

# HIDRORED

RED LATINOAMERICANA DE MICRO HIDROENERGIA

1/95

ISSN 0935 - 0578



**Intercambio de experiencias en Microcentrales Hidroeléctricas**

Foto: Archivo ITDG-Perú, Proyecto Turbinas Propeller

## Estimado lector,

A veces nos preguntamos, ¿por qué seguimos con la tarea nada fácil de implementar minicentrales hidroeléctricas? Las respuestas pueden ser de lo más variadas, comenzando con posiciones altruistas hasta acabar en posiciones egoístas. Sin embargo, a ningún ser humano le puede ser indiferente la humilde satisfacción del usuario final cuando dispone de energía de buena calidad y a costo accesible proporcionada por una microcentral. Adicionalmente a las interrogantes que surgen sobre las microcentrales, a veces creemos ser los primeros en aplicar alguna variante tecnológica con el fin de optimar la implementación de la central.

Estas interrogantes y criterios adoptados tienen sus respuestas adecuadas en el marco del «Intercambio de Experiencias», que se va consolidando en el esfuerzo conjunto de HIDRORED y otras redes similares en Europa y Asia. A nivel latinoamericano, los «Encuentros» que se realizan cada dos años, nos permiten intercambiar experiencias relacionadas con la multidisciplinaria temática de los hidroenergéticos, posibilitando de esta manera un desarrollo armónico y apropiado al contexto de las condiciones en las que tendrá que desarrollarse una microcentral.

Como un producto de este intercambio, normalmente surgen los esfuerzos de transferencia tecnológica, lo que hace posible de esta manera incentivar a la «Manufactura Local» de componentes para microcentrales y así plantear soluciones coherentes y adecuadas a la problemática de la micro hidroenergía en latinoamérica.

Walter Canedo E. / PROPER.



# Necesidades y modelos institucionales para apoyar la difusión de MCH's para la electrificación rural

por Peter Kublank

## Resumen

Las minicentrales hidroeléctricas (MCH's) como sistemas aislados de la electrificación rural en general tienen una baja rentabilidad. Por lo tanto, la mayoría de las empresas eléctricas se niegan a incurrir en esta área. Para promover el uso más extensivo de estos sistemas, hay que desarrollar mecanismos específicos de apoyo. Elemento fundamental de tales mecanismos debe ser una adecuada estructura institucional. En los últimos años, con la asistencia de la cooperación técnica internacional, se han desarrollado algunos modelos institucionales que trataron de enmarcarse dentro del esquema del mercado. Las experiencias han mostrado que éstos funcionan sólo bajo ciertas condiciones y normalmente necesitan financiamiento externo.

## Pocos avances en la difusión de MCH's

Ya en los primeros "Encuentros" hace años nos dábamos cuenta que para dar más impacto a los sistemas de pequeñas centrales hidroeléctricas, aparte de intercambiar los avances tecnológicos, tenemos que aportar a desarrollar estrategias de difusión. Desafortunadamente, el progreso en esta última materia ha sido lento.

Nosotros los analistas y "expertos" coincidimos mayoritariamente en que:

- No hay el financiamiento de los programas necesarios
- Existe una competencia "desleal" por parte de otros energéticos, frecuentemente subvencionados.
- No existe una política favorable de apoyo a la electrificación rural mediante MCH's.

No cabe duda que estos argumentos siguen siendo vigentes. Sin embargo, me atrevo a afirmar que estos problemas constituyen en gran parte más bien síntomas de un problema más de fondo, que es la falta de una institucionalidad adecuada.

## ¿Por qué no hay luz en el pueblo X?

Recorriendo por ejemplo zonas andinas rurales, de las cuales muchas están toda-

vía con muy bajos índices de electrificación, encontramos situaciones típicas de causa-efecto en cuanto se trata de analizar las razones de no tener luz en un pueblo X, pese a que existe un potencial hídrico explotable.

Hay un potencial...  
pero se desconocen las posibilidades.  
Se conoce el potencial...  
pero no existe la evaluación debida.  
Hay evaluación...  
pero falta un proyecto presentable.  
Hay un proyecto...  
pero falta el ejecutor.  
Había un ejecutor...  
pero no se terminó la obra.  
Se terminó la obra...  
pero la planta no funcionó.  
La planta funcionó a la entrega...pero dejó de funcionar al poco tiempo y fue abandonada.

¿Lo anterior se produce sólo por falta de capital de inversión? O por ejemplo el bajo precio del Diesel? (la planta a Diesel del pueblo vecino regalada hace años por un representante político tampoco funciona...) ¿En qué habría ayudado una "política más favorable"?

Creo que una gran parte de la culpa la tienen ciertas deficiencias institucionales, en particular:

- La falta de interés específico por tener otros objetivos de manejo.
- La falta de competencia legal, política y administrativa.
- La falta de conciencia de que se trata de proyectos complejos que requieren un manejo integral de sus componentes técnicos, económicos y sociales.
- La falta de capacidad para manejar estos componentes debidamente.

## Capacidades y responsabilidades institucionales que se buscan

Analicemos brevemente las capacidades y responsabilidades institucionales que se requieren para solucionar los problemas señalados y tratemos de relacionarlos con organismos típicos del área. En el cuadro de la página siguiente lo encontramos muy esquemáticamente:

Como se observa, una empresa eléctrica (sea nacional o regional) podría, por su especialización, reunir de la mejor forma las características requeridas.

Sin embargo, las opciones de encontrar empresas eléctricas que se encarguen de programas de MCH's se ven cada vez más escasas. Las nuevas políticas financieras y estructurales, ya acordadas ampliamente a niveles nacionales o internacionales, piden que las empresas de generación y distribución de electricidad sean administradas bajo estrictos criterios de rentabilidad, lo que significa: economía de escala, estandarización, precios reales, reducción de costos y de personal, etc. Pequeños sistemas de generación aislados en zonas rurales seguramente ya no son interesantes para estas empresas.

Los gobiernos regionales o departamentales también cumplen con algunos requisitos; pero aparte de haber tenido casi siempre problemas con sus propios servicios eléctricos, también están cambiando sus roles en muchos países, restringiendo sus actividades y presupuestos a tareas de planificación y servicios esenciales, como salud, educación, infraestructura vial. El servicio eléctrico en este contexto ya no es considerado como servicio "esencial".

En cuanto a una presunta empresa de interés local, le faltan normalmente todos los elementos para promover un proyecto eléctrico, a más de no existir aquellas en un momento determinado. En muchos casos hubo apoyo por parte de organismos no gubernamentales (ONGs, departamentos universitarios, privados con cierto conocimiento en la materia). No obstante la buena voluntad de todas las partes, el proyecto al final no resultó porque el apoyo era parcial y a veces no suficientemente profesional.

## Promover empresas de interés local y organismos de apoyo

Sin embargo, si a las empresas eléctricas les falta el interés y a los gobiernos les falta la competencia y si existe una voluntad real y una necesidad expresa por parte de las poblaciones rurales de tener el servicio eléctrico, la única forma es la



Objetivo	Organismo especializado en	Capacidad supuesta de		
		Emp. Elec. Regional	Gobierno Regional	Emp. Elec. de interés local
Se conoce las posibilidades de una MCH	Apoyo a grupos interesados			
Existe la evaluación debida	Planificación técnica			
Existe un proyecto presentable	Gestión financiera			
Existe el ejecutor	Contratar obras			
Se termina la obra debidamente	Administración de proyectos			
Se entrega la planta debidamente funcionando	Tecnología de MCH's			
La planta tiene la vida útil proyectada	Operación de MCH's			

autogeneración y la autogestión del proyecto.

No obstante que las tendencias de liberación de los mercados en América Latina han causado serios problemas para proyectos de electrificación rural (poco interés de las empresas eléctricas dada la falta de rentabilidad de estos proyectos, retiro del Estado en esta área, eliminación de subvenciones), al mismo tiempo facilitan de cierta manera la adopción de nuevos modelos.

En el contexto cabe mencionar:

- El derecho de generar y vender energía eléctrica por parte de entidades privadas.
- La descentralización de poderes políticos y administrativos, acompañada por cierta autonomía presupuestaria a nivel de las autoridades locales.
- La liberación de precios de los energéticos.

Este nuevo marco regulador apunta específicamente a promover proyectos de electrificación de responsabilidad local y autogestionados. Sin embargo, no reconoce la desigualdad tremenda de condiciones entre el sector rural y urbano. Los altos costos de generación eléctrica por dispersidad de los consumidores y el bajo consumo, las dificultades de llegar al mercado, los bajos ingresos en la actividad agrícola, el bajo grado de organización comunal y sobre todo la falta de capacidades específicas ya señaladas.

Para compensar estas desventajas comparativas sectoriales y regionales, entre las autoridades gubernamentales e institucionales, existe acuerdo de que es necesario desarrollar sistemas de apoyo. Sin embargo, éstos ya no deben constituir subvenciones en forma tradicional

(de tarifas, sobre insumos, donaciones incondicionadas, etc.) sino mecanismos conforme con la lógica del mercado.

La aplicación de estos mecanismos también requiere de nuevas estructuras institucionales que funcionen dentro de la misma lógica y permitan asumir ciertas funciones en representación y en favor de los interesados.

La importancia de una institucionalidad adecuada se evidencia entre otros en el problema de financiamiento para un proyecto. Hoy en día, cualquier tipo de financiamiento, sea donación, crédito de "desarrollo" (es decir "blando"), en particular los créditos comerciales, están condicionados a los siguientes factores:

- La comprobación amplia de que el proyecto sea plenamente factible en sus aspectos técnicos, económicos y socioeconómicos.
- Que la forma de administración y operación de la planta garantice el buen funcionamiento para respaldar el servicio de la deuda o cualquier otro beneficio planificado.
- Que el proyecto sea de responsabilidad o esté respaldado por una institu-

ción con suficiente prestigio y altamente confiable.

Encontramos que la iniciación y la conducción de un proyecto necesitan en forma global 4 instancias de apoyo:

## Conceptos institucionales desarrollados

En los últimos años tuve la oportunidad de trabajar en varios proyectos de cooperación técnica para el fomento de MCHs, donde se han desarrollado diferentes modelos de apoyo, tratando también de solucionar el problema institucional. Estos modelos se basaban en diferentes conceptos y fueron aplicados en diversos países de diferentes condiciones generales.

A continuación se da un breve resumen de los conceptos aplicados en Perú (PROMIHDEC), Indonesia (Yayasan Mandiri) y Bolivia (PROPER).

**PROMIHDEC:** Formación de una empresa de servicio especializado que opera en forma comercial en un mercado de demanda de MCHs. Los servicios de apoyo ofrecidos en todos los niveles e «instancias» tienen que ser costeados por los demandantes. PROMIHDEC fue creado específicamente para este fin. Empezó como una dependencia de la administración pública para luego ser transformado en una asociación civil con dos socios: el Gobierno Regional, del cual se esperaba el apoyo político, y el banco de desarrollo (COFIDE), que iba a dar préstamos para las inversiones.

**YAYASAN MANDIRI:** Fomento de un organismo privado con especialización técnica en la parte de diseño, construcción y operación técnica de MCH's. Como contratante, figura en primer plano el Estado que se responsabiliza de la electrificación rural, sin tener la infraestructura de planificación y ejecución y donde las empresas eléctricas se niegan a llegar. MANDIRI es una ONG que antes de entrar en el campo de MCH's

Instancia de apoyo	Funciones
Relacionador	Identificación y formulación preliminar del proyecto, organización de los interesados, concertar contribuciones de los futuros propietarios, relacionar posibles tarifas con el potencial económico.
Gestor	Elaboración del proyecto, gestión del financiamiento, marco legal.
Ejecutor	Contratación de la ingeniería en detalle y de la ejecución de la obra, supervisión de la ejecución, recepción de la obra, capacitación seguimiento para evaluación del funcionamiento.
Operador	Administración de la empresa, tarifas, mantenimiento, manejo de la demanda.



bridaba asistencia técnica a la pequeña empresa metalmecánica.

PROPER: Apoyo a la creación de un mercado de oferta y demanda de servicios en el ámbito de energías renovables, entre otros de MCH's, que se supone que existe en forma incipiente y que para su desarrollo necesita un reforzamiento de los participantes.

Mientras el modelo aplicado de Indonesia parece todavía algo convencional por su mercado casi asegurado por el Estado (no obstante que MANDIRI también tiene que negociar sus proyectos), los otros recogen perfectamente las ideas del mercado.

Las atribuciones institucionales se resumen en el siguiente cuadro:

Sería todavía prematuro juzgar sobre las ventajas del uno o del otro concepto. Sólo en el caso de Perú, la asistencia técnica concluyó. Los demás proyectos

ORGANISMO DE APOYO	PERU	INDONESIA	BOLIVIA
Relacionador	PROMIHDEC	MANDIRI	ONG
Gestor	PROMIHDEC	Gobierno	ONG
Ejecutor	PROMIHDEC	(MANDIRI)	Consultor
Operador	PROMIHDEC	?	ONG

están todavía en pleno desarrollo y por lo tanto, sujetos a posibles cambios y a evaluaciones de sus resultados.

En Indonesia hasta ahora, los esfuerzos fueron concentrados más en la parte de la construcción de plantas y de sus componentes, descuidando sobre todo las partes de "relacionamiento" y de "operación" y de alguna manera de "gestión", ya que tienen prácticamente financiamiento

del Estado para las obras (y su servicio de ingeniería). El problema surgirá, cuando algún día MANDIRI tenga que entrar sin la debida preparación al mercado. Un poco preocupante es todavía el descuido en la parte de la operación/administración de las plantas recién instaladas.

En Bolivia se está trabajando con un conjunto de ONGs y consultores, espe-

*(Continúa en la página 16)*

## Generadores y controladores de inducción Capacitación y seguimiento

por Bikash Pandey

El Controlador del Generador de Inducción (CGI) desarrollado por el Dr. Nigel Smith se encuentra disponible en Nepal desde 1989. Hay dos compañías de ese país que lo fabrican: National Power Producers de Kathmandu y Development and Consulting Services de Butwal. Debido a que los CGI han sido probados en lugares remotos del país, los fabricantes no han podido realizar un adecuado seguimiento de las fallas ocurridas en el pasado. En consecuencia, no ha sido posible aprender de los errores, lo que ha tenido como resultado que tanto los fabricantes como los usuarios del controlador hayan perdido su confianza en él.

En algunos lugares donde se había instalado los CGI, la instalación de la carga de lastre y los cables dejó mucho que desear. Muchas de las fallas tuvieron como causa altibajos en la fuerza de la electricidad y del voltaje, lo que produjo que los generadores se quemaran. La instalación de MOVs como protección contra las alzas en el voltaje y el uso de generadores de mayor capacidad han ayudado considerablemente a reducir las fallas de los generadores.

En agosto de 1994, con el propósito de satisfacer la demanda anual de una gran cantidad de CGI para equipos Peltric de 1 kW, y teniendo en cuenta que era poco probable que técnicos especializados se encontraran dispuestos a viajar a lugares remotos del país para reparar unidades pequeñas, surgió la necesidad de desarrollar una unidad CGI menos compleja y más modular. Luego se pensó que con una nueva unidad, un técnico electricista con una capacitación muy básica podría reemplazar fácilmente un tablero defectuoso.

Las principales características de este pico-CGI son:

- abastecimiento de energía sin transformador
- posibilidad de ensamblar todas las partes, incluso el IGBT, en un solo PCB
- ninguna protección del IGBT contra corto-circuitos
- uso de calentadores de aire como carga de lastre
- medidor de lastre y protección del exceso de voltaje: opcional

Cada año, en Nepal, unos 100 motores de inducción se convierten en genera-

dores para unidades Peltric de 1 kW. Se espera que en los próximos años esta cantidad aumente a varios cientos de unidades al año. Este aumento en el volumen de trabajo indujo a once compañías a que decidan enviar a su personal al curso de capacitación sobre Generadores de Inducción y Controladores que IT Nepal organizó en diciembre de 1994.

Veinticinco electricistas e ingenieros fueron capacitados en la construcción y uso de generadores de inducción y el pico-CGI. El curso tuvo una semana de duración y fue realizado en el antiguo pueblo de Bhakatapur en el valle de Kathmandu. Fue dirigido por el Dr. Nigel Smith del Trent Polytechnic, junto con profesores de Mathema y Nakami en Kathmandu, quienes también son fabricantes de equipos para microcentrales. Los capacitadores demostraron la forma de convertir al motor inductor en un robusto generador de bajo costo para microcentrales hasta 15 kW. Los asistentes demostraron mucho interés en el pico-CGI: ya hay una demanda de cincuenta juegos para el ensamblaje local del controlador en Nepal.



# Fabricación de turbinas en Nepal

por Bandana Shrestha

La transferencia tecnológica para la fabricación de micro-turbinas representa uno de los mayores esfuerzos realizados en Nepal. En la actualidad es una industria bien establecida que ha fabricado más de mil turbinas que sirven aproximadamente el diez por ciento de la población.

Durante siglos, la hidroenergía ha sido utilizada en Nepal para operar las tradicionales molineras de agua o «ghattas», aprovechando el rápido flujo de los riachuelos en las montañas. Sin embargo, recién en la década de los sesenta se hizo un esfuerzo concreto para captar el extensivo potencial hídrico del país.

La Asociación Suiza de Asistencia Técnica (SATA) inició la fabricación nacional en Nepal con la creación de Balaju Yantra Shala (BYS). Luego se fundó la DCS (Servicios de Desarrollo y Asesoría) como un esfuerzo conjunto entre el Gobierno de Su Majestad de Nepal y la Misión Unida de Nepal, con el fin de «facilitar la construcción e instalación de microcentrales para el desarrollo comunitario».

Hoy en día existen nueve fabricantes en Nepal, quienes no sólo abastecen al mercado local sino que además exportan turbinas.

## Demanda del mercado

Desde mediados de la década de los ochenta se viene incrementando la demanda de turbinas. En los últimos años algunos grandes fabricantes como Nepal Hydro Electric (NHE) han diversificado

sus productos, cambiando su enfoque desde las microcentrales hacia las mini-centrales y pequeños proyectos hidroeléctricos mientras, por otro lado, algunos pequeños fabricantes como Agro Engineering Works (AEW) han dejado de fabricar turbinas.

Como un recurso natural renovable con capacidad para servir al 50% de la población a un costo comparativo muy bajo, la microenergía hidroeléctrica es una de las alternativas más viables para Nepal. Entonces, ¿cuál es la razón de la caída de la demanda en el mercado?

## Saturación del mercado localizado

Según Surya Shrestha de la AEW, una de las principales razones es la «saturación del mercado». Sin embargo, tomando en consideración la depredación de los recursos forestales, la continuación de métodos agro-procesadores intensivos en la mano de obra, y la creciente necesidad de contar con energía rural, ¿es válido el argumento de la «saturación del mercado»?

Haciendo hincapié en que sólo el 10% de la población tiene acceso a la red y que en algunos lugares no es factible extender la red, I. Gordon, Director de DCS, sostiene que el problema no está en la «saturación del mercado» sino en la falta de capacidad para satisfacer adecuadamente los requerimientos de éste.

Las compañías encargadas de fabricar las microcentrales están concentradas en Kathmandu y Butwal. Esto significa

que si bien es cierto que el mercado inmediato más próspero en las zonas circundantes de estos dos centros urbanos se ha saturado, los fabricantes han sido incapaces de penetrar en los mercados potenciales en zonas más remotas.

Para una pequeña compañía como AEW, incluso los estudios iniciales para identificar a los posibles clientes no eran económicamente viables, pues a menudo los lugares se encontraban muy distantes de la oficina y los estudios no siempre se llegaban a materializar en instalaciones concretas. Asimismo, la difusión de la información y la promoción en zonas remotas con frecuencia significa una inversión sin garantía de retorno, a causa del bajo poder adquisitivo de dichas zonas.

## Especialización

Durante las dos últimas décadas el Banco de Fomento Agropecuario de Nepal (ADBN), la DCS, Intermediate Technology Development Group (ITDG) y otras ONGs se han visto involucradas en la financiación de proyectos, el desarrollo de tecnologías, la conducción de estudios de factibilidad, y la coordinación y promoción de microcentrales. Sin embargo, en gran medida cada fabricante local asume la responsabilidad de casi todos los aspectos de un proyecto en particular, desde la promoción hasta los estudios, la instalación y la reparación.

El problema no siempre está en la falta de especialización. Conforme los sistemas se vuelven más sofisticados y se realizan mayores instalaciones, los recursos y la mano de obra de cada fabricante resultan insuficientes para cubrir la demanda.

Shiva Adhikaro, representante de Nepal Machine & Steel Structures (NMSS) en Butwal, sostiene que es necesario contar con una organización especial que asuma las actividades relativas a la microenergía, que no estén relacionadas con el diseño y la manufactura de turbinas. Dicha organización, o el nombramiento de una existente (como la Asociación de Desarrollo de la Microenergía de Nepal) con el mismo propósito, asumiría la responsabilidad de las actividades de capacitación, coordinación, promoción, estudios, monitoreo y evaluación. Así se ahorraría tiempo y recursos y se resolverían los problemas laborales causados por la sobre-extensión.

La especialización es importante para el crecimiento de cualquier industria y significaría una mejor industria y, por otro lado, significaría una mejor distribución de las responsabilidades, mejores prácticas contables, mayor productividad, más



Haciendo una turbina de flujo transversal en Butwal (Sanjeevani Munasinghe/IT).



consistencia en la calidad y menores costos.

### Política gubernamental

Aunque los costos de una microcentral son menores que los de la extensión de la red (\$1500/kW contra \$4500 kW), los costos y los subsidios gubernamentales siguen siendo factores importantes tanto para los consumidores como para los fabricantes. En la actualidad el gobierno subvenciona entre el 50% y el 75% de los componentes electrónicos de cada proyecto, según el grado de aislamiento de cada lugar.

Los proyectos auto-suficientes no siempre son los más económicos, sin embargo, la demanda por las turbinas «Peltric» se mantiene debido a que el generador y el componente electrónico se encuentran en una sola unidad (utilizadas para proyectos auto-suficientes «pico» de 1 kW). Solamente en el último año la firma Kathmandu Metal Industries instaló 100 equipos.

¿La popularidad de las turbinas Peltric estará relacionada al subsidio del 50%

que reciben sobre la unidad completa? En muchas zonas rurales donde el poder adquisitivo es bajo y, donde no existe la posibilidad de compensar los gastos iniciales con actividades de uso final, no es tan factible instalar una microcentral sin un subsidio del gobierno. Existe una relación directa entre la cantidad de proyectos financiados por la ADBN en el país y la política gubernamental sobre subsidios.

Las políticas tarifarias del gobierno deberían apoyar la producción local. Asimismo, es necesario que el gobierno preste asistencia técnica y capacitación, como una forma de subsidiar indirectamente.

### Normalización y control de calidad

Aún cuando los fabricantes nepalíes utilizan versiones modificadas de dos diseños básicos de turbinas, existe desigualdad en las especificaciones sobre la manufactura y el nivel de calidad de cada sector y es necesario establecer medidas de normalización. La normalización de todo el sector permitiría ahorrar tiempo y bajar los costos.

La creciente compatibilidad entre la maquinaria y repuestos de distintos fabricantes facilitaría la reparación y el mantenimiento de las turbinas. Asimismo, la normalización contribuiría positivamente con el control de calidad, pues serviría como un mecanismo para que las compañías que producen productos de mejor calidad gocen de una ventaja competitiva.

### Coordinación

Un tema importante que es necesario abordar es la coordinación entre los fabricantes, las agencias gubernamentales y las ONGs que trabajan con la microenergía. Es necesario que exista una buena relación entre dichas organizaciones, con el fin de poder identificar los problemas y encontrar soluciones comunes que aseguren el crecimiento sostenido. La comunicación al interior del sector es fundamental en la búsqueda de nuevos mercados, en el acuerdo sobre políticas gubernamentales o en la creación/nombramiento de una organización que se responsabilice de los distintos aspectos de las actividades microenergéticas.

# Avances de la Minihidroenergía en Bolivia

por Walter Canedo Espinoza, PROPER - BOLIVIA

### Resumen

El presente trabajo está orientado a efectuar un análisis de las actividades relacionadas con la identificación, formulación e implementación de proyectos en el área de minihidroenergía en Bolivia, desde la óptica de PROPER - BOLIVIA; pudiendo no coincidir plenamente con los datos o políticas de otras instituciones que trabajan en el área a nivel nacional. Sin embargo en el transcurso del trabajo del área hidráulica de PROPER, se logró un relacionamiento con varias instituciones, que permite efectuar un análisis objetivo del arte de la minihidroenergía en Bolivia en el contexto económico-político en los años 90.

### Introducción

Los pequeños aprovechamientos hidroenergéticos en Bolivia al igual que en el resto de los países de la región latinoamericana e incluso a nivel mundial, tuvieron su época gloriosa cuando fueron

catalogados como «tecnología de punta». Aparentemente en los últimos años la imagen de las MCH's han caído por diversos factores, sean de orden tecnológico o institucional.

El trabajo que nos toca encarar en el presente, está orientado a recuperar la credibilidad de la tecnología de la mini hidroenergía y consolidarla como una opción tecnológica válida y confiable para el suministro de energía principalmente en el área rural, donde difícilmente otras opciones tecnológicas pueden competir.

El concepto integral y multidisciplinario que caracteriza a las MCH's es la base del trabajo que se desarrolla en PROPER. Por tanto en el presente trabajo se efectúa un análisis breve de cada uno de los conceptos, con el objetivo de generar un diálogo con los participantes en el VI Encuentro e intercambiar criterios y experiencias que aporten a la «credibilidad» de las MCH's, por parte de todos

los involucrados en el proceso de toma de decisiones y así enfrentar el reto de la implementación de este tipo de proyectos.

### Estrategia de Área Hidráulica de PROPER

Las actividades del Área Hidráulica de PROPER se basan en la estrategia diseñada para las distintas fases de implementación del programa, que orientadas hacia un concepto de trabajo integral e interinstitucional difieren de los esquemas tradicionales de implementación de programas de energías renovables implementados en el país. Por tanto el trabajo del Área Hidráulica de PROPER se orienta a:

- Capacitación y formación de recursos humanos
- Difusión de la información sobre los tópicos de la mini hidroenergía
- Canalización de la demanda de energía en el área rural
- Desarrollo de la oferta tecnológica garantizada
- Prospección y apoyo en la consecución de financiamiento para proyectos

Cada una de estas áreas es encarada con el mismo orden de importancia, ya que los proyectos dependen del concepto global de conjunto. En líneas generales las actividades se refieren a:

(Continúa en la página 11)

## Planes maestros y minicentrales

En el sector de mini centrales hidroeléctricas de muchos países en desarrollo es frecuente hallar una desproporción entre los fondos invertidos en los estudios y los fondos invertidos en componentes físicos. Una explicación sería que se piensa que un estudio de mala calidad puede causar menores daños que una instalación de mala calidad; y que, frente al reto que significa trabajar en los países en desarrollo, resulta muy difícil garantizar la alta calidad del trabajo. Otro factor sería la naturaleza bilateral de los fondos, que se destinan principalmente a aumentar el conocimiento y la actividad potencial, compitiendo a veces con otras iniciativas nacionales o internacionales. Muchas veces la información no es debidamente compartida, creando situaciones en las que los posibles beneficiarios llegan a exasperarse a causa de las constantes visitas de consultores y encuestadores, sin ninguna señal de alguna implementación.

Una solución de esta cuestión podría estar en la creación, por

parte del gobierno, de un Hidro-Plan Maestro que incluya el mapeo de los recursos hídricos y el establecimiento de una estrategia para la explotación progresiva, disponible para todos. Este plan evitaría la repetición de estudios, sería más efectivo en el costo que una serie de estudios y se integraría con mayor facilidad a los planes nacionales de desarrollo.

Evidentemente esta es una opción atractiva: muchos países en algún momento han diseñado un plan de esa naturaleza, y en muchos países en desarrollo actualmente se están diseñando Planes Maestros.

Sin embargo, el hecho de que los Planes Maestros sean centralizados puede causar problemas (el artículo sobre el Plan Maestro Elbe de Alemania indica que éste es un problema común). Los diseñadores de los Planes Maestros suelen interesarse en el desarrollo óptimo de las cuencas en conjunto y es frecuente que su estrategia desaliente el desarrollo de proyectos pequeños que

podrían reducir el potencial de los proyectos de gran escala. Tal como sucedió con la experiencia alemana, existen factores complejos e impredecibles que pueden influenciar el desarrollo de los programas; los Planes Maestros que limitan las iniciativas en lugar de alentarlas, podrían resultar siendo una mala inversión.

Nunca se siguió el Plan Maestro Elbe, se desarrollaron más bien una serie de pequeños proyectos que han contribuido a la considerable riqueza actual de la zona.

A veces lo pequeño es hermoso. Es preciso promocionar la industria mini-hidroeléctrica para asegurar que los países en desarrollo no repitan los errores del pasado y permitan desarrollar a las mini centrales no sobre la base de recursos potenciales, sino de acuerdo a los recursos reales de cada país.

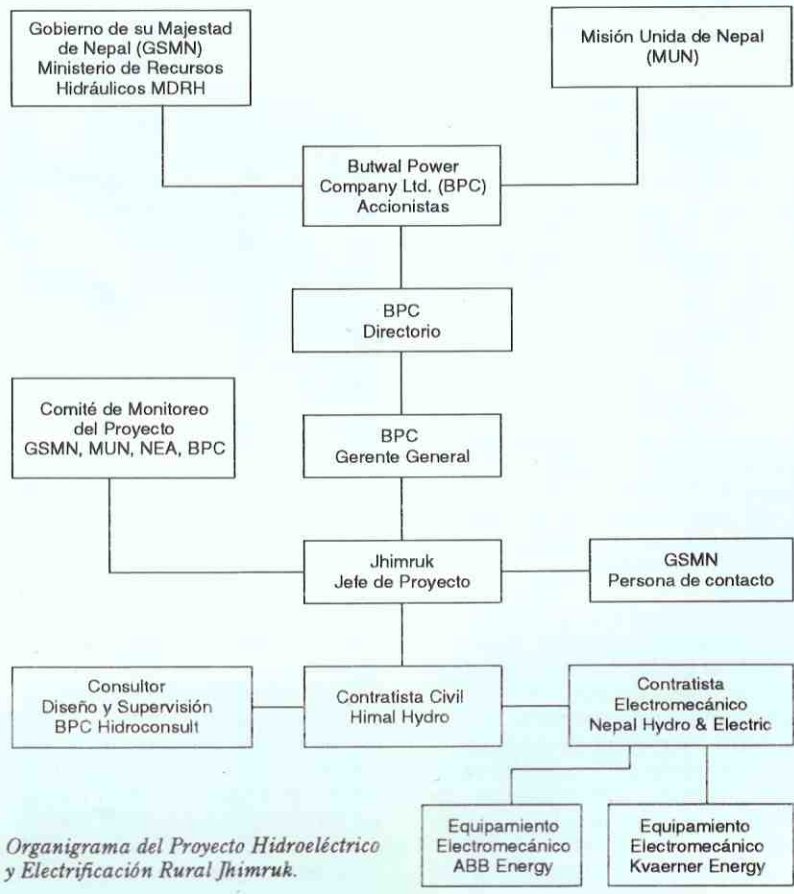


Andy Brown, Editor/Coordinador MHPG

## Desarrollo local en Nepal

Recientemente ha iniciado sus operaciones la central hidroeléctrica Jhimruk de 12 MW en la zona occidental de Nepal, con la cual se explota la cabecera de 200 m. entre los ríos Jhimruk y Madi en un punto en el cual el cauce entre uno y otro está a una distancia de 1.5 km. Esta central forma parte del Proyecto Hidroeléctrico y Electrificación Rural Jhimruk y, aun cuando es un poco más grande que las que normalmente tratamos en estas páginas, la estructura de su organización es interesante, producto de muchos años de trabajo en proyectos de menor envergadura. En este proyecto se utiliza, con un gran efecto el innovador Sistema Serpente de Limpieza de Sedimento.

La estructura de la propiedad y gestión de Jhimruk se basa en la estructura creada por el Gobierno de Su Majestad de Nepal (HMGN) y la Misión Unida de Nepal (UMN) para construir y operar un proyecto de 1 MW, Tinau, cerca del pequeño pueblo industrial de Butwal, donde ha desarrollado la mayor parte de la actividad hidroeléctrica de Nepal. Las compañías que se formaron en esa época han crecido y se han desarrollado, implementando una



Organigrama del Proyecto Hidroeléctrico y Electrificación Rural Jhimruk.

serie de proyectos.

El proyecto Jhimruk tiene tres objetivos principales:

- generar electricidad para la red nacional, poniendo énfasis en las épocas de mayor consumo;
- abastecer de energía a cuatro distritos en zonas de montaña; y,
- desarrollar la capacidad de Nepal para planificar y construir proyectos hidroeléctricos, así como para fabricar y reparar equipos para los mismos, reforzando las tres organizaciones involucradas en Nepal: Butwal Power Company Ltd. como propietaria, y su subsidiaria, BPC Hydroconsult, como diseñadora; Himal Hydro & General Construction Ltd. como contratista civil; y Nepal Hydro & Electric Ltd. como fabricante de equipos.

Para este artículo es de particular interés el último de estos objetivos.

La Misión Unida de Nepal está compuesta por varias misiones extranjeras en ese país. La mayoría de su personal es local y durante los últimos veinte años se ha convertido en una considerable fuerza económica e industrial del país, con miles de empleados involucrados

en actividades que incluyen desde el cuidado de la salud hasta la fabricación de molinos de agua.

Todas las compañías que trabajan en este proyecto son compañías públicas limitadas y todas se fundaron con contribuciones considerables de la UMN y HMGN; sin embargo, desde entonces el accionariado se ha desarrollado de una forma considerable. Una de estas compañías, Himal Hydro constructores civiles, cuenta hoy en día con una proporción de capital mayor que cualquier otra compañía en Nepal y tiene unos 700 empleados.

La compañía Himal Hydro es conocida por su trabajo en túneles, donde utilizó métodos de mano de obra intensiva que han producido construcciones de muy bajo costo y un buen nivel de seguridad.

El proyecto fue diseñado por Hydroconsult, utilizando el Laboratorio de Investigaciones River en Pulchowk, Latipur, para realizar los estudios modelo.

Nepal Hydro & Electric colaboró con Kvaener Energy en la construcción de las ruedas móviles de las turbinas. Las turbinas horizontales Francis son unidades de 4 MW cuyas casetas fueron construidas en Nepal. NHE colaboró con ABB

Energy en lo que respecta a transformadores, generadores, y dispositivos de distribución.

La construcción se inició en noviembre de 1989, y el proyecto entró en operación el 17 de agosto de 1994. El costo total fue de unos US\$ 20 millones: aproximadamente US\$1,700 por kW instalado, cifra mucho menor que la de los grandes proyectos implementados en Nepal por contratistas extranjeros.

El proyecto más grande implementado anteriormente tenía una capacidad de 5 MW y un mayor componente extranjero. Por lo tanto, con este proyecto todas las compañías involucradas en Jhimruk han crecido y aumentado su capacidad y han logrado cumplir todos los objetivos trazados.

Nepal es uno de los países menos industrializados. Este programa, que muy deliberadamente pretende desarrollar la capacidad local, podría ser un modelo de gran utilidad para otros países en desarrollo que consideran que la energía hidroeléctrica tiene un buen futuro.

## Referencia

«Proyecto Hidroeléctrico y de Electrificación Rural Jhimruk», Butwal Power Company Ltd., Nepal, 1994.

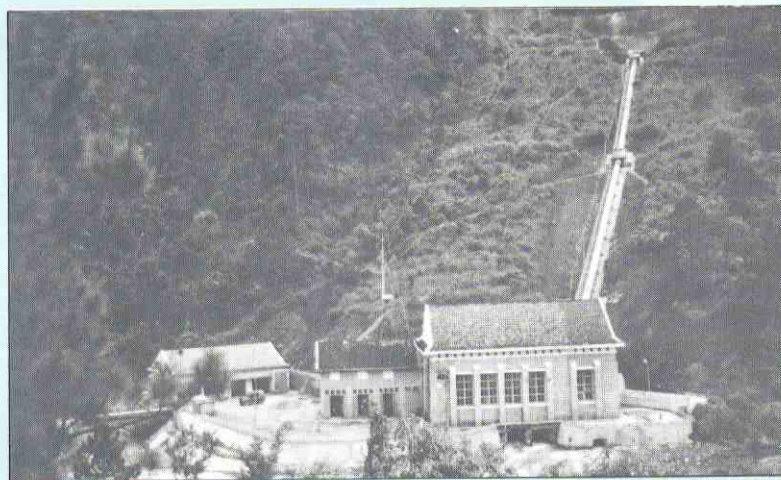
## Vietnam hacia la fabricación local de equipos hidroeléctricos

El Primer Ministro de Vietnam ha expresado el deseo de construir hasta 200 minicentrales hidroeléctricas de 1 MW de capacidad en la región y, por otro lado, que por lo menos un tercio de los 400 pequeños proyectos hidroeléctricos que existen en el país deben ser renovados. Por lo tanto, el futuro para los fabricantes es prometedor.

En muchas de las centrales existentes es necesario reemplazar las turbinas. En lo que concierne al desarrollo de nuevas centrales, existen unos 2,500 lugares económicamente adecuados para las centrales de menos de 100 kW y otros 500 lugares para las centrales de una capacidad que va desde 100 kW hasta 10 MW (ver cuadro).

El país cuenta con una amplia experiencia en energía hidroeléctrica. Desde hace siglos, en Vietnam se explotan los recursos hídricos para el pilado del arroz y para el bombeo de agua. Más del 75% de la población de 65 millones vive en zonas rurales, donde solamente el 10 o 15 por ciento de los hogares cuenta con electricidad.

Hasta el año 1975, todos los equipos hidroeléctricos utilizados en Vietnam eran importados. Sin embargo, desde ese entonces varias compañías vietnamitas vienen fa-



*Suoi Vang: Pequeña planta hidroeléctrica de 3.1 MW puesta nuevamente en operación con turbinas hechas en Vietnam.*

bricando las turbinas Francis, Kaplan, Banki y de hélice desde 5 kW hasta 2.1 MW, principalmente sobre la base de diseños chinos. También se fabrica una gama de pequeñas unidades «familiares» que compiten con las importaciones chinas, y que se pueden encontrar a precios desde US\$75. Aunque existen varias instalaciones para probar las turbinas, es evidente la necesidad de contar con instalaciones más avanzadas y que estén disponibles

para todos los fabricantes.

En la actualidad también se producen generadores de hasta 400 kVA en Vietnam, así como varios controladores hidráulicos y electrónicos.

El avance de Vietnam hacia una mayor producción de equipos hidroeléctricos no ha carecido de problemas, pero hoy en día existen muchos ingenieros expertos en hidroelectricidad y muy bien capacitados, varias compañías con insta-



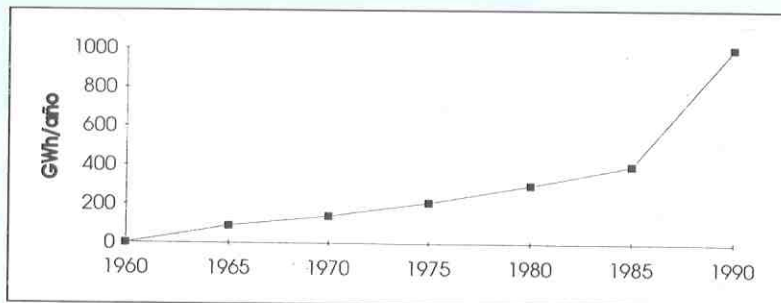
laciones y experiencia en la fabricación de equipos, y algunas instalaciones básicas para probar las turbinas.

No obstante, ha habido problemas con algunos de los equipos fabricados localmente que incluso han afectado negativamente la demanda; en algunos casos se comenzó a importar nuevamente equipos chinos. Los problemas son los siguientes:

- la instalación de turbinas a reacción en lugares donde la cavitación y el lodo han causado un desgaste muy rápido;
- la existencia de ciertos vacíos en cuanto a los conocimientos requeridos para producir buenas palas de turbinas;
- baja eficiencia de las turbinas; y
- problemas con el control de calidad.

Otras causas de estos problemas como el aislamiento técnico y la falta de capital se estarían reduciendo gracias a la búsqueda de una mayor cooperación extranjera y la apertura de la economía en Vietnam.

Se espera que aumenten la inversión pública y el financiamiento extranjero de proyectos hidroeléctricos. La inversión de los proyectos actualmente programados se haría con préstamos internacionales e inversiones extranjeras, por medio



Crecimiento de la demanda de electricidad en las zonas rurales de Vietnam.

Capacidad (MW)	Potencial estimado (MW)	Actual capacidad instalada (MW)	Porcentaje explotado
>10	16 000	2 608	16.3
1 - 10	1 800	62	3.4
0.1 - 1	200	10	5

de contratos llave en mano o BOT para el desarrollo de minicentrales, y de acuerdos de operación conjunta para la fabricación de equipos.

La actividad comercial en Vietnam se encuentra en una etapa de transición, avanzando hacia una economía abierta. El uso cauteloso de las inversiones y los conocimientos extranjeros permitiría el desarrollo de la industria local para satisfacer las demandas del importante mercado local.

## Bibliografía

Green, J.P. MacPherson, D.E. y Wallace, A.R. «Transferencia Tecnológica para la Fabricación Local de Equipos para Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas en Vietnam, Tailandia y la RDP Lao», Science, Technology & Development, Nos. 2 & 3.

Green, J.P., «Fabricación de Equipos para Mini y Micro Centrales Hidroeléctricas en Vietnam, Tailandia y la RDP Lao», Tesis de Doctorado, Universidad de Edimburgo, Reino Unido, 1994.

## Transferencia de tecnología y disminución de costos

La tarea de localizar la tecnología es muy difícil, especialmente en los países en desarrollo. Sin embargo, las compensaciones pueden ser significativas, tal como lo vienen descubriendo tanto las centrales hidroeléctricas como la industria automotriz, entre las cuales existen ciertos paralelos.

En China, por ejemplo, se requiere insumos para la creciente industria automotriz y muchas compañías han propuesto nuevos diseños para el mercado Chino. En una reciente conferencia en Beijing el debate se centró más en la futura cooperación internacional que en aspectos técnicos como caballos de fuerza o el consumo de combustibles. Varias compañías automotrices están apoyando a sus empresas asociadas en el establecimiento de departamentos de diseño propios, anticipando que dentro de las próximas dos generaciones se producirán nuevos modelos con muy poca ayuda externa. El apoyo técnico no tiene límites y una industria de nivel mundial está

dispuesta a trasladarse a cualquier lugar donde se encuentren los fabricantes.

En la industria hidroeléctrica, al igual que en la industria automotriz, es posible adaptar los modelos básicos de la maquinaria específicamente para los mercados de países en desarrollo, posibilitando así la producción local que luego puede ser vendida a precios más bajos (hasta un tercio menores) debido a los menores costos de materiales y mano de obra, pero también en parte debido a las especificaciones menos exigentes.

La pequeña central hidroeléctrica de Jhimruk en Nepal fue terminada por compañías nepalesas a un costo de US\$1700 por kW instalado, aprovechando cuidadosamente la transferencia tecnológica y cumpliendo con las normas adecuadas. El costo de otros pequeños proyectos implementados por compañías extranjeras, que utilizan equipos importados y cumplen normas in-

ternacionales ha sido de US\$4,000 por kW.

Los artículos sobre Vietnam, Nepal y Bolivia que aparecen en este número muestran que los países en desarrollo vienen trabajando hacia el aumento progresivo de su capacidad industrial, de instalación y de gestión, con distintos niveles de éxito. Esta es una manera interesante de aumentar la capacidad de las minicentrales en países en desarrollo donde, después de todo, está ubicada hoy en día la mayor parte del mercado.

Andy Brown, Editor/Coordinador MHPG

## El éxito de las cooperativas en Bolivia

La experiencia de la cooperativa La Suerte en Bolivia demuestra cómo una industria rural puede instalar y operar una minicentral hidroeléctrica de su propiedad, con considerables resultados económicos. La central que ha sido construida básicamente por los propios socios de la cooperativa, ha transformado la operación y eficiencia de la mina de oro en la que trabajan, consiguiendo importantes beneficios para las condiciones socio-económicas.

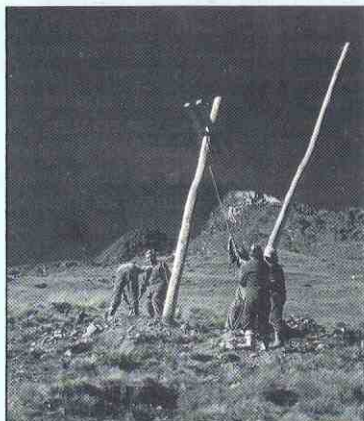
La cooperativa La Suerte fue fundada en 1970. Al principio el trabajo era manual con herramientas muy simples y la productividad era muy baja.

Con la compra de un generador diesel de 130 kW y compresoras se logró mejorar la productividad, pero también aumentaron los costos de operación. Se utilizaron unos 6 000 litros de diesel al mes; la entrega de este combustible significaba un viaje de dos días en carreteras difíciles.

En 1986 el grupo se acercó a FEDECOMIN, la federación de cooperativas mineras, con el fin de solicitar ayuda técnica y económica para construir una mini central hidroeléctrica, con la perspectiva de eliminar los costos del diesel. FEDECOMIN pudo prestar asistencia técnica y negoció un préstamo con bajos intereses con el Banco EDCS en los Países Bajos.

Los socios de la cooperativa construyeron el canal de 120 metros de largo, retirando el lodo del tanque y la casa de máquinas para el proyecto y, en la medida de lo posible, utilizando materiales disponibles en el lugar. También manualmente instalaron las 75 secciones de tubería de carga, cada una de las cuales tiene un peso de 270 kilos, sobre un terreno difícil y empinado.

Como resultado de su alto nivel de participación en el proyecto, la cooperativa tiene ahora un mejor control del proyecto.



Instalación de postes para líneas de transmisión.

Costos comparativos de operación (US\$)		
	Diesel	Hidro
Inversión	35 000	119 000
Costos de mano de obra (Cooperativa La Suerte)	2 000	16 240
Costo total instalado	37 000	135 240
Reembolso del préstamo anual (por 10 años)	3 700	13 524
Intereses sobre el préstamo (9%)	1 655	5 378
Costos de operación (por año)	-	-
Combustible (124 200 litros @ 30 ¢/l)	37 260	0
Aceite lubricante	860	0
Transporte de combustible y aceite	11 260	0
Salarios O & M	1 900	2 376
Repuestos	3 000	2 000
Costo total anual	59 635	22 278
Generación anual (kWh)	294 500	294 500
Costo de generación (US\$/kWh)	0,20	0,08

Después de casi siete años de éxito en la operación de la central, los préstamos otorgados a la cooperativa a través de FEDECOMIN fueron pagados puntualmente. Las compresoras a diesel han sido reemplazadas por unidades eléctricas gracias a un nuevo préstamo que ha sido cancelado antes del plazo establecido.

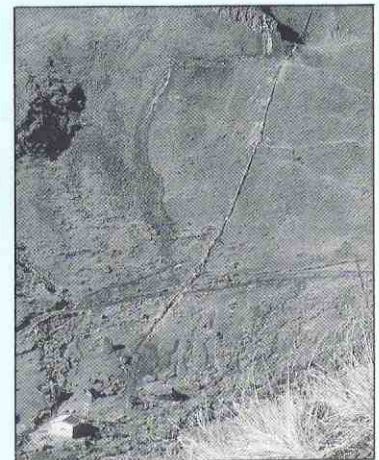
Debido al éxito de este proyecto, FEDECOMIN está operando un «Fondo Rotativo» que ayuda a otras cooperativas a implementar proyectos energéticos.

Las condiciones de vida y de trabajo de los socios de la cooperativa La Suerta han mejorado considerablemente; en 1994, el número de socios había aumentado a 96.

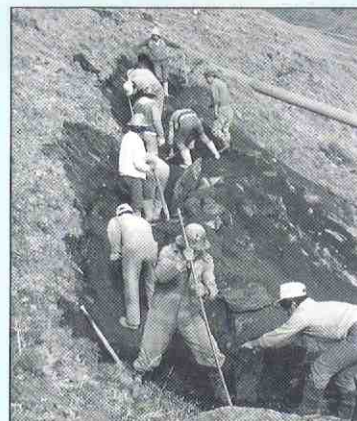
Los socios consideran que sin el proyecto hidroeléctrico no hubiesen logrado la cohesión del grupo y sus ingresos serían menores. Además, no contarían con la seguridad, viviendas, instalaciones recreacionales y buenas condiciones de trabajo con las que cuentan, como es el caso de otras minas simi-

lares. La Suerte se encuentra en una buena posición para planificar su futuro con confianza. Sus planes incluyen otra minicentral hidroeléctrica.

*Carlos Melegarejo, Hidro Ysol Ltda, Bolivia*



Tubería de presión y casa de fuerza.



Excavación de la línea para la tubería presión.

### MINI HYDRO POWER GROUP

Este suplemento es recopilado por el Mini Hydro Power Group (MHPG), asociación conformada por las siguientes organizaciones: Swiss Centre for Development Co-operation in Technology and Management (SKAT); Association for Appropriate Technology (FAKT), Alemania; Intermediate Technology Development Group (ITDG), UK; y, Projekt-Consult (PC), Alemania.

#### Comité Editorial

A.P. Brown (Editor-coordinador), R. Metzler (FAKT), T. Scheutlich (PC), W. Fuchs (SKAT) y A.B. Harvey (ITDG). Este suplemento es financiado por Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.



## Avances de la Minihidroenergía...

(Viene de la página 6)

- Incorporación amplia a las instituciones existentes, utilizando sus experiencias y fomentar la cooperación interinstitucional.
- Difusión de las posibilidades, ventajas, criterios y procedimientos técnicos de la utilización e implantación de MCH's y asesoramiento conceptual a los grupos de toma de decisiones; sobre todo a nivel de instituciones mediadoras para que ellas identifiquen, elaboren, gestionen y administren proyectos de MCH's en sus áreas de apoyo/influencia en favor de grupos beneficiarios en el área rural.
- Reforzamiento de la capacidad de planeamiento, de comercialización y de gestión en el sector privado respecto de una oferta mejorada adaptada a la demanda.
- Consideración estricta de criterios de rentabilidad y de la capacidad de financiamiento.

(El PROPER define un proyecto como "rentable" sólo en comparación con otras soluciones/fuentes energéticas. Definiéndose paralelamente como «capacidad de financiamiento» la posibilidad del beneficiario de asumir por lo menos los costos de operación del sistema).

- Cuantificación de la demanda real de proyectos de MCH's con criterios de sostenibilidad técnica-económica con miras a la replicabilidad de los proyectos en áreas de condiciones similares de aplicación.
- Transferencia tecnológica a los niveles de empresas productoras de equipos para MCH's y mediadoras con el fin de:
  - Mejorar la confiabilidad de la MCH en sistemas aislados y de sus componentes.
  - Reducir los costos de planificación, de la inversión y de la operación de los sistemas de MCH's.
  - Promover el uso más eficiente de la energía de la MCH.

### Potencial de aprovechamientos hidroenergéticos

Bolivia cuenta con un apreciable potencial hidroeléctrico del cual apenas el 1% (306 MW) se encuentra en explotación, generando el 48% de la energía eléctrica que se consume en el país. A nivel de pequeñas centrales hidroeléctricas en 1984, la consultora Latinconsult por encargo de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) y las Naciones Unidas habría identificado 125 proyectos, anteproyectos e ideas de pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, sumando en total una potencia de generación de 58.2 MW.

### Identificación de proyectos de MCH's

Para tener una inventariación de proyectos de MCH's se definió efectuar la identificación de proyectos en todo el territorio nacional, con una empresa consultora principalmente para evaluar los aspectos socio-económicos; la parte de memoria de cálculo, la efectuó el personal del Área Hidráulica de PROPER. Como producto final de la consultoría, se elaboraron perfiles de microcentrales hidráulicas, que fueron evaluados con el criterio de seleccionar y priorizar aquellos que ameriten un apoyo por parte de PROPER.

La metodología de trabajo para la identificación de proyectos fue la siguiente:

- Elaboración de fichas de presentación de la tecnología de MCH's
- Presentación de fichas a posibles mediadoras.
- Recolección de solicitudes de mediadoras sobre sitios potenciales para proyectos.
- Visita de evaluación a las zonas con posibilidades de implementar MCH's en coordinación con la mediadora identificada y personal de la consultora.
- Elaboración de la parte socioeconómica del perfil efectuado por la consultora.
- Elaboración de la memoria de cálculo del perfil a cargo del Área Hidráulica de PROPER.

El tiempo de realización de la consultoría fue de tres meses y se piensa continuar con esta actividad ya que el proceso de identificación de proyectos de MCH's es una actividad que requiere bastante tiempo y que depende de la evaluación sistemática de las cuencas potenciales y el contacto con los tomadores de decisiones de las poblaciones con potencial de implementar proyectos de MCH's.

### Oferta tecnológica

La capacidad local a nivel de Bolivia para la fabricación de turbinas es un aspecto que ha sido evaluado y se cuenta con recursos humanos no solamente capacitados sino con amplia experiencia en el rubro. A esto se añade los bajos

costos de mano de obra local, que permiten obtener equipos confiables y a costos competitivos en el mercado internacional.

Para poder ampliar la gama de equipos ofertados para MCH's, PROPER ha planeado realizar la transferencia tecnológica de las turbinas de flujo cruzado tipo T-12 diseñadas por SKAT, mediante un curso que se piensa desarrollar en Bolivia en el presente año. De esta manera se podrá contar con un paquete de oferta tecnológica adecuado a los requerimientos y características de los aprovechamientos hidráulicos en Bolivia.

### Microcentral que amerita un análisis

De los proyectos de MCH's que recientemente se implementaron, uno de ellos merece un comentario particular, se trata de la MCH en Irupampa (Departamento de Chuquisaca) destinada al abastecimiento de energía eléctrica para accionar máquinas hiladoras dentro del proceso de fabricación de textiles de la Cultura Jalq'a. El aspecto importante del sistema energético radica en que la energía eléctrica producida por la MCH está destinada íntegramente al uso productivo, ya que no se tiene un sistema de distribución eléctrica para los habitantes del lugar, debido a su alto grado de dispersión. Sin embargo, la proyección de usar la energía eléctrica remanente para cargar baterías está dada.

La Empresa Comunal de Irupampa funciona con el apoyo de la Fundación ASUR (Antropólogos del Sur Andino), quienes con el afán de optimizar los procesos productivos de hilandería, intentaron con distintas opciones tecnológicas el abastecimiento de energía, llegando finalmente a implementar una MCH.

ASUR conjuntamente con el Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés implementaron la MCH de 25 kVA con turbina Pelton de dos chorros y toberas intercambiables que permiten generar desde 3 hasta 22 kW, debido a la gran fluctuación de caudales en la cuenca a lo largo del año (12 000 a 1.8 l/s), cabe mencionar que cuenta con un tanque de regulación diaria de 800 m<sup>3</sup>.

### Rehabilitaciones

Existen casos de algunas centrales hidroeléctricas que están actualmente fuera de servicio pero con posibilidades de rehabilitación, principalmente para conectarlas a la red de energía eléctrica, ya que el marco de la nueva «Ley de Electricidad de Bolivia» brinda esta opción.



## PROYECTOS DE MINICENTRALES HIDROELECTRICAS EN BOLIVIA INVENTARIADOS POR PROPER

Nombre	Localización	Potencia Instalada	Beneficiarios	Institución Mediadora	Estado del Proyecto
MCH Pojo	Carrasco-Cbba	65 kW	350 Fam.	PRIV	Diseño final
MCH QewiñaPampa	Carrasco-Cbba	50 kW	220 Fam.	DESEC	Diseño final
MCH Epizana	Epizana Cbba.	100 kW	550 Fam.	Energética	Diseño final
(rehabilitación) MCH Pairumani	Quillacollo Cbba.	100 kW	Venta a la red de ELFEC	Fundación Patiño	Diseño final
MCH Independencia	Ayopaya Cbba.	100 kW	365 Fam.	Alcaldía	Prefactibilidad
MCH Chulchungani	Carrasco-Cbba.	40 kW	150 Fam.	CEDEAGRO	Perfil
Interconexión MCH Tujma	Mizque Cochabamba	353 kW	Venta a la red	ELFEC	En ejecución
MCH Pocona	Carrasco Cbba	60 kW	205 Fam.	Alcaldía Pocona	Perfil
MCH Sicaya	Prov Capinota Cbba	40 kW	189 Fam.	---	Diseño final
MCH Postrevalle	Vallegrande SCZ	50 kW	300 Fam.	CRE	Perfil
MCH Pucará	Vallegrande SCZ	60 kW	253 Fam.	CEFIL	Prefactibilidad
MCH Pocomayo	Prov. Muñecas LPZ	25 kW	102 Fam.	---	Perfil
MCH Circuata	Prov. Inquisivi LPZ	350 kW	1.284 Fam.	---	Perfil
MCH Oro Verde	Nor Yungas LPZ	15 kW	45 Fam.	---	Perfil
MCH Tucupí	Alto Beni LPZ	30 kW	120 Fam.	Comité Cívico	Perfil
MCH Huachi	Alto Beni LPZ	25 kW	162 Fam.	Comité Cívico	Perfil
MCH Remolinos	Alto Beni LPZ	20 kW	60 Fam.	Comité Cívico	Perfil
MCH Covendo	Alto Beni LPZ	40 kW	160 Fam.	Comité Cívico	Perfil
Cargador de baterías Cotosi	Camacho LPZ	5 kW	137 Fam.	ORPA	Perfil
Cargador Quilihuyo	Prov. Camacho LPZ	5 kW	120 Fam.	ORPA	Perfil
MCH Llallagua	Prov. Manuel Pando LPZ	5 kW	70 Fam.	Misión Alianza Noruega	Perfil
MCH Huarinillas	Nor Yungas La Paz	205 kW	Venta a la red		Perfil
MCH Sevaruyo	Prov. Avaroa Oruro	50 kW	200 Fam.	CORDEOR	Perfil
(rehabil.) MCH Condo	Prov. Pagador Oruro	53 kW	Venta a la red	CORDEOR	Identificado
MCH Chapimayu	H. Siles Chuquisaca	30 kW	72 Fam.	CORDECH	Perfil

Como un estudio de caso se presenta el análisis de la «MCH Pairumani» que permitiría a parte de generar ingresos económicos por la venta de electricidad a la red, ser un centro demostrativo y de testeo de turbinas hidráulicas.

A 20 kms. de la ciudad de Cochabamba en la provincia de Quillacollo, se encuentra «Villa Albina» que fue la casa de campo de la familia Patiño y que en la actualidad pertenece a la Fundación Simón I. Patiño con base en Ginebra, (Suiza). En estas instalaciones se encuentra una MCH construida en 1926 y cuya operación cesó en el año 1987; existen

dos turbo-generadores Pelton de 60 kVA cada uno.

La Fundación Patiño tiene en estos predios: una Granja Pecuaria, un Centro Fitotécnico y el Programa de Semillas, con equipamiento que requiere energía eléctrica para sus diferentes procesos productivos, la cual es suministrada por la red eléctrica de la «Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba (ELFEC S.A.M.)», a través de una línea trifásica de 24.9 kV de tensión y un transformador de 112.5 kVA/380-220V. El consumo eléctrico promedio anual para todas las instalaciones descritas es 91154 kWh.

### Propuesta de rehabilitación de la microcentral

La empresa CARPE que es proveedora y fabricante de turbinas hidráulicas, asentada en Cochabamba, tuvo la iniciativa de rehabilitar la MCH a fin de disponer de un centro demostrativo que permita mostrar la tecnología de las MCH'S y eventualmente realizar pruebas de turbinas, ofertando también la posibilidad que CARPE pueda administrar la MCH, en caso que la Fundación Patiño así lo decidiera. Por tanto con apoyo de la consultora CBP se llevó a cabo el Estudio de Rehabilitación.



## Aspectos técnicos para la rehabilitación

- Todas las obras civiles como: toma, desarenador, canal de aducción, cámara de carga y casa de máquinas, están en condiciones de trabajar por un período de 20 años aproximadamente, ya que los propietarios realizan el mantenimiento de estas obras con el fin de usarlas para la conducción de agua para riego, derivadas de la cámara de carga y conducidas por el canal de derivación de la MCH hasta los terrenos de cultivo ubicados aguas abajo del canal de restitución de la casa de máquinas.
- La obra de toma actualmente funciona sólo para el sistema de riego, pero requiere una limpieza del lecho de río e implementar un sistema de defensas para evitar que las crecidas del río destruyan esta obra.
- Tanto las turbinas como los generadores están en condiciones de funcionar; pero se planifica restaurar la parte electromecánica, con el fin de convertir la casa de máquinas en museo, permitiendo una parte del espacio de la casa de máquinas para el emplazamiento de un nuevo grupo electromecánico de 125 kVA con turbina Pelton y Generador Asíncrono (GAS), que se conectará en paralelo a la red del ELFEC.

- La energía eléctrica que requieren las instalaciones de la Fundación sólo alcanza a un 15% de la que puede generar la MCH, por tanto se planteó vender los excedentes a ELFEC, logrando de esta manera ingresos económicos que justifiquen la inversión.
- El presupuesto que se calcula para la rehabilitación es de 76 288 \$US, que engloba la parte de obras civiles y grupo electromecánico, dando un

costo específico de 727 \$US/kW.

- Los posibles esquemas de administración para la MCH a rehabilitar fueron propuestos a los propietarios de la planta, quienes prefieren que tanto la inversión, como la administración de la MCH sea realizada por un grupo privado, solicitando a condición de pago por la propiedad de la planta, la energía eléctrica que requiere su sistema instalado.

### Primer curso internacional

## Motores como generadores: una alternativa para el medio rural

Con gran éxito se realizó el Primer Curso Internacional Motores como Generadores: "Una alternativa para el medio rural", organizado por Intermediate Technology Development Group, ITDG (Perú) y la Pontificia Universidad Católica del Perú, contando con el apoyo de la Embajada Británica y DELCROSA, fabricante nacional de motores. El curso se llevó a cabo entre el 23 y 29 de octubre de 1995 en el Laboratorio de Electricidad de la PUCP. El expositor fue el Dr. Nigel Smith, consultor del proyecto "Moto-

res como Generadores para MCHs" de ITDG Inglaterra y de la empresa Smith & Associates.

Los participantes fueron 20 ingenieros y técnicos de diversos países de Latinoamérica que cuentan con experiencia en el campo de instalación y/o fabricación de equipos electromecánicos para MCHs. De esta manera se busca promover y difundir el empleo de tecnologías apropiadas para reducir el costo de inversión en proyectos de MCHs.

# Las microcentrales hidroeléctricas a la sombra de los megaproyectos energéticos

por Jorge Senn

## Introducción

En toda América Latina se está implementando desde hace algunos años un nuevo modelo económico. Frente al mayor o menor fracaso de modelos pretéritos, la mayoría de los gobernantes ha puesto toda su confianza en el neoliberalismo económico que actualmente vivimos y del cual se prometen la solución de todos los males.

Después de la «década perdida» (años ochenta), sumado a los fracasos que ya vienen de arrastre desde antes, se trata ahora en pocos años de recuperar a toda prisa el «tiempo perdido». En este afán de recuperar el tiempo perdido se dan pasos a veces demasiado agigantados sin

medir -en muchos casos- las consecuencias que ello implica.

Estamos viviendo una película ya vista, pero en reversa. Mucho de lo que antes era «malo» pasó a ser «bueno». Las actuales vedets son; privatización, monopolización (solapada), desregulación, agrupación, regionalización, apertura de fronteras comerciales.

El presente trabajo no pretende analizar las bondades o falencias de un determinado modelo económico, sino, establecido el mismo, motivar el debate sobre las formas de proceder que se requieren para proseguir con los programas de implementación de Microcentrales Hidroeléctricas (MCH's) en la forma que

creemos adecuada en función de la experiencia adquirida, corrigiendo errores propios y adecuando las actividades al nuevo marco socio-económico establecido. Por otra parte, tratar de efectuar un modesto aporte a un desarrollo más racional y compatible con el medio ambiente en que nos toca vivir.

## Energía y desarrollo

A nadie escapa que dentro de los conceptos tradicionales se requiere -entre otras cosas no menos importantes- abundante energía a costos reducidos para motivar un sostenido desarrollo industrial.

Una de las mayores metas que plantea el nuevo modelo socio-económico



imperante es alcanzar a la brevedad posible el grado de desarrollo que durante tantos años se ha soñado y que hasta el momento ha sido tan esquivo.

Para ello fundamentalmente se trata de achicar el aparato estatal, desestatizar las empresas del servicio público, desregular precios, etc.

En el proceso de privatización se venden (o han vendido) «las joyas de la abuela» a fin de pagar viejas deudas y de realizar inversiones que presuntamente deben promover el desarrollo.

Al contrario de lo que ocurre en regiones altamente desarrolladas, Latinoamérica aún posee muchos recursos energéticos no aprovechados. Entre éstos, el hídrico es uno de los más importantes. En la desenfrenada búsqueda del desarrollo soñado, se pretende aprovechar al máximo estos recursos a fin de garantizar abundante y barata energía eléctrica en la suposición de que ésto atraerá por sí mismo las inversiones y el consecuente desarrollo económico.

No pocas veces este afán lleva a decisiones muy discutibles o equivocadas, especialmente teniendo en cuenta que las mismas se toman desde un gobierno centralizado con poco conocimiento integral de las zonas afectadas y generalmente respondiendo prioritariamente a intereses macroeconómicos y políticos.

La prioridad absoluta parece ser la maximización energética de todo posible proyecto, sin medir -en casi todos los casos- las consecuencias. La opinión de la población afectada y de los gobiernos locales, poco importa. Los enormes daños socio-económicos y el nefasto impacto ambiental que en la mayoría de los casos está a ello asociado, carece de importancia frente al supremo justificativo del «interés nacional». Llamar la atención sobre ello, advertir sobre sus consecuencias también negativas u oponerse, se considera casi como una «traición a la patria» o, en el mejor de los casos, «oposición al desarrollo» o «ecolatría».

### Ejemplo: El aprovechamiento de la Cuenca del Plata

La Cuenca del Plata, compuesto por los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay y sus afluentes, representa uno de los mayores potenciales hídricos aún existentes (70 000 MW teóricos) y solamente parcialmente aprovechado. En territorio brasileño existen numerosos aprovechamientos tanto sobre el río Paraná, el Iguazú (afluente de éste) y del río Uruguay. Los aprovechamientos binacionales existentes son:

- Itaipú (Brasil-Paraguay): 12 600 MW. En funcionamiento.
- Salto Grande (Argentina-Uruguay): 1890 MW. Funcionamiento.
- Yaciretá (Argentina-Paraguay): 2 700 MW. En construcción, funcionamiento parcial.

En los próximos años está prevista la construcción de las siguientes centrales hidroeléctricas:

- Corpus (Argentina-Paraguay): 4 600 MW. Proyecto ejecutivo.
- Carabí (Argentina-Brasil): 1 800 MW. Proyecto ejecutivo.
- Roncador-Panambí (Argentina-Brasil): 3 960 MW. Prefactibilidad
- San Pedro (Argentina-Brasil): 740 MW. Prefactibilidad.
- Itatí (Argentina-Paraguay). Planificada.
- Patí (Argentina): 2 900 MW. Proyecto ejecutivo.
- Paraná Medio/Chapetón (Argentina): 3 000 MW. P. ejecutivo.
- 4 centrales (2 sobre el río Iguazú y 2 sobre el Uruguay). En territorio brasileño.

Revisando estos megaproyectos, salta a la vista que cada uno de ellos está planteado desde el punto de vista de su maximización energética (máximo aprovechamiento energético posible), sin importar mucho qué y cuánto inunda cada uno.

En el aspecto del impacto ambiental los informes se repiten: «se considera que el impacto ambiental será mínimo. Las tierras a inundar son de baja calidad. Se deberá prever la relocalización de algunas poblaciones afectadas y se deberán adoptar medidas precautorias necesarias para minimizar eventuales problemas en la zona de influencia».

De concretarse estos proyectos, la provincia de Misiones, Argentina, prácticamente se convertiría en una gran isla, rodeada de enormes lagos artificiales. El Aprovechamiento Roncador-Panambí sobre el río Uruguay dejaría bajo sus aguas a los Saltos del Moconá (frontera argentino-brasileña), que con sus 3.6 km de extensión, son los saltos más extensos del planeta. ¿Se repetirá lo ocurrido con los Saltos del Guairá que han desaparecido para siempre bajo las aguas del embalse de Itaipú?

La Central Hidroeléctrica de Yaciretá, actualmente en su última fase de construcción, ha entrado en funcionamiento con algunas máquinas. La cola del embalse sube lentamente y con ello aparecen los primeros problemas: las mal llamadas «obras complementarias» en las ciudades afectadas (Posadas y Encar-

nación) no están ejecutadas. La limpieza del vaso no ha sido adecuado y ya ha tenido que ser paralizado su funcionamiento por las enormes cantidades de biomasa acumulada en la zona de toma de las turbinas. Por problemas de diseño en los vertederos se produce alta concentración de gases en el agua provocando elevada mortalidad de peces aguas abajo. La cantidad de peces que, siguiendo su instinto milenario, tratan de migrar río arriba se concentran aguas abajo del vertedero sin posibilidades de seguir y destinados a morir a manos de los abundantes predadores que se dan cita en la zona.

El ascensor de peces no funciona y cuando lo hace no es adecuado. Anteriormente el «tapón» lo constituía Itaipú, ahora ya no superan Yaciretá.

La población de la región comienza a darse cuenta que no todo eran rosas y beneficios y comienzan a elevarse algunas voces de protesta. Pero más allá de todo ello y como si no pasara nada, los gobernantes siguen avanzando en la concreción de los nuevos megaproyectos. El «progreso» todo lo justifica!..

### El impacto de los megaproyectos

Como ya fuera indicado, todos estos proyectos se planifican para obtener un máximo aprovechamiento energético, ignorando -exprofeso- que ello también significa una maximización de los impactos negativos, tanto culturales, sociales, económicos y ambientales. En la mayoría de los casos, por ganar unos metros más se inundan sin contemplación enormes extensiones de tierras cultivadas/cultivables, reservas forestales, pueblos, ciudades, bellezas naturales. La población urbana y suburbana afectada se ve obligada a un forzoso éxodo y consecuente desarraigo.

Al estar la mayoría de los aprovechamientos ubicados en zonas tropicales y subtropicales están aseguradas las enfermedades asociadas en forma directa o indirecta a las represas: esquistosomiasis, paludismo, fiebre amarilla, leptospirosis, enteroparasitosis.

En el plano económico, en los últimos meses se ha comenzado seriamente a hablar de la privatización de los grandes emprendimientos hidroeléctricos. Ya ni siquiera serán patrimonio nacional. Pertenecerán a alguna empresa multinacional cuya prioridad evidente será la de obtener el máximo beneficio económico. Lo que sí -con toda garantía- seguirá siendo nuestro patrimonio «in aeternum» serán los impactos y consecuencias negativas. Todo ello mucho recuerda a



aquella vieja canción del folklore argentino:

*Las penas y las vaquitas,  
van por la misma senda.  
Las penas son de nosotros,  
las vaquitas son ajenas.*

## Las MCH's a la sombra de los megaproyectos

Con las MCH's ocurre prácticamente lo mismo que con otras fuentes energéticas renovables (biomasa, solar, eólica, geotermia).

Los gobernantes, generalmente desconocedores de las cuestiones técnicas y extasiados con las perspectivas del gran desarrollo que prometen los grandes emprendimientos, no perciben el grado de importancia que pueden tener los aprovechamientos energéticos a pequeña escala. Se trata el tema con cierta "benevolencia". Las grandes promesas de desarrollo que sugiere la abundante y barata energía hace que las MCH's no sean "políticamente interesantes".

Los técnicos, asesores de los gobernantes, buenos conocedores del tema pero subidos al caballo de los megaproyectos por jugosos intereses propios, no recomiendan los pequeños proyectos bajo el argumento de un supuesto costo demasiado elevado por unidad de potencia instalada.

Los entusiasmados con el paraíso terrenal que les promete el desarrollo, tildan de "ecólatras" a todo aquel que genuinamente se preocupa por los efectos negativos de los megaproyectos y que de alguna manera -sin desmerecer el necesario desarrollo- tratan de preservar el planeta mínimamente habitable proponiendo alternativas y acciones más coherentes.

Supuestamente los megaproyectos garantizan abundante y barata energía. Es uno de los grandes argumentos que las justifican. Lamentablemente la realidad muestra otra cosa: Itaipú debió haber costado 2 500 Millones de US\$, termino costando 25 000 Millones de US\$.

Yaciretá ha sido calificada por el propio presidente argentino como "monumento a la corrupción" y cuatro años antes de la entrada en funcionamiento de la primera turbina, su costo ya se había decuplicado. ¿cuál será su costo final? ¿habrá energía más cara que ésta?

## Posibles acciones

Sin pretender ser dueños de la verdad, pero teniendo a nuestro favor un conoci-

miento técnico del tema nada despreciable y generalmente libre de intereses políticos o macroeconómicos, los del mundo de las MCH's estamos en condiciones de hacer significativos aportes para promover acciones en dos direcciones que, siendo del mismo tema tienen poco en común:

- Por un lado la difusión y promoción de las posibilidades del aprovechamiento de pequeños recursos hídricos, no con el interés mezquino de "vender nuestro propio charque" o plantearlo ilusoriamente como una alternativa a los megaproyectos; sino en el convencimiento de su verdadera utilidad en el marco de un sano desarrollo local y perfectamente compatible con el medio ambiente.
- Por otra parte, utilizar todos los medios a nuestro alcance (medios de comunicación, contactos personales con decisores políticos, charlas, conferencias, influencias políticas, etc) a fin de lograr que los megaproyectos planteados en todos nuestros países se realicen en forma más coherente y más compatibles con el medio natural en el que se insertan.

Se argumenta que hará falta mucha energía para el desarrollo y que por ello son indispensables los megaproyectos. Hasta cierto punto ello es verdad, pero no justifica las atrocidades políticas, técnicas, económicas, sociales y ecológicas que al amparo de ello se realizan. Sólo algunos ejemplos:

\*Estaciones convertidoras de frecuencia:

Caso Itaipú: 18 turbinas, 9 paraguayas, 9 brasileñas. Frecuencia en el Paraguay: 50 Hz. Frecuencia en el Brasil: 60Hz. A Paraguay le sobra la energía que genera una turbina, por lo tanto el producto de ocho turbinas se vende a Brasil. Para ello hace falta una conversión de frecuencia 50/60Hz. Tamaña estación convertidora no solamente tiene el costo de otra central hidroeléctrica nada despreciable, sino que lleva asociado una elevada pérdida de energía (otra central nada pequeña).

\*Líneas de transmisión y estaciones transformadoras: los centros de consumo se encuentran generalmente a 1000 km. de distancia o más. Todo se deriva hacia allí. Poco se hace para promover el desarrollo o la localización de industrias en la región del emplazamiento. El costo de las líneas de transmisión es elevadísimo y las pérdidas de energía en el trayecto igualmente grandes.

\*Maximización energética: se pretende obtener de una sola represa -como obra faraónica- el máximo potencial energético disponible. Poco importa el impacto

ambiental y las consecuencias negativas de todo tipo. Casi la misma energía podría obtenerse con otras escalonadas cuyo área de inundación no supera los niveles naturales de crecidas. Argumento negativo: varias obras cuestan más que una sola grande. Acostumbrados estamos a que una obra cuesta 10 veces más que lo planificado, significa que con mejor planificación y algo menos de corrupción se podrán hacer al menos 5 de las más pequeñas.

\*Obras complementarias, mitigación del impacto: si se destinara sólo un pequeño porcentaje del "costo funcionario" (corrupción) hasta el momento inevitable, a las obras complementarias, a pagar indemnizaciones justas, a relocalizar dignamente a las familias afectadas proveyéndolas de nuevas fuentes de ingresos, a obras que mitiguen significativamente el impacto ambiental, las grandes represas serían mucho menos dañinas de lo que actualmente son.

## Conclusiones

El desarrollo es necesario, pero igualmente necesario es "humanizarlo". Para el desarrollo necesitamos energía y en forma creciente. No sólo se resuelve este problema construyendo más megaproyectos.

En nuestra calidad de técnicos en el tema, debemos asumir ciertas responsabilidades que permiten un desarrollo no sólo sostenible, sino coherente y lo menos destructivo posible.

No deberá comenzarse generando más energía, sino en primer lugar usar racionalmente la que ya disponemos.

Cuando sea necesaria nueva o mayor cantidad de energía, concentremos el esfuerzo en generarla con un mínimo impacto adverso. Las pequeñas centrales se acercan a este ideal.

Cuando los grandes proyectos sean inevitables, ¿cuál será la actitud de adoptar? ¿qué debemos y podemos hacer? ¿Un megaproyecto ya no se dinamitará una vez construido, por más mal que estuviera hecho y por más grande y negativo fuera su impacto!

Sin pretender ser "salvadores", luchar por la coherencia y la vida, es un deber que debemos asumir, no sólo en beneficio propio, sino en el de los habitantes de la región y de las generaciones futura.

## Referencia bibliográfica

Walter Power & Dam Constructions.



## Necesidades y modelos...

(Viene de la página 4)

rando que al final esta "red" de organismos independientes puedan manejar la difusión de MCH's. Actualmente, el proyecto mismo desempeña el rol fuerte de "gestor" y financia gran parte de los servicios. Queda todavía por definir, quién va a asumir en el futuro este rol y cómo.

Después de concluir el apoyo de la cooperación técnica, PROMIHDEC tenía que reducir su tamaño drásticamente. Por la dificultad de conseguir financiamiento para cumplir las funciones de "relacionador" y "operador", hoy está concentrando su actuar más en la gestión y ejecución. Además, por no haber tenido el respaldo esperado por parte de los socios (los miembros del Directorio que mandaban los socios, entendieron su labor más como fiscalizadores y aportaron poco para el desarrollo del organismo y sus estrategias de difusión de MCH's), se están viendo las posibilidades de transformar la institución en una empresa privada.

### Perspectivas

A pesar de ciertos progresos en el desarrollo de nuevos modelos, caben dudas si la difusión de MCH's puede basarse únicamente sobre esquemas de lógica del mercado.

Es cierto que el interés económico inherente en estos esquemas produce más eficiencia, flexibilidad y agilidad por parte de los actores, dando así más "empuje" a los proyectos. Además, la necesidad de aplicar criterios más rígidos de factibilidad, la creciente conciencia sobre el valor del "producto electricidad" por parte de los beneficiarios y la necesidad de su participación activa en el desarrollo de su proyecto de electrificación, lleva a proyectos más sostenibles. Pero las condiciones son:

- La disponibilidad y selección adecuada de los integrantes (instituciones o personas) del sistema de servicios, inte-

respecífico, estabilidad institucional, impacto en el medio.

- La existencia de suficientes potenciales factibles.
- La aplicación de tecnología altamente confiable, que normalmente es cara. Por lo tanto, queda la gran interrogante si la institucionalidad creada por los proyectos de cooperación técnica puede autosostenerse. Los problemas que persisten son:

- ¿Quién financia al final estas actividades de apoyo para el beneficiario rural?
- ¿Cómo continuar la capacitación y la transferencia tecnológica permanentemente necesaria, después del vencimiento del proyecto?
- ¿Existe un mercado suficientemente grande (en base de proyectos factibles) para mantener una oferta con la alta calificación y especialización necesaria?

Puesto es que las actividades de "relacionamiento", "gestión" de proyectos y de apoyo en la operación son elementos claves para el mayor éxito de estrategias de difusión de las MCH's. Tanto para identificar "buenos" proyectos, como para presentarles adecuadamente para solicitar financiamiento y para comprobar la bondad del concepto de MCH's en la electrificación rural, demostrando que sí es posible que una comunidad campesina puede administrar su propio sistema eléctrico.

Entonces, si el mercado no posibilita debidamente llevar a cabo estas actividades de desarrollo, parece legítimo solicitar apoyo a instancias gubernamentales o agencias internacionales. Aquí también vale que la inversión en un concepto de "ayuda para la autoayuda", a través de estructuras hasta cierto grado comprobadas y más conforme con las ideas del mercado, al final resulta más barata y contribuye más al objetivo del desarrollo que la donación de una planta.

## IMPRESSUM

HIDRORED es una revista internacional para la divulgación de información sobre técnicas y experiencias en micro hidroenergía. Paralela a ésta existe la revista HYDRONET editada en inglés en Sri Lanka con quienes tenemos una mutua colaboración.

### Corresponsales

- Argentina (Misiones)*  
Jorge Senn
- Bolivia (Cochabamba)*  
Walter Canedo
- Chile (Concepción)*  
Carlos Bonifetti
- Colombia (Bogotá)*  
José Montaña
- Ecuador (Quito)*  
Milton Balseca
- México (Xalapa)*  
Claudio Alatorre
- Perú (Cuzco)*  
Enrique Rodríguez
- Perú (Lima)*  
Teodoro Sánchez
- Venezuela (Caracas)*  
Carlos Flores

### Comité Editorial

- Teodoro Sánchez (ITDG-Perú)  
Walter Canedo (PROPER)  
Enrique Rodríguez (PROMIHDEC)

### Editores Asociados

- Carlos Bonifetti (MTF LTDA.)  
José A. Muñiz (HIDROSERVIS)  
Javier Ramírez-Gastón (Consultor)  
Jorge Senn (ATAHUALPA)  
Thomas Scheutzlich (PROJEKT-CONSULT)  
Carlos Zárate (FAKT)

### Editores

HIDRORED: ITDG-Perú, Casilla Postal 18-0620 Lima, Perú, Fax (511) 446-6621, E-mail: hidrored@itdg.org.pe

### Traducción

Doreen Watt de Fisher

### Asistencia de Edición

Homero Miranda, Beatriz Febres, ITDG-Perú

### Diagramación y Edición Gráfica

Ricardo Carrera

### Producción

Soledad Hamann, ITDG-Perú