

HIDRO RED



ISSN 0935 - 0578 1/93

**Tema principal:
Microhidroenergía y ecología**



Contenido

Turismo, naturaleza y tradición	2
¿Es la MHG una buena opción para el medio ambiente?	4
¿Podrá la MHG salvar los bosques?	5
Las energías renovables como estrategia de solución	6
Vida acuática versus cosecha energética	7
Cuando la naturaleza entra en acción	8
Una PCH modelo en Suiza	9
Método para predecir la curva de duración de caudales de un sitio no evaluado	10
Problemas y posibilidades de la industria local	12
Avances en la regulación de MIG	13
Noticias y contactos	15

Estimado lector,

Es bastante frecuente que se desestime el impacto negativo de los proyectos energéticos en gran escala sobre la salud, la sociedad y la economía. El modelo dominante de desarrollo que pone el énfasis sobre todo en el lado de la oferta de energía, se ha vuelto insostenible, creando desbalances en el consumo de energía y altos niveles de contaminación, así como destruyendo culturas, economías locales y la naturaleza.

Las decisiones acerca de la energía tienen un impacto profundo en el desarrollo de cada sociedad y economía. Existen innumerables, grandes y poderosas corporaciones e intereses que controlan la producción de energía y su distribución, así como bienes y servicios relacionados, que son responsables de graves problemas sociales y ambientales. Frente a ello, se deberían dedicar mayores recursos financieros y gente destinados a la conservación, eficiencia energética y uso de fuentes renovables de energía a fin de dotar de un sustento ecológico a esta y a las próximas generaciones.

¿Podrá tener la microhidrogeneración, tal como se expande y practica hoy en día, un impacto significativo para frenar y, finalmente, revertir la actual tasa de destrucción del medio ambiente? *R. Metzler*

Generación de energía en un ambiente ecológico frágil

Turismo, naturaleza y tradición

por Janet Bell, ITDG

La explosión turística en Nepal, pequeño reino montañoso, tiene un precio. Entre 1962 y 1986, el número de visitantes extranjeros aumentó de 6,000 a 223,000, cifra que se eleva entre un 10 y 15% al año. Es una tendencia alentada por el gobierno dado que el turismo constituye su primera fuente de divisas. Sin embargo, reconociendo que el impacto del turismo en el medio ambiente y social de las comunidades de los pueblos no es color de rosas, la organización nepalesa "Proyecto del Area de Conservación del Annapurna" ha estado promoviendo una solución innovadora para frenar la arremetida: un programa de conservación a través del desarrollo.

El pueblo de Chandruk -situado en el corazón del territorio Gurka, a dos días de camino por la ruta turística de Pokhara- fue seleccionado como Centro Piloto para el proyecto del Annapurna.

Chandruk alberga a cerca de 270 familias Gurung y está encaramado a 2000 m. sobre un gran monte arriba del río Modi Khola, el cual dreña el agua de deshielo de los cinco picos que rodean al santuario del Annapurna. Lo intrincado de su sociedad se refleja en la traza del pueblo: sus altas casas de piedra están estrechamente apiñadas, conectadas por innumerables calles angostas y empinadas. En el inmenso cielo, por encima de los tejados de pizarra y banderas ondulantes, se eleva el Macchapuchhare, o la montaña de la "cola de pez", el más imponente de los picos del Annapurna.

A pesar de que son agricultores por tradición, la reputación de los Gurung como soldados ha significado que en el transcurso de los años muchos de ellos hayan sido enrolados en los ejércitos británico e hindú. Casi todas las familias tienen por lo menos a un miembro en el servicio militar. La presión sobre los recursos llegó a ser un hecho en el área cuando las tradiciones culturales de los Gurung (cuyos ancestros bajaron desde las llanuras del Tibet) dieron origen a la agricultura. El incremento de la población y, recientemente, la llegada de los turistas ha significado la creciente conversión de los bosques en áreas de cultivo.

Los sistemas de control tradicionales en la actualidad no son lo suficientemente estrictos

Las décadas recientes han sido testigos del deterioro de los mecanismos de control social para la administración de recursos o "Ritithi". Según Bhakat Man, uno de los más viejos dirigentes y miembro del Comité de administración de bosques, las prácticas tradicionales funcionaron muy bien durante un buen tiempo. Los recursos

forestales y las tierras eran de propiedad de la comunidad y controlados por ella, siendo distribuidos de acuerdo a las necesidades familiares. La gente cuidaba del ganado en forma rotativa y recolectaba forraje y leña en áreas especiales y en épocas determinadas. Pero el sistema tradicional no se transformó lo suficientemente rápido respecto a las condiciones cambiantes y en la actualidad no son lo estrictos que debieran ser. Esa es la razón por la que se necesitan nuevos métodos para administrar los bosques.

El Proyecto de Conservación del Area del Annapurna (ACAP), en tanto propuesta integradora, incluye actividades como la conservación de bosques, energía alternativa, educación en conservación para turistas y campesinos, proyectos de desarrollo de la comunidad, programas sanitarios

y de salud, investigación y capacitación. Los comités del pueblo (relacionados con la administración de albergues, electrificación, administración de bosques, etc.) administran y controlan los proyectos, contando con la asesoría del personal del ACAP que ayuda a realizar los distintos proyectos.

La última innovación es un ambicioso sistema para suministrar energía y reducir la dependencia de la leña. El sistema hidroeléctrico a escala del pueblo genera una potencia de 50 kW a partir de un arroyo que se precipita desde una colina escarpada, situada a las afueras del pueblo, al rugiente río Modi Khola. Debido a que el arroyo es pequeño (en la estación seca tiene menos de 1 m. de ancho), se requirió de una tubería de 600 m de largo, con un salto de 200 m, a fin de contar con suficiente presión para que las turbinas trabajen eficientemente.

El proyecto causó gran excitación en Chandruk, ya que la electricidad ocupa el primer lugar entre las prioridades de las comunidades rurales, pues la conexión a las redes es impracticable en regiones tan remotas. En parte pagado por el pueblo y en parte subsidiado por el gobierno y con



Cortando leña para el uso doméstico

Foto: IT/Lindel Caine



un préstamo a bajo interés, el proyecto costó menos de \$2000 por kilovatio instalado, menos que el costo de instalación a la red. Gran parte de la contribución de los pobladores se expresó en forma de mano de obra, transportando los 600 m de tubería metálica desde Pokhara y realizando la proeza de instalarla. La tubería y el equipo eléctrico fue construido e instalado por una firma nepalesa -el Servicio de Consultoría y Desarrollo (DCS)-, contando con la asistencia técnica de ITDG.

Después de tres meses de trabajo, la primera prueba fue un desastre

El transporte, la construcción y la instalación de la obra civil tomaron tres meses. Sin embargo, cuando llegó la hora de probar el sistema, ocurrió el desastre. La enorme presión ejercida por el inmenso volumen de agua en la tubería resultó ser excesiva para las juntas soldadas. La tubería reventó en una zona ubicada en los dos tercios inferiores debido a fallas en la soldadura, lo que hizo que un desconcertado poblador fuera catapultado por el chorro emergente a una distancia de 20 m. a través de una ladera del monte.

A pesar de esta nada despreciable dificultad, el desánimo inicial de los pobladores en su primer contacto con esta nueva tecnología desapareció rápidamente cuando el DCS accedió a pagar una nueva tubería y, lo más importante, el transporte. Mark Waltham, ingeniero mecánico de ITDG, señala: "los sistemas de MHG son relativamente nuevos en esta zona, ya que los proyectos menores de 100 kW fueron autorizados por la Autoridad Nacional de Electricidad, entidad gubernamental, en 1984, abriendo así el mercado para sistemas comunitarios o de carácter privado. Sabíamos que Ghandruk era un proyecto técnicamente ambicioso y que se podían producir tales problemas. Con todo, creemos que se trata de la tubería más larga del mundo para la escala de este sistema. La nueva tubería se está fabricando con mejores técnicas de soldadura lo que dará un producto final más confiable".

"Es importante recordar que las tecnologías y la industria de manufactura local que las suministra son aún jóvenes", añade Waltham. "Las fabricantes han tenido algunos éxitos notables en los pocos años que han estado operando. Pero aún hay mucho que aprender; no existe un modelo a seguir, Nepal está tomando el liderazgo en este esquema descentralizado para la MHG.

Los 50 kW generados en Ghandruk suministran en la actualidad alumbrado para cada casa del pueblo y suficiente electricidad para muchas de las casas que cocinan con "bijuli dekchis", o cocinas de bajo vatiaje. Estas vienen en juegos de a tres y



Cocina de bajo vatiaje ayuda a reducir el consumo de leña para cocinar

Foto: IT

trabajan bajo el mismo principio de las cocinas lentas. La más grande calienta agua a 80°C durante la noche, la que luego puede ser usada para cocinar arroz y lentejas en las otras ollas. El ahorro de leña es significativo.

"Cada casa está conectada al sistema y puede costear su iluminación dado que un foco cuesta NRp 12 (15 p) al mes", dice Til Bahadur. "Pero para cocinar se requiere de más potencia (200 W en lugar de 25 W o 50 W), lo que resulta demasiado caro para las familias más pobres. En todo caso, los albergues emplean más leña que la mayoría de hogares, de modo que por lo menos se reduce el total de leña a ser usada". Pero las "bijuli dekchis" se están vendiendo como pan caliente. A pesar de que el costo es a veces un esfuerzo para la familia, los beneficios son considerables. La reducción de las emisiones de humo en la cocina se constituye a menudo más en una atracción en sí misma que en un ahorro efectivo de leña. Bhagwati Pandey dice: "mi cocina solía estar llena de humo y tenía frecuentes dolores de cabeza y problemas respiratorios. A veces me sentía tan mal que salía de ella. Ahora mi salud ha mejorado mucho".

El turismo como alternativa para la agricultura y el ejército

El futuro de Grandruk está inevitable e irremediablemente ligado al turismo. Si bien renuente a comentar directamente sobre sus sentimientos acerca de tal invasión, Tek Bahadur, jefe del Comité para la Administración de Albergues, es realista acerca de las opciones que tiene la gente del

pueblo. "Hasta hace poco, la única manera posible de vivir era o la agricultura o el ejército". Después de haber servido 15 años con los Gurkhas en Hong Kong, Malasia y Singapur, él cree que es preferible la industria turística. "La del ejército es una vida ruda, tanto física como mentalmente. Por lo menos de este otro modo uno puede quedarse en el pueblo, y si la gente puede ganar dinero aquí, se podría detener el flujo de gente joven hacia las brillantes luces de Katmandú y Pokhara".

El director del ACAP tiene un ambicioso plan para el proyecto

El Dr. Chandre Gurung, director del ACAP tiene un ambicioso plan para el proyecto. "Dentro diez años espero ver a todos en la región tomando agua, gozando de la electricidad, de buenas escuelas y con programas exitosos de reforestación". Hay planes para extender el área de los ACAP hasta cubrir todo el circuito del Annapurna (el cual toma por lo menos tres semanas a pie e incluye la región de Mustang, en la frontera con el Tibet, donde las presiones por la escasez de leña son más fuertes). Sikles, el pueblo del Dr. Gurung, es el próximo en la lista de doce pueblos que serán electrificados usando MHG. Uno puede estar seguro de que estará observándolo de cerca. "No pienso estar encerrado en una oficina", dice. "Los pueblos están donde se encuentra el verdadero carácter de Nepal. Debemos nutrirlos y respetarlos, reforzando la adaptabilidad y resistencia de los pobladores. Los pueblos son el futuro de Nepal; nosotros no podemos olvidarlo".



Electrificación rural en Muktinath, Nepal

¿Es la MHG una buena opción para el medio ambiente?

por Devendra Adhikari, ADBN

El pueblo de Purang está ubicado en el distrito de Mustang, adyacente al templo de Muktinath, y ha sido electrificado por iniciativa de sus pobladores. El pueblo está situado a una altitud de 12 600 pies en el circuito turístico del área de conservación del Annapurna.

El área que rodea Muktinath es excepcionalmente pintoresca y también extremadamente seca con una precipitación anual por debajo de los 100 mm. Los recursos forestales son mínimos, casi inexistentes, empleándose la leña para satisfacer la demanda doméstica de energía. La leña se recolecta de los bosques más cercanos [que están a varios días de camino!

En el área ni siquiera existe una escuela primaria u oficina gubernamental. Muchos de los pobladores dependen de los ingresos generados por el turismo. Una vez al año se cultiva papas y trigo cabrío, siendo las tierras aptas para el cultivo muy limitadas.

Los pobladores, a pesar de ser analfabetos y estar totalmente aislados en cuanto a actividades de desarrollo del resto del mundo, son lo suficientemente inteligentes para pensar en alternativas de sobrevivencia. La única fuente natural disponible en el área es el agua que fluye de las montañas desde el santuario de Muktinath.

A la usanza de su pueblo, los pobladores se reunieron a fin de discutir los detalles de un proyecto para emplear energía hidroeléctrica que satisficiera las necesidades energéticas de su comunidad. Esta reemplazaría al kerosene utilizado en iluminación y reduciría el consumo de leña para cocinar. Los fondos fueron suministrados por los pobladores con una pequeña contribución de fuentes externas.

Los pobladores emplearon a un contratista consultor de Butwal, un centro industrial al suroeste de Nepal. El fue responsable del estudio, diseño e instalación del proyecto, quedando el pueblo electrificado con una P.C.H. de 9 kW de capacidad. La disponibilidad de electricidad hizo que los pobladores vislumbraran sus usos potenciales. Se introdujo cocinas de bajo vatiaje para calentar agua que usan energía sobrante en los momentos de poca carga. El empleo de estas cocinas cambió los hábitos de cocinar de los pobladores en forma nota-

ble. Se dieron cuenta de que la tecnología podía usarse para cambiar sus condiciones de vida. Sin embargo, la creciente demanda no podía ser cubierta con la planta de 9 kW. Como el área del proyecto está situada en el circuito turístico, tanto los pobladores como los propietarios de los hoteles admitieron la necesidad de aumentar la energía.

Esta vez los pobladores consultaron al Banco de Desarrollo en busca de ayuda para una futura expansión. El Banco organizó un viaje de estudio junto con un donante, regresando el grupo con la impresión de haber encontrado gente altamente motivada y un lugar potencial para el proyecto. El proyecto existente estaba bien administrado, era socialmente aceptable y ambientalmente bueno. El impacto del proyecto sobre el grupo fue tal que los animó a apoyar el plan para una futura ampliación.

Se realizaron sondeos y estudios detallados para la expansión, sugiriéndose cambiar la turbina de flujo transversal por una del tipo Pelton con ciertos cambios en el alineamiento. Se incrementó el salto actual para generar 25 kW con el mismo caudal que discurría desde Muktinath. Los fondos necesarios se obtuvieron a través de un préstamo bancario, del subsidio de un donante y de las contribuciones de la comunidad local.

Los contratistas consultores provinieron de Katmandu y Butwal. La expansión del proyecto de electrificación ha previsto un sistema de duchas de agua caliente mediante el calor disipado del regulador de

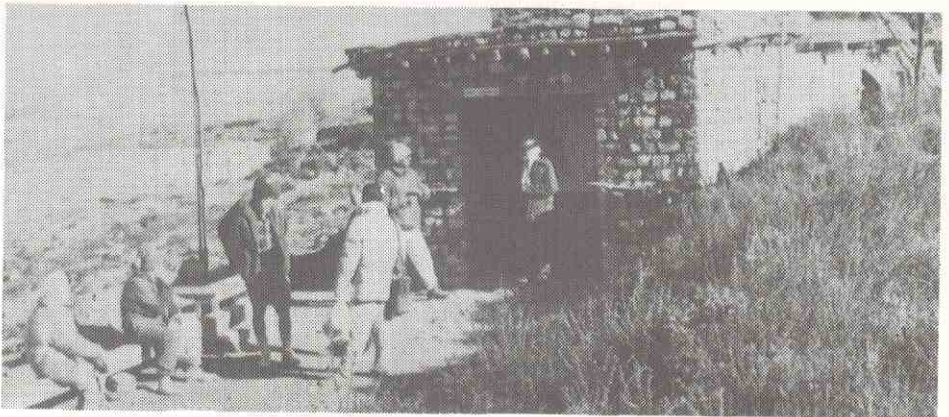
carga. La energía suministrada a cada casa y a cada hotel se incrementó a base de los requerimientos; así mismo, ingresaron al pueblo algunas cocinas para arroz más sofisticadas.

La actitud de los pobladores frente al desarrollo parece ser razonable. Los cambios introducidos no han perturbado el sistema existente en su sociedad, pero en cambio elevaron el estándar de vida. El proyecto de MHG es rentable, sostenible y capaz de administrarse localmente.

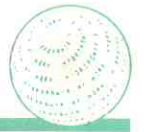
Los habitantes del pueblo siempre han estado concientes de la fragilidad de su ambiente y las necesidades de los pobladores aún son relativamente pequeñas comparadas con las propias de una ciudad. La evaluación del potencial ambiental y el impacto social del proyecto indica que no hay efectos adversos significativos en el paisaje, los bosques, la tierra, el agua o en los recursos humanos por causa de la ejecución del mismo. Las líneas de transmisión fueron enterradas para no dañar el paisaje del circuito turístico principal, así como para reducir el uso de madera empleada para levantar postes. El lugar del proyecto está ubicado en la pendiente que baja del templo Muktinath y no perturba el paso de los peregrinos. El agua sólo se usa para el propósito original y no hay ocasión para conflictos sobre su empleo para irrigación, agua potable, lavado y alimentación de animales. El uso de cocinas de bajo vatiaje ha disminuido la demanda local de leña, al tiempo que la iluminación hace más cómoda la visita de los turistas y la vida de los lugareños.

El proyecto probablemente producirá prosperidad económica, mejorará la salud y la calidad de vida en beneficio de los pobladores.

El término MEDIO AMBIENTE y su concepto como lo entienden los expertos modernos puede no ser familiar para los pobladores. Sin embargo, actuando en su propio interés, han dirigido sus esfuerzos hacia la protección ambiental a través de la explotación de los recursos naturales de su territorio.



Turistas esperando su turno al frente de la ducha caliente.



¿Podrá la MHG salvar los bosques?

por Andy Brown, ITDG

Con más y mayor énfasis en los aspectos ambientales del desarrollo, los proyectos de MHG son cada vez más atractivos al mostrar características ambientales positivas. Inspirados en países como el Reino Unido y Noruega, donde el uso de cocinas de acumulación y calentadores es muy difundido, ITDG y otras organizaciones empezaron a trabajar hace muchos años en cocinas de baja potencia y de acumulación. Las cocinas de baja potencia bajo la forma de cocinas para arroz y cocinas lentas han existido desde hace años, al igual que las cocinas de acumulación hechas de bloques de hierro fundido. Sin embargo, desde hace poco han aparecido artefactos de bajo costo y alta eficiencia, ideales para ser fabricados en pequeña escala en países en vías de desarrollo.

A la luz de estos avances, ¿se podrá usar estas cocinas en sistemas MHG aislados para reemplazar significativamente parte de la leña usada, o serán los combustibles fósiles y los programas de replanteo las únicas soluciones?

A fin de contestar a esta pregunta, se considerará un área de captación típica, en tanto lugar para producir leña y como sistema MHG para cocinar.

Tomemos por caso el plano mostrado en esta página. El pueblo corresponde aproximadamente a un típico pueblo de Nepal. No hay opción para tierras de cultivo, pero en cambio posee un gran salto hidráulico. El área total donde el pueblo recolecta leña es de 2 kilómetros cuadrados y el área de captación para la PCH es de 1 kilómetro cuadrado. ¿Cuál será la energía disponible para cocinar que se puede obtener de cada una de estas fuentes?

Microhidrogeneración

Asumiendo un caudal de diseño igual al caudal máximo, es decir un Q_{100} de 40 lt/seg y un salto total de 200 m, entonces la potencia total disponible será:

$$200 \times 0.04 \times 9.81 = 78.5 \text{ kW}$$

Calculando una eficiencia total de 65%, obtenemos 51 kW como potencia disponible para usarse en el pueblo.

En el caso de que se emplee cocinas de acumulación, por datos recientes de cocinas de bajo costo probadas en Nepal, se estima que una cocina de acumulación de 250 W conectada durante 18 hrs/día puede reemplazar a 4 kg de leña/día, lo que representa la mitad de la leña usada por familias nepalesas de 4 o 5 miembros. Las familias más grandes usan más leña. Por tanto, la cantidad total de leña sustituida será:

$$\begin{aligned} (51/0.25) \times 4 &= 816 \text{ kg/día} \\ &= 0.82 \text{ ton/día} \\ &= 300 \text{ ton/año} \end{aligned}$$

Uso de leña

La producción promedio de madera en Nepal es de unas 6.5 toneladas por hectárea al año, lo cual significa que nuestra captación producirá aproximadamente:

$$6.5 \times 2 \times 100 = 1300 \text{ ton/año}$$

Comparación de alternativas

Con los niveles actuales de tecnología de nuestro ejemplo, el sistema hidráulico que usa cocinas de acumulación podrá reemplazar:

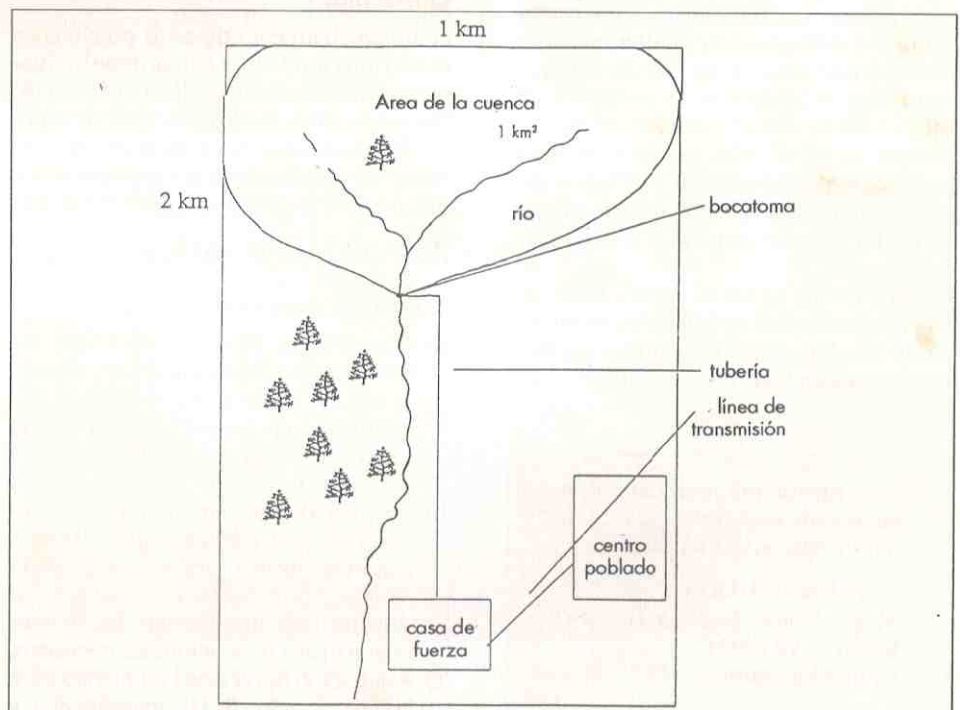
$$300/1300 = 23\% \text{ de demanda de leña}$$

Esto puede ser bastante típico para Nepal (en Ladakh, donde la producción de leña es bastante baja, la contribución hidráulica será grande. En Sri Lanka, donde los saltos son más bajos y la producción de madera es alta, se obtendrá probablemente un porcentaje más bajo. En la práctica,

el uso de un caudal de diseño más alto y una restricción de potencia por uno o dos meses secos puede ser más rentable que si se produjese mayor energía durante todo el año.

Si se considera la opción de usar combustible fósil (por lo general, kerosene), hay ventajas en su facilidad de uso y no hay necesidad de una capacitación local. La fabricación de cocinas y la distribución de combustibles se realiza normalmente en los grandes pueblos, debido a la existencia de un gran mercado urbano. Existe también la posibilidad (en muchos casos) de suministrar iluminación usando el mismo combustible. Las desventajas comprenden la contaminación de la atmósfera, la dependencia o la importación por parte del pueblo o quizás del país y, a largo plazo, el incremento de precios debido al agotamiento de las reservas.

La realización de programas de reforestación para que la leña sea usada de manera sostenible puede ser difícil, dejándoles a los pobladores la tarea de recolectar y almacenar dicho insumo. Tendrán que enfrentarse con cocinas humeantes, insalubres e inconvenientes, o bien aumentar la inversión de capital para obtener cocinas mejoradas. No hay medio directo para suministrar alumbrado, lo que significa que se requiere de otra fuente -quizás kerosene o energía hidráulica- con la consiguiente contaminación atmosférica.





Sin embargo, el empleo cuidadoso de la leña continuará siendo la mejor solución a largo plazo, al igual que las cocinas de leña que proporcionan la calefacción necesaria en grandes altitudes.

La instalación de P.C.H. con cocinas de acumulación requiere de gran experiencia e inversión de capital, a nivel tanto de su fabricación como del pueblo, y existe un gran riesgo si el proyecto no es ejecutado correctamente. La energía hidráulica está disponible sólo en ciertas áreas de algunos países, y aun así no podrá reemplazar a otros combustibles para cocinar. Las ventajas son un alumbrado barato (un ejemplo: las cocinas trabajan sólo 18 horas diarias, permitiendo unos 250 W para iluminación, por cada casa y en las horas de punta de iluminación), cocinas limpias, muy poca dependencia de la importación después de su instalación, y una solución ambiental completamente sostenible. El factor de planta de un sistema aislado que emplea cocinas de acumulación puede incrementarse del típico 20% a un 40% o más. Con una ejecución cuidadosa, las PCH son viables financieramente en el corto plazo y por lo general son la solución más barata con tal de que se realice un análisis económico de largo alcance.

Conclusiones

Las mejoras en la tecnología de la cocina de acumulación y la importancia creciente de los efectos ambientales han cambiado la importancia relativa de la MHG en los últimos años.

Allí donde exista un potencial hidráulico, es ahora más importante que antes que ésta se explote y que se venzan los obstáculos que impidan la mano de obra calificada y el acceso capital. Es muy importante que los promotores de la MHG se familiaricen con estos asuntos, a fin de delinear la política e incentivar la inversión en MHG para su uso en cocinas. Al mismo tiempo, la MHG sólo puede contribuir pero no resolver el problema de la energía para cocinar y, por lo tanto, debe emplearse en conjunción con otras tecnologías apropiadas.

De este modo, la MHG puede tener un efecto significativo en la calidad de vida y en el sustento de los pobladores de muchos países en vías de desarrollo.

Para mayor información sobre cocinas de baja potencia y cocinas de acumulación, dirigirse a:

Steve Fisher, ITDG
Myson House, Railway Terrace,
Rugby, CV21 3HT
United Kingdom

Las energías renovables como estrategia de solución

por Emilio La Rovere

La instalación de microcentrales hidráulicas en poblaciones rurales tiene ventajas significativas para el desarrollo energético y socioeconómico, siempre que la implementación de dichas microcentrales supongan un desarrollo integrado y autosostenido de las regiones rurales.

De hecho, la valoración integral de los recursos energéticos renovables que se encuentran disponibles en la región, encierran grandes posibilidades de complementación con los sistemas productivos locales, lo que permite ingresos adicionales y genera empleo. Así, aunque las amenazadoras consecuencias del aumento del efecto invernadero no se confirmen, los beneficios para el medio ambiente local y el desarrollo regional de programas de este tipo serán sustanciales, contribuyendo a retomar en escala significativamente ampliada la lucha con la otra crisis energética: la escasez de energía disponible en el medio rural del tercer mundo, con sus conocidos impactos ecológicos y sociales tan negativos. En síntesis, al combatir el riesgo de cambios climáticos globales, se prevé la posibilidad de revertir la situación actual, inaugurándose un círculo "virtuoso" entre energía, medio ambiente y desarrollo.

Obstáculos

El aprovechamiento de estos potenciales es aún muy limitado, y ello se debe básicamente a los obstáculos políticos existentes. Por sí solo, el mercado es incapaz de superar dichos obstáculos, como lo reconoce el Informe Brundtland, de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo.

Recomendaciones políticas

1. Políticas nacionales

- Adopción de precios reales para los combustibles fósiles y la electricidad de la red, de manera que se incluya sus costos ecológicos y sociales, además de sus costos reales de producción, transporte y distribución.
- Creación de líneas de crédito con recursos financieros adecuados para el financiamiento de inversiones en la difusión de energías renovables, que en general son mayores que las que las fuentes energéticas convencionales necesitan.
- Asignación de recursos suficientes para la dinamización de la investigación y

el desarrollo tecnológico en la producción, transformación y empleo de fuentes energéticas renovables.

- Fortalecimiento de instituciones que asuman efectivamente la responsabilidad de la promoción de las energías renovables, proporcionándoles adecuados recursos humanos y financieros.
- Abolición de los obstáculos legales y administrativos para una mayor difusión de las fuentes energéticas renovables.
- Posibilitar y fomentar las iniciativas de las propias bases para solucionar los problemas energéticos locales.
- Considerar subsidios para la promoción de energías renovables y proporcionar asesoría técnica para reducir los riesgos.
- Integrar el factor energía a los planes de desarrollo combinándolo con usos múltiples, incluyendo la reforestación.

2. Políticas internacionales

- Creación de un fondo internacional para el financiamiento de inversiones en la investigación, el desarrollo técnico y la difusión de energías renovables, a partir de un monto adecuado de contribuciones por parte de los países industrializados (sea a través de un impuesto energía/ambiente sobre su consumo de combustibles fósiles, o mediante impuestos directos sobre la base del nivel de ingresos).
- Establecimiento de un marco institucional apropiado para la gestión ágil y efectiva de ese fondo.
- Garantizar a los países del Sur el acceso a tecnologías eficientes que usen fuentes renovables de energía mediante el fondo arriba mencionado.
- Vincularse con los organismos financieros institucionales (p.ej., el Banco Mundial), para que de manera prioritaria respalden el uso de energía renovable y eliminen los obstáculos mencionados.

Emilio La Rovere
Instituto de Ecología e
Desenvolvimento
(Institute for Ecology and
Development)
Av. Erasmo Braga, 277-S/503
CEP 20020-000 Rio de Janeiro
Brasil



Interés de los ambientalistas en el uso de la MHG en Alemania

Vida acuática versus cosecha energética

por Manfred Röttjes

En las pasadas décadas, han cerrado en Alemania un gran número de PCH, principalmente por razones económicas. Un reciente incremento de las tarifas ha conducido a la reapertura de numerosas centrales y a la tendencia a construir nuevas. Actualmente, sin embargo, existe una creciente oposición para que se promueva el empleo de las PCH, proveniente principalmente de los ambientalistas.

En regiones densamente pobladas de Alemania, todos los ríos y áreas adyacentes están sujetos a una serie de intereses parcialmente en conflicto. En grados distintos, sirven para:

- Proveer el habitat para peces, pájaros, mamíferos y un inmenso número y variedad de microorganismos.
- Proveer agua potable.
- Captar aguas negras y desperdicios contaminados.
- Dar oportunidad para la recreación (excursiones, natación, navegación, etc.)
- Dar oportunidad para la pesca (profesional y de aficionados).
- Generar electricidad.
- Inundar áreas durante las crecidas.

Por más de un siglo los ríos han estado sometidos a cambios masivos causados por la agricultura dentro del área de captación y a la construcción hidráulica, hasta el punto de que un número alarmante de especies de peces se ha extinguido. A pesar de que las grandes centrales hidroeléctricas tienen muchos más efectos nocivos que las PCH, los que se oponen a un uso irrestricto de los ríos mediante PCH argumentan lo siguiente:

- Los embalses y diques estorban o interrumpen completamente la migración de peces, los cuales necesitan remontarse aguas arriba para llegar a los lugares de desove y bajar luego a los océanos.
- La sedimentación en el área de los diques destruye la vida de los microorganismos.
- El flujo a bajas velocidades reduce el contenido de oxígeno en el agua
- En la zona de desagüe de la PCH se destruye casi toda tipo de vida.
- Los rodets de las turbinas matan o hieren severamente a los peces que las atraviesan.
- La destrucción de microorganismos restringe la base alimenticia de los peces en las zonas de desagüe, así como la capacidad del río para lidiar con la contaminación.
- Se afectan los recursos hidráulicos.

- Si se compara con el consumo total de electricidad, la contribución de las PCH a la generación de electricidad es insignificante.

Si las autoridades responsables atienden los argumentos de los ambientalistas, no se otorgará el derecho para la construcción de nuevas centrales, restringiéndose severamente la reconstrucción de las plantas cerradas. A lo largo y ancho del país, los ambientalistas están logrando cambios en la legislación con imposiciones ecológicas para el operador. He aquí un ejemplo:

- Se incrementa el flujo de reserva en la zona de desagüe en una proporción sustancial (por ejemplo: 50% del caudal mínimo a largo plazo); puede incrementarse inclusive con el aumento estacional del caudal del río, a fin de mantener viva la vida acuática.
- El agua debe mantener una profundidad mínima en la zona de desagüe para permitir la migración de los peces.
- Se debe construir pasos o canales de aspecto natural para los peces, evitando los embalses y diques y respetando los caudales de reserva.
- Los oleajes no están permitidos.

Otras exigencias pueden incluir la

minimización de la visibilidad, medidas a favor del paisaje, la modificación del trazo de las tuberías y la reducción de los efectos adversos durante la construcción. Estas imposiciones provocan un aumento de los costos de construcción, lo que reduce la producción anual de electricidad y desanima así a considerable número de propietarios. Las centrales más pequeñas son particularmente las más afectadas.

Aun cuando el potencial de la MHG contribuye a reducir la producción de gases del efecto invernadero, ésta no gozará del apoyo de los ambientalistas hasta que se alcance altos estándares en la protección de la biósfera acuática. Se tendrá que aceptar ciertas imposiciones para minimizar el impacto. Hay que verlas más como una disciplina que como un obstáculo. Un enfoque del impacto ambiental de la MHG tendrá que respetar sustancialmente los efectos positivos de la generación de electricidad con la MHG.

En 1992, FAKT realizó un estudio sobre la rehabilitación de centrales fuera de servicio del estado federal de Sajonia, destacándolo como un esfuerzo para combinar los aspectos económicos y ecológicos.

Manfred Röttjes
Energy Section
FAKT
Gänsheidestr. 43
7000 Stuttgart
Germany



Dique de una PCH en Sajonia construido alrededor de 1930. Los peces migrantes están impedidos de alcanzar los lugares de desove.



Cuando la naturaleza entra en acción

por José Antonio Muñiz

En el desarrollo de la microhidroenergía se ha venido tratando de reducir al máximo los costos de los proyectos. Frecuentemente se tratan de disminuir los costos de la planificación del proyecto, que para el caso de sistemas entre 5 y 50 kw, representan parte significativa del proyecto total. ¿Hasta qué punto es conveniente ese ahorro? Se trata de una pregunta difícil de responder. Esto sólo se puede determinar examinando cada proyecto individualmente.

Los estudios de campo definen la ubicación, el tipo y el costo de las obras civiles. Si éstos no están bien realizados, el costo de la rehabilitación será mayor que el "ahorro" y, lo que es peor, se pondrá en riesgo a los usuarios mismos y a su propiedad. Para evitarlo, el proyectista deberá tener el suficiente cuidado para no transgredir las frágiles condiciones naturales a fin de que el proyecto sea duradero.

El caso de Huanquite

La microcentral de Huanquite es una instalación destinada a generar energía mecánica para un molino de granos. Tiene una potencia de 15 kW y, en noviembre de 1987, luego de ocho meses de funcionamiento, fue destruida por una avalancha ocurrida en la zona del desarenador y la cámara de carga y que barrió con la tubería de presión bloqueando parcialmente la casa de máquinas (fotos 1-3).

¿Fue un desastre natural?

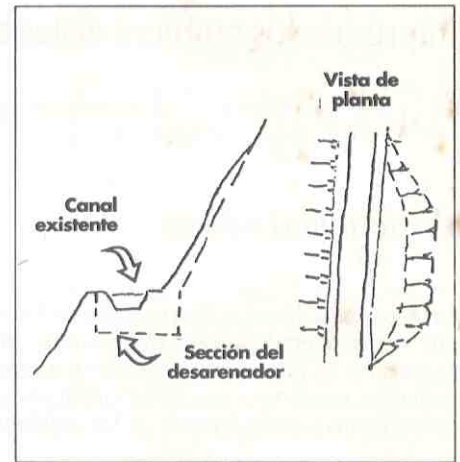
La reconstrucción de lo sucedido es difícil, pero la siguiente interpretación de la falla parece razonable. Más tarde sugeriremos también que se tomen algunas precauciones.

- Se utilizó el agua de un canal existente (graf. 1), y para instalar el desarenador el canal tuvo que ser ensanchado (graf. 2).
- La reexcavación sobre un talud obligó a retirar toda la vegetación que lo protegía. La base del talud prácticamente coincidía con el muro nuevo.
- Las primeras lluvias de la temporada arrastraron material suelto desde el talud al desarenador. El agua del canal transportaba además material fino y flotante proveniente de la parte alta, llenando el desarenador y bloqueado el enrejado de la cámara de carga.
- La saturación del pie del talud, que al parecer no se llenó durante el relleno, provocó un pequeño deslizamiento que prácticamente cubrió todo el desarenador.
- El flujo continuo de agua rebasó el

canal, concentrándose en la zanja excavada para la tubería. Al erosionar pro completo el talud, terminó sepultando la casa de máquinas. Por suerte no tenía ocupantes.

La reconstrucción

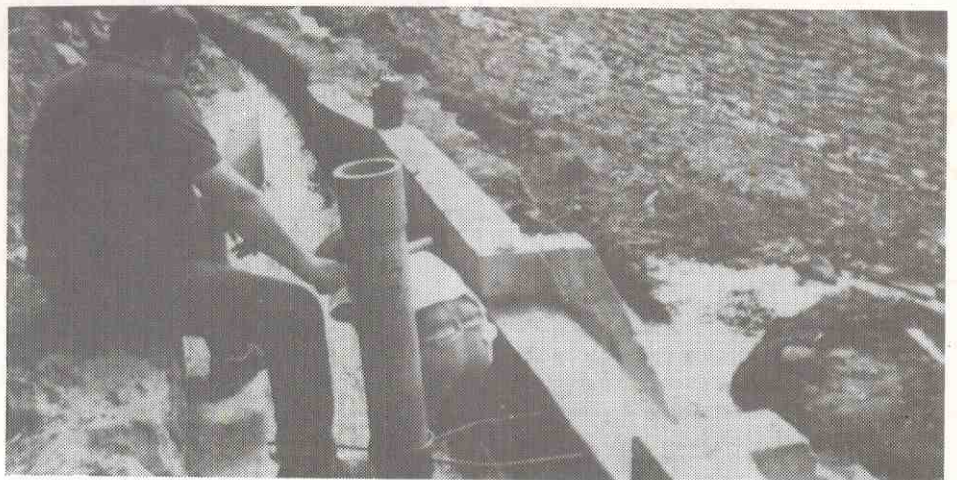
Después de los mutuos reproches, se vio la necesidad de reconstruir la planta, para lo cual se consideró importante que PROMIHDEC conservara su estatus institucional y ejecutara un nuevo estudio de proyecto, sin costo alguno para los clientes.



- Se hizo una evaluación con cinco alternativas.
- Se diseñó una toma que sólo permitiera un caudal máximo de 40 l/s.
- El desarenador fue ubicado donde la pendiente es suave y de poca altura. Los muros fueron retirados del pie de la pendiente.
- El canal de rebose del desarenador corre paralelamente y a cinco metros por debajo del canal principal.
- Se han comprimido al máximo el relleno posterior de los muros y la zanja para la tubería.



Avalancha que sepultó la casa de fuerza.



Nuevo desarenador con su canal de rebose.



Una PCH modelo en Suiza

"A fin de convencer a los políticos e instituciones de la importancia de la PCH pareció razonable construir una planta de demostración. La planta consta de un centro de investigación y desarrollo, el cual sirve también como medio de enseñanza. Cuando no se usa para esos fines, la planta produce electricidad para alimentar la red o se la distribuye a los consumidores locales. En resumen, la planta deberá ser también económica". Argumentos como éstos aparecen cuando una planta de este tipo es exigida y luego rechazada por los que toman decisiones.

Los participantes del curso sobre PCH ofrecido el año pasado en Churwalden, Suiza, tuvieron la oportunidad de practicar en dicha planta por espacio de dos semanas. La planta había sido entregada el año anterior con mucha cobertura de la prensa, y desde entonces ha estado en actividad y al servicio público. ¿Cómo así es que existe una planta piloto en Suiza, donde desde hace décadas la hidroelectricidad ha ido desapareciendo? La tendencia, la instalación y la red fueron la clave del éxito.

La tendencia

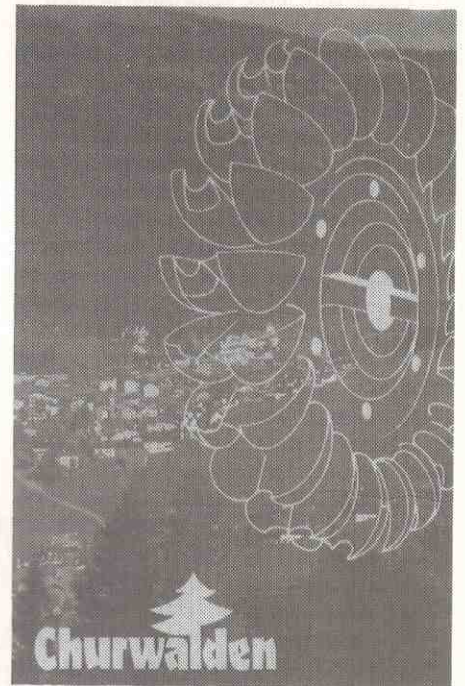
Al igual que muchas naciones industrializadas, Suiza enfrenta una gran resistencia a nuevas tecnologías y a un mandato político para subsidiar las energías caras y renovables. La necesidad de PR de mejorar el clima político que rodea a la energía es grande y un método muy efectivo para lograrlo es mediante la educación.

La instalación

Se fundó una organización suiza para la enseñanza y demostración de plantas de fuerza con sede en Churwalden. El propósito de este grupo era, en primer lugar, lograr que el público entendiera el contexto global de las fuentes de energía. Segundo, probar las plantas productoras de energía, tanto las ya existentes como las nuevas. La meta era dar una educación extracurricular a través de la instalación, la producción, el mantenimiento y el desarrollo de unidades pequeñas.

La red

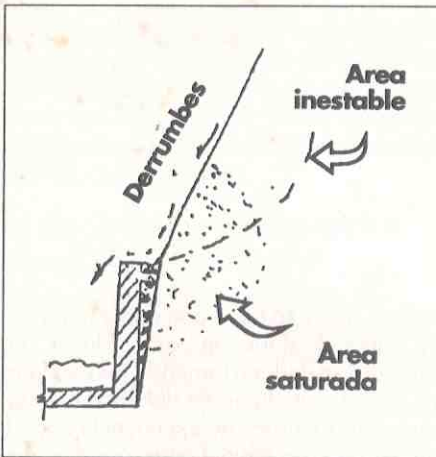
Los directores de la organización son los representantes de las escuelas, la ciencia y la industria. Así, figuras importantes de la industria suiza están involucradas a través del apoyo financiero y material. Del mismo modo, los maestros se ocupan en perfeccionar sus programas de enseñanza y un grupo de expertos se ha hecho cargo de las en sus horas libres. Este patrocinio privado a una idea "gravitante" indujo al gobierno local a apoyar la planta de demostración tanto política como financieramente.



En la actualidad, ya en el tercer año de su operación, la planta no sólo es una escuela activa para jóvenes y un lugar de trabajo para estudiantes y expertos, sino también una atracción turística muy visitada. Se ha demostrado, pues, que valió la pena haber instalado dicha planta.

Datos técnicos de la planta:

- Salto: 40 m
- Caudal: 7 lt/seg (rebalse del reservorio de agua potable).
- Doble tubería de presión (HDPE 100/200 mm, longitud 400 m).
- Turbina Pelton de un chorro (cucharas de plástico)
- Aguja de regulación con accionamiento hidráulico de aceite y deflector de chorro.
- Regulación y supervisión electrónica.
- Generadores sincrónicos y de inducción con contacto selectivo (1-2 kW).
- Operación independiente o con la red.



- A fin de evitar cualquier fuga que erosione la zanja de la tubería, se han cavado dos zanjas de drenaje en dos puntos de la tubería de 90 metros de largo.

Comentarios

Insuficiente investigación de campo

El hecho de encontrar al final hasta cinco alternativas permite concluir que habría sido posible realizar una evaluación mucho más profunda antes de empezar a construir el sistema. Se recomienda investigar por lo menos dos alternativas. La nueva microcentral trabaja sin problemas desde 1989.

Detalles no observados inicialmente

Se sobreestimó la calidad del suelo alrededor del canal. El comportamiento de algunos suelos limita la excavación el uso de taludes muy empinados. Habría sido interesante estudiar pendientes estables en áreas cercanas.

La eliminación de la vegetación reduce la resistencia del suelo a la erosión. Es necesario un canal al pie de la pendiente para que reciba y desvíe el material erosionado. Si el pie del talud no es compacto, entonces éste se saturará fácilmente aumentando el riesgo de desprendimiento.

Es importante realizar una revisión y una limpieza general del canal y del desarenador antes del inicio del período de lluvias.

Esta experiencia desagradable nos ha enseñado que cuando las obras civiles están bien diseñadas y situadas, la naturaleza les concederá larga vida. Sin embargo, si no se respetan las leyes naturales, la naturaleza reaccionará contra nosotros y entrará en acción.

José Antonio Muñiz
PROMIHDEC
Av. Pardo 1041
Casilla 846
Cuzco / Perú



Método para predecir la curva de duración de caudales de un sitio no evaluado

por Allan R. Inversin

Si se sabe que un río destinado para una PCH tiene suficiente agua durante todo el año, entonces no hay una necesidad real de saber cómo varía su caudal a lo largo del año; siempre será adecuado.

Sin embargo, si el caudal durante parte del año resulta ser menor que el necesario para cubrir la demanda de energía, entonces habrá que tener una idea más clara de la variación del caudal a lo largo del año antes de realizar cualquier decisión para construir la central. Para este propósito, es mejor expresar el caudal variable del río en forma de una curva de duración de caudal (FDC) que indique de qué caudal mínimo se dispondrá en determinado período del año (ver fig.3)

Una curva de duración se prepara a base de las lecturas diarias de un río durante un año entero¹. Puesto que el caudal va a variar cada año ya que depende de las lluvias y de otros factores meteorológicos, una curva de duración se elabora para cada año y a base de un cierto número de años. Luego, a pesar de que las variaciones meteorológicas arrojan caudales que varían de año a año, se asume que una curva de duración para uno o más años transcurridos representa los caudales futuros de un río, siempre que la cuenca hidráulica no sufra de intervenciones, como por ejemplo una deforestación creciente.

Los proyectos PCH por lo general no cuentan con suficiente tiempo

Los proyectos PCH por lo general no cuentan con suficiente tiempo ni recursos para realizar mediciones diarias que permitan elaborar una curva de duración. Por otro lado, como las áreas de captación para PCH son por lo general pequeñas, rara vez se realizan mediciones por parte de los departamentos de hidrología del gobierno. En tales casos, ¿cómo se puede estimar la curva de duración para un río que no ha sido estudiado?

El método de correlación que aquí se propone, implica realizar mediciones en el río en cuestión (Q_u) durante no más de 10 días seleccionados al azar a lo largo de 1 año. (Si sólo los caudales de la estación seca son de interés, entonces basta con tomar mediciones durante 5 días en la estación seca). Este método también requiere de datos que se obtienen en el departamento de hidrología del gobierno

para cada un río medido (Q_u) de la misma área general (Ver fig. 1)

Luego, por cada uno de los 10 o más días, se grafican las medidas del caudal del río no estudiado (Q_u) frente al caudal del río medido (Q_G) para aproximadamente el

mismo día, y se traza una curva (Fig.2). La curva de duración para el lugar "no medido" se deduce tomando los caudales de la curva de duración del lugar medido con varios valores de excedencia (Fig.3), encontrando el caudal correspondiente al

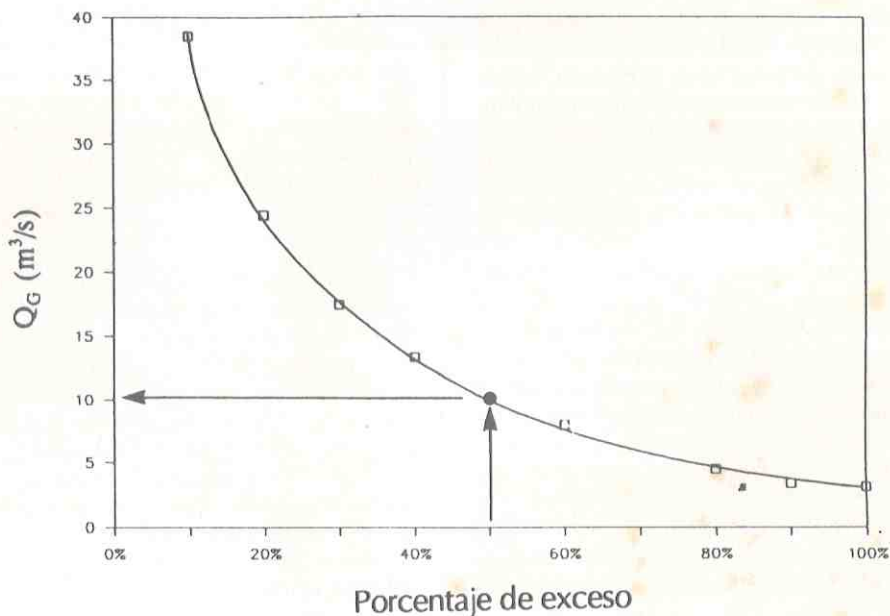
Figura 1:

Fecha	Caudal (m ³ /s)	
	Q_u	Q_G
05-feb-87	0.48	9.55
22-mar-87	0.34	4.80
03-may-87	0.27	4.40
05-jul-87	0.27	3.40
25-jul-87	1.23	15.30
06-set-87	1.09	20.70
14-set-87	2.28	26.90
25-set-87	1.16	28.90
23-set-87	1.42	26.60
28-set-87	1.30	22.10

Áreas de captación: $A_u = 51 \text{ Km}^2$
 $A_G = 2600 \text{ Km}^2$

Figura 2:

FDC en el lugar aforado





lugar "no medido" mediante la curva de correlación (fig.2), y graficando después esos caudales con los mismos valores de excedencia a fin de obtener la nueva curva de duración (fig.4). Esta última secuencia de los pasos aparece ilustrada mediante las flechas en las figs. 2-4.

La suposición frecuente conduce a errores considerables

Un ejemplo de los resultados de este método se ilustra en la fig.4, donde se predice la curva de duración para una cuenca "no medida". Se muestran también la curva pronosticada así como la curva real (en este ejemplo, nótese que la curva de duración del sitio "no medido" corresponde a un sitio real, lo que nos sirve para ilustrar la bondad del método). También se muestra una curva de duración pronosticada en el supuesto de que el caudal de cualquier río sea simplemente proporcional al área de captación. Esta es una presunción muy frecuente que por lo general conduce a errores considerables.

Mientras que el método de la relación de áreas (línea punteada) conduce a una curva que difiere grandemente de la realidad (línea de rayas), el método de correlación (línea continua) nos da por lo general resultados inusualmente precisos, aun para el caso de captaciones pequeñas, no obstante posibles diferencias significativas entre las áreas de las dos captaciones (50 veces diferente en el caso del ejemplo presentado) o en la distancia significativa que hay entre ellas.

Este procedimiento es por lo general menos preciso para los caudales grandes representados en la zona izquierda del diagrama; sin embargo, esta porción resulta ser la parte menos importante al operar pequeñas centrales, ya que son los bajos caudales los que restringen y determinan la potencia que puede generarse durante todo el año.

Este método, a diferencia de otros, tiene la ventaja adicional de permitir que de antemano se tenga una buena idea de cuán precisamente se puede estimar la curva de duración en comparación con la realidad. (Esto lo determinaría la precisión con que se correlacionan las mediciones de caudal en la fig.2)

Mayores informes en HIDRORED

Se puede obtener mayores informes acerca de este método de correlación contactando, sin costo alguno, a HIDRORED. La información detallada incluye también ejemplos de este método aplicado a algunos ríos de Tailandia y Guatemala. Ellos ilustran la precisión del método incluso en captaciones con áreas de magnitud muy diferentes o separadas por una distancia considerable.

Figura 3: Correlación de caudales de los dos sitios

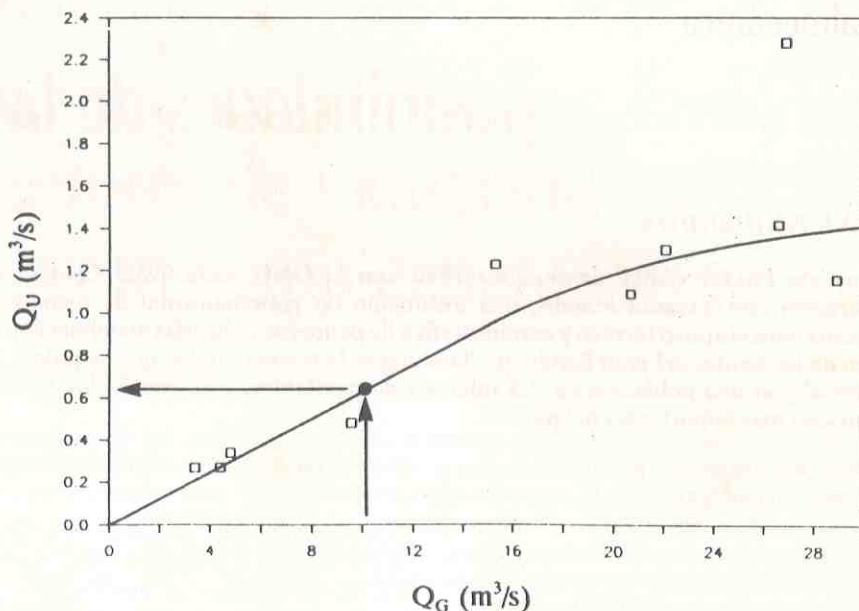
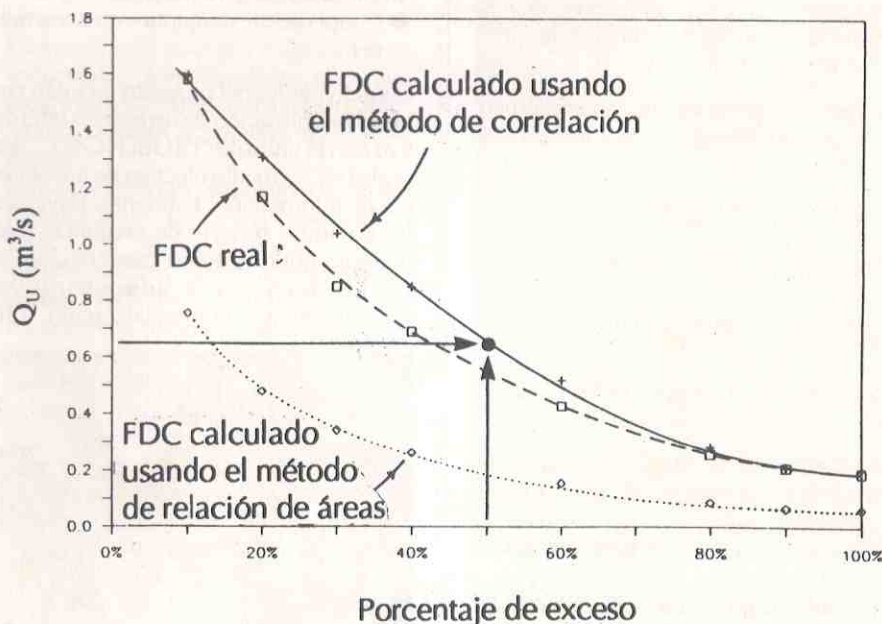


Figura 4: FDC en el lugar no aforado



Referencias

1. Para mayor información sobre la elaboración de la curva de duración de caudales y su significado, consultar Micro-Hydropower Sourcebook, disponible en ITDG, SKAT o NRECA.

Allen Inversin
Micro-Hydropower Engineer
National Rural Electrification
Cooperative Association
1800 Massachusetts Avenue NW/
Washington DC 20036



PROBENGKEL (Proyecto-Taller) – Programa de apoyo a la pequeña industria metalmecánica

Problemas y posibilidades de la industria local

por M. Muharam

El proyecto PROBENGKEL empezó en 1990 con la ONG suiza Swiss Contact en cooperación con Yayasan Mandri, una institución no gubernamental de tecnología apropiada para el apoyo técnico y administrativo de pequeñas industrias metalmecánicas dentro de los límites del gran Bandung. Bandung es la tercera ciudad más populosa de Indonesia, con una población de 3.5 millones de habitantes, y es uno de los centros industriales más importantes del país.

La meta del proyecto fue mejorar la autosostenibilidad global de la pequeña industria metalmecánica dentro del área del proyecto.

Los crecientes negocios e ingresos de esas pequeñas industrias tendrán como consecuencia:

- Mejoramiento de la productividad total.
- Reforzamiento tanto de la estructura económica y social de los negocios como de los trabajadores. Las grandes industrias pueden como consecuencia ser abastecidas por fabricantes locales reduciendo su dependencia de los productos importados.

Los déficits de prevalencia, tan común en los talleres metalmecánicos medianos y pequeños, incluyen:

- Estructura inexacta de costos y precios del trabajo.
- Frecuente retraso en la entrega de productos.
- Deficiente control de calidad.
- Mala administración.

Para aliviar estos problemas, PROBENGKEL realizó las siguientes actividades:

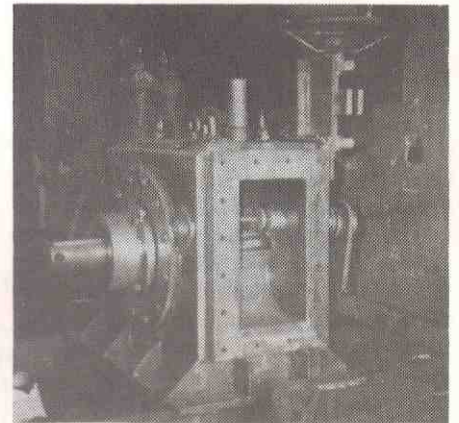
- **Capacitación técnica:** operación de máquinas herramientas, procesos de tratamiento térmico, lectura de dibujos técnicos, prácticas de taller de herramientas.
- **Consultoría profesional** relacionada con problemas técnicos y de administración, realizada en estrecha colaboración con los propietarios de los diferentes talleres.
- **Capacitación administrativa:** teneduría de libros, contabilidad, comercialización, producción, etc.
- **Establecimiento de una asociación comercial:** impulsar la cooperación mutua entre los negocios para satisfacer las demandas y establecer nuevos mercados.

- Realizar frecuentes reuniones de grupo.

Como programa de cooperación conjunta, el Banco de Exportación e Importación (EXIM), un Instituto de Investigación de una Universidad local y el Centro de Desarrollo de la Industria Metálica (MIDC), prestaron sus servicios al proyecto. Se esperaba que estas acciones asegurarían lo siguiente:

- Mejorar el flujo de caja.
- Mejorar la infraestructura.
- Incrementar las inversiones.
- Cooperación conjunta entre los talleres.

Las actividades del proyecto incluían también la publicación de un boletín informativo con el título de "PROBENGKEL". Esto probó ser un medio efectivo de transferencia de información, cubriendo tópicos tales como un servicio de preguntas y respuestas, noticias sobre capacitación, aspectos técnicos y administrativos, financiamiento, comercialización, brin-

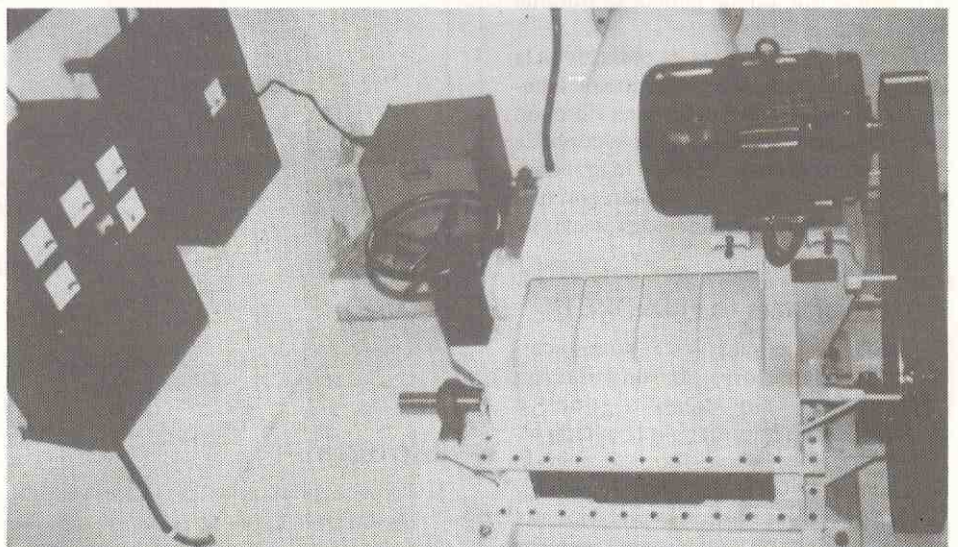


La primera turbina SKAT T12 casi lista (Bandung)

dando además la oportunidad para hacer propaganda de productos y técnicas especializadas disponibles entre los miembros.

Transferencia de tecnología de turbinas

Hasta ahora sólo tres talleres del proyecto habían estado involucrados directamente en la producción local de piezas de turbinas. Desde que se terminó la fabricación de una turbina SKAT T7, a principios de 1992, el taller ha suministrado, vía P.T.



Instalación de 12 kW con turbina SKAT T7 –motor de inducción montado en la parte superior-MIG-Tanque de disipación.

Hidropinati Inti Bakti Swadaya (HIBS), cuatro turbinas más del tipo T7 y seis del nuevo diseño SKAT T12. Sin embargo, en términos reales, el número de pedidos recibidos es aún muy pequeño. ¿Cuántos más se podrá esperar en el futuro? Para aumentar la demanda actual se requiere de un esfuerzo concertado por parte de los departamentos de gobierno respectivos y de otras instituciones capaces de influir políticamente en la construcción de plantas PCH. Es esencial que se estandaricen los niveles técnicos con un esfuerzo creciente para introducir a determinados grupos en la tecnología PCH.

Debe destacarse que la PCH es una exitosa tecnología usada en muchos países desde hace muchos años. Desafortunadamente, la estrategia empleada para su aplicación en Indonesia ha tenido un éxito limitado. Es muy común por parte de las universidades y escuelas técnicas instalar plantas-piloto como parte de la capacitación práctica. Lamentablemente, la tecnología aplicada consiste de componentes mal y pobremente fabricados. Tampoco hay un seguimiento de las instalaciones realizadas debido a restricciones en los fondos. En consecuencia, la mayoría de instalaciones se malogran luego de ser entregadas y no se reparan por falta de interés y de conocimiento técnico por parte de los pobladores.

Las instalaciones auspiciadas por los gobiernos locales corren a menudo la misma suerte. Anteriormente, la única alternativa viable era usar tecnología de un nivel más sofisticado ofrecida por las grandes compañías, tanto extranjeras como locales, tales como Siemens (Alemania) y Barta (Indonesia). Sin embargo, sus productos se encuentran fuera del alcance de los pequeños inversionistas privados o de grupos de pueblos a menos que estén fuertemente subsidiados.

En la actualidad, el proyecto ha adoptado los diseños muy respetados de SKAT/BYS, los cuales tienen un récord probado de confiabilidad. Todas las turbinas fabricadas bajo la supervisión del proyecto PROBENGKEL se encuentran aún en operación. Ojalá que esta situación se prolongue en el futuro. Sin embargo, ello dependerá en gran medida de la voluntad que tengan todas las instituciones involucradas para cooperar constructivamente con el desarrollo sostenido de las PCH. Lo que no siempre coincidirá con los válidos intereses de los individuos.

M. Muhanan
LPMT Yayasan Mandiri
Jl. Sukasenang 1 No.7
Bandung
Indonesia

Producción a pequeña escala de motores de inducción (IGC) en Indonesia

Avances en la regulación de motores de inducción que operan como generadores

por Mark Hayton

Los motores de inducción que operan a la inversa para funcionar como generadores no constituyen una tecnología nueva, particularmente en el mundo de la MHG. Se les denomina comúnmente como MIG (Motores de Inducción como Generadores). En Indonesia, la posibilidad de un mayor desarrollo de estos sistemas ha aumentado notablemente a consecuencia de la introducción del reciente "Regulador de generadores de inducción" (RGI). A continuación se ofrece una breve introducción al RGI de Indonesia.

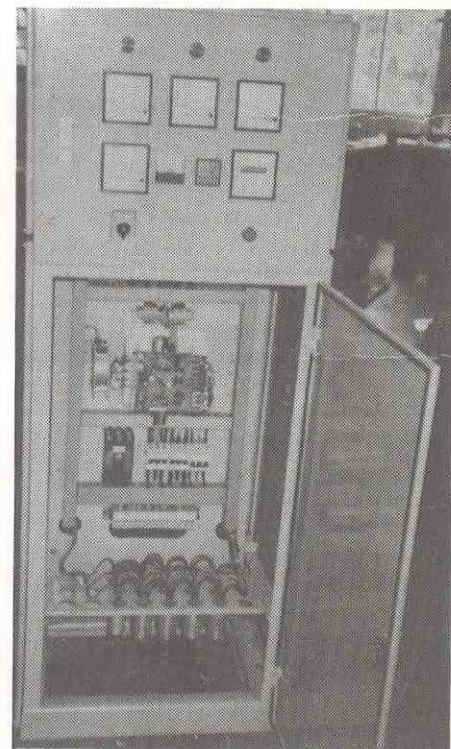
Los sistemas con motores de inducción que operan como generadores poseen un sinnúmero de ventajas frente a los sistemas convencionales sincrónicos que son de gran importancia para los proyectos de MHG por debajo de los 30 kW. Estas son:

1. Más baratos que los generadores sincrónicos.
2. Generalmente usados en aplicaciones industriales, son fabricados para que alcancen estándares industriales garantizando niveles aceptables de confiabilidad.
3. Hay de diferentes potencias (desde valores tan bajos como 1 kW hasta los 100 kW).
4. Vienen en tres rangos de velocidad (1000, 1500 y 3000 rpm), haciendo que los sistemas de transmisión sean más simples y eficientes.
5. Los motores trifásicos pueden conectarse para generar en una fase simple sin que el motor sufra alteraciones. Esto es de particular importancia para proyectos pequeños de electrificación en pueblos donde una igualdad en la carga del suministro de tres fases es a menudo difícil de obtener.

En base a las ventajas arriba indicadas, el proyecto de MHG de la GTZ de Indonesia en cooperación con la contraparte, el Instituto "Yayasan Mandiri", decidió instalar un "sistema piloto" adaptando la tecnología de motores de inducción que operan como generadores (MIG).

El proyecto operó durante 5 meses sobre la base de un sistema de carga fijo sin regulador.

Actualmente, una de las mayores dificultades para el desarrollo de la tecnología de MHG en Indonesia la constituye la falta de



MIG Fabricado en Indonesia

disponibilidad de sistemas de regulación probados y confiables. Considerando esto, ITDG no desperdició la oportunidad de ofrecer tecnología alternativa para posibilitar la fabricación local de MIGs en colaboración con SKAT. El diseño de MIG fue el resultado de 2 años de un proyecto de investigación y desarrollo conducido por Nigel Smith, ingeniero electrónico del Politécnico de Nottingham, Inglaterra. El diseño ya había sido transferido



exitosamente a los ingenieros electrónicos de los proyectos de MHG de Nepal y de Sri Lanka.

Transferencia de tecnología

En junio de 1992, Nigel Smith fue invitado para dirigir un curso de capacitación de 1 mes en Bandung, asistido por 2 ingenieros electricistas cuidadosamente seleccionados por el proyecto, quienes tendrán en el futuro la tarea de fabricar los reguladores. Este curso fue realizado en el bien equipado laboratorio de energía del Centro Politécnico para Desarrollo de la Educación (CPDE), Ciwaruga, Bandung.

Las dos primeras semanas fueron dedicadas a la teoría, montaje y prueba de los componentes electrónicos del regulador. La tercera semana del curso se concentró en el armado real de 3 unidades completas, dos de las cuales se instalaron exitosamente en dos lugares situados en Java Occidental (12 kW-trifásico)

Las instalaciones se realizaron durante la última semana del curso. La introducción de los sistemas de regulación crea una nueva dimensión si se consideran las posibilidades de desarrollo de los múltiples usos finales, particularmente en Indonesia donde las PCH rara vez se emplean en aplicaciones de transmisión directa que permitan una regulación manual. El consecuente mejoramiento del factor de carga alcanzado ha rendido, como es obvio, beneficios económicos.

Un ejemplo de esto es el proyecto de 12 kW donde se instaló uno de los IGC construidos durante el curso de capacitación.

Antes de usar el MIG, la central se utilizó sólo para el servicio de alumbrado nocturno. El mantener una carga fija en la turbina no fue muy difícil, debido a la capacidad relativamente pequeña de la central y a la cercanía de ésta a los consumidores. Después de la implementación del MIG, se instaló en el pueblo una sierra mecánica accionada por un motor trifásico de 7.5 kW, la que actualmente genera un ingreso mensual mucho mayor que el obtenido por la venta de la electricidad. Una aplicación de este tipo, cuando la demanda es fluctuante, haría imposible operar una planta sin regulación.

El caso anterior corresponde al MIG más grande en operación y al primero que activa exitosamente un motor eléctrico empleando dos tercios de la máxima potencia de la turbina.

Como en toda nueva tecnología, no es una excepción que surjan una serie de inconvenientes cuando es confrontada con un ambiente real de trabajo. Nuestra experiencia no fue la excepción, pues la baja calidad de los componentes suministrados localmente, la falta de atención a los detalles durante el ensamblaje y, en ocasiones, una falla simple de diseño, demandaron que se hiciera un seguimiento permanente del trabajo. Esto es esencial para asegurar que finalmente se logre una tecnología sostenible y confiable.

Desde que el primer prototipo del MIG fue terminado en el laboratorio del politécnico en junio de 1992, se han fabricado con éxito 10 unidades en dimensiones que van de 5 a 25 kW. Casi todos ellos entraron en

operación antes de mediados de 1993. El producto actual, si lo comparamos con los hechos anteriormente, presenta un diseño de caja completamente nuevo, al tiempo que la disposición de los componentes y algunos cambios menores efectuados en la parte electrónica se adaptan mejor a las condiciones locales y al mercado de repuestos local. La comunicación constante con ITDC, SKAT y Nigel Smith ha propiciado estos avances.

Retos futuros

Mientras que la tecnología para el uso de motores de inducción de baja potencia constituyó para nosotros una alternativa satisfactoria comparada con los sistemas convencionales más caros que usan generadores sincrónicos, el reto es ahora producir un sistema económico y competitivo para potencias mayores de 30 kW, lo que todavía es algo por solucionar. En ese sentido, el debate sobre posibles soluciones está abierto. No obstante, lo cierto es que los sistemas de regulación confiables y disponibles en la actualidad jugarán un rol fundamental en el futuro de la MHG en Indonesia.

Mark Hayton
MHP Project Coordinator
Jln. Sukasenang I No 7
Bandung 40124
Jawa Barat
Indonesia



Nigel Smith y sus colaboradores realizando las pruebas finales con el prototipo del MIG.

IMPRESSUM

HIDRORED es la edición latinoamericana (en español) de la Red Internacional de Microhidroenergía **HYDRONET**.

HYDRONET es una revista internacional para la divulgación de información sobre técnicas y experiencias en microhidroenergía.

HYDRONET es financiada actualmente por Pan para el Mundo (Iglesia Luterana), Misereor (Iglesia Católica), el Estado Federal Alemán de Baden - Württemberg, GATE (Centro Alemán de Tecnología Apropriada) y DEH (Cooperación para el Desarrollo, de Suiza).

Editores: FAKT, Stuttgart, Alemania; SKAT, ST. Gallen, Suiza.

Comité de redacción de **HYDRONET**: FAKT, SKAT, ITDG, PPL, GATE/GTZ, PC.

La edición latinoamericana **HIDRORED** aparece al igual que la edición en inglés, tres veces al año, y se puede conseguir a través del Editor. La suscripción incluye el derecho a un servicio de preguntas y respuestas, libre de cargo.

Dirección Editorial de **HIDRORED**: ITDG, casilla postal 18-0620 Lima Perú. Fax 5114 466621.

Comité de redacción de **HIDRORED**: Alfonso Carrasco V., Teodoro Sánchez (ITDG); Federico Coz, José A. Muñoz, Jorge Senn.

Edición y producción: Área de Comunicación ITDG-Perú.

SKAT



Publicaciones recientes sobre microhidrogeneración

Herramientas útiles de la librería de SKAT

Tres nuevas publicaciones de la serie sobre MHG: "Harnessing Water Power on a Small Scale" le proporcionarán a usted el conocimiento y la información técnica que necesita para la ejecución de su proyecto de microhidrogeneración:

Cross Flow Turbine Design and Equipment Engineering, de K. Nakarmi, A. Arter, R. Widmer, M. Eisenring, SKAT-GTZ, 1993.

Contiene un juego completo de dibujos de taller, incluyendo dibujos detallados y listas de partes. La obra trae también un manual con un trabajo sobre el Desarrollo de Series de Turbinas BYS, Información General, Diagramas de Selección de Tamaño de Turbinas e Información Adicional. Precio: Juego completo, incluyendo todos los dibujos de taller: 500 SFr. El manual solo: 10 SFr.

Cross Flow Turbine Fabrication, de R. Widmer, A. Arter, M. Eisenring, SKAT-GTZ, 1993.

Esta publicación ilustra paso a paso y con numerosas fotografías la secuencia de fabricación de la Turbina de Flujo Transversal definida por los dibujos de taller del volumen 3. De próxima aparición

Village Electrification, de R. Widmer y A. Arter, SKAT, 1992.

Este manual cubre el know-how técnico de la electrificación, así como los aspectos comerciales, financieros y legales, con procedimientos de pedidos y propuestas, estructuras de tarifas y términos legales. Precio: 40 SFr.

Estos libros están a la venta en la librería de SKAT, Vadianstrasse 42, CH-9000 St. Gallen, Suiza. Teléfono: +41 71 237475, Fax: +41 71 237545

Libros

Village Electrification, escrito por Rolf Widmer y Alex Arter, es un nuevo volumen de la serie MHPG: Harnessing Water on a Small Scale. Su contenido cubre una amplia gama de dificultades comunes en proyectos de electrificación y ofrece soluciones conceptuales y técnicas para:

- Generadores.
- Sistema de control.
- Factor de carga y su corrección.
- Puesta a tierra.
- Sistemas de distribución de bajo costo.

También se discuten aspectos de administración:

- Empresarios privados y el mercado de electrificación rural.
- Ingeniería comercial.
- Política de conexión y estructura de tarifas

Por último se dan algunos ejemplos de electrificación en Nepal, especialmente la SCECO (Salleri Chialsa Electricity Company). Dado que el libro ofrece herramientas de ingeniería, algunas partes necesitan de conocimientos técnicos moderados. Sin embargo, constituye una fuente útil de consulta para todos aquellos involucrados en la ejecución de proyectos de electrificación.



HIDRORED solicita software de computación

Las calculadoras y computadoras son hoy en día herramientas comunes de ingeniería, pues la mayoría de los diseñadores de MHG usan algún software para dimensionar los componentes de equipo. A menudo este software para MHG podría ser útil para otros interesados.

SKAT colecciona este tipo de programas así como software de uso general difundiendo a través de HIDRORED. Si usted está interesado en contribuir con esta biblioteca, por favor envíenos su software y/o información en la siguiente forma:

El computador:

Cualquier marca PC/AT o XT, Mac, HP41C, etc.

El programa:

Basic, Pascal, Excel, Lotus, Dbase, etc.

El tópico:

Costo/factibilidad, equipo electromecánico, transmisión de electricidad, etc.

La forma:

Sólo software documentado en disco o en papel.

Nuestra dirección:

SKAT, Vadianstr. 42
CH-9000 St. Gallen,
Suiza

GEONET NET 3: SKAT texto & binarios

X.400 C=CH

A=ARCOM

P=SWISSVAN O=SKAT

S=FUCHS

texto & binarios

Internet SKAT @

DCFCM3.DAS.NET

Sólo texto



V Encuentro Latinoamericano de pequeños aprovechamientos hidroenergéticos

Del 15 al 19 de Mayo de 1993, se llevó a cabo en Santa Marta, Colombia el V Encuentro Latinoamericano de Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos, con la participación de personas de 7 países del área, Alemania, Suiza e Italia.

El V Encuentro fue organizado por un grupo de entidades gubernamentales colombianas (Ministerio de Minas y Energía, Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, COLCIENCIAS, Financiera Energética Nacional, Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas, Universidad del Valle) y la FUNDACION PESENCA, reponiendo a lo acordado en el IV Encuentro efectuado en Cusco. Se destacó durante el evento la participación de un número importante de funcionarios del sector energético gubernamental colombiano, quienes mostraron interés por el tema de las "Pequeñas Centrales", al verse enfrentados a la denominada "crisis energética" que llevó al racionamiento de electricidad en toda Colombia por algo más de un año. Las intervenciones de algunos de éstos funcionarios, permitieron identificar necesidades y ofertas tecnológicas, manejos financieros, criterios aplicados en programas de electrificación rural, costos de obras y un número apreciable de experiencias valiosas.

De otro lado, asistió un enviado del Director de la OLADE (Organización



Latinoamericana de Energía), quien participó con una exposición en la que mostró la tendencia de esa organización regional respecto a la Hidroenergía de pequeña escala.

Entre otras características del evento, se destacaron la presentación de algunos fabricantes europeos de equipos hidroeléctricos pequeños, la exposición de equipos fabricados en Colombia y la participación de expertos y ejecutores de programas quienes abordaron temas tecnológicos, socioeconómicos y de divulgación.

Simultáneamente con el V Encuentro, se reunió el grupo gestor y el primer Director Ejecutivo de la Asociación Latinoamericana de Hidroenergía ALAHIDRO,

con el fin de evaluar el proceso iniciado en Cusco. Se concluyó que dicho proceso no avanzó sustancialmente, ni se consiguieron las metas trazadas. Con el fin de producir un espacio de reflexión acerca del proceso, se convocó a otra reunión del grupo gestor y los interesados, que se realizará en 1995 durante el VI Encuentro, para el cual fue elegida la ciudad de Cochabamba, Bolivia. El grupo organizador del V Encuentro, prepara las memorias que se podrán solicitar a partir del mes de agosto en la siguiente dirección: Ministerio de Minas y Energía, División de Fuentes No Convencionales (Ing. Marco Quimbay) C.A.N., Bogotá, COLOMBIA.

Aclaraciones

En el número anterior de la revista se mencionó que el costo de la publicidad en Hidrored era de USD 1,000 por página completa. Hubo un "pequeño" error.

Los costos en realidad son:

Contracarátula

(1 pág) : 500 USD

Interiores

(1 pág) : 400 USD

(1/2 pág) : 200 USD

(1/4 pág) : 100 USD

Por otro lado, en el número anterior se mencionó a Juan Carlos Melgarejo como corresponsal de HIDRORED en Bolivia. No es así. El corresponsal es Pablo Rosenthal, a nombre de PROPER Bolivia.