weisbach simplificada para tuberías de PVC: $h_f = (10.7 \times Q^{1.85} \times L) / (C^{1.85} \times D^{4.87})$, donde Q es caudal en m³/s, L longitud en m, C el coeficiente de Hazen-Williams (150 para PVC) y D el diámetro interno en m.

Caudal (L/s)

Diámetro PVC recomendado

Pérdida por 100 m

Velocidad del agua

1

50 mm (2")

1.2 m

0.5 m/s

2

63 mm (2.5")

1.4 m

0.6 m/s

5

90 mm (3.5")

1.6 m

0.8 m/s

10

110 mm (4")

2.8 m

1.1 m/s

20

160 mm (6")

2.1 m

1.0 m/s

Presión de la tubería: La presión en la base de la tubería es $P = \rho \times g \times H$. Con 50 m de desnivel: $P = 1000 \times 9.81 \times 50 = 490\,500 \text{ Pa} \approx 4.9 \text{ bar}$. El PVC presión PN10 soporta 10 bar, suficiente para la mayoría de instalaciones. Para desniveles >80 m, usa PVC PN16 o polietileno de alta densidad (PEAD). NUNCA uses PVC de saneamiento (no es de presión).

Generador eléctrico y regulación

La turbina produce energía mecánica (giro del eje). Para convertirla en electricidad hay varias opciones según la escala:

Motor DC como generador (Un motor de DC de imanes permanentes (ej. de taladro, patinete eléctrico) funciona como generador al girar su eje. Genera voltaje proporcional a las RPM. Un motor de 24 V DC a 3 000 RPM genera ~24 V a esas RPM. Eficiencia: 60-75%. Barato y simple, pero requiere ajustar la relación de transmisión.

Alternador de coche modificado (100-500 W): Los alternadores de coche generan 14 V DC. Problema: necesitan excitación (corriente en el rotor), consumen 2-5 A solo para excitarse, y necesitan >1 500 RPM

para generar. Solución: rebobinar el rotor con imanes de neodimio para convertirlo en imanes permanentes. Tras la modificación, generan desde 500 RPM sin excitación externa.

Generador de imanes permanentes (PMG) (100 W-5 kW): Generadores específicos para microhidro, giran a baja velocidad (200-1 500 RPM). Generan AC trifásica que se rectifica a DC. Eficiencia: 80-90%. Precio: 100-500 € según potencia. La mejor opción si la inversión es viable.

La regulación es necesaria porque el voltaje y frecuencia varían con la carga. El método más simple es un regulador de carga tipo "dump load": un controlador que desvía el exceso de energía a una resistencia (ej. un calentador de agua), manteniendo la carga sobre el generador constante y el voltaje estable.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.