

Evaluación de **Recursos** Hidroenergéticos



ITDG

SOLUCIONES PRÁCTICAS
PARA LA POBREZA

Evaluación de recursos hidroenergéticos/ ITDG.
Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos.
Lima: ITDG AL, 2004
22p.;ilus.

**RECURSOS ENERGÉTICOS/ENERGÍA HIDRÁULICA/
ELECTRIFICACIÓN RURAL/GENERACIÓN DE ENERGÍA/
FOLLETOS**

250/I61

Clasificación SATIS/Descriptorios OCDE

Colaboradores:

Saúl Ramírez, Teodoro Sánchez, Rafael Escobar y Luis Rodríguez (Perú).
Walter Canedo, Alba Gamarra, Yandira Guzmán (Bolivia).
Mario Brito (Ecuador).

Producción:

Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos, ITDG AL.

Diseños y Diagramación:

Publiser S.R.L.

Impreso en Perú por Publiser S.R.L. en marzo de 2004.

ITDG es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos mediante la difusión investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas.

La energía eléctrica es un servicio básico importante para el desarrollo humano, sin embargo, en zonas rurales muy pocos habitantes la tienen. El acceso a través de la Red Nacional se hace cada vez más costoso y difícil por la lejanía de las poblaciones. Por otro lado, los grupos diesel requieren de un constante gasto en la compra de petróleo.

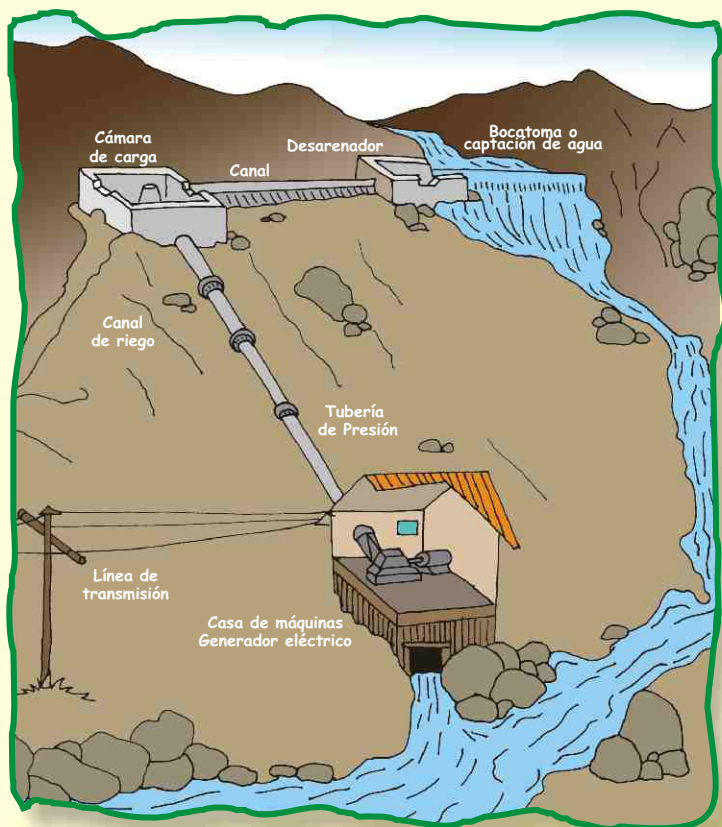
Las energías renovables como la solar, la eólica y la hidráulica, en pequeña escala; son opciones que han demostrado ser apropiadas para las condiciones de las poblaciones rurales.

La presente cartilla describe en forma simple los procedimientos a seguir para la evaluación de los recursos hidroenergéticos: medición de altura y caudal, información básica para estimar el potencial o capacidad del recurso existente en nuestras comunidades. Está dirigida a líderes de organizaciones de base, autoridades de comunidades rurales y representantes de gobiernos locales.

Parte 1

El agua como fuente de energía

En nuestras comunidades existen diversos recursos naturales que pueden ser aprovechados para la generación de energía, uno de ellos es el agua, que puede ser aprovechada a través de las micro centrales hidroeléctricas.



Organización de la comunidad

Es preciso que haya una organización o responsables que representen a la comunidad y que deseen impulsar el aprovechamiento energético de los recursos naturales existentes.

Para la selección de los responsables se debe tener en cuenta a:

- Personas que hayan tenido experiencias anteriores en evaluación de recursos.
- Personas con liderazgo o reconocidas por su responsabilidad en la comunidad.
- Personas con habilidades y conocimientos para realizar cálculos básicos.



Parte **3**

¿Dónde se puede aprovechar el agua para generar energía?

Lo primero a realizarse es identificar todas las fuentes de agua existentes alrededor o cercanas a nuestra comunidad: río, riachuelo, manantial, canal de riego u otras.

En cada fuente, ubicar las posibles caídas o alturas que se puedan aprovechar.

Registrar estos datos en un cuaderno teniendo en cuenta lo siguiente:

- Nombre de la quebrada, río o fuente de agua.
- Nombre del lugar donde se ubica la "altura".
- Distancia aproximada a la comunidad.



Parte 4

¿Qué necesitamos conocer?

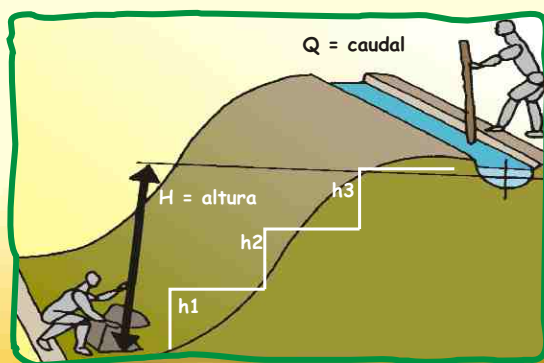
La potencia o "fuerza" del agua depende de dos variables: altura y caudal.

Por eso es importante conocer:

- 1) La altura o caída que existe entre el canal y la posible "casa de máquinas".
- 2) La cantidad de agua que hay en el río, manantial o canal.



La cantidad de agua del río debe ser regular o constante todo el año



Parte 5

¿Cómo medimos la altura?

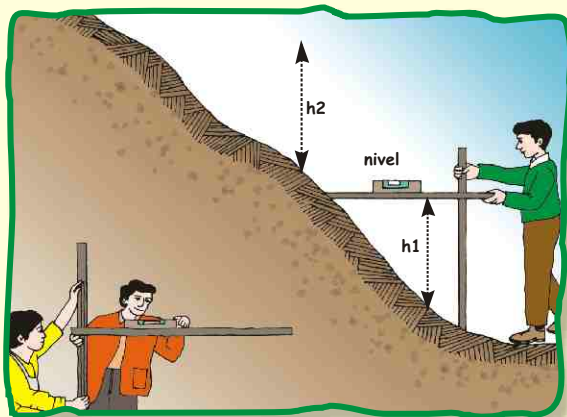
Utilizaremos dos métodos que pueden ser aplicados fácilmente en nuestras comunidades con los instrumentos y materiales del lugar.

1) Medición de altura con nivel de carpintero

Si se realiza con cuidado, este método puede resultar muy preciso. Para ello necesitamos lo siguiente:

- 1 nivel de carpintero.
- 2 tablas o reglas de madera de aproximadamente 2 metros de longitud. Una de ellas debe tener marcas graduadas en centímetros.





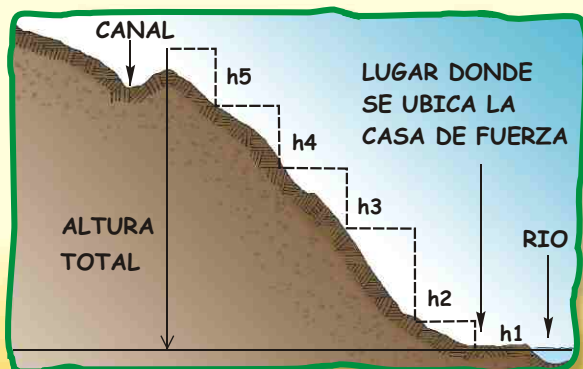
Como se muestra en el gráfico, con la ayuda de dos personas, se debe ir midiendo la altura por tramos.

Tener cuidado de mantener la regla o tabla graduada en posición vertical. Para cada medida se debe tener la tabla horizontal de acuerdo a la burbuja del nivel de carpintero.

Anotar en un cuaderno el resultado de las mediciones. La suma de las medidas tomadas nos da la altura o caída total.

$$\text{Altura total} = h1 + h2 + h3 + h4 + h5 + \dots$$

Medición	Altura
1	1.65 m.
2	1.75 m.
3	1.50 m.
4	1.66 m.
5	1.70 m.
6	1.74 m.
Total	10.00 m.



2) Medición de altura con manguera de nivelación

Para lugares con pequeñas alturas, lo único que se necesita es una manguera transparente con agua.

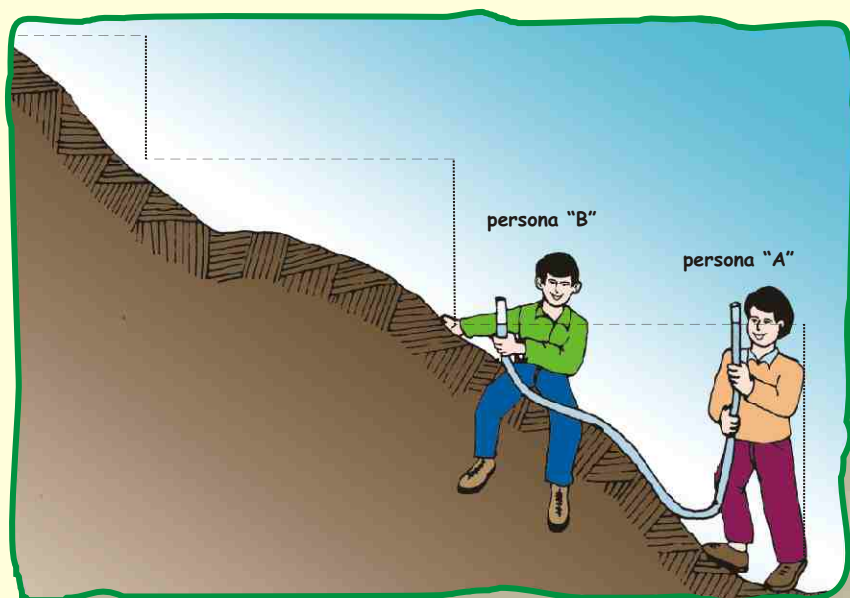
Se recomienda eliminar las burbujas de aire en la manguera ya que podrían llevar a errores.

Al igual que en el caso anterior, se debe ir midiendo la altura total por tramos:

- Tomar la medida de la persona que será la referencia, hasta la altura de sus ojos, y anotarlo en el cuaderno de apuntes, por ejemplo, 1.68 metros.



- Iniciar la medición y anotar el número de veces que se "niveló", por ejemplo, **13 mediciones**.
- La altura total se obtiene multiplicando la altura de la persona de referencia por el número de mediciones, por ejemplo, $1.68 \text{ m} \times 13 = 21.84 \text{ m}$.



Parte 6

¿Cómo medimos el caudal?

Es recomendable realizar las mediciones del caudal del río, manantial, etc. en la época de sequía, para tener el caudal mínimo existente.

Es importante conversar con las personas adultas del lugar para pedir información sobre las variaciones que ha tenido el río: si alguno se llegó a secar, si en época de lluvias hay muchas avenidas o "huaycos", etc.

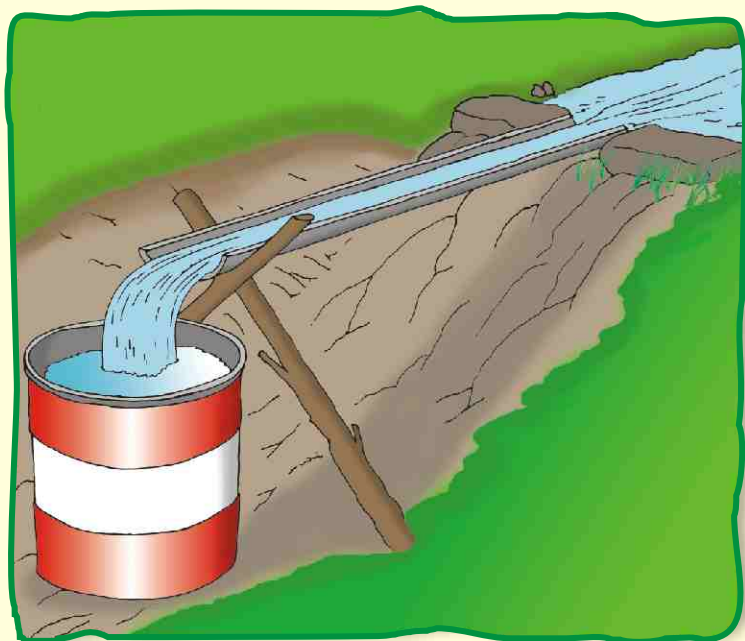
Una información importante y que se debe anotar en el cuaderno de campo es la fecha de realización de las mediciones.

1) Medición de caudal por el método del recipiente

Es una forma sencilla de medir el caudal, especialmente si se trata de pequeños ríos o riachuelos. El método consiste en medir el tiempo de llenado de un balde o cilindro con el agua del río o canal.

Se necesita lo siguiente: un balde o cilindro de capacidad conocida (litros), un reloj o cronómetro y calaminas o mantas plásticas.

Primero, se debe ubicar el tramo o sección donde se realizará la medición y luego tratar de encausar el río o canal formando una catarata, tal como se muestra en la figura:



Luego se debe, acercar el balde o cilindro para tomar el tiempo de llenado; se recomienda hacer por lo menos 3 pruebas y anotar el tiempo en el cuaderno de notas.

Por ejemplo, si utilizamos un balde de **50 litros** y el tiempo que se demoró en llenar el balde fue de 5, 6 y 7 segundos, el caudal se calculará de la siguiente manera:

- Tomar el promedio de los tiempos de llenado

$$T_{\text{promedio}} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3)}{3} \text{ en segundos}$$

$$T_{\text{promedio}} = \frac{(5 + 6 + 7)}{3} = 6 \text{ s}$$

- El caudal será

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Capacidad (litros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

para el ejemplo:

$$\text{Caudal} = \frac{50 \text{ litros}}{6 \text{ segundos}} = 8.33 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$



2) Medición de caudal por el método del flotador

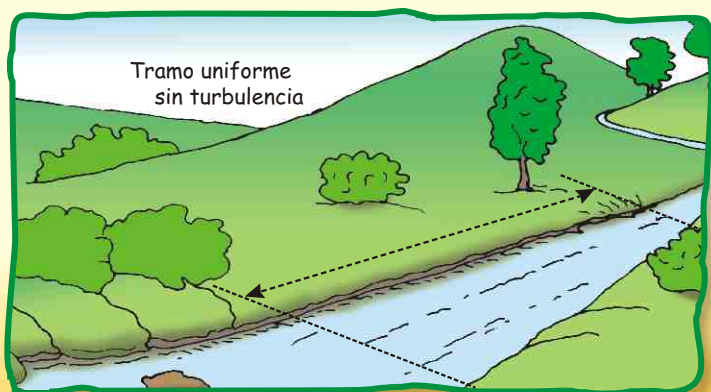
Para la medición del caudal, mediante este método, se necesitan algunos conocimientos básicos de matemáticas. Por ello, debemos solicitar el apoyo de las personas con estas habilidades o del profesor de la comunidad.

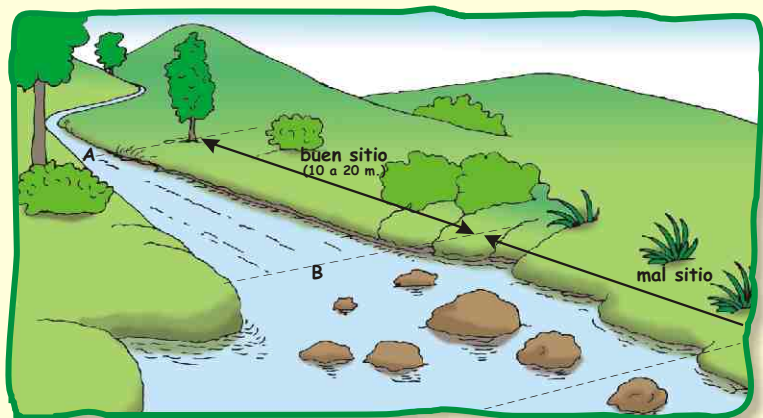
Se necesita lo siguiente:

- Un objeto flotante, puede ser una pequeña botella plástica, rama de árbol, etc.
- Un reloj o cronómetro.
- Una wincha o cinta graduada.
- Una regla o tabla que puede estar graduada.

Primer paso: Seleccionar el lugar adecuado

Buscar en el río un tramo uniforme donde el agua fluya sin turbulencias y que no haya piedras grandes o troncos que impidan el libre flujo del agua. Este tramo puede ser de aproximadamente 10 a 20 metros.





Segundo paso: Medición de la velocidad

En el tramo seleccionado ubicar dos puntos A (de inicio) y B (de llegada) y medir la distancia, **por ejemplo 12 metros**.

Una persona se ubica en el punto A con el flotador y la otra en el punto B con el reloj, y se medirá el tiempo que recorre el flotador desde el punto A hasta el punto B.

Se recomienda realizar tres mediciones y tomar el promedio, p.e. **tiempo promedio 8 segundos**.

La velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia } \overline{A-B} \text{ (metros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

para el ejemplo:

$$\text{Velocidad} = \frac{12 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

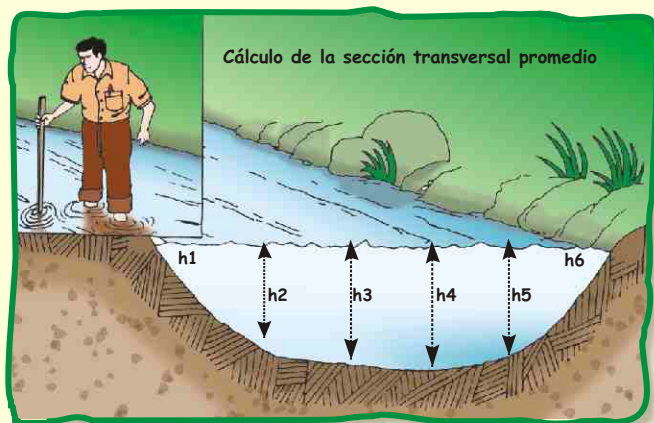
Tercer paso: Medición del área de la sección transversal del río o canal

En el tramo seleccionado, ubicar la sección o ancho del río que presente condiciones promedio y facilidades para la medición del área transversal.



Un método práctico, con buena aproximación para calcular el área transversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del río en por lo menos tres partes y medir la profundidad en cada punto para luego tomar el promedio. Por ejemplo:

Profundidad	metros
h1	0.00
h2	0.22
h3	0.35
h4	0.44
h5	0.30
h6	0.00



Profundidad promedio:

$$h_m = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6}{6}$$

$$h_m = \frac{0 + 0.22 + 0.35 + 0.44 + 0.30 + 0}{6} = 0.22m$$

Una vez que se termina de medir las profundidades, se procede a la medición del ancho del río, **p.e. 2.4**

El área de la sección transversal (A_T) se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_T = \text{Ancho (m)} \times \text{Profundidad promedio (m)}$$

$$\text{Para nuestro ejemplo: } A_T = 2.4 \times 0.22 = 0.53m^2$$

Cuarto paso: Cálculo del caudal

Con los datos obtenidos procedemos a calcular el caudal del río o canal con la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal (m/s)} = K \times \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Área (m}^2\text{)}$$

Donde K, es un factor de corrección que está relacionado con la velocidad. Este valor se debe escoger de acuerdo al tipo de río o canal y la profundidad del mismo.

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm.	0.5 a 0.25

Para nuestro ejemplo tenemos:

- $K = 0.5$
- Velocidad = 1.5 m/s
- Área transversal = 0.53 m²

$$\text{Caudal} = 0.5 \times 1.5 \times 0.53 = 0.398 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 1000 \text{ lt/s}$$

$$\text{Caudal} = 0.398 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Parte 7**¿Qué potencia se puede aprovechar?**

Con los valores de caudal y altura que se encuentren y la ayuda de una fórmula, estimamos la potencia eléctrica que se puede generar.

$$\text{Potencia (kW)} = C \times \text{Altura (m)} \times \text{Caudal } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$$

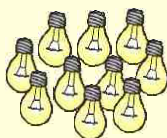
C: es igual a 6 si la altura es mayor a 40 m

C: es igual a 5 si la altura es menor a 40 m

La potencia se mide en kilowatts y su símbolo es kW

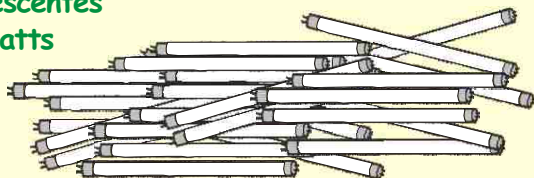
De manera práctica, podemos hacer la siguiente equivalencia.

10 focos de
100 Watts



1 kW =

50 fluorescentes
de 20 Watts



90 focos ahorradores
de 11 Watts



Ejemplo práctico de cálculo:

¿Cuál será la potencia eléctrica que se puede generar, si hemos medido una altura de 60 m y un caudal de 50 l/s?

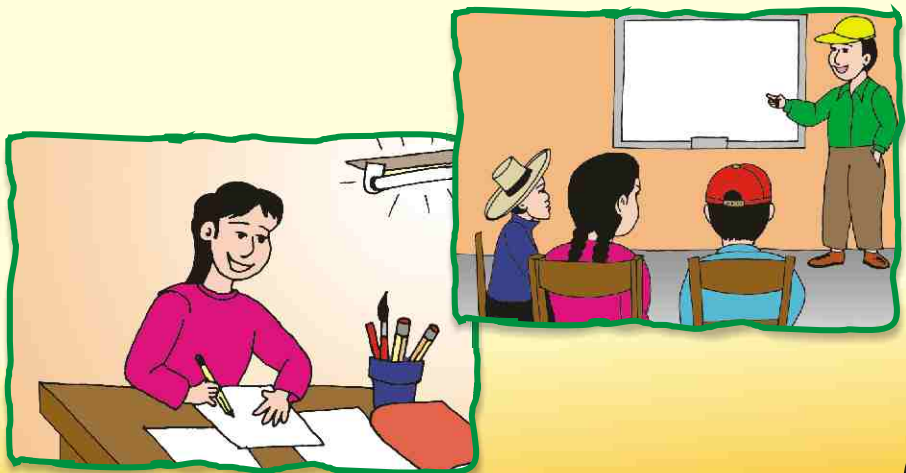
1) Poner los valores de caudal y altura en las unidades correctas e identificarlos de acuerdo a la fórmula:

- Valor de C: 6 (altura mayor de 40 m).
- Altura: 60 m.
- Caudal: 50 l/s = 0.050 m³/s.

2) Colocar los valores en la fórmula.

$$\text{Potencia (kW)} = 6 \times 60 \text{ m} \times 0.050 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{Potencia} = 18 \text{ kW}$$



Parte 8

¿Será suficiente la potencia para nuestras necesidades?

Para responder a esta pregunta, debemos conocer cuál sería la demanda de energía de nuestra comunidad, es decir, en qué la vamos a usar, para qué la necesitamos.

Es conveniente que en esta parte de la evaluación se solicite la ayuda de un especialista, al cual debemos entregarle la información mínima requerida para que pueda realizar las estimaciones o cálculos respectivos:

- ¿Cuál es el total de población de la comunidad?
- ¿Cuál es el número de viviendas o usuarios que se conectarán al servicio eléctrico?
- ¿Qué servicios básicos existen en la comunidad: escuela, posta de salud, agua potable, municipio, etc.?
- Hacer una lista de los negocios o talleres que existen en la comunidad: bodegas, talleres de carpintería, soldadura, cargado de baterías, radiocomunicación, molienda de granos, piladoras, reparación de llantas, etc.

¿Qué hacemos con la información obtenida?

Si la potencia que se puede aprovechar es suficiente para cubrir las necesidades de nuestra comunidad, entonces podemos continuar con la gestión para la construcción de una microcentral hidroeléctrica.

Para ello debemos consolidar el grupo encargado de la gestión y buscar ayuda de los organismos e instituciones que trabajan en nuestra comunidad: municipios, organismos del Estado, ONGs y otros.

Es posible que se requiera un documento técnico definitivo, para ello es importante tener archivada o documentada toda la información obtenida.



Esta cartilla fue elaborada en el marco del proyecto "Opciones Energéticas Sostenibles para Comunidades Pobres y Aisladas de América Latina", el cual es co-financiado en su mayor parte por "The Civil Society Challenge Fund" del DFID-UK. El Proyecto se ejecuta paralelamente en Perú, Bolivia y Ecuador a través de ITDG, CINER y FEDETA respectivamente.



SOLUCIONES PRÁCTICAS
PARA LA POBREZA

ITDG (INTERMEDIATE TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP)

Coordinación General: Saúl Ramírez.

Av. Jorge Chávez 275, Miraflores.

Lima 18 Perú.

Tel. +511-4475127 fax +511-4466621

Email: info@itdg.org.pe Web: www.itdg.org.pe



CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN ENERGÍAS RENOVABLES

CENTRO DE INFORMACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Coordinación Bolivia: Alba Gamarra.

Av. Santa Cruz Esquina Beni N° 1274.

Edif. Comercial Center, 3er Piso, Of. 3.

Cochabamba Bolivia.

Tel. +591-4-4280702 Fax +591-4-4295996

Email: ciner@ciner.org Web: www.ciner.org



FUNDACIÓN ECUATORIANA DE TECNOLOGÍA APROPIADA

FUNDACIÓN ECUATORIANA DE TECNOLOGÍA APROPIADA

Coordinación Ecuador: Mario Brito

12 de Octubre y Ventimilla, Edif. El Girón,

Torre E, Of. 701 702.

Quito Ecuador.

Tel. +593-2-2234014 Fax +591-2-2554882

E-mail: fedeta@uio.satnet.net Web: www.fedeta.org