

PROYECTOS PICO HIDROELÉCTRICOS PARA ELECTRIFICACIÓN DE FINCAS CAFETALERAS EN ZONAS AISLADAS

José Abraham Blanco Morazán
Asesor Técnico
EnDev-HO / GIZ
jose.blanco@giz.de / blanco_hn@yahoo.com
9990-3476 / 3255-2135

INTRODUCCIÓN

El proyecto Energising Development (EnDev) es una iniciativa de los gobiernos amigos de Holanda, Suiza, Alemania, Australia, Noruega y Reino Unido, para llevar acceso a energía limpia, moderna y sostenible a los países más pobres y sin acceso a la misma. La administración de los fondos de los países cooperantes ha sido delegada a la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ)

El proyecto EnDev Honduras (EnDev-HO) inicia operaciones en el año 2006, enfocado en cuatro líneas de acción: energía para cocción, energía para iluminación, energía para infraestructura social y energía para usos productivos.

Dentro de las tecnologías promovidas por EnDev-HO para satisfacer sus líneas de acción de iluminación, infraestructura social y usos productivos se encuentran los pequeños proyectos hidroeléctricos, comúnmente denominados pico hidro, nano hidro y micro hidroeléctricos, clasificación que está en función de la capacidad de potencia generada.

Un proyecto pico hidroeléctrico está en la clasificación más pequeña posible, genera hasta un máximo de 3000 watts de potencia, lo cual no es suficiente para electrificar una aldea rural, pero sí es ideal para satisfacer las necesidades de electricidad para finca o un par de viviendas rurales.

Desde inicios del año 2012, EnDev-HO y EnDev Nicaragua (EnDev-NI) están apoyando la implementación de proyectos pico hidroeléctricos en fincas cafetaleras ubicadas en zonas aisladas de la red eléctrica nacional, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios y trabajadores de estas fincas, además de potenciar las actividades productivas del rubro del café.

Para lograr una adecuada intervención a nivel nacional, el socio estratégico de EnDev-HO para proyectos pico hidroeléctricos, es la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE) institución que recibe las solicitudes de proyectos, aborda al productor de café, realiza mediciones preliminares del sitio, canaliza las demandas de proyectos a EnDev-HO y acompaña durante toda la dinámica de implementación del proyecto.

EnDev-HO ha apoyado proyectos pico hidro en los departamentos de Yoro, Atlántida y El Paraíso. Mientras que EnDev-NI, ha implementado proyectos en el departamento de Nueva Segovia.

PICO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

En términos generales, un proyecto hidroeléctrico consiste en un conjunto de instalaciones civiles, maquinarias, equipos y sistemas eléctrico-electrónicos que permiten convertir la energía del agua en movimiento en energía eléctrica que se transmitirá eficientemente hasta los consumidores.

Un proyecto pico hidroeléctrico (ver Figura 1) está en la escala más baja de producción de potencia, generando un máximo de 3 Kw. No obstante, sigue el mismo principio y cuenta con todos los componentes básicos como si se tratase de cualquier central hidroeléctrica. Estos componentes son: presa, bocatoma, tubería de conducción de agua, casa de máquinas, turbina, generador, regulador electrónico, circuitos de medición y protección, transformadores (opcional), red de distribución eléctrica e instalaciones eléctricas domiciliarias.

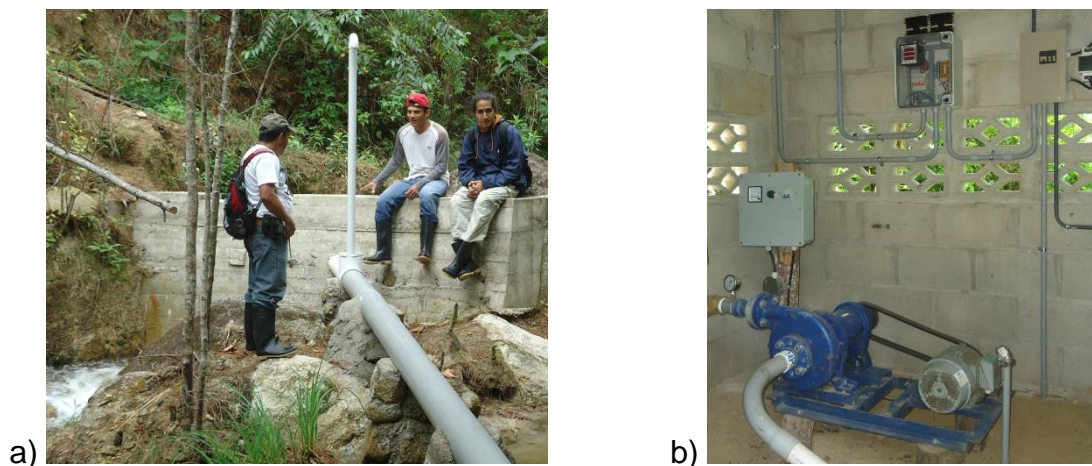


Figura 1. Proyecto Pico hidroeléctrico de 1KW: a) Presa y tubería, b) Interior de casa de máquinas

Para que un proyecto pico hidroeléctrico sea factible técnica y económicamente, se requiere de las siguientes características:

- Caudal adecuado: 5 a 10 l/s (constante durante todo el año)
- Altura adecuada: 20 a 30 m
- Tubería de conducción no mayor a 200 m de longitud
- Red de distribución eléctrica no mayor a 600m de longitud
- Disponibilidad de inversión económica del beneficiario.

Además de todos los beneficios implícitos que aporta la electricidad en cuanto a iluminación, comunicaciones, salud, educación, refrigeración, etc., podemos mencionar otras ventajas de las pico centrales hidroeléctricas:

- Promueven la conservación del bosque y la microcuenca.
- No requieren permisos ni estudios ambientales, ya que su impacto es casi nulo.
- Tecnología limpia, renovable, libre de emisiones de gases y residuos contaminantes.
- Elevada capacidad de potencia en comparación con sistemas eólicos y fotovoltaicos.

- Producción de energía eléctrica las 24 horas a potencia máxima constante.
- Generación y fortalecimiento de actividades productivas.
- Ahorro económico en compra de pilas, keroseno, diésel, leña, candelas, cargado de baterías y celulares.

Cada proyecto hidroeléctrico es distinto a cualquier otro. La topografía del terreno, el caudal disponible, la complejidad de la presa, la distancia entre la presa y la casa de máquinas, el tipo de equipo electromecánico, la distancia entre la casa de máquinas y la carga a energizar, etc., todos estos aspectos se verán reflejados en el costo total del proyecto. No obstante, en promedio, se invierte al menos \$7,000.00 en todas las máquinas, equipo y materiales para la construcción de un proyecto pico hidroeléctrico.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Para lograr una mejor factibilidad económica de los proyectos pico hidro y la sostenibilidad técnica de los mismos, es de suma importancia que todos los materiales, máquinas, equipos, herramientas y repuestos necesarios puedan adquirirse en el mercado nacional. De todos los componentes de un proyecto pico hidro, en Honduras es muy limitada la oferta de turbinas, generadores eléctricos y reguladores electrónicos para pequeña escala. Esto puede obligar a la importación de equipos desde el extranjero, con su consecuente gasto elevado de importación e impuestos.

Se presentan a continuación tres alternativas tecnológicas, que permiten solventar en buena medida el déficit en el mercado del equipo electromecánico y electrónico de una pico hidro.

1. Bombas de agua como turbinas

Las bombas de agua son máquinas ampliamente utilizadas en la industria y disponibles en el mercado para una gran variedad de aplicaciones y tamaños. Las bombas centrífugas son un tipo especial (ver figura 2), con característica de ser reversibles, es decir, capaces de funcionar como bomba o turbina.

En algunas circunstancias, resulta conveniente utilizar una bomba centrífuga de agua trabajando a la inversa para remplazar una turbina, esto conllevará una reducción en la eficiencia de la máquina; pero aun con esta limitante, existen numerosos beneficios en su aplicación, en comparación con una turbina: disponibilidad a nivel nacional, más económicas, tecnología muy conocida por técnicos nacionales, más silenciosas, existen en una amplia gama de dimensiones, fáciles de instalar, disponibilidad de repuestos a nivel nacional.

Las desventajas en el uso de la bomba como turbina son: menor capacidad de generación de potencia, más propensa a obstrucciones, necesidad de buscar el punto óptimo de altura y caudal para su funcionamiento más eficiente.

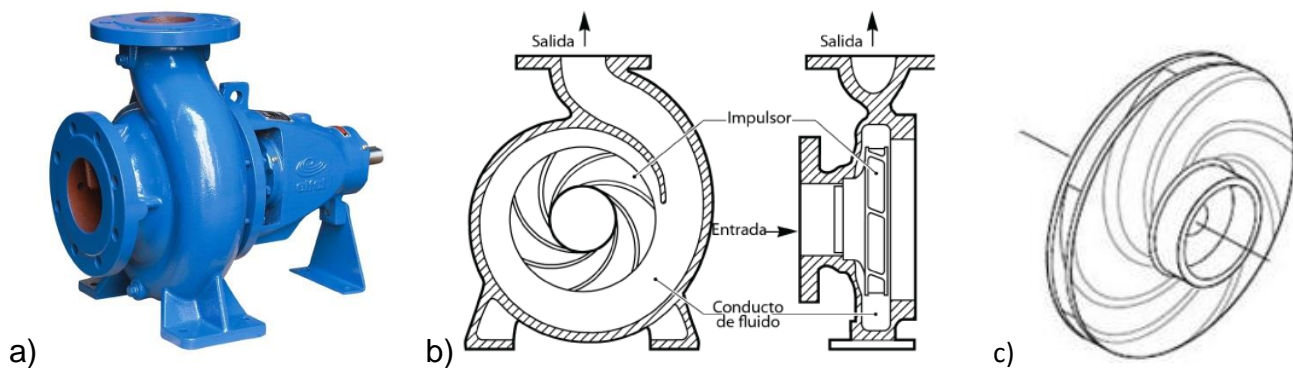


Figura 2. Bomba de agua centrífuga: a) Apariencia externa, b) Corte transversal, c) Detalle del impulsor

Como observaciones adicionales para el uso de bombas como turbinas, se debe asegurar que la carcasa de la bomba sea en forma de caracol, que el disco impulsor sea cerrado y que el tornillo que sujeta al impulsor se asegure para que no se suelte por rotar a la inversa.

2. Motores como generadores

Los motores y generadores eléctricos son máquinas reversibles, es decir, un motor puede funcionar como generador y viceversa. No obstante, la eficiencia de la máquina disminuye si ésta se utiliza para la función (motor o generador) diferente a la que se diseñó. En términos prácticos, una disminución de eficiencia se refleja como una menor capacidad de generar potencia eléctrica, en el caso de un motor usado como generador.

Aun con la limitante anterior, los motores de inducción como generadores son ampliamente utilizados en pequeños proyectos hidroeléctricos, por las siguientes ventajas que presentan sobre los generadores: bajo costo, mayor disponibilidad en el mercado, más pequeños, más livianos, más silenciosos, no usan escobillas (carbones), presentan autoprotección por sobrecarga y cortocircuito.

Las desventajas de utilizar un motor de inducción como generador son: menor capacidad de generación de potencia, necesidad de utilizar capacitores para su excitación, el motor se desexcita (deja de funcionar) al presentarse anomalías como sobrecargas y cortocircuitos.

Para que un motor de inducción opere como generador, se requiere utilizar “capacitores de operación continua” (ver Figura 3) calculados y conectados según las características eléctricas del motor y el tipo de generación que se requiere, respectivamente.

El valor de la capacitancia se determina con la siguiente fórmula: $C = \frac{KI \times 10^6}{2\pi fV}$; donde

C: Capacitancia, en microfaradios (μF)

K: factor; $0.35 \leq K \leq 0.45$; $K=0.3$ si se desea generar exactamente el voltaje nominal del motor.

I: Corriente nominal del motor, en amperios (A)

f: frecuencia eléctrica, en Hertz (Hz)

V: voltaje a generar, en voltios (v)

Los capacitores se especifican de acuerdo a su valor de capacitancia en microfaradios y el voltaje máximo de operación, el cual debe ser mayor o igual a 300 VAC.



Figura 3. Motor trifásico de inducción y capacitores de operación continua.

A nivel residencial, las necesidades del suministro eléctrico son del tipo monofásico, 120/240 voltios, 60 Hz. Para convertir un motor monofásico a generador monofásico simplemente se conecta un capacitor de valor “C” en paralelo con el embobinado del motor.

Por su parte, para convertir un motor trifásico en generador monofásico se debe realizar la conexión de capacitores como se muestra en la Figura 4.

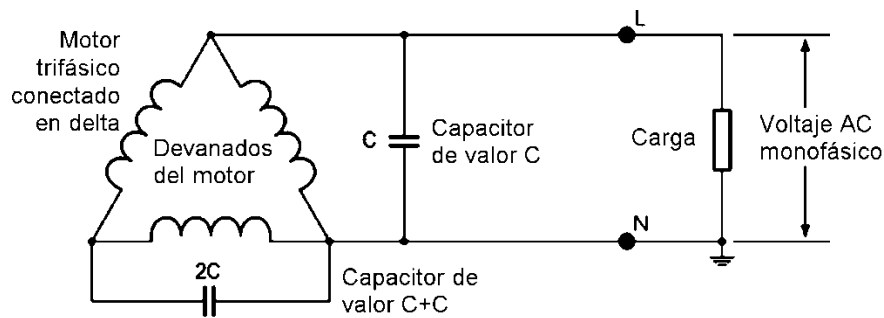


Figura 4. Motor trifásico conectado como generador monofásico

3. Reguladores electrónicos de fabricación local

Para asegurar un suministro eléctrico permanente sin fluctuaciones de voltaje y frecuencia eléctrica, todo proyecto hidroeléctrico a pequeña escala (pico, nano o micro) debe contar con un sistema de regulación electrónico de carga; cuando un proyecto no cuenta con este sistema, el operario debe regular constantemente y de forma manual, la entrada de agua a la bomba/turbina, tratando así de compensar las alzas y bajas del voltaje.

Desde el año 2011 EnDev-HO y EnDev-NI han promovido la capacitación de recurso humano nacional para fabricar localmente reguladores electrónicos para micro centrales hidroeléctricas (MCH) y su posterior instalación. Producto de la experiencia obtenida con los

reguladores electrónicos para MCH, EnDev-HO diseñó un regulador más pequeño, acorde a las necesidades de un proyecto pico hidro (Ver figura 5).

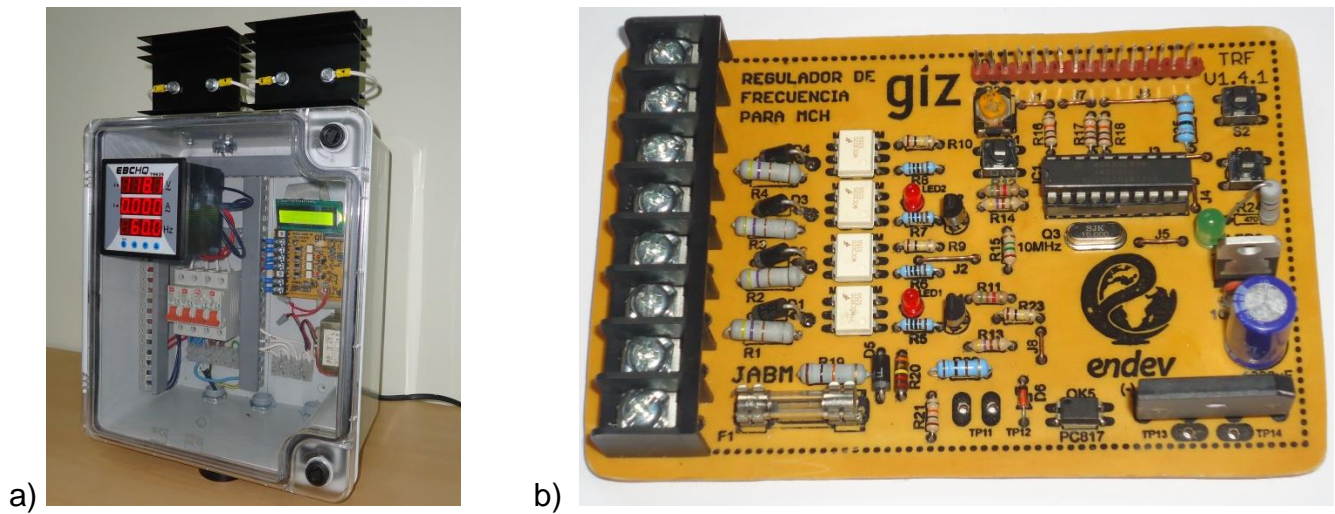


Figura 5. Regulador electrónico de carga: a) Gabinete, b) Detalle de la tarjeta electrónica

ALGUNAS EXPERIENCIAS DE PROYECTOS PICOHIDRO

Nombre del Proyecto Pico Hidroeléctrico	Ubicación	Potencia (Kw)	Actividad productiva
Dificultades	Dificultades, El Paraíso, El Paraíso, Honduras	1.00	Cultivo de café y ganadería
Granadillo	Granadillo, El Paraíso, El Paraíso, Honduras	2.20	Cultivo de café y ganadería
Erandique	San Antonio Montaña, Erandique, Lempira, Honduras	2.40	Extracción y corte y pulido de ópalo
Santa Lucía	Santa Lucía, El Negrito, Yoro, Honduras	0.55	Cultivo de café, frijol y maíz.
Finca Brisas del Mogotón	San Fernando, Nueva Segovia, Nicaragua	1.20	Cultivo de café
Finca El Consuelo	Wiwilí, Plan de Grama, Nicaragua	0.80	Cultivo de café

CONCLUSIONES

- Debido a los bajos requerimientos de caudal y altura, sumado a características topográficas e hídricas favorables, los proyectos pico hidroeléctricos tienen un gran potencial para satisfacer las necesidades de electricidad en zonas rurales aisladas de la red eléctrica nacional en Honduras y Nicaragua.
- La implementación de pico centrales hidroeléctricas en fincas cafetaleras aisladas de la red, ha sido una experiencia positiva para EnDev Honduras y Nicaragua, ya que se mejoran las condiciones de vida del productor y sus trabajadores, además de potenciar la productividad de la finca.
- Como todo proyecto hidroeléctrico, las pico centrales hidroeléctricas tienen un costo inicial elevado; pero se compensa con la larga vida útil del mismo, el bajo costo del kilowatt-hora (kwh) generado y el ahorro económico por eliminar el uso de baterías, combustibles fósiles y velas.
- La sostenibilidad técnica de los proyectos pico hidroeléctricos se asegura con personal técnico local capacitado para asistir técnicamente en la operación, reparación y mantenimiento de este tipo de tecnologías.
- La factibilidad económica de un proyecto pico hidroeléctrico se mejora en la medida que se utilicen alternativas tecnológicas disponibles en el mercado nacional.