

energía **& negocios**

ELECTRICIDAD - PETRÓLEO - GAS

¿ QUE HACEMOS ?

por la reconstrucción y nuestro futuro

**MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS
EL COMPROMISO SOCIAL DE PERUPETRO
INFORME: LA HORA DEL GAS Y DEL PETRÓLEO**

ditorial

La visión del Ministerio de Energía y Minas con respecto al sector energía es promover el desarrollo sostenible para impulsar la economía nacional, generando riqueza que permite elevar la calidad de vida de la población. Con nuestro potencial hidroeléctrico, el crudo pesado de la selva norte, el gas natural de Camisea y la instauración de una industria petroquímica, el Perú tiene la posibilidad de crecer en forma sostenida y, finalmente, consolidar un crecimiento económico y social para todos.

Pero, debemos señalar lo siguiente: El mayor potencial es la gente, el ciudadano peruano de a pie que está haciendo, con su mayoritaria aceptación, que podamos continuar adelante. Y ellos, todos nosotros, debemos ser los beneficiados por el proceso de inversiones. Es por eso que resulta imperativo hablar de la tragedia ocurrida en el sur. El país está de duelo. Las familias entierran a sus muertos y buscan, en medio del desastre, reconstruir sus vidas. Eso sí: una cadena solidaria se extiende por todo el país para socorrer a nuestros hermanos. De ella, los más pobres son los que dan el ejemplo. Porque, principalmente, pobres son los más afectados y pobres son los que más necesitan de ayuda en estos momentos.

Todos debemos participar de esta cadena solidaria. Cómo, es la cuestión. En dos minutos se ha creado una extensa zona de extrema pobreza. Si bien en pocos días se restituyó la energía eléctrica en la zona, la labor de reconstrucción de las casas, de la vida de los damnificados, de las cadenas productivas tomará su tiempo. ¿Cuál es la labor de todos los actores en el sector energía? Compartir esta idea: Promover el desarrollo sostenible para impulsar la economía nacional, generando riqueza que permite elevar la calidad de vida de la población. En la actual coyuntura, tengamos más presente que nunca esta idea.

El Director

Contenido

- 12 Beneficio mutuo**
En la presente entrevista, el presidente de Perupeetro, Daniel Saba, refiere los esfuerzos que realiza la empresa estatal en pro del desarrollo de los pueblos amazónicos.
- 14 La intensidad energética**
La actual coyuntura internacional del sector energético se caracteriza por una demanda creciente, con altos precios de los energéticos, en particular el petróleo.
- 18 Saneamiento legal de inmuebles**
Es de gran importancia para los propietarios de grifos y estaciones de servicio el mantener un adecuado saneamiento legal de los inmuebles que vienen operando.
- 22 Informe: La Hora del Gas y del Petróleo**
Un resumen de las principales ideas analizadas en la V Conferencia Internacional La Hora del Gas y del Petróleo.
- 30 Obras civiles de bajo costo para microcentrales hidroeléctricas**
Las obras civiles en una microcentral hidroeléctrica (MCH) es el componente más costoso y puede representar el 30% o 50% de la inversión total.

Edición Especial: El Mercado del GLP,
II Congreso Internacional de GLP 2007.



**GRUPO
PERUENERGIA**
COMUNICACIÓN INTEGRAL

Publicado por GRUPO EDITORIAL PERU ENERGIA
Av. Aviación 2919. Of 401 San Borja Lima. Teléfonos: 224-7535 / 226-3891. Telefax: 226-3776
energiaynegocios@peruenergía.com www.peruenergía.com

Director: Ing. César Butrón **Consejo Consultivo** Ing. Amado Yataco Medina, Ing. Luis Daniel Guerra Zela, Ing. Rafael Antezana Castañeda, Ing. Silvia Garzón Torres. **Editor Periodístico.** Marcos Canales. **Diseño.** Johan E. Orreaga Muñoz. **Director Comercial.** Juan José Silva Ramos. **Directora Ejecutiva.** María Tere Quiñones. **Marketing y Comunicaciones.** Nora Santillán V. **Coordinadora de Eventos.** Carol Saldarriaga García. **Logística.** Juan Herrera. **Colaboradores.** Perú: Teófilo Casas, Manuel Portugal-Ali, Manuel Bocanegra, Edwin Dextre, Fredy Saravia, María Tere Quiñones, Alejandro Manayalle, Martín Melgarejo, Argentina: Alejandro Bellorini, Brasil: Jorge Risco, México: Nicolás Kemper. **Impresión.** Estudio Digital. La revista no se solidariza necesariamente con las opiniones expresadas en los artículos firmados que se publican en esta edición. Se autoriza la reproducción de cualquier artículo siempre y cuando se cite su procedencia.
Suscripción anual: Lima: US \$ 40.00, Provincias: US \$ 50.00, Internacional: US \$ 100.00, Más impuestos de Ley

Obras Civiles de Bajo Costo para Microcentrales Hidroeléctricas

Las obras civiles en una microcentral hidroeléctrica (MCH) es el componente más costoso y puede representar el 30% o 50% de la inversión total. El presente artículo incluye algunos conceptos de diseño de obras civiles de bajo costo y su implementación en el campo de las MCHs, con el propósito de mejorar las posibilidades de acceso de la población rural aislada al servicio de energía eléctrica. La mayor parte de la información se basa en la experiencia obtenida por ITDG en 20 años de trabajo desarrollado en el campo de la hidroenergía, habiéndose implementado más de 40 sistemas con una capacidad instalada total de 1.8 MW beneficiando a más de 5,000 familias.

Introducción

Una de las principales barreras para la ampliación de la cobertura eléctrica en las zonas rurales aisladas lo constituye el alto costo de inversión requerido, ya sea a través de la extensión de REDES o la implementación de pequeños sistemas aislados de generación.

Dentro de los sistemas aislados, las MCHs son una de las opciones más interesantes, especialmente por el bajo costo de operación y mantenimiento que requiere y porque el suministro de energía eléctrica puede ofrecer oportunidades de desarrollo en las poblaciones rurales. A pesar de esto, las MCHs todavía están siendo postergada, por desconocimiento de la tecnología, falta de capacidad para su implementación y por sus altos costos de inversión inicial.

El diseño de ingeniería de una MCH no debe consistir en una simple reducción de escala de las grandes centrales. En las grandes centrales, se utilizan grandes volúmenes de agua, y se transporta e instala grandes masas de metal; las inversiones son grandes y, por lo tanto, los riesgos asociados son mayores. De este modo, la prevención de dichos riesgos conlleva a mayores costos, lo cuál no es el caso de las MCHs. Este documento tiene como objetivo compartir las experiencias obtenidas de ITDG en la reducción de costos en obras civiles de MCHs a lo largo de 20 años en el Perú en más de 40 sistemas con potencias entre 1 a 250 kW.

Tecnologías empleadas en las obras civiles

A nivel del desarrollo y de la sistematización de experiencias, lo que menos se ha hecho en el tema de la reducción de costos en MCHs ha sido en el campo de las obras civiles, a pesar de que éstas normalmente representan entre el 30% y el 50% del costo total de implementación de un sistema de este tipo. En ese sentido, debemos decir que los conceptos aquí vertidos y utilizados nos han permitido lograr interesantes resultados, permitiendo reducciones de costos hasta del 40% o más de las inversiones en obras civiles, comparando con diseños y métodos convencionales.

Es importante resaltar que todos los componentes de las obras civiles ofrecen oportunidades de reducción de costos, unos mas que otros, por ejemplo la bocatoma, el canal, que casi siempre resulta de cientos y hasta de miles de metros de longitud y la tubería de presión, son generalmente donde la reducción es significativa. Los otros componentes como el desarenador, las obras de arte, la casa de fuerza, etc., también resultan importantes en el proceso de reducción, aunque en menor escala; sin embargo para efectos de ahorro todas aportan.

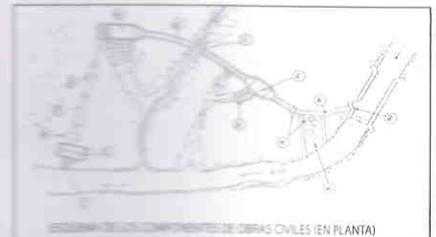
A continuación se describe las características de cada componente y su implicancia en la implementación del sistema en su conjunto.

Bocatomas de concreto y madera de barraje mixto o tipo fusible

En general en la Región el clima presenta periodos de estiaje y de lluvias que pueden ser muy críticos o severos en ambos casos. Estos cambios climatológicos son considerados para el diseño de las bocatomas: en el caso de estiaje para asegurar el suministro de agua se construye un barraje con la altura necesaria, que al mismo tiempo pueda soportar grandes esfuerzos producidos por las avenidas de los rios en épocas de lluvia, resultando una gran infraestructura.

ITDG viene utilizando las bocatomas de barraje móvil en rios con pendientes moderadas entre 1% a 2%. El nombre de barraje móvil se debe a que éste tiene una parte fija de concreto armado y otra parte movible de madera (tablonés) y en época de lluvias, se retiran los tablonés necesarios. El sistema también fa-

Fig. 1: Componentes de obras civiles de una MCH



- a) Bocatoma, b) Canal de desasias, c) Desarenador, d) Canal de conducción, e) Cámara de carga, f) Tubería de presión, g) Arroyo, h) Anclajes, i) Casa de fuerza, j) Canal de descarga, k) Obras de arte, otros.

cilita la limpieza del material acumulado en la presa de derivación, producto de las avenidas en tiempo de lluvias.

Esta tecnología consiste en diseñar muros de encauzamiento de concreto de 140 kg/cm² más 30% de piedra grande.

En otros casos, los muros pueden ser de mampostería de piedra. No necesariamente deben construirse los dos muros, es decir, en ambas márgenes.

Esto depende del talud de la ribera del río y de su formación geológica.

“ Los primeros canales construidos datan desde 1992 y conducen entre 0.05 m³/s a 0.60 m³/s ”



Foto 1: Colocación del barraje en la bocatoma, MCH Las Juntas

ITDG ha empleado este tipo de bocatoma en ríos que por lo general tienen aguas cristalinas, aunque en la época de lluvias llega a enturbiarse temporalmente por la escorrentía de sus laderas o de otros afluentes, y porque el material de arrastre no es de mucho cuidado en tamaño y volumen.

Este tipo de bocatomas se ha construido en 8 MCHs, algunas de ellas con más de 10 años de antigüedad, y se encuentran funcionando normalmente: Combayo, 50 kW (1993); Tambomayo, 15 kW (1994); Chalán, 25 kW (1994); Yumahual, 15 kW (1996); Las Juntas, 25 kW (1999); Santo Tomás, 200 kW (2002); Huarandoza, 200 kW (2003); El Diamante, 15 kW (2005).

Ventajas:

- Reduce el costo aproximadamente en un 25% ó 35%, tanto en materiales como en mano de obra: Los muros de encauzamiento no necesitan mayor altura, el barraje está compuesto principalmente por columnas, no se construye poza de amortiguación.
- Facilita la limpieza del sedimento. Simplemente se retira las tablas de madera que componen el barraje y se aprovecha la corriente del río para evacuar los sedimentos.
- Es una tecnología simple, de fácil mantenimiento y que puede ser manejado por el poblador rural.
- Reducción de fletes. Debido al menor uso de cemento y agregados que son reemplazados por madera de la zona.
- En caso de avenidas también funciona como fusible. Al producirse la avenida, es posible que la acción de ésta rompa las tablas de madera del barraje dejando pasar libremente las aguas del río, evitando inundaciones o daños en la bocatoma y otros componentes de la MCH.

Revestimiento de canales por el método de las cerchas

En obras pequeñas, como es el caso de las MCHs y en especial en aquellas en las que los caudales a conducir son relativamente pequeños, los canales no soportan esfuerzos o son despreciables para el cálculo de resistencia.

De este modo, la finalidad de los revestimientos es evitar pérdidas de agua por filtración y proteger la solera y los taludes del canal contra erosiones provocadas por la velocidad del agua, de modo que el espesor de la pared se puede reducir al mínimo dentro de la funcionalidad práctica y sin correr riesgos.

El método de las cerchas para el revestimiento de canales con concreto es un método práctico y permite una importante reducción de costos debido a

la disminución del espesor de las paredes del canal a 5 cm y 7.5 cm (dependiendo del caudal de agua a conducir), permitiendo un ahorro importante en materiales (principalmente: cemento, agregados y madera). Asimismo, la técnica usada es sencilla y permite el empleo de menor mano de obra que sus similares con encofrados.

El método consiste en colocar a cada cierta distancia las cerchas (la distancia difiere según se trate de zonas rectas o curvas), alineadas y considerando la pendiente del canal, luego se revisten las paredes y la solera manteniendo el espesor. Estas cerchas luego son retiradas y los espacios que quedan se rellenan con materiales adecuados que sirven como juntas de dilatación.

Actualmente muchas organizaciones del gobierno y privadas vienen utilizando el método para el revestimiento de canales para diferentes usos, básicamente en pequeñas y medianas obras de riego. La experiencia nos muestra que el sistema funciona sin inconvenientes en canales para conducir hasta 600 lts/seg. de caudal.

ITDG ha utilizado el método de las cerchas en la construcción de canales de 16 MCHs, las cuales están funcionando sin ningún inconveniente, no presentan filtraciones ni erosión de las paredes. Los primeros canales construidos datan desde 1992 y conducen entre 0.05 m³/s a 0.60 m³/s. En la Tabla 1, se puede ver algunos ejemplos de costos de estos canales (US\$/ml) de acuerdo a la capacidad de conducción de agua.

Ventajas con respecto a los encofrados:

- Tiene mayor flexibilidad y facilita el trabajo en tramos curvos y rectos.
- Permite acomodar el concreto en espesores mínimos 5 cm o 2 pulgadas, por tanto se reduce la cantidad de materiales que conforman el concreto (cemento, arena y piedra). Por el método de los encofrados, se necesita un espesor mínimo de 10 cm para acomodar el concreto.
- Reduce la cantidad de madera en aproximadamente un 80%.

Foto 2: Bocatoma de barraje móvil, MCH Las Juntas



- Reduce al 50% el uso de materiales para la colocación de las juntas de dilatación (asfalto, arena)
- Elimina la tarea de encofrar y desencofrar.
- El acabado de los taludes y la solera (pulido o frotachado) se hace el mismo día, casi de inmediato.
- El rendimiento de mano de obra es mayor, aproximadamente en un 20%.
- La reducción de los distintos materiales (cemento, piedra, arena, madera y otros), también representa un menor costo por transporte y reduce los esfuerzos para su consecución, especialmente en lugares de difícil acceso.

Desarenador

Se ha trabajado en diseños simples y funcionales, destacando el uso de tuberías de PVC en los sistemas de limpieza de los sedimentos acumulados en lugar de las típicas compuertas metálicas.

En el diseño se prevé la colocación de una sección de tubo o curva de PVC, la cual es empotrada en el piso del desarenador con una salida hacia el canal de reboso u otro medio de evacuación de las aguas. A esta sección de tubería empotrada se embona un pedazo de tubo de PVC que trabaja como tapón.

Ventajas:

- Reducción de costos de fabricación de compuertas metálicas.
- Facilita la operación de limpieza.
- Bajo costo de mantenimiento (pintado, engrasado de la compuerta).
- La tecnología es fácilmente apropiada por los pobladores rurales.

Tubería de presión

ITDG ha venido utilizando tuberías de PVC de alta presión en lugar de las tuberías convencionales de hierro o acero.

Esta alternativa ha sido probada con excelentes resultados (tanto en costos como en duración) en más de 40 MCHs, algunas de las instalaciones tienen cerca de 20 años de antigüedad y vienen funcionando sin ningún inconveniente. Las tuberías son de diversos diámetros comerciales hasta 20 pulgadas y clases 5, 7.5, 10 y 15.

Otra alternativa para reducir costos en tuberías es el uso de polietileno en especial en diámetros menores a 3" (se pueden encontrar en rollos de 50 m de largo), ITDG tiene algunos ejemplos con este tipo de material. Para tuberías de mayor diámetro, en el caso de Perú, los costos son similares pero se tiene el inconveniente del uso de una máquina

Tabla 1: Algunos canales revestidos por el método de las cerchas (concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$)

MCH	Caudal (m3/s)	Año de construcción	Costo (US\$/ml)
Huacataz	0.070	1992	6.32
Chalán	0.075	1994	7.5
El Tingo	0.050	1999	5.77
Tamborapa	0.140	1999	11.57
Huarango	0.500	2000	23.60
Huarandoza	0.600	2003	28.60

Suite de Configuración para segmentos Fieldbus FOUNDATION



Incluye:

Interface PCI o PCMCIA (para laptop) con un puerto FieldBus

- Permite configurarse como maestro o esclavo
- Conexión directa a redes H1
- Compatibilidad con servidores OPC

Software de configuración NI-Configurator, que permite:

- Aplicativo en entorno de Windows 2000/XP
- Configuración Online y Offline
- Detección automática de dispositivo FieldBus
- Configuración manual automática de tags y direcciones
- Capacidad de crear tags "virtuales" sin necesidad de conexión física del dispositivo



Calle Manuel Fuentes 976-B, San Isidro T: 440-5225 - Fax: 221-6787
www.inducontrol.com.pe sociedad.inducontrol@inducontrol.com.pe

“ Los materiales de construcción empleados sobre todo en los muros y en la estructura del techo son de la zona ”

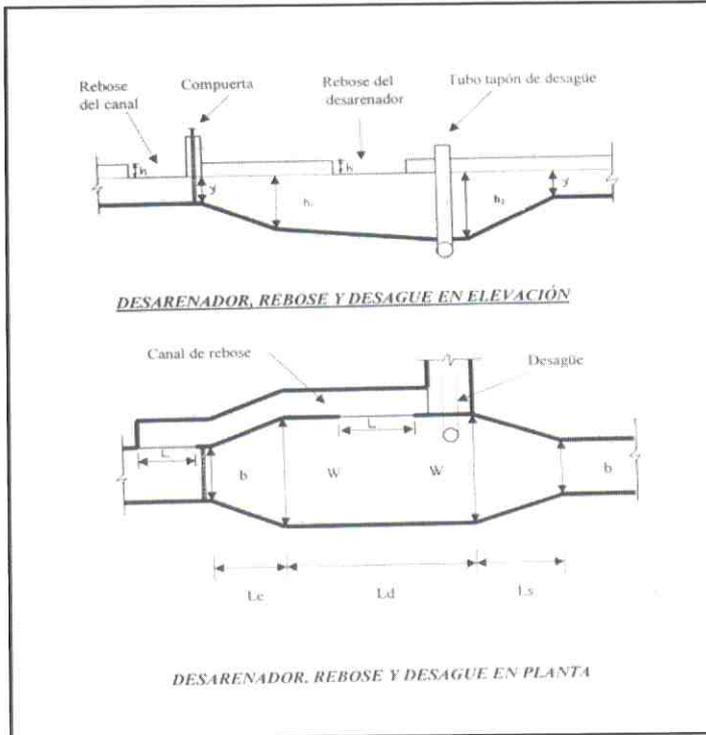


Fig 2: Desarenador con sistema de limpieza con tubos de PVC

de soldadura por termofusión para la unión de las tuberías lo que encarece su instalación.

Ventajas del PVC:

- Su costo por metro lineal con respecto a la tubería de fierro puede ser hasta la tercera parte dependiendo del diámetro y espesor a utilizar.
- Por su bajo peso relativo, el transporte y montaje es más sencillo y toma menos tiempo, y por tanto se reducen los costos.
- No requiere un personal altamente especializado para el montaje. La mano de obra semicalificada o calificada para el montaje se puede obtener rápidamente capacitando en obra a personal del lugar.
- Posee alta resistencia química.
- Tiene un bajo índice de rugosidad y porosidad.
- No requiere de equipos de soldadura para su instalación. La unión de las tuberías se realiza con pegamento y últimamente se vienen utilizando las tuberías flexibles con anillos de jebe.
- Cuenta con accesorios que facilitan la reparación en caso de roturas o accidentes que pudiera sufrir la tubería.
- No son necesarios apoyos de concreto y los anclajes son menos costosos.
- Se puede combinar tubería de fierro con PVC cuando las presiones de trabajo superen a las ofertadas por los fabricantes, p.e. presiones mayores a 150 m.
- La vida útil indicada por los fabricantes de las tuberías de PVC es de 30 años, ITDG tiene instalaciones con cerca de 20 años.
- En el caso de instalar tubería con diámetros muy grandes (no comerciales), se puede emplear doble tubería y realizar la unión en la parte inferior con un "pantalón o Y" invertido de fierro o planchas de acero.

Atahualpa	50	0.120	10	1992
Chalán	92	0.075	8	1994
El Tinte	50	0.050	8	1996
Inkawasi	55	0.150	12	1998
Tamborapa	45	0.140	12	1999
Combayo	62	0.140	12	2001
Huarango	20	0.500	20	2000
Huarandoza	47	0.600	20	2003
Calabazas	21	0.140	10	2005

Limitaciones del PVC:

- No pueden trabajar expuestos al ambiente, pues los rayos infrarrojos del sol pueden menguar su resistencia y durabilidad. Además, deben de ir enterrados para evitar daños por el impacto de piedras o de elementos pesados.
- A altas temperaturas, tiende a dilatarse.
- Tubos y accesorios mayores de 20 pulgadas de diámetro son atendidos como pedidos especiales, lo que dificulta la facilidad de adquisición.
- En el mercado local sólo se ofertan tuberías hasta clase 15, es decir que soportan 150 m de columna de agua.

Casa de fuerza

El costo por metro cuadrado de construcción oscila entre 120 a 140 US\$. Los materiales de construcción empleados sobre todo en los muros y en la estructura del techo son de la zona, de igual forma se aprovecha la existencia de mano de obra no calificada y semicalificada del lugar, a fin de reducir costos. Los materiales predominantes en la mayoría de los proyectos implementados, se detallan a continuación:

- Cimientos y sobrecimientos: Cemento, hormigón y piedra.
- Muros: Adobe, tapial, madera u otro material que predomine en el lugar.
- Pisos y veredas: Cemento y hormigón
- Techo: Madera y calamina de zinc galvanizado o teja de arcilla cocida.
- Zócalos y contrazócalos: Cemento, arena gruesa y fina.
- Acabados de interiores y exteriores: Torta de barro, yeso y pintura al temple.
- Puertas y ventanas: De madera, de preferencia del lugar.
- Otros: Cerrajería con chapa nacional, incluye vidrios semidobles transparentes, instalaciones eléctricas y letrina sanitaria.

Fuente: Hidrored (febrero, 2007)

REFERENCIAS

- [ITDG 1985 – 2005]
 [Sánchez, T. y Rodríguez, L. 1987]
 [Chiroque, J., Villanueva, G. y Rodríguez, L. 2005]