

FD-HHA-454  
47582

**EVALUACION DEL PROYECTO AID NO. 527-0226**  
**PARA EL**  
**DESARROLLO DE PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELECTRICAS**

Preparado para  
la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)  
y  
la Empresa Pública de Electricidad del Perú (ELECTROPERU)

Bajo Contrato AID No. 527-0226-C-00-6775-00

Arthur D. Little, Inc.  
Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

12 de noviembre de 1986

ADL 56855

## PREFACIO

El presente informe fue entregado en borrador a AID y ELECTROPERU a finales del mes de octubre de 1986, con el propósito de solicitar sus observaciones y comentarios. Después de recibirlos, el texto fue revisado y modificado para incorporar los ajustes correspondientes que, a criterio de la misión consultora, se justificaran. Al mismo tiempo, se aprovechó la oportunidad para agregar al informe bastante información pertinente recibida después de presentarse el primer borrador.

Los miembros del equipo de evaluación quisieran agradecer y dejar constancia de la buena colaboración y ayuda recibida del personal de la Oficina del Convenio AID y de otras dependencias de ELECTROPERU, así como del personal de AID vinculado al Proyecto.

También, a la Oficina de Informática de la Sub-Gerencia de Electrificación de ELECTROPERU, se le agradece el aporte de su equipo de cómputo para la preparación e impresión del presente informe.

## DEFINICIONES

AID	Agencia para el Desarrollo Internacional
BANVIP	Banco de la Vivienda del Perú
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CESPAC	Centro de Servicios de Pedagogía, Audiovisual para la Capacitación
COMMSA	Consultores Mineros Metalúrgicos S.A.
EFET	Escuela de Formación Electrotécnica de ELECTROLIMA
ELECTROPERU	Empresa Pública de Electricidad del Perú S.A.
ERE	Empresa Regional de Electricidad
ETEMHI	Escuela Técnica de Mecánica e Hidráulica de ELECTROLIMA
FTPA	Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto
GDP	Gobierno del Perú
HIDRANDINA	Empresa Regional Electro Norte Medio HIDRANDINA S.A.
MEM	Ministerio de Energía y Minas
NRECA	National Rural Electric Cooperative Association
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPTA	Oficina del Programa de Tecnología Aplicada
PCH	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
PSE	Pequeño Sistema Eléctrico (pequeñas redes eléctricas)
RULCOP	Reglamento Único de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas
SPE	Servicio de Promoción Eléctrica de la Sub-Gerencia de Electrificación Rural de ELECTROPERU
UPE	Unidad de Proyectos de Electrificación

En las cifras numéricas, el punto separa decimales y la coma, miles y millones.

I/.	=	inti
US\$	=	dólar USA (US\$ 1.00 = I/. 17.50)
L	=	libra esterlina (L 1.00 = I/. 20.15)
kW	=	1,000 vatios
MW	=	1,000 kW
kV	=	1,000 voltios

microcentrales hidroeléctricas	-	capacidad hasta 100 kW
minicentrales hidroeléctricas	-	capacidad entre 100 kW y 1,000 kW
pequeña central hidroeléctrica	-	capacidad menor de 10,000 kW

## INDICE

	<u>Página</u>
<b>1. RESUMEN</b>	
1.1 Objetivos del Proyecto	1-1
1.2 Propósitos de la Evaluación	1-1
1.3 Metodología Empleada en la Evaluación	1-2
1.4 Progreso Realizado por ELECTROPERU	1-2
1.5 Perspectivas para el Logro de las Metas	1-3
1.6 Desarrollo Futuro de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	1-4
1.7 Resumen de los Exitos del Proyecto	1-4
1.8 Resumen de Deficiencias que Requieren Atención Inmediata	1-5
1.9 Resumen de Problemas con Solución a Mediano Plazo	1-7
<b>2. INTRODUCCION</b>	
2.1 Descripción del Proyecto	2-1
2.2 Propósitos de la Evaluación	2-2
2.3 Alcance de la Evaluación	2-3
2.4 Metodología Empleada en la Evaluación	2-4
2.5 Integrantes de la Misión Consultora	2-5
<b>3. DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL PERU</b>	
3.1 Breve Historia de la Electrificación Rural	3-1
3.2 Programas y Proyectos de Electrificación Rural	3-2
<b>4. DESARROLLO INSTITUCIONAL DE ELECTROPERU</b>	
4.1 Organización y Administración del Proyecto	4-1
4.1.1 Ejecución del Proyecto en ELECTROPERU	4-1
4.1.2 Apoyo del Proyecto por la Institución	4-1
4.1.3 Problemas Administrativos y de Organización Encontrados	4-2
4.1.4 Acciones Recomendadas para Reforzar la Administración	4-3
4.2 Estudios y Selección de Subproyectos	4-4
4.2.1 Metodología de Evaluación Económica Nacional	4-4
4.2.2 Evaluación de los Estudios Definitivos	4-6
4.2.3 Revisión de los Criterios para Selección de Subproyectos	4-8
4.2.4 Recomendaciones para Mejorar Estudios y Selección de Subproyectos	4-9
4.3 Licitación, Adjudicación y Contratación de Obras y Equipos	4-10
4.3.1 Revisión de Procedimientos y Requerimientos	4-11
4.3.2 Definición y Tratamiento de Imprevistos	4-12
4.3.3 Fomento de la Capacidad Industrial Nacional	4-13
4.3.4 Recomendaciones para Agilizar el Proceso y/o Reducir Costos	4-14
4.4 Supervisión y Ejecución de Obras	4-14
4.4.1 Ejecución por Administración o por Contrato	4-14
4.4.2 Dirección e Inspección de Obras	4-15
4.4.3 Relaciones con Contratistas y Fabricantes	4-16
4.4.4 Recomendaciones para Facilitar la Supervisión y Ejecución de Obras	4-16

4.5	Utilización de la Asistencia Técnica	4-16
4.5.1	Evaluación de la Asistencia Técnica Suministrada	4-17
4.5.2	Necesidades Previstas de Asistencia Técnica	4-20
4.6	Coordinación con las Otras Instituciones Involucradas	4-20
4.6.1	Relaciones con las Empresas Regionales	4-20
4.6.2	Relaciones con Otras Instituciones	4-21
4.6.3	Recomendaciones sobre Relaciones Institucionales	4-22
4.7	Capacidad de ELECTROPERU de Ejecutar Otros Proyectos Semejantes	4-22
5.	PROGRAMA DE CONSTRUCCION	
5.1	Progreso Realizado en las Obras	5-1
5.2	Plan de Ejecución Actual y Probable	5-2
5.3	Acciones Necesarias para Lograr las Metas	5-2
6.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	
6.1	Enfoque Institucional de la Operación y Mantenimiento	6-1
6.2	Deficiencias Observadas	6-2
6.3	Medidas Recomendadas para Mejorar las Operaciones	6-3
6.4	Medidas Recomendadas para Asegurar un Mantenimiento Adecuado	6-4
7.	PROMOCION DEL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA	
7.1	Importancia de la Promoción	7-1
7.2	Promoción Efectuada por ELECTROPERU	7-1
7.2.1	Promoción del Uso Doméstico (Promoción Inicial)	7-1
7.2.2	Promoción del Uso Productivo	7-2
7.3	Resultados de la Campaña de Promoción	7-3
7.3.1	Redes Secundarias y Conexiones Domésticas	7-3
7.3.2	Estímulo de Usos Productivos	7-5
7.4	Medidas Recomendadas para Fomentar un Adecuado Aprovechamiento de la Energía Eléctrica	7-6
8.	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO CON SU PAPEL EN LA ESTRATEGIA GLOBAL DE LA MISION AID	8-1
9.	PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO FUTURO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS	
9.1	Prioridades de Desarrollo del Gobierno del Perú	9-1
9.2	Beneficios de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	9-2
9.3	Comparación con Otras Fuentes de Energía Eléctrica	9-2
9.4	Papel de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en el Programa Global de Desarrollo de la Energía Eléctrica	9-3
10.	RESUMEN DE LOS EXITOS DEL PROYECTO	10-1
11.	RESUMEN DE LAS DEFICIENCIAS Y PROBLEMAS Y LAS ACCIONES RECOMENDADAS	
11.1	Deficiencias y Problemas que Requieren Atención Inmediata	11-1
11.2	Deficiencias y Problemas con Solución a Mediano Plazo	11-2

## LISTA DE CUADROS

<u>Número</u>		<u>Página</u>
5-1	Avance de las Obras	5-4
5-2	Fechas Estimadas de Terminación de los Subproyectos	5-5

## LISTA DE ANEXOS

<u>Número</u>	
1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - Convenio AID
2	Nómina de Personas Entrevistadas
3	Documentos Principales Revisados
4	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Existentes en el Perú
5	Proyectos de Minicentrales en Ejecución con Financiamiento Externo
6	Organigrama General de ELECTROPERU
7	Organigrama de la Sub-Gerencia de Electrificación
8	Descripción de la "Metodología AID" para la Evaluación Económica de los Subproyectos
9	Estado Actual de los Proyectos
10	Costos Reales Comparados con Costos Estimados
11	Comparación de Costos de Diferentes Fuentes de Energía Eléctrica

## 1. RESUMEN

### 1.1 Objetivos del Proyecto

El propósito principal del Proyecto para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas ha sido el fortalecimiento en el Perú de una base institucional capaz de suministrar energía eléctrica, por medio de la generación hidráulica y a costos razonables, a los pueblos rurales en la Sierra y la Selva Alta.

Más específicamente, se ha pretendido que las actividades de asistencia técnica y adiestramiento se enfocaran en la formulación de una metodología para la evaluación técnica y económica y la selección de proyectos, la preparación de estudios de factibilidad, el entrenamiento de personal y la implantación de programas adecuados para la operación y mantenimiento de las PCH, y el desarrollo de un programa para la promoción del uso productivo y racional de la energía eléctrica en las áreas rurales afectadas por el Proyecto. El intento del Convenio ha sido no solamente el de construir las instalaciones eléctricas, sino también el de asegurar que ELECTROPERU se dotara con personal calificado y procedimientos adecuados para la exitosa ejecución futura de proyectos semejantes.

El Convenio del Proyecto se firmó en noviembre de 1980, con un aporte financiero de la AID de un Préstamo de US\$ 9 millones y una Donación de hasta US\$ 1 millón. De acuerdo con el progreso alcanzado en la utilización de estos últimos fondos, el monto final de la Donación ha sido fijado en US\$ 750,000. El Gobierno del Perú (GDP) acordó aportar al Proyecto un total neto equivalente de US\$ 4.4 millones. Esta contribución fue aumentada a US\$ 6.36 millones en mayo de 1985.

A la fecha del presente informe, se ha puesto en operación tres de las 10 PCH abarcadas por el Convenio. La Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto (FTAP) se ha fijado en el 19 de mayo de 1987.

### 1.2 Propósitos de la Evaluación

Los propósitos de la evaluación del Proyecto, establecidos por la AID, son los siguientes:

- Comprobar el progreso logrado en cada una de las tareas y sub-programas del Proyecto y recomendar las acciones necesarias para mejorar y expeditar la ejecución del Proyecto.
- Analizar la institucionalización en ELECTROPERU del Programa para el Desarrollo de PCH, y determinar la capacidad de ELECTROPERU de llevar a cabo otro proyecto similar al Proyecto financiado por la AID.
- Revisar los estudios socio-económicos de las PCH, comparar los beneficios esperados de ellos con los beneficios provenientes de proyectos existentes y propuestos de mayor magnitud, y determinar la tasa de retorno económico y social relativa de los proyectos pequeños y la prioridad de financiamiento futuro que debería asignarse a ellos.

- Revisar la metodología utilizada para la preparación y evaluación de los subproyectos del Proyecto y recomendar, si fuera el caso, cómo ésta podría mejorarse.
- Examinar el plan de ejecución del Proyecto preparado por ELECTROPERU y determinar si todas las actividades del Proyecto pueden llevarse a cabo o no antes de la FTAP.
- Proporcionar un análisis detallado de los éxitos y las deficiencias del Proyecto.

### 1.3 Metodología Empleada en la Evaluación

De acuerdo con el alcance de la evaluación especificado en los términos de referencia, se ha realizado el trabajo requerido por medio de las siguientes actividades generales:

- entrevistas con personal de ELECTROPERU, AID, HEM y otras entidades involucradas con el Proyecto y con la electrificación del país, así como con beneficiarios de las PCH;
- visitas a las regiones y a los lugares de dos subproyectos todavía en ejecución y dos ya terminados;
- examen y análisis de informes de trabajo, estudios de prefactibilidad y factibilidad (estudios definitivos), planos, contratos y otros documentos pertinentes; y
- comparación de las obras realizadas y sus resultados comprobables con los diseños y pronósticos presentados en los estudios correspondientes.

El hecho de que a la fecha se hayan terminado solamente tres de las PCH abarcadas por el Proyecto, en combinación con el poco tiempo que éstas llevan en operación, ha limitado sustancialmente la posibilidad de comparar los costos y beneficios reales con los pronosticados.

### 1.4 Progreso Realizado por ELECTROPERU

Para ejecutar el Proyecto, ELECTROPERU dispuso inicialmente de la Oficina OPTA, que posteriormente fue eliminada y sustituida por la Oficina de Generación Hidráulica de la Gerencia de Electrificación. A fines de 1985, esta última Gerencia se transformó en Sub-Gerencia dependiente de la Gerencia de Obras.

Dentro de la Sub-Gerencia de Electrificación, se integró la Oficina del Convenio AID, que es la que directamente ejecuta el Proyecto, apoyándose en las UFE regionales, que son las que supervisan y dirigen la construcción de las obras. Una vez terminadas las obras y puestas en servicio las minicentrales hidroeléctricas, estas pasan a las Empresas Regionales de Electricidad (ERE), que se encargan de su administración, operación y mantenimiento.

✓

La implementación de las asistencias técnicas del Proyecto es también responsabilidad de la Sub-Gerencia de Electrificación, en coordinación con las UPE y las ERE.

Inicialmente, el Convenio AID consideraba la posibilidad de financiar la construcción de 28 plantas en el rango de 100 a 1,000 kW. Después de realizar los estudios de prefactibilidad, se seleccionaron 15 proyectos para sus estudios de factibilidad definitivos.

De estos 15 proyectos, se definieron 10 para entrar en la fase de construcción, de acuerdo con los límites impuestos por el préstamo AID y a los aportes de ELECTROPERU. A la fecha, se encuentran terminados y en servicio tres de ellos. Los siete restantes siguen en construcción, algunos de ellos habiendo sufrido grandes atrasos en su ejecución.

En cuanto a la asistencia técnica contemplada en el Convenio, ELECTROPERU no ha prestado el mismo interés que expresó y concretó en las actividades correspondientes a la preparación y construcción de las minicentrales. En particular, no se ha aprovechado la asistencia técnica ofrecida en los campos de promoción del uso productivo de la energía eléctrica y de mantenimiento de las centrales, dos actividades de gran importancia al éxito de los proyectos de electrificación rural.

Aunque queda poco tiempo para contratar asistencia técnica extranjera antes de terminar el Proyecto, existe en el país, en la Empresa Regional ELECTRO-LIMA, una escuela técnica que pudiera aprovecharse, en combinación con otras medidas, para el adiestramiento del personal de operación y mantenimiento de las PCH.

Hasta la fecha, las labores de promoción efectuadas por ELECTROPERU han sido concentradas principalmente en el campo del uso doméstico de la electricidad. Al parecer, se han llevado a cabo con mucho éxito. Por otro lado, la promoción de los usos productivos de la energía eléctrica ha recibido poca atención de ELECTROPERU. Sin embargo, se formó recientemente en ELECTROPERU un Servicio de Promoción que está en condiciones de aprovechar asistencia técnica en este último campo.

Ya existe en ELECTROPERU un conjunto de profesionales capacitados en la preparación, evaluación y ejecución de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas. También, la metodología para la evaluación de los subproyectos, que se ha denominado "Metodología AID", se empleará en la evaluación futura de proyectos de PCH.

### 1.5 Perspectivas para el Logro de las Metas

De acuerdo con el ritmo de trabajo hasta la fecha y con lo observado durante las visitas a los sitios de los dos subproyectos, se anticipa que va a ser difícil que se terminen las obras de las siete PCH todavía en construcción antes de la Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto. Van a sufrirse algunas demoras como consecuencia de la próxima estación lluviosa.

Para terminar las obras oportunamente habrá que tomar ciertas medidas extraordinarias, incluyendo el suministro de radios y vehículos a los

inspectores de obra y el impulso de un ritmo de trabajo más rápido por parte de los contratistas.

Aunque ya existe poco tiempo para cumplir con las metas originales de promoción del uso productivo de la electricidad y de mantenimiento de las PCH, algún progreso siempre podría alcanzarse en esos campos si se tomaran rápidamente ciertas medidas para prestar asistencia técnica apropiada (ver Sección 1.9). Si no hubiera tiempo suficiente antes de la terminación del Proyecto para contratar expertos extranjeros, podría buscarse asistencia calificada de fuentes locales.

#### 1.6 Desarrollo Futuro de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Se puede resumir así la experiencia reciente de ELECTROPERU en el campo de la electrificación rural basada en pequeñas centrales hidroeléctricas: del año 1980 a la fecha, se ha construido un total de 36 centrales, incluyendo tres del Convenio; se tiene en diferentes etapas de estudio y ejecución 92 centrales más, incluyendo siete del Convenio; y se están evaluando varios paquetes que totalizan aproximadamente 90 centrales adicionales.

Se cree que, una vez corregidos los problemas encontrados en el pasado, ELECTROPERU estaría plenamente capacitada para ejecutar otros proyectos semejantes.

Las PCH juegan un papel importante en la electrificación rural, que a su vez ha sido asignada una alta prioridad en el programa de desarrollo del Gobierno. Las PCH son especialmente convenientes para la electrificación de los pueblos localizados a cierta distancia de los sistemas interconectados de las centrales eléctricas existentes.

En comparación con otras posibles fuentes de energía eléctrica en áreas rurales aisladas, las PCH pueden suministrar electricidad a costos razonables. Los proyectos de PCH son relativamente fáciles de llevar a cabo, facilitando su ejecución por las Empresas Regionales y contribuyendo así a la meta de la descentralización del país. Su magnitud reducida permite llevarlos a cabo y entregar sus beneficios rápidamente, de acuerdo con las posibilidades financieras del país, sin que los usuarios tengan que esperar la terminación demorada de una obra mayor. Las PCH también aprovechan recursos naturales renovables y reducen la dependencia del país del petróleo, que son otras metas importantes del Gobierno.

#### 1.7 Resumen de los Exitos del Proyecto

A pesar de las demoras que ha sufrido el Proyecto, algunos de las cuales se deben a su ejecución durante un periodo de reestructuración y descentralización de ELECTROPERU y las Empresas Regionales de Electricidad, se han logrado varios éxitos significativos:

- a) Se habrá construido 10 pequeñas centrales hidroeléctricas y las redes de distribución correspondientes, a costos y tiempos razonables, permitiendo la entrega de la electricidad a unas 18,000 familias en zonas rurales del país.

- b) Se ha contribuido al desarrollo de una industria privada nacional capaz de fabricar el equipo hidromecánico y eléctrico para las PCH, lo que reduciría los costos de proyectos futuros.
- c) Se ha capacitado personal de ELECTROPERU en la preparación, evaluación y ejecución de proyectos de PCH. Sin embargo, existe cierto peligro de perder la experiencia ganada, que se comenta en la Sección 1.9.
- d) Se ha implantado en ELECTROPERU una metodología para la evaluación económica de proyectos de PCH.
- e) Como consecuencia del empleo de la metodología de evaluación económica en el Proyecto, se ha seleccionado y ejecutado subproyectos con beneficios económicos adecuados, contribuyendo así al uso racional de los recursos del país.
- f) Se ha estimulado y comprobado el interés de los pobladores de las áreas rurales de llevar a cabo el desarrollo de la electrificación rural, con el apoyo de ELECTROPERU, así como el deseo de ellos mismos de colaborar en el mejoramiento de su nivel de vida.

Por medio de la construcción de las PCH, el Proyecto ha contribuido significativamente al logro de un importante objetivo del Gobierno, que es el mejoramiento del nivel de vida en las áreas rurales del país. Por esta razón, se considera que el Proyecto ha sido bien enfocado y que ha cumplido con su propósito principal.

#### 1.8 Resumen de Deficiencias que Requieren Atención Inmediata

Aunque el Proyecto habrá logrado cierto éxito en la construcción de las PCH, todavía existen varios problemas y deficiencias que podrían demorar la terminación de las obras. Estos problemas se resumen a continuación, junto con las medidas recomendadas para superarlos.

- a) Se ha dedicado muy pocos esfuerzos a la promoción del uso productivo de la electricidad. No se ha llevado a cabo el adiestramiento en este campo que se contempla en el Convenio del Proyecto.

Se recomienda contratar a un experto en el desarrollo rural, durante unos cuatro meses, con el propósito de adiestrar y trabajar en conjunto con el personal del recientemente formado Servicio de Promoción de ELECTROPERU, ayudándole a llevar a cabo varias acciones diseñadas a promover el uso productivo de la energía eléctrica entre los pobladores de las zonas del Proyecto.

- b) No se ha dedicado atención al adiestramiento del personal de las Empresas Regionales encargado de la operación y mantenimiento de las PCH. No se ha utilizado la asistencia técnica que se había previsto para este propósito.

Se recomienda aprovechar las escuelas técnicas de ELECTROLIMA, en colaboración con esa institución, para el adiestramiento de personal de las ERE en la operación y mantenimiento de las PCH. A corto plazo, y empleando fondos disponibles de la Donación, se recomienda traer a

expertos de los fabricantes de los nuevos equipos hidromecánicos por cortos periodos para adiestrar a los instructores de las escuelas, adquirir ciertos equipos nuevos para complementar los existentes en las escuelas, y enviar egresados de las escuelas que no tienen empleo todavía a las ERE para ocupar puestos permanentes o adiestrar a los operadores de las PCH en los sitios de trabajo.

- c) La eficiencia de trabajo de los inspectores de obras sufre sustancialmente por falta de medios de comunicación y movilización.

Se recomienda adquirir equipos de radio para permitir comunicación inmediata y directa entre los inspectores y las oficinas de las UPE. Asimismo, se recomienda adquirir o alquilar vehículos para uso de ellos hasta la terminación de las obras.

- d) Varios de los trabajos se han demorado por falta de agilidad en los trámites para resolver reclamos de los contratistas.

Se recomienda tomar medidas extraordinarias para acelerar el análisis de los trabajos extra y la aprobación y pago de los montos correspondientes, recurriendo a soluciones como las siguientes:

- empleo del personal adicional necesario en la Oficina del Convenio;
- suministro de movilidad al personal de la Oficina del Convenio;
- establecimiento de procedimientos especiales que permitirían la aprobación de los pagos adicionales sin tener que recurrir al Gerente General o al Directorio de ELECTROPERU; y/o
- pago de adelantos en anticipación de la aprobación de los montos adicionales en cuestión.

- e) El avance lento de algunas de las obras no permitiría completarlas antes de la terminación del Proyecto (en mayo de 1987).

Se recomienda considerar complementar el trabajo de los contratistas más atrasados con trabajos a cargo de la administración, en casos especiales, así como exigir a los contratistas que aumenten su personal, equipo y horas de trabajo y que mantengan sus planes de trabajo actualizados.

- f) La transferencia de las UPE a las ERE, actualmente en proceso de efectuarse, podría conducir a demoras en la supervisión de las obras y la aprobación y desembolso de los pagos a los contratistas.

Se recomienda buscar una manera de retener sin cambiar al personal y los procedimientos ya establecidos en las UPE para la supervisión y control de los subproyectos y la movilización de los fondos del Convenio, durante su vida restante.

- g) Los fondos del Proyecto no se han movilizado con una agilidad adecuada. Existe actualmente un saldo de aproximadamente US\$ 900,000 ya desembolsado por AID cuya liquidación todavía está pendiente.

Deberían agilizarse la liquidación de obras terminadas, el pago de cuentas pendientes y la actualización de los registros contables correspondientes.

### 1.9 Resumen de Problemas con Solución a Mediano Plazo

Además de los problemas que requieren atención inmediata, se ha identificado varios problemas y situaciones dentro de ELECTROPERU que han dificultado la preparación y ejecución de los proyectos de PCH. La corrección de las situaciones deficientes pudiera facilitar la ejecución de proyectos y convenios futuros y mejorar la gestión futura de ELECTROPERU. Los problemas principales y las soluciones recomendadas son:

- a) No hubo una supervisión adecuada por parte de ELECTROPERU de la realización de los estudios y diseños a cargo de las firmas consultoras.

Se recomienda efectuar una supervisión más estrecha de las firmas consultoras en el futuro, especialmente en lo que se refiere a la obtención y utilización de información de campo, conceptos y estandarización de diseños, y la identificación de problemas potenciales de construcción.

- b) Los estudios y los diseños preparados por las firmas consultoras tienen un nivel de preparación demasiado detallado, que no se justifica por la escasa y no muy confiable información básica. Asimismo, los diseños son innecesariamente complejos y no uniformes.

Se recomienda diseñar con simplicidad y flexibilidad, empleando diseños estándares donde sea posible.

- c) Los contratos de construcción a suma alzada son demasiado rígidos en su redacción e interpretación, dificultando los ajustes que son inevitables en proyectos de este tipo.

Se recomienda contratos más flexibles con énfasis en costos unitarios fijos y cantidades flexibles, siempre sujetos al control del inspector de obras, de modo que puedan adaptarse a las condiciones reales encontradas en las obras, sin necesidad de recurrir a tantos reclamos que demoren los trabajos.

- d) El proceso de licitación, adjudicación y contratación es demasiado complejo y lento.

Se recomienda agilizar el proceso mediante medidas tales como la aprobación de las Buena Pro y los contratos a niveles de decisión inferiores a los actuales. Se debe revisar y ajustar todos los trámites del proceso, especialmente en lo que se refiere a la selección del oferente ganador.

- e) No se ha prestado atención suficiente a la provisión de equipos y herramientas de mantenimiento a las PCH.

Se recomienda dotar las PCH con un juego completo de los equipos y herramientas necesarias para su eficiente operación y mantenimiento, incluyendo medios de comunicación (radio o teléfono) entre las centrales y las oficinas zonales de las Empresas Regionales.

- f) Se ha observado que las centrales a veces se operan a un nivel de potencia que no aprovecha todo el flujo de agua disponible, por temor de que el flujo pudiera caer repentinamente por debajo del nivel requerido para mantener la carga.

Se recomienda la instalación de medidores del nivel de agua en las cámaras de carga, con capacidad de actuar una alarma en la casa de máquinas si el nivel de agua cayera por debajo de un nivel determinado.

- g) Se ha observado ciertas deficiencias en los reguladores con mando hidráulico en las centrales ya en servicio.

Se recomienda investigar las ventajas de los diferentes tipos de reguladores existentes, especificar el tipo más ventajoso y procurar que se fabrique en el país.

- h) En general, las PCH se diseñaron para aprovechar un flujo de agua que estaría disponible el 90 por ciento del tiempo. Sin embargo, algunas de las PCH trabajarán en conjunto con una central térmica, mientras que otras podrían unirse a la red interconectada en años futuros. En tales casos, una capacidad mayor de diseño podría ser conveniente.

Se recomienda considerar y evaluar alternativas de mayores flujos de diseño en casos como los citados arriba. También, en casos con gran incertidumbre sobre el caudal mínimo, se recomienda evaluar un diseño que facilitaría la expansión futura de las PCH a un costo razonable.

- i) Como consecuencia de la transferencia de las UPE de ELECTROPERU a las Empresas Regionales, se corre el peligro de perder al personal adiestrado en la ejecución y supervisión de las obras. Existe también cierta inquietud sobre el destino del personal capacitado de la Oficina del Convenio AID después de finalizar el Proyecto.

Se recomienda tomar medidas para asegurar que las UPE sean transferidas en forma integral, aprovechando así la experiencia y capacidad adquirida. Se recomienda también tomar prontas medidas para asegurar al personal capacitado de la Oficina del Convenio AID de la continuación de su empleo después de terminar el Convenio, tratando de mantener el conjunto del personal en una actividad similar. Deberían ofrecerse posiciones permanentes a los actuales empleados por contrato, tanto de las UPE como del Convenio.

- j) Varios puestos vacantes en la Sub-Gerencia de Electrificación, especialmente a nivel de jefe de unidad, dificultan el cumplimiento de los deberes de esa entidad.

Se recomienda asignar personal a los puestos vacantes, o sustituirlos por otro puesto con la responsabilidad de asistir al Sub-Gerente, con el propósito de lograr una mejor coordinación de labores y una más amplia disponibilidad de información.

- k) Aunque la selección de los subproyectos ejecutados bajo el convenio se ha basado en las relaciones beneficio/costo, ese criterio no se aplica en forma global en ELECTROPERU para la selección de los proyectos que se incluyen en el Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica.

Se recomienda ajustar el procedimiento para la selección de proyectos de PCH, de modo que la relación beneficio/costo sea un criterio principal para la asignación de prioridades. Se recomienda también llevar a cabo una revisión y afinamiento de la metodología de evaluación económica, aprovechando la experiencia obtenida hasta la fecha y la información disponible de los proyectos ya terminados.

## 2. INTRODUCCION

### 2.1 Descripción del Proyecto

El propósito principal del Proyecto para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas ha sido el fortalecimiento en el Perú de una base institucional capaz de suministrar energía eléctrica, por medio de la generación hidráulica a costos razonables, a los pueblos rurales en la Sierra y la Selva Alta.

El aporte financiero de la AID ha incluido un Préstamo de US\$ 9.0 millones para estudios, construcción y equipamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) de entre 100 y 1,000 kW de potencia, abarcando obras civiles, equipos y sistemas de transmisión y distribución, y una Donación de hasta US\$ 1.0 millón para asistencia técnica y adiestramiento, esta última con el objetivo de mejorar la capacidad de ELECTROPERU de llevar a cabo proyectos del tipo antes mencionado.

Más específicamente, se ha pretendido que las actividades de asistencia técnica y adiestramiento se enfocaran en la formulación de una metodología para la evaluación técnica y económica y la selección de proyectos, la preparación de estudios de factibilidad, el entrenamiento de personal y la implantación de programas adecuados para la operación y mantenimiento de las PCH, y el desarrollo de un programa para la promoción del uso productivo y racional de la energía eléctrica en las áreas rurales afectadas por el Proyecto. El intento del Convenio ha sido no solamente el de construir las instalaciones eléctricas, sino también el de asegurar que ELECTROPERU se dotara con personal calificado y procedimientos adecuados para la exitosa ejecución futura de proyectos semejantes.

El Convenio del Proyecto se firmó en noviembre de 1980, con una vida proyectada de cinco años. El Gobierno del Perú (GDP) acordó aportar al Proyecto un total del equivalente de US\$ 4.4 millones. Esta contribución fue aumentada a US\$ 6.36 millones en mayo de 1985, debido a aumentos en los costos de construcción previstos.

Inicialmente, el Proyecto contemplaba la construcción de hasta 28 PCH con una potencia promedio de unos 300 kW. Sin embargo, después de efectuar los estudios de prefactibilidad, se seleccionaron 15 proyectos para sus estudios de factibilidad definitivos, los cuales son:

Chongos Alto	1,000 kW	Sucre-Celendín	1,000 kW
Cutervo	1,200 "	Sorochuco	230 "
Cajabamba	520 "	Uchiza	220 "
Pucará	400 "	Querocoto	720 "
Pachiza	400 "	Bambamarca	1,000 "
Namora	600 "	Casca	730 "
San Marcos	330 "	Contumaza	600 "
Niepos	1,000 "		

De estos 15 proyectos, se definieron 10 (los primeros en la lista), con una potencia promedio de 620 kW, para entrar en la fase de construcción, de acuerdo a los límites impuestos por el Préstamo y los aportes de ELECTRO-

PERU. A la fecha, se encuentran terminados y en servicio Chongos Alto, Cajabamba y Pucará. De los cinco subproyectos estudiados pero no seleccionados por el Convenio, varios serán ejecutados por otro medio; uno se encuentra actualmente en construcción, y otro será licitado próximamente. La ubicación de los subproyectos se ilustra en el Anexo 1.

La ejecución del Proyecto se ha demorado mucho, en comparación con el programa de trabajo original. Se dedicó mucho tiempo al diseño de la metodología para la evaluación y selección de subproyectos. Como consecuencia, algunos de los estudios ya terminados tuvieron que modificarse. Después de contar con la metodología, algunas de las firmas consultoras se atrasaron en la preparación de los estudios que se les había otorgado. Otros factores que contribuyeron a las demoras incluyeron varios cambios en la organización interna de ELECTROPERU, los lentos y complejos procesos de licitación y contratación de las obras, y problemas relacionados con la adquisición de equipos y servicios de construcción. Se inició la construcción del primer subproyecto a finales del año 1983.

Debido a los atrasos en las actividades del Proyecto, la Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto (FTAP) se ha extendido dos veces, quedándose últimamente en el 19 de mayo de 1987. Se espera terminar los siete subproyectos todavía en ejecución antes de esa fecha. Sin embargo, para lograr esa meta, habrá que tomar varias medidas extraordinarias, las que se detallan en las Secciones 4.4 y 5.3 del presente informe.

Con el propósito de facilitar el desembolso de los fondos proporcionados por la AID antes de la FTAP, se ha decidido concentrar el aporte del Préstamo en las obras civiles y equipos hidroeléctricos de solamente siete de los diez subproyectos y en las obras eléctricas de nueve de ellos. El GDP financiará la totalidad de los costos de las obras civiles, equipos hidroeléctricos y obras eléctricas que no reciban fondos de la AID.

A la fecha del presente informe, AID ha desembolsado un total de US\$ 6.26 millones del Préstamo y US\$ 313,000 de la Donación. De acuerdo con el progreso alcanzado en el uso de los fondos de este último aporte, su monto máximo se ha fijado en US\$ 750,000. Los desembolsos directos de ELECTROPERU, sin incluir los gastos generales de las UPE y la oficina central, han llegado al equivalente de US\$ 3 millones, aproximadamente.

## 2.2 Propósitos de la Evaluación

Los propósitos de la evaluación del Proyecto, establecidos por la AID, son los siguientes:

- Comprobar el progreso logrado en cada una de las tareas y sub-programas del Proyecto, en relación con las metas establecidas en el Documento de Preparación del Proyecto, el Convenio de Proyecto y el ajustado Plan de Ejecución del Proyecto, y recomendar las acciones necesarias para mejorar y expeditar la ejecución del Proyecto.
- Analizar la institucionalización en ELECTROPERU del Programa para el Desarrollo de PCH, y determinar la capacidad de ELECTROPERU de llevar a cabo en el futuro próximo otro proyecto similar al Proyecto financiado por la AID.

- Revisar los estudios socio-económicos de las PCH, comparar los beneficios esperados de ellos con los beneficios provenientes de proyectos existentes y propuestos de mayor magnitud, y determinar la tasa de retorno económico y social relativa de los proyectos pequeños y la prioridad de financiamiento futuro que debería asignarse a ellos.
- Revisar la metodología utilizada para la preparación y evaluación de los subproyectos del Proyecto y recomendar, si fuera el caso, cómo ésta podría mejorarse.
- Examinar el plan de ejecución del Proyecto preparado por ELECTROPERU y determinar si todas las actividades del Proyecto pueden llevarse a cabo o no antes de la FTAP (19 de mayo de 1987).
- Proporcionar un análisis detallado de los éxitos y las deficiencias del Proyecto.

### 2.3 Alcance de la Evaluación

El alcance de la evaluación del Proyecto se define por las siguientes responsabilidades de la misión consultora, que son especificadas en los términos de referencia preparados por la AID:

- a) Comprobar el progreso logrado por ELECTROPERU en la ejecución de las diferentes actividades del Proyecto, por medio de las siguientes tareas:

a1-Estudios: Revisar un mínimo de dos de los estudios finales de factibilidad y diseño realizados bajo el Proyecto (uno hecho por ELECTROPERU y otro por una firma consultora), así como el proceso para la selección de subproyectos, y presentar, si fuera el caso, comentarios y recomendaciones para simplificar y/o mejorar la calidad de estudios futuros o para mejorar la selección de los subproyectos que serían ejecutados.

a2-Campaña de Promoción: Revisar las medidas tomadas por ELECTROPERU para promover el uso de la electricidad, determinar sus efectos en los pueblos electrificados por el Proyecto y recomendar cómo la Campaña podría mejorarse.

a3-Construcción: Determinar el progreso actual logrado en la construcción y la adquisición de equipos en todos los subproyectos, realizando visitas a los lugares de un mínimo de dos de ellos, y comparar el avance determinado con las metas destacadas en el modificado Plan de Ejecución. Comparar los subproyectos realizados por administración con las obras llevadas a cabo por contrato, en cuanto a la eficacia de ejecución y los problemas encontrados.

a4-Asistencia Técnica: Evaluar la efectividad de la asistencia técnica proporcionada a la fecha por el Proyecto, abarcando asesores nacionales y extranjeros, examinar la asistencia técnica adicional propuesta por ELECTROPERU, y proponer ajustes que harían más efectivo el programa de asistencia técnica o acelerarían la ejecución del Proyecto durante su vida restante.

a5-Mantenimiento: Investigar la disponibilidad de instalaciones y personal, dentro y fuera de ELECTROPERU, para el mantenimiento de las PCH, y recomendar las medidas necesarias para mejorar el programa de mantenimiento.

- b) Investigar, durante visitas a las oficinas del Proyecto, la organización interna de ELECTROPERU y el apoyo que el Programa para el Desarrollo de las PCH recibe de la administración superior y de las diferentes entidades de la institución. Identificar problemas y recomendar medidas para resolver aquellos que afectan la ejecución del Proyecto, tomando en cuenta el afán de ELECTROPERU y AID de acelerarla.
- c) Dirigir atención especial al análisis de las demoras que se han encontrado en los procesos de adquisición y contratación, así como a la recomendación de medidas para superar tales problemas en el futuro.
- d) Dada la capacidad de administración y los recursos actualmente disponibles en el Proyecto, analizar cuidadosamente el ajustado Plan de Ejecución del Proyecto (PEP). Determinar la factibilidad de lograr cada una de las metas establecidas en el PEP durante la vida restante del Proyecto, y recomendar las medidas que pudieran ser necesarias para el logro de aquellas metas que se estimen realísticamente factibles.
- e) Revisar no menos de tres estudios económicos de subproyectos de PCH y de otros proyectos de ELECTROPERU para determinar sus tasas de retorno, costos, beneficios, etc. Examinar también su importancia dentro de las prioridades sociales y de desarrollo del GDP. Discutir los puntos importantes a considerarse y formular recomendaciones referentes al rango de capacidades que deberían abarcar los futuros programas para la construcción de PCH, así como a la posición que aquellos programas deberían ocupar dentro del programa global para el desarrollo de la energía eléctrica del GDP.
- f) Proporcionar un análisis comprensivo de los éxitos y las deficiencias del Proyecto, dando énfasis especial a cómo superar los problemas durante la vida restante del Proyecto y/o en un proyecto semejante futuro.

#### 2.4 Metodología Empleada en la Evaluación

De acuerdo con el alcance de la evaluación especificado en los términos de referencia, se ha realizado el trabajo requerido por medio de las siguientes actividades generales:

- entrevistas con personal de ELECTROPERU, Empresas Regionales, AID, MEM y otras entidades involucradas con el Proyecto y con la electrificación del país, así como con beneficiarios de las PCH;
- visitas a las regiones y a los sitios de dos subproyectos todavía en ejecución y dos ya terminados;
- examen y análisis de informes de trabajo, estudios de prefactibilidad y factibilidad (estudios definitivos), planos, contratos y otros documentos pertinentes; y

- comparación de las obras realizadas y sus resultados comprobables con los diseños y pronósticos presentados en los estudios correspondientes.

Una nómina de las personas entrevistadas se presenta en el Anexo 2 del presente informe. El Anexo 3 contiene una lista de los más importantes documentos e informes revisados. Las visitas a los subproyectos abarcaron las PCH de Chongos Alto y Cajabamba, que ya están terminados, y las de San Marcos y Namora, que todavía se encuentran en ejecución.

Se ha podido comparar resultados reales con resultados pronosticados solamente en forma limitada, debido a que sólo tres de las PCH están terminadas, y estas tres llevan muy poco tiempo en operación. Cajabamba y Pucará entraron en servicio hace poco más de un mes. Chongos Alto empezó a funcionar a principios del año 1986, pero todavía no opera entre las 8:00 de la mañana y las 4:00 de la tarde, lo que no ha permitido el desarrollo de usos productivos. Sin embargo, la Sección 7.3 presenta ciertas observaciones sobre ese tema. En el Anexo 10, los costos reales se comparan con los costos estimados en los estudios.

## 2.5 Integrantes de la Misión Consultora

El equipo de consultores que ha llevado a cabo la evaluación del Proyecto se compone de las siguientes personas:

- Dr. Richard J. Morris, Economista y Coordinador del Equipo;
- Ing. Alberto Val, Experto en Organización y Administración de Empresas Eléctricas y Obras Hidroeléctricas; y
- Ing. Kearon Bennett, Ingeniero Especialista en Proyectos Hidroeléctricos de Pequeña Escala.

Los integrantes del equipo realizaron las tareas de la evaluación de acuerdo con las responsabilidades antes indicadas y su experiencia relevante. Los Sres. Morris y Val dedicaron aproximadamente cuatro semanas al trabajo, a partir del 29 de setiembre de 1986. El Ing. Bennett laboró del 6 al 18 de octubre. Se realizaron las visitas a las regiones y a los lugares de los subproyectos entre los días 8 y 12 de octubre (Cajabamba, San Marcos y Namora) y los días 18 y 20 del mismo mes (Chongos Alto).

### 3. DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL PERU

#### 3.1 Breve Historia de la Electrificación Rural

La política de electrificación rural en el Perú se inició en el año 1963, cuando se firmó un Convenio de Asistencia Técnica con la AID para seleccionar un área en el Valle del Mantaro en donde se implementaría un Plan Piloto de Electrificación Rural. Después de terminarse el Plan Piloto, la electrificación rural se desarrolló muy lentamente, debido a que hasta el año 1973, cuando se creó ELECTROPERU, el servicio público de electricidad estaba administrado, en su mayor parte, por capitales privados, que solamente atendían los grandes centros urbanos, por su mayor rentabilidad.

Por varios años después de crearse, ELECTROPERU vió su actividad limitada a mejorar el suministro eléctrico en grandes y medianos centros poblados. Sólo a partir de 1978 ha dirigido sus esfuerzos en el sentido de incrementar la electrificación rural. En ese último año, el Ministerio de Energía y Minas puso en marcha un programa nuevo:

- En noviembre de 1978 se declaró de primera prioridad el Programa de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) y se creó una comisión especial para dirigirlo.
- En diciembre de 1978, ELECTROPERU creó la Oficina del Programa de Tecnología Aplicada (OPTA), con la responsabilidad de supervisar y coordinar la ejecución del Programa de PCH. También se creó el Fondo para la Electrificación con PCH, con recursos propios de ELECTROPERU.
- En 1981, se creó la Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, que posteriormente se convirtió en Sub-Gerencia, dependiente de la Gerencia de Obras de ELECTROPERU.
- En junio de 1981, se promulgó el Decreto Legislativo No. 163, que fijó un impuesto sobre el consumo de energía eléctrica para financiar las obras de electrificación rural.
- En el año 1982, se promulgó la Ley General de Electricidad No. 23406, disponiendo que el desarrollo eléctrico nacional se hiciera en forma planificada, la creación de las Empresas Regionales de Electricidad, y la elaboración de un Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica. En el año 1983, la Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural elaboró la primera versión del plan.

En esa forma se concretó un programa de electrificación rural con los siguientes objetivos:

- atender las necesidades energéticas de las microregiones y los centros aislados del país;
- utilizar la gran cantidad de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos potenciales del interior, principalmente de la Sierra;

- sustituir la generación de energía eléctrica a base de petróleo por la hidroelectricidad; y
- desarrollar capacidad y tecnología nacional en la fabricación de equipos hidroeléctricos y la construcción y montaje de las plantas.

Debido a la vastedad de los recursos hídricos, no se ha dedicado mayores esfuerzos a electrificar las áreas rurales con otras fuentes como energía solar, eólica, geotérmica, biogas o biomasa. Sin embargo, en 1985, se creó en ELECTROPERU la Oficina de Energía No Convencional con ese especial cometido.

El Perú tiene una gran extensión territorial de 1,285,000 km<sup>2</sup> y una topografía sumamente variada que se puede enmarcar en tres grandes grupos: la Costa, la Sierra con montañas que superan los 5,000 m., y la Selva. El GDP ha orientado sus estudios al aprovechamiento de pequeñas cuencas en las partes altas de la Sierra, es decir, en las nacientes de los cursos de agua. Debido a esa política, los aprovechamientos se caracterizan por tener caídas de 80 a 200 m y caudales de 0.2 a 0.6 m<sup>3</sup>/s, con lo cual se definen centrales hidroeléctricas cuya capacidad oscila de 100 a 1,000 kW. Puede suponerse que hay más de 1,000 sub-cuencas con posibilidades hidroeléctricas que podrían alcanzar en su total a un millón de kW.

A fines de 1984, había en el Perú alrededor de 1,000 centros poblados con suministro eléctrico, de los cuales el 58% los administraba ELECTROPERU con sus Empresas Regionales. El 25% eran servicios suministrados por concejos municipales y 17% correspondía a autoproductores (centros mineros, cooperativas agrarias, centros petroleros, etc).

Se ha estimado que, a fines de 1984, había 350,000 abonados viviendo en pequeños y medianos centros poblados, lo que da para este sector de la población un grado de electrificación del orden del 17%. Si se supone que el sector rural es el 50% de esa población, se llega a que ese sector estaba electrificado en un 5% a fines de 1984.

Hay en Perú más de 1,100 centros poblados con posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico, con una población total de aproximadamente dos millones, de las cuales el 53% carece totalmente de energía eléctrica. El 47% restante se abastece en su mayoría de energía procedente de centrales térmicas, muchas de las cuales están en mal estado por su antigüedad y poco mantenimiento y son muy caras por el combustible que consumen. Además, sólo suministran energía para alumbrado público y uso doméstico, y a menudo, sólo unas pocas horas por día.

En cuanto a la electrificación de áreas rurales, la situación es más crítica y los porcentajes de viviendas sin electrificar superan el 95%.

### 3.2 Programas y Proyectos de Electrificación Rural

El Programa Nacional de PCH, incluyendo centros aislados y microregiones, comprende estudios de inventario, prefactibilidad y factibilidad, además de la construcción de los proyectos con prioridad aprobada. Fue iniciado en 1978.

Del año 1980 a la fecha, se han puesto en servicio un total de 36 PCH de hasta 1,000 kW de potencia instalada cada una. Este total incluye las tres minicentrales del Convenio AID que ya están funcionando, además de 12 microcentrales (centrales con una potencia instalada no mayor de 100 kW). Del total de 36, cuatro centrales están actualmente fuera de servicio, como consecuencia de atentados terroristas u otras causas. Si se toman en cuenta todas las PCH construidas desde el año 1907, de las cuales casi todas se encuentran en áreas rurales, se obtiene un total de 105 centrales actualmente en servicio y 42 centrales paralizadas (ver Anexo 4):

Potencia (kW)	Número de PCH		
	En Servicio	Paralizadas	Total
0-100	53	34	87
101-1,000	45	8	53
más de 1,000	7		7
Total	105	42	147

Además de las PCH que ya han entrado en servicio, el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica para el período 1985-1990, que fue actualizado en mayo de 1986, incluye 92 nuevos proyectos de generación eléctrica en áreas rurales. El Plan abarca principalmente centrales hidroeléctricas de capacidad de hasta 5 MW, con una capacidad total de 93 MW. Algunas de las microregiones tienen como mejor alternativa técnico-económica una solución hidrotérmica, o, en muy pocos lugares, simplemente una central térmica. Once de los proyectos tendrían capacidades de 1,000 a 4,500 kW y el resto, es decir 81, capacidades de 64 a 1,000 kW. Varios de ellos ya están en construcción. El Plan abarca también otros 43 proyectos de extensión de redes de distribución.

Aparte de los proyectos ya incluidos en el Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica, las UPE han entregado nuevos paquetes que alcanzan a un total preliminar de 90 proyectos propuestos. Estos están siendo analizados y priorizados en un proceso que se actualiza trimestralmente, mientras se busca su financiamiento.

El Plan original para el período 1985-1990 significó una erogación estimada de US\$ 213 millones, cuyo financiamiento procuró ELECTROPERU compartir con varias agencias internacionales de desarrollo y países amigos que quisieran cooperar en los proyectos de electrificación rural. Aparte de los recursos financieros que puedan obtenerse fuera del país, se cuenta con los siguientes recursos financieros locales para el programa de minicentrales:

- a) Decreto Legislativo No. 163, modificado en 1985, por el cual se aplica un impuesto del 10% a los consumos inferiores a 150 kWh/mes y de 25% a los consumos superiores a 150 kWh/mes. Del total recaudado, ELECTROPERU debe destinar al Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural el 50%, lo cual significó para el año 1986 una inversión presupuestada del equivalente de US\$ 33 millones.
- b) Fondo de Ampliaciones. La Ley General de Electricidad creó este fondo formado por los aportes que efectúan los nuevos usuarios por el suministro eléctrico y por la cuota anual que fija la Comisión Nacional de

Tarifas, que no podrá superar el 10% del valor de las inversiones anuales en obras de los sistemas de distribución a ejecutarse.

- c) Corporaciones Departamentales de Desarrollo y Proyectos Especiales. Estos organismos coordinan con ELECTROPERU un carné de inversiones con proyectos de electrificación. Los montos anuales de inversión de estas fuentes se estiman del orden del 20% de los recursos provenientes del D.L. 163.
- d) Banco de la Vivienda del Perú. Financia obras de redes de distribución hasta US\$ 1.8 millones anuales.
- e) Otras fuentes, incluyendo la Banca Privada, el Sistema Mutual, las Cooperativas de Ahorro, las Financieras de Crédito, etc.

En cuanto a fuentes externas de financiamiento, hasta el momento se pueden mencionar, como aprobadas, las siguientes (ver también Anexo 5):

a) Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)

El Programa patrocinado por la AID es el de que se trata en el presente informe.

b) Reino Unido

Se suscribió el 15 de marzo de 1982 un contrato de servicios y suministros para pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas y sistemas de sub-transmisión asociados, para el período 1982-1990. El financiamiento se compone de 4.8 millones de libras esterlinas como donación, más 20.8 millones destinadas fundamentalmente al pago de servicios técnicos y equipos ingleses para 21 centrales, con capacidad total de 42,000 kW.

c) República Federal de Alemania

Firmado el 9 de julio de 1981, es un convenio para el desarrollo de fuentes energéticas no agotables y pequeños recursos de energía hidráulica para electrificación rural, cuyos objetivos son:

- elaborar un programa general para desarrollar planes regionales y locales e implementar proyectos hidroeléctricos;
- formular proyectos de electrificación a nivel de factibilidad para sus regiones modelo; y
- elaborar estudios definitivos para cuatro proyectos piloto con capacidad total de 2,110 kW y suministrar maquinaria para dos de ellos.

El convenio aporta una donación de dos millones de marcos alemanes en equipos y materiales para las centrales hidroeléctricas que se construyan a manera de proyectos piloto y para asistencia técnica (198 persona/meses).

Se estima que, con la cooperación de los tres convenios, se podrían construir 35 centrales hidroeléctricas con una capacidad total de 50 Mw. que electrificarían a una población superior al medio millón.

Paralelamente se licitaron, entre mayo de 1980 y enero de 1981, el suministro de equipos hidroeléctricos para 21 centrales con una potencia total de ocho MW. La adjudicación fue a las compañías Somerin (Brasil) por US\$ 205,000, Sercenco (USA) por US\$ 1.3 millón y la Corporación Nacional China por US\$ 1.4 millón. La implementación de esos proyectos no se efectuó en la forma debida, por falta de recursos y carencia de diseños definitivos, lo que paralizó las obras por varios años. ELECTROPERU ha decidido completar los estudios y construir las obras por administración directa, llevando así el beneficio de la energía eléctrica a una población de más de 200,000 personas.

Aparte de los proyectos de minicentrales incluidos en los distintos convenios firmados, se ha aprobado, por sugerencia del MEM, encomendar a una empresa consultora estatal, que depende de CENTROMIN y se llama COMMSA, el proceder a una evaluación e inventario de las cuencas del país. Con ese propósito, COMMSA se apoyaría en varias firmas consultoras nacionales para investigar, a lo largo de un año, la hidrología de las cuencas, y otros datos necesarios para estudios de prefactibilidad. Además, COMMSA estará encargado de la realización de la mayoría de los estudios definitivos, algunos de los cuales subcontratará a firmas consultoras particulares.

#### 4. DESARROLLO INSTITUCIONAL DE ELECTROPERU

##### 4.1 Organización y Administración del Proyecto

El Proyecto ha sufrido los efectos de varios cambios en la organización y administración de ELECTROPERU, como se explica a continuación.

##### 4.1.1 Ejecución del Proyecto en ELECTROPERU

Para ejecutar el Proyecto, ELECTROPERU dispuso inicialmente de la OPTA, que tenía nivel de gerencia y dependía directamente del Gerente General. Dentro de OPTA, se integraban divisiones para la supervisión del Proyecto AID y los Convenios con otros países. En el año 1981, OPTA fue eliminada y sustituida por la Oficina de Generación Hidráulica de la Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural. Dentro de la Gerencia de Electrificación, se integró la Oficina del Convenio AID, que es la que directamente ejecutaba el Proyecto, incluyendo las asistencias técnicas así como el desarrollo de las PCH.

Una nueva instancia se produjo en el año 1982, cuando se promulgó la Ley General de Electricidad y se empezó el proceso de regionalización, surgiendo en cada región las UPE, oficinas de ELECTROPERU encargadas de promocionar, supervisar la construcción de las centrales y, eventualmente, construirlas por administración. Después de la creación de las UPE, la Oficina del Convenio se apoyó en ellas para la ejecución de las obras. Una vez terminadas las obras y puestas en servicio las minicentrales hidroeléctricas, éstas pasan a las Empresas Regionales de Electricidad (ERE), que se encargan de su administración, operación y mantenimiento.

Un nuevo cambio en el organigrama se produjo a fines de 1985, cuando la Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural se transformó en Sub-Gerencia, dependiente de la Gerencia de Obras. Este último esquema se mantiene hasta ahora, tal como se muestra en los Anexos 6 y 7.

##### 4.1.2 Apoyo del Proyecto por la Institución

Los efectos de la descentralización y las reorganizaciones, además de otros factores, incluyendo cierta demora inicial en el cumplimiento de condiciones previas del Convenio por parte de ELECTROPERU, provocaron un atraso en la ejecución del programa del Convenio. Sin embargo, a partir de la regionalización mencionada, se fue normalizando la organización de la Oficina del Convenio AID, y después del período inicial en que el apoyo del Convenio por parte de ELECTROPERU no fue muy entusiasta, el Proyecto últimamente ha recibido un apoyo más decidido y estable.

Sin embargo, un aspecto del Proyecto que no ha recibido el apoyo que ELECTROPERU ha otorgado, en general, a las obras incluidas en el Convenio, es la asistencia técnica. Los niveles de asistencia no han alcanzado las expectativas previas. La reducción del total de la Donación, de US\$ 1.0 millón a US\$ 750,000, por no haberse aprovechado (ver la Sección 4.5).

refleja una deficiencia que se espera pueda superarse para los próximos proyectos que se están ya estudiando.

A continuación, en la Sección 4.1.3, se detallarán otros aspectos administrativos del Proyecto que se beneficiarían de un mejor apoyo por parte del personal superior de ELECTROPERU.

#### 4.1.3 Problemas Administrativos y de Organización Encontrados

Luego del análisis realizado del período de duración del Convenio, incluyendo sus dos extensiones, se han identificado varios problemas que han afectado la buena marcha del Proyecto, algunos de los cuales todavía no han sido superados:

- a) El desarrollo y aplicación de la metodología para la evaluación de los proyectos se demoró más de lo previsto.
- b) Se produjeron demoras en la aprobación de términos de referencia y bases de licitación para la ejecución de estudios y obras de los subproyectos, principalmente en las oficinas de Asesoría Jurídica y Gerencia de Finanzas.
- c) El desarrollo de los subproyectos no se ha podido cumplir oportunamente, por haber un proceso burocrático complicado, que incluye niveles de decisión desde la Sub-Gerencia hasta el Directorio. Estas actividades aún consumen más tiempo del previsto, lo que encarece y demora la ejecución de los subproyectos. (Ver la Sección 4.3.)
- d) Se produjeron demoras significativas en los pagos a los consultores y en la aprobación y firma de contratos para la adquisición de maquinarias.
- e) Las continuas modificaciones del organigrama de ELECTROPERU, agregada al alejamiento de ciertos técnicos vinculados al Proyecto, crearon desconcierto en la unidad responsable de ejecutar el Convenio. Todo ello fue desdibujando el objetivo final del Convenio, que era el de constituir una unidad estable, experimentada y capaz de continuar la electrificación rural en ELECTROPERU con programas más ambiciosos en el futuro. En efecto, hay ahora cierta preocupación y temor, dentro de la Oficina del Convenio AID, en cuanto a su futuro, y el actual objetivo se ha reducido a terminar los proyectos incluidos en el Convenio. Por otra parte, el personal del Convenio se ha reducido mucho, lo que afecta su funcionamiento.
- f) Dentro de la Sub-Gerencia de Electrificación, la Oficina del Convenio depende directamente de la Unidad de Proyectos Especiales y Convenios, de la cual dependen también las oficinas de otros Convenios con Alemania, Reino Unido, etc. (ver Anexo 7). La jefatura de la Unidad de Proyectos Especiales ha estado vacante durante varios meses, lo que ha dificultado las labores de ejecución y coordinación que deben llevar a cabo las oficinas que componen la Unidad. También está vacante la jefatura de la Unidad de Planificación y Programación de la Sub-Gerencia. Estas deficiencias dificultan el manejo de la Sub-Gerencia por parte de su titular, quien apenas se coordina las labores internas,

debe dedicar gran parte de su tiempo a relaciones con otras entidades de ELECTROPERU, así como con organismos externos.

- g) Se ha encontrado una dispersión y una organización deficiente de la información que se requiere para una eficiente administración del programa de electrificación rural.
- h) La Sub-Gerencia de Electrificación no moviliza los fondos del Proyecto con una agilidad que permitiera el desembolso de los saldos disponibles en el Préstamo y la Donación antes de su fecha de terminación (19 de mayo de 1987). La absorción de las UPE por parte de las ERE (ver Sección 4.6) agravaría seriamente esta situación. Todavía queda por definir la relación ELECTROPERU-UPE-ERE, en lo que se refiere a la ejecución y supervisión de los subproyectos del Convenio y la movilización de los fondos. Existe ahora un saldo en caja de aproximadamente US\$ 900,000 de adelantos ya desembolsados por AID, cuya liquidación por la Oficina del Convenio todavía no se ha presentado a AID.

#### 4.1.4 Acciones Recomendadas para Reforzar la Administración

- a) ELECTROPERU debería hacer un mayor esfuerzo para dotar a la Oficina del Convenio de más agilidad en sus relaciones con las otras oficinas de la institución y completar las vacantes producidas.
- b) Es importante tratar de recomponer el objetivo final del Convenio. Debería tratarse de mantener al personal técnico formado a lo largo de los últimos seis años e integrarlo, dentro de ELECTROPERU, a una unidad que permita encarar con éxito los futuros programas de electrificación rural basado en minicentrales hidráulicas.
- c) Se debería mejorar los sueldos de los funcionarios contratados del Convenio y de las UPE en las regiones y, en lo posible, darles una posición más estable evitando la renovación anual de sus contratos, lo que crea en el técnico una preocupación permanente sobre su estabilidad en la institución.
- d) Se recomienda tomar una decisión que permita que las UPE mantengan su integración y su ejecutividad actuales, sin estorbar la movilización de los recursos del Convenio.
- e) Es urgente que ELECTROPERU reúna y compile, en una base de datos centralizada e integrada, toda la información disponible en varias de sus oficinas y también fuera de la institución respecto a hidrología, meteorología, topografía, geología, demanda de potencia y energía, consumo de energía eléctrica, otros índices socio-económicos de importancia para los estudios de prefactibilidad y factibilidad, y el inventario de PCH existentes. Además de mantener centralizada esa información, debe organizar equipos de técnicos para continuar con su lectura y registro en forma permanente y efectuar la coordinación con otras instituciones. Por ejemplo, los datos de lluvias y aforos pueden obtenerse por personal de obra, mientras que se construyan las centrales, y por personal de operación una vez que las PCH entren en servicio.

- f) Se debería hacer un esfuerzo para mejorar la coordinación de labores y la disponibilidad de información dentro de la Sub-Gerencia de Electrificación. La asignación de personal a los puestos vacantes, especialmente a nivel de jefe de unidad, o la sustitución de esos puestos por otro con la responsabilidad de asistir al Sub-Gerente, contribuiría a ese fin.
- g) Debería prestarse atención a la liquidación de las obras terminadas y el pago de las cuentas pendientes con mayor agilidad, evitando así la acumulación de fondos ociosos en caja y demoras en la movilización y la contabilidad de los fondos.

#### 4.2 Estudios y Selección de Subproyectos

Para la evaluación de los subproyectos cuya ejecución con los fondos del Proyecto fue considerada, se formuló en la Oficina del Convenio una metodología de análisis que ha llegado a conocerse en ELECTROPERU como la "Metodología AID". Esta metodología se ha aplicado tanto en los estudios de prefactibilidad como en los estudios finales de factibilidad (estudios definitivos).

Estos últimos estudios también han abarcado el diseño de las PCH, así como una estimación detallada de cantidades y costos y la preparación de los documentos de licitación o de ejecución.

Casi todos los estudios de prefactibilidad y tres de los estudios de factibilidad (estudios definitivos) fueron preparados por ELECTROPERU. Los otros siete estudios se contrataron a firmas consultoras nacionales.

##### 4.2.1 Metodología de Evaluación Económica Nacional

La metodología de evaluación económica a nivel nacional, que abarca el concepto del excedente del consumidor, se elaboró con base en el enfoque recomendado por Arthur D. Little, Inc. Este enfoque fue ajustado y ampliado en cierto modo para tomar en cuenta procedimientos de análisis utilizados anteriormente en la institución, así como para incluir procedimientos relacionados con el pronóstico de la demanda de energía eléctrica. Una breve descripción de la metodología se presenta en el Anexo 8.

En general, la metodología desarrollada (que dentro de ELECTROPERU se ha denominado la "Metodología AID") ha cumplido bien con el propósito de su elaboración y utilización, que fue la verificación en forma consistente de la justificación económica de los diferentes subproyectos, permitiendo así la selección de los que aportarían los mayores beneficios.

Además del éxito que ha tenido la metodología en la evaluación de los subproyectos del Convenio AID, será usada también en estudios futuros de PCH encargados por ELECTROPERU. Por ejemplo, todos los estudios llevados a cabo por e a través de la empresa Consultora COMMSA, recientemente seleccionada por el Ministerio de Energía y Minas y ELECTROPERU para la realización de la mayoría de los estudios futuros de PCH, serán hechos según la "Metodología AID".

La metodología se formuló sin contar con mucha información sobre demanda de energía y costos de las PCH. Como consecuencia de la experiencia obtenida de la construcción y operación de las centrales, mucha información de ese tipo ya está disponible. Sería lógico ahora, como primer paso en el desarrollo de una metodología evolucionaria y permanente, revisar las suposiciones antes incorporadas, con el propósito de actualizarlas de acuerdo con la nueva información con que se cuenta en la actualidad. Entre los aspectos susceptibles de ser modificados y/o mejorados, se encuentran los siguientes:

- a) Las curvas del pronóstico del coeficiente de electrificación (viviendas electrificadas entre viviendas totales). Las curvas utilizadas hasta ahora, al parecer, proyectan un coeficiente demasiado bajo (ver Sección 7.3.1).
- b) Las curvas del consumo unitario doméstico y alumbrado público, como función del número de abonados. Las curvas empleadas son estimaciones basadas en información limitada. Un examen de los patrones de consumo actuales de las zonas de las PCH recién construídas podría verificarlas o bien conducir a estimaciones de consumo unitario como función de otra variable independiente (tal como el tiempo) y con límites inferiores y superiores diferentes. Podría convenir también distinguir entre usuarios urbanos, sub-urbanos y rurales.
- c) Las suposiciones en cuanto al número de abonados domésticos por abonado comercial y el consumo unitario de un abonado comercial.
- d) El conjunto de información obtenida de la encuesta de consumo de energía de otras fuentes "sin el proyecto". La recolección de esta información ha resultado algo costosa, de modo que convendría buscar maneras de reducir los costos de obtenerla, tal vez por medio de la búsqueda de patrones comunes de consumo en comunidades de características similares. Tal enfoque permitiría el desarrollo de consumos unitarios y el pronóstico de consumos totales con base en normas establecidas, según la clasificación del pueblo o localidad. (En general, se recopila esta información para el estudio de prefactibilidad, quedando sin actualizarse en el estudio definitivo.)
- e) La expresión para la estimación de los costos de operación y mantenimiento, como función de la potencia instalada. Los costos actuales de las centrales ya funcionando permitirían verificar la validez y actualizar la forma y los coeficientes de la ecuación, especialmente en relación con la mano de obra empleada en la operación de las PCH.
- f) Eliminación del costo de capital de trabajo. Aunque no es un monto grande, no debería tomarse en cuenta en el análisis desde el punto de vista nacional, pues no representa un recurso consumido, sino un pago de transferencia.
- g) Comparación con otras fuentes de energía eléctrica. Los costos del petróleo empleados en la comparación con la alternativa térmica han variado y deberían actualizarse. Falta también una consideración explícita de la alternativa de una extensión de líneas de transmisión o de otra planta o del sistema interconectado. (Por ejemplo, podría haberse considerado la interconexión de las redes de San Marcos y Lamora, lo

que podría haber permitido la postergación de la construcción de una de esas PCH.)

#### 4.2.2 Evaluación de los Estudios Definitivos

Para los propósitos de la evaluación de los estudios, se revisaron los Estudios de Factibilidad Definitivos de Cajabamba y San Marcos, incluyendo los diseños de las PCH. El primero fue preparado por ELECTROPERU y el segundo por una firma consultora.

Se revisaron también, en menor detalle, los estudios y diseños de las PCH de Chongos Alto, elaborado por ELECTROPERU, y Namora, realizado por la misma firma consultora. Los comentarios que se presentan a continuación se refieren tanto a los estudios mismos como a los conceptos y la filosofía de diseño que se emplearon.

##### a. Evaluación Económica de los Proyectos

Los estudios económicos se llevaron a cabo de acuerdo con la antes mencionada "Metodología AID". Los estudios preparados por la firma consultora no presentan una actualización de los pronósticos de demanda que ELECTROPERU preparó como parte de los estudios de prefactibilidad, ni presentan la formulación de los pronósticos de demanda que sirven de base para los análisis económicos. Los pronósticos utilizados en los estudios definitivos exceden sustancialmente los que se presentaron en los estudios de prefactibilidad:

	San Marcos		Namora	
	Estudio Prefact.	Estudio Defín.	Estudio Prefact.	Estudio Defín.
Máxima demanda (kW) 1987	315	389	146	231
2000	723	686	324	368
Consumo (1000 kWh) 1987	810	1,087	360	569
2000	1,635	2,327	895	1,080

Aunque se entiende que las diferencias se deben a una actualización de los estudios de prefactibilidad, no se pudo constatar los fundamentos de la actualización de la información presentada en los informes.

En el caso del estudio definitivo de Chongos Alto, el primero que se realizó, la evaluación del subproyecto y el cálculo de la relación beneficio/costo se hicieron sin incluir los costos de las líneas de transmisión y las redes de distribución en los costos totales, lo que resultó en una sobre-estimación de ese último índice del valor del subproyecto. Esta deficiencia se corrigió en los estudios posteriores.

Como parte de la evaluación económica de los subproyectos, se prepararon evaluaciones económico-financieras empresariales desde el punto de vista de ELECTROPERU. En todos los casos, se determinó que ELECTROPERU no recuperaría sus costos y que los subproyectos no serían rentables.

La conclusión de la no rentabilidad de los subproyectos desde el punto de vista empresarial es una consecuencia directa de la política tarifaria del Gobierno, cuya Comisión de Tarifas generalmente fija los cargos a los usuarios a un nivel que cubre solamente los costos de operación y mantenimiento de las entidades encargadas de estas funciones (actualmente las Empresas Regionales de Electricidad). No se pretende recuperar los costos de capital. Dada esta situación, incurrir en el costo de llevar a cabo una evaluación económico-financiera empresarial de la inversión no tiene mucho sentido.

#### b. Conceptos de Diseño y Estudios Técnicos

En general, los diseños de los subproyectos se prepararon a un nivel de detalle que no se justifica por la regular calidad y poca exactitud de la información básica disponible. Esa situación se nota especialmente en los estudios encargados a las empresas consultoras.

La mayor parte de los datos básicos disponibles de hidrología, topografía y geología no son muy confiables, y la pequeña magnitud de las obras no justifica investigaciones largas y costosas para mejorarlos. Los diseños de las PCH deben reflejar esta situación. Deben ser lo más sencillos posible, y deben ser lo suficientemente flexibles como para permitir modificaciones en el campo, de acuerdo con las condiciones actuales encontradas al momento de ejecutar las obras. (El proceso de licitación y contratación debe reflejar esta situación también. Ver Sección 4.3.)

Por ejemplo, en la construcción de los canales de aducción de varias de las PCH, los contratistas han reclamado que las cantidades de excavación de roca han excedido sustancialmente las cantidades previstas, como resultado de información geológica insuficiente. Sin embargo, el costo de una evaluación más profunda de las condiciones de sub-suelo, a lo largo de un canal de varios kilómetros de longitud requeriría un estudio de larga duración y alto costo. Mejor sería, en tales casos, ahorrar el costo y la demora del estudio y proceder con la obra bajo un régimen de flexibilidad en los diseños.

Por otro lado, hay que asegurar que los estudios preliminares identifiquen los requerimientos, los aspectos mayores de las obras que incidirían en los costos, y los problemas potenciales que se pudieran encontrar por falta de información básica adecuada (tal como la necesidad del túnel de 150 a 200 metros que no se previó en San Marcos), así como la ubicación adecuada de las estructuras principales (tales como la tubería de presión y la casa de máquinas de Namora, que fueron mal ubicadas en el diseño original).

En proyectos pequeños como las PCH abarcadas por el Convenio, diseños estandarizados pueden ayudar a reducir los costos y facilitar un desarrollo y ejecución eficaz. (Los diseños de los desarenadores, por ejemplo, son muy variados.) Debe ponerse énfasis en la simplicidad y la uniformidad. Varios de los proyectos parecen muy complejos en relación con el flujo de diseño y la capacidad de las centrales (por ejemplo, la bocatoma de San Marcos, en comparación con las de Chongos Alto y Cajabamba).

16

En general, los flujos y las capacidades de diseño se basaron en un porcentaje de excedencia del 90 por ciento (es decir, se espera que el caudal real exceda del flujo de diseño el 90 por ciento del tiempo, permitiendo así casi siempre la operación de la central a su capacidad máxima). En varios casos, no se contó con datos hidráulicos confiables, y hubo que estimar los flujos promedio diarios con base en información disponible de estaciones de aforo cercanos.

Aunque el diseño basado en un porcentaje de excedencia del 90 por ciento puede justificarse en un sistema aislado que emplea solamente la generación hidroeléctrica, esa norma pudiera no ser la mejor en sistemas hidro-térmicos donde se requiere una planta diesel en combinación con la PCH para cubrir la totalidad de la demanda. Esta situación ocurre en San Marcos. En este último caso, por ejemplo, podría haberse evaluado una opción de mayor capacidad de la PCH, a un porcentaje de excedencia menor, de modo de haber permitido el desplazamiento de la generación térmica durante períodos de mayor disponibilidad de agua. La viabilidad de tal opción dependería, por supuesto, de una duración adecuada de los caudales mayores.

Otro factor a considerarse en los diseños es la posibilidad de expansión futura, especialmente en casos donde hay gran incertidumbre sobre los flujos disponibles o cuando existe una posibilidad de interconexión con otras plantas o sistemas. En el caso de San Marcos, por ejemplo, se podría haber diseñado un canal de mayor capacidad sin incrementar mucho el costo de la obra. Si el flujo de agua en el río llegara a exceder el flujo de diseño, se podría aumentar la capacidad de la planta en el futuro a un costo adicional razonable, si el canal ya tuviera capacidad suficiente y si las otras estructuras fueran diseñadas para facilitar una expansión correspondiente. Al contrario, aumentar la capacidad del canal en una etapa posterior sería muy costoso.

En resumen, los estudios en general llegaron a ser demasiado complejos, en comparación con lo que se requiere para el tipo de obra de que se trata. La complejidad y el exceso de detalle se nota más en los estudios preparados por las firmas consultoras que en los preparados por ELECTROPERU. También, se cree que los estudios hechos por los consultores se habrían realizado en mejor forma, y sin las consecuencias posteriores en la demora de las obras, con una mayor supervisión de ELECTROPERU.

#### 4.2.3 Revisión de los Criterios para la Selección de Subproyectos

Los 10 subproyectos ejecutados bajo el Convenio AID se seleccionaron principalmente de acuerdo con su rentabilidad económica, habiéndose tomado en cuenta también su factibilidad técnica y su localización en regiones favorecidas por otros proyectos financiados por la AID y por la asignación de altas prioridades de desarrollo por el GDP. Sin embargo, aparte de su uso para evaluar los subproyectos del Convenio AID, el criterio de retorno económico, normalmente medido por la relación beneficio/costo, no goza de una utilización general en ELECTROPERU como base para la selección de proyectos o la determinación de prioridades de ejecución.

Para la asignación de prioridades a los proyectos abarcados por el Plan Nacional de Expansión de la frontera Eléctrica, que suelen ser sistemas aislados de menos de 2.5 kw de capacidad (con ciertas excepciones), el

Servicio de Planificación de la Sub-Gerencia de Electrificación Rural ha elaborado un sistema de clasificación basado en la asignación de puntajes ponderados a los proyectos. Se ha definido unos 15 indicadores o factores de evaluación, y a cada indicador se ha asignado en forma arbitraria un valor máximo, como sigue:

Indicador -----	Puntaje Máximo -----
Estado actual del estudio	5
Infraestructura eléctrica	11
Demanda eléctrica	6
Utilización de fuentes de energía	10
Avance físico	10
Financiamiento	10
Inversión comprometida	10
Inversión por abonado	15
Sustitución de energía térmica por hidráulica	5
Población a servir	9
Ubicación geográfica	6
Infraestructura (de acceso) existente	9
Tasa de crecimiento poblacional	5
Prioridad microregional	18
Nivel de organizaciones comunales	3
	---
Total	132

Asociada con cada indicador es una escala de la cual se asigna puntos a los proyectos de acuerdo con sus características pertinentes. Las prioridades de los proyectos de ejecución se determinan de acuerdo con los puntajes totales asignados.

El método de puntajes ponderados tiene varios defectos. Por ejemplo, los puntajes son arbitrarios y muy subjetivos; los puntajes dan muy poco peso a la viabilidad económica de los proyectos; y los resultados no necesariamente conducen al aumento del bienestar y riqueza nacional.

Mucho más racional sería asignar las prioridades en un primer instante de acuerdo con el indicador beneficio/costo, ajustándolos después, si fuera necesario, para tomar en cuenta políticas del Gobierno con respecto a factores tales como la distribución geográfica de las inversiones o el tipo de financiamiento disponible. La relación beneficio/costo de un proyecto incluye inherentemente una evaluación de varios de los factores contenidos en la lista de los indicadores del método de puntajes ponderados.

#### 4.2.4 Recomendaciones para Mejorar Estudios y Selección de Subproyectos

Se entiende que el MEN ha sugerido a ELECTROPERU que se entregue la mayoría de los estudios definitivos de las FCH a la empresa consultora pública COMNSA y, a través de ella, a empresas privadas. Para asegurar que los estudios de COMNSA y los otros estudios futuros tengan un alto nivel de utilidad y faciliten la ejecución de las obras, se recomienda:

- a) Llevar a cabo una comparación de los resultados reales de las PCH con los pronosticados en los estudios, dando énfasis al comportamiento de la demanda y a los costos. (Ver Sección 4.2.1.)
- b) Con base en la revisión anterior, ajustar la metodología para el pronóstico de la demanda y costos y la evaluación económica de los subproyectos, con el propósito de simplificar la ejecución de los estudios y mejorar la calidad de los resultados.
- c) Con base en la experiencia que ya existe en ELECTROPERU, desarrollar diseños sencillos normalizados para los diferentes componentes de las PCH, con indicación de las condiciones que gobernarían su selección y uso.
- d) Procurar desarrollar en las empresas consultoras el concepto de la simplicidad y flexibilidad de diseño, de acuerdo con la calidad de la información básica disponible, con el propósito de facilitar la ejecución y reducir el costo de las obras.
- e) Extender los estudios para evaluar diferentes capacidades de diseño de las PCH, tomando en cuenta las posibilidades de expansión futura o de interconexión con otras centrales o sistemas, especialmente en casos de interconexión con plantas térmicas. Podría efectuarse un análisis de varias situaciones típicas en este sentido con el propósito de establecer normas y guías.
- f) Establecer una estrecha supervisión de la realización de los estudios, para asegurar la obtención de resultados adecuados, especialmente en lo que se refiere a la obtención y utilización de información de topografía y geología, los conceptos de diseño y la identificación de problemas potenciales de construcción.
- g) Modificar el procedimiento para la asignación de prioridades a los subproyectos, con el propósito de dar mayor peso a la relación beneficio/costo. Después de una primera asignación basada en ese indicador, pueden hacerse los ajustes necesarios y apropiados para tomar en cuenta las políticas del Gobierno referentes a otros factores tales como las prioridades regionales.
- h) Procurar la consolidación de la "Metodología AID", o un ajuste de ella, en la Sub-Gerencia de Electrificación, como técnica única para la evaluación de proyectos de PCH.

#### 4.3 Licitación, Adjudicación y Contratación de Obras y Equipos

La complejidad y lentitud del proceso de licitación, adjudicación y contratación ha tenido el efecto de atrasar sustancialmente el avance del Proyecto. Con el afán de mejorar el proceso y expedir proyectos futuros, a continuación se analiza el proceso y se presentan las recomendaciones correspondientes.

#### 4.3.1 Revisión de Procedimientos y Requerimientos

Una vez completados los estudios de factibilidad y diseño de las obras a ejecutar, preparados generalmente por firmas consultoras contratadas por la Sub-Gerencia de Electrificación, se hacen las publicaciones correspondientes y se les da a los posibles oferentes un plazo aproximado de 90 días, para que presenten sus propuestas.

En el caso de las obras civiles, la Oficina de Licitaciones suministra a los oferentes el presupuesto oficial y una documentación completa que incluye diseños y dibujos con todo detalle, planillas con el metrado base para llenar con precios unitarios, bases de licitación, especificaciones técnicas, memoria descriptiva y todas las preguntas y respuestas que se presenten antes de la apertura de los sobres. Las ofertas presentadas por los contratistas deben tener, por lo menos, una vigencia de 90 días.

Una vez recibidas las ofertas en Lima, se integra un Comité en la Sub-Gerencia que incluye un representante de la UPE correspondiente, y se procede a la adjudicación en un plazo que normalmente lleva 90 días hasta el momento en que se aprueba la Buena Pro.

El procedimiento de adjudicación requerido por el Reglamento Unico de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas (RULCOP) y utilizado por ELECTROPERU es el siguiente: de las ofertas presentadas, se eliminan las que estén por arriba o por abajo del promedio de todas, incluyendo el presupuesto oficial, en más del 10%. Con las restantes, se hace otro promedio, y la oferta que esté más cerca del promedio, por abajo, recibe la recomendación de adjudicación. A sugerencia de AID, se optó en ELECTROPERU por la adjudicación de los contratos del Convenio a la oferta más baja, entre los licitantes precalificados, sin eliminar ninguna previamente.

Si bien se entiende que el proceso de adjudicación es complejo y no hay una solución perfecta, es preferible eliminar aquellas ofertas demasiado bajas que con seguridad van a crear problemas durante la ejecución del contrato.

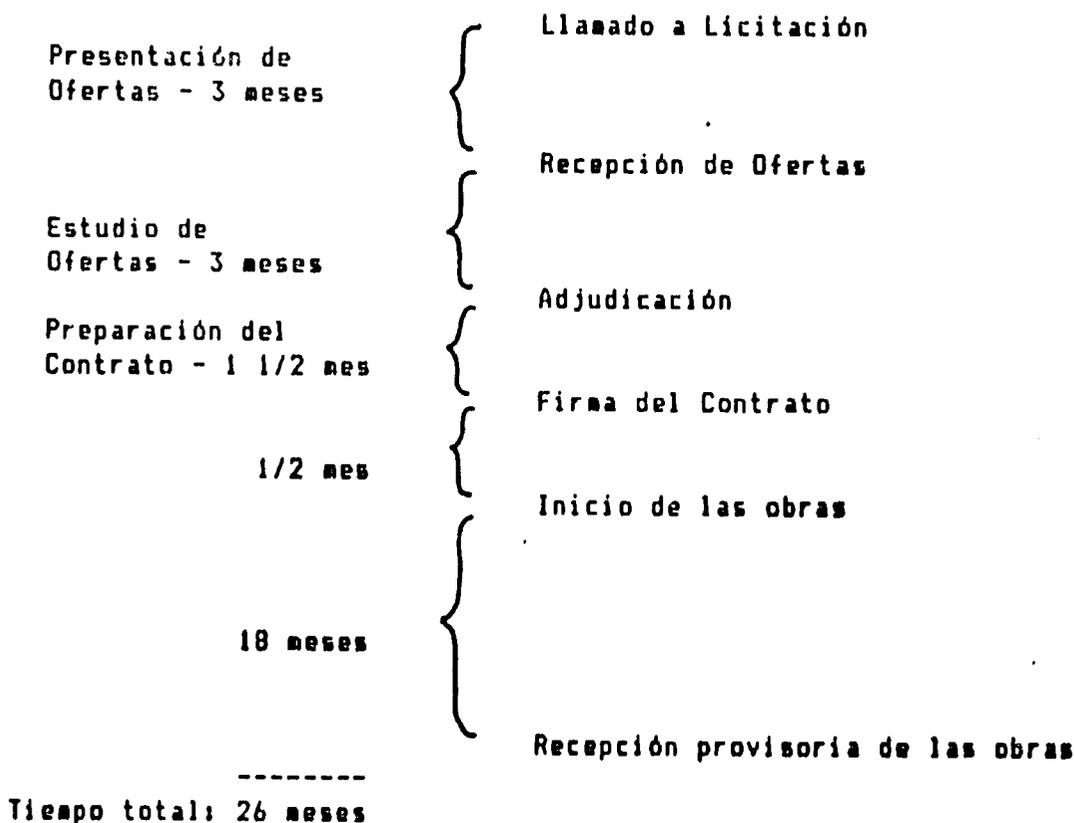
Una vez recomendada la Buena Pro, el proceso de redacción y firma de contrato requiere aproximadamente 45 días, permitiéndose otros 15 días para el inicio de las obras.

Los contratos que se aprueban en la Sub-Gerencia de Electrificación son de suma alzada y no de precios unitarios. Como los estudios previos generalmente sufren de una deficiencia de información geológica, hidrológica y topográfica, que crea cierta incertidumbre en los diseños efectuados por los consultores, aparecen, en el momento de efectuar las obras, imprevistos, a veces importantes, que los contratistas se resisten a absorber. En consecuencia, se plantean reclamaciones con su secuela de mayores costos y demoras.

El proceso anterior se repite para la contratación de los equipos hidromecánicos (para los cuales se permite una licitación internacional) y para las instalaciones eléctricas, incluyendo la red primaria. Sin embargo, normalmente las obras civiles son las más extensas y constituyen el camino crítico, absorbiendo del 30 al 50 por ciento del costo total.

Paralelamente y a los efectos de que la central hidroeléctrica entre en servicio sin demora, se deben presupuestar y adjudicar las líneas secundarias y conexiones, que siguen un proceso diferente en su ejecución y financiamiento.

En resumen, todo el proceso, desde el llamado a licitación hasta la puesta en servicio de la central, insume un plazo de aproximadamente 26 meses, como se muestra en el siguiente esquema:



En algunos casos, este proceso demora más aún, debido a la impugnación de las firmas perdedoras de las adjudicaciones. Sin embargo, esta dificultad ya se ha superado al exigir al impugnador un depósito previo.

#### 4.3.2 Definición y Tratamiento de Imprevistos

La definición de fuerza mayor utilizada en los contratos del Convenio, de acuerdo con el RULCOP, es todo acto o hecho que no se haya podido evitar y que afecta el cumplimiento de las obligaciones del contratista, siempre que no haya sido motivado por éste (lluvias grandes, interrupción total del sistema vial, etc.). La fuerza mayor es aceptada por ELECTROPERU, y se efectúan los pagos adicionales y extensiones de plazo razonables.

Con excepción de problemas causados por actos de terrorismo, guerras, desastres naturales, etc., los contratos dejan la mayor parte de los imprevistos a cargo del contratista, dentro de la modalidad de suma alzada. Sin embargo, en este tipo de obras con escasa información básica referente a topografía, geología e hidrología, los diseños no pueden ser todo lo preci-

so que normalmente se requiere para un contrato de suma alzada. Han surgido imprevistos, proporcionalmente de gran importancia, de que el contratista no ha sido responsable, y probablemente no se han incluido en su oferta.

El tratamiento actual de los imprevistos no es lo más adecuado para este tipo de proyectos, que son principalmente obras civiles, de montos pequeños, con investigaciones preliminares insuficientes y con diseños muy vulnerables a modificaciones.

Si los contratistas se ven forzados a incluir estos imprevistos en sus ofertas, probablemente aumentarán sus precios en 40% a 60%, que deberá pagar ELECTROPERU, sucedan o no los imprevistos.

Si en vez de usar el sistema de suma alzada, se usara un contrato por precios unitarios, se podría eliminar la mayoría de los reclamos que los contratistas presentan, cuando los metrajes reales difieren de los estimados en los documentos de licitación.

Probablemente, en el caso de que los imprevistos pudieran ser muy importantes, sería preferible ejecutar las obras por administración, sistema que ELECTROPERU ha aplicado con cierto éxito, en vez de sufrir demoras como consecuencia de grandes reclamos por parte de contratistas.

En el subproyecto en construcción en San Marcos, ha surgido un imprevisto que podría requerir la construcción de un túnel de casi 200 m de largo, no incluido en el diseño. El contratista aprovechó la oportunidad para exigir pagos adicionales y mayor plazo, habiendo paralizado las obras del canal a la espera de una decisión que debe ser aprobada por el Directorio de ELECTROPERU y por la Contraloría General de la República, lo que puede requerir meses.

Debido a esa situación, la solución de ejecutar la construcción del túnel por administración surge como una alternativa positiva, ya sea directamente por ELECTROPERU o delegada al mismo contratista.

#### 4.3.3 Fomento de la Capacidad Industrial Nacional

Se considera parte importante de la electrificación rural, del punto de vista técnico y económico, que la industria local, incluyendo firmas consultoras, contratistas y fabricantes de equipos, sea alentada en su desarrollo.

En cuanto a la fabricación de equipos, se considera que hay suficiente capacitación industrial en el país, aunque todavía no se tiene toda la experiencia necesaria. Algunos intentos de fabricación en el pasado no fueron exitosos. Sin embargo, en las últimas licitaciones, ya se presentaron firmas locales y, al obtener la Buena Pro, fabricaron las turbinas y alternadores que están actualmente en servicio.

Una reducción de costos y de gastos de divisas podría lograrse si se estimulara la iniciativa privada y se fabricara la mayor parte de los equipos hidromecánicos y eléctricos en el país.

#### 4.3.4 Recomendaciones para Agilizar el Proceso y/o Reducir Costos

- a) La adjudicación debería basarse sobre la oferta razonable más baja, con la recepción de ofertas solamente de firmas precalificadas.
- b) Se considera preferible mantener el presupuesto oficial como una referencia importante en el momento de la adjudicación, sin entregarlo previamente a los postores.
- c) Se recomienda eliminar de la responsabilidad del contratista la mayor parte de los imprevistos que sean función de datos poco conocidos de hidrología, geología y topografía.
- d) La adjudicación del contrato debería basarse en costos unitarios, costo total y plazo de ejecución. Además, el contratista debe tener la obligación de hacer trabajos por administración delegada, si así lo requiere la inspección.
- e) Se debería intentar agilizar el proceso de licitación, adjudicación y contratación mediante un análisis de la secuencia de las actividades y la identificación y mejoramiento de cuellos de botella. Debería considerarse la aprobación de la Buena Pro y los contratos a niveles de decisión inferiores a los actuales (al nivel de la Gerencia de Obras, por ejemplo).
- f) El apoyo de ELECTROPERU a la industria local debería mejorarse hasta donde sea permitido por los reglamentos vigentes, ya sea dándole márgenes razonables de preferencia a los fabricantes locales con respecto a los extranjeros (aunque los reglamentos de AID no permiten tales ventajas) o suministrándoles asistencia técnica relativa a diseños sencillos, robustos y de fácil mantenimiento.
- g) El fomento de la industria nacional debería incluir también el intento de crear un mercado atractivo y estable que permitiría el desarrollo de un programa continuo de fabricación de diversos equipos hidromecánicos.

#### 4.4 Supervisión y Ejecución de Obras

En esta sección se analiza la experiencia lograda en la supervisión de las obras contratadas y la ejecución de las obras por administración, y se presentan recomendaciones para facilitar esas actividades.

##### 4.4.1 Ejecución por Administración o por Contrato

Cuando se trata de obras grandes, se ve que, en general, las obras ejecutadas por contrato se realizan con una calidad superior, en un plazo más breve y a un costo más bajo que se puede lograr con las obras realizadas por administración.

En cambio, cuando las obras son pequeñas y no requieren equipos de construcción muy caros o muy sofisticados, la decisión entre construir las por administración o por contrato puede depender de la confiabilidad de la información básica, de un buen diseño o de la posibilidad de disponer de

capacitados técnicos para la supervisión y construcción de las obras. Si un proyecto tiene un diseño complicado o no claramente definido, o por la topografía accidentada se preven imprevistos importantes en su ejecución, una alternativa que puede dar resultados positivos es construirlo por administración directa.

En el caso particular de las minicentrales hidroeléctricas, es posible construirlas por el sistema de administración con calidad y plazos similares a las construidas por contrato, y a un costo menor.

La principal razón para esa diferencia en costos es la de que ELECTROPERU ha podido acelerar los avances de obra sin detenerse por negociación de costos adicionales o diferencias de metrajes que surgen como consecuencia de modificaciones de diseño o errores en el suministro de información básica (topografía, geología e hidrología). Las principales razones para las dificultades encontradas en las obras contratadas son:

- Los diseños son demasiado detallados y los presupuestos oficiales no reflejan las condiciones encontradas en el terreno;
- Los procedimientos para aprobar gastos extras son complicados y largos; y
- El adjudicar contratos basados en un presupuesto oficial obliga a los contratistas a aceptar las cantidades ya estimadas y no les motiva a proponer precios tal vez más realísticos de acuerdo con sus propias investigaciones y estimaciones.

Es importante destacar que, si no se tienen estudios detallados y extensos de la hidrología, topografía y geología de la zona, siempre se requerirán modificaciones en la alineación o ubicación del canal de aducción o de otras estructuras. El contrato debería reflejar esta incertidumbre, permitiendo cierta flexibilidad, lo que facilitaría el acuerdo de los costos adicionales.

#### 4.4.2 Dirección e Inspección de Obras

Aprovechando la experiencia adquirida en los primeros años del Proyecto, tanto en las obras ejecutadas por administración como en las efectuadas por contrato, la dirección y la inspección parecerían haberse llevado a cabo en forma adecuada, a través del personal técnico de las UPE. En las visitas realizadas a los subproyectos, se observó que los ingenieros inspectores o directores tenían la capacidad y experiencia requerida. Sin embargo, el personal de apoyo, como topógrafos y ayudantes, es muy joven y sin suficiente experiencia en sus relaciones con los contratistas, lo que ha dificultado el acuerdo en metrajes y evaluación de pagos y adicionales.

Otro problema de tipo general, que ha afectado a la dirección como a la inspección, es el deficiente sistema de comunicaciones entre oficinas y obras y la carencia de unidades de transporte, lo que disminuye sensiblemente las horas útiles de trabajo y la efectividad de los supervisores y contribuye al encarecimiento y demora de los trabajos. En algunos casos, los supervisores dependen de los contratistas para sus comunicaciones y movilización.

La Oficina del Convenio AID, en apoyo de la gestión de las UPE, envía periódicamente un ingeniero a visitar las obras, comunicarse con los directores o los inspectores y contratistas, y también entrevistar a los futuros usuarios de la zona a electrificar.

Además, se elaboran en Lima, con datos suministrados principalmente por las UPE, los informes trimestrales que reflejan los avances físicos, inversiones, atrasos, accidentes, etc., los cuales se envían a las oficinas de AID.

Hay otra etapa adicional en la supervisión de las obras, en sus aspectos técnicos y contables, a cargo de la Unidad de Control de Gestión, que envía también sus técnicos a las obras. Esta fiscalización adicional duplica, en cierto modo, la supervisión realizada por la Oficina del Convenio.

#### 4.4.3 Relaciones con Contratistas y Fabricantes

Las relaciones entre ELECTROPERU y los contratistas y fabricantes tuvieron ciertos problemas en los primeros proyectos, debido a interpretaciones de los contratos y condiciones previas al inicio de los trabajos.

Esos problemas se han ido superando gradualmente. Actualmente, se mantienen situaciones incómodas sólo con los contratistas de obras civiles, debido principalmente a modificaciones de diseño y reclamos por costos adicionales por mayores metrajes o por ciertos imprevistos, que se comentan en otras secciones de este informe.

#### 4.4.4 Recomendaciones para Facilitar la Supervisión y Ejecución de Obras

- a) Se debe suministrar equipos de radio y vehículos a los inspectores de obra, para facilitar sus tareas y expeditar la ejecución de las obras.
- b) Se debe continuar realizando algunas obras de PCH por sistema de administración, especialmente si los datos básicos no son muy confiables. Este procedimiento ayuda a mantener un control general de los costos de todas las obras y a capacitar el personal de la institución.
- c) Otra alternativa sería la de que el consultor que hace los diseños también hiciera la supervisión y el control de la construcción, disminuyendo así la necesidad de demasiados detalles en los diseños. El contrato de la construcción podría basarse en costos unitarios. (ver Sección 4.3.2). ELECTROPERU o la ERE suministraría la supervisión general, controlando metrajes, pagos y administración del contrato.

#### 4.5 Utilización de la Asistencia Técnica

La prestación de asistencia técnica debería haber sido un componente importante del Convenio. Sin embargo, no se ha utilizado en la forma que se esperaba, como se describe a continuación.

#### 4.5.1 Evaluación de la Asistencia Técnica Suministrada

El financiamiento contemplado originalmente en la Donación del Convenio se desglosa en la siguiente forma:

Objetivo	Monto en US\$
1. Ocho promotores rurales del uso productivo de la electricidad, durante el primer año de operación de cada planta. Su costo, en un 50%, lo financiaría AID.	100,000
2. Asesor contratado por la duración del Proyecto, para desarrollo de personal, actividades de seguimiento de la ejecución del Proyecto y en preparación de estudios de prefactibilidad y factibilidad.	450,000
3. Economista de energía para asistir a OPTA (o su sucesor) en preparar una metodología y estudios de demanda y de factibilidad económica.	80,000
4. Analista de impacto ambiental, como parte del estudio de factibilidad.	40,000
5. Especialista en diseño y construcción de plantas hidroeléctricas, asistiendo a OPTA.	60,000
6. Asistencia a OPTA o sucesor en el adiestramiento de los promotores rurales del programa de promoción del uso productivo de la energía.	40,000
7. Planificador de energía para ayudar a OPTA en la implementación de un programa nacional de minicentrales hidráulicas.	60,000
8. Asistencia a ELECTROPERU en la actualización de una política de precios, facturación y métodos de cobranza.	60,000
9. Especialista en mantenimiento de centrales hidroeléctricas para capacitar cuatro mecánicos en mantenimiento preventivo.	40,000
10. Evaluación final del Proyecto, a cargo de un economista, un ingeniero y un sociólogo.	40,000
11. Programa de entrenamiento para cuatro mecánicos de mantenimiento preventivo del equipo turbina-generador, financiado en el 50%.	30,000
Total:	1,000,000

*ajp*

La asistencia técnica, arriba detallada, fue adecuadamente planeada y pretendía asegurar que el estudio, la ejecución, la operación y el mantenimiento de las minicentrales del Convenio aportaran la mejor contribución posible al desarrollo de la electrificación rural.

Sin embargo, a la asistencia técnica, ELECTROPERU no ha prestado el mismo interés que expresó y concretó en las otras actividades correspondientes a la preparación y construcción de las minicentrales. Es posible que los continuos cambios en la estructura de la institución y la desaparición de OPTA, así como el proceso de descentralización reglamentado en la nueva Ley de Electricidad, hayan contribuido a que ELECTROPERU se desentendiera parcialmente de la asistencia técnica.

Hasta la fecha, la asistencia técnica efectivamente suministrada alcanza a solamente US\$ 313,000. Hace unos meses, AID tomó la decisión de fijar la Donación en un monto no mayor de US\$ 750,000, teniendo en cuenta la escasa acogida del uso de los fondos por parte de ELECTROPERU.

A continuación se presenta un resumen de la asistencia técnica suministrada y planificada hasta la fecha:

<u>Objetivo</u>	<u>Asistencia Prestada</u>
1. Gastos de promotores rurales	Se produjeron varias cintas en video cassette sobre temas de electrificación y se financiaron actividades promocionales en Chongos Alto.
2. Asesor general	Estuvo en Perú un asesor por un año, cumpliendo parcialmente su cometido.
3. Economista de energía	Trabajos y recomendaciones de Arthur D. Little, Inc. se incorporaron en la "Metodología AID" para la evaluación de los subproyectos. Eco. A. Fernández de la Oficina del Convenio trabajó estrechamente con personal de esa firma en el desarrollo de la metodología.
4. Analista de impacto ambiental	Estuvieron dos expertos, un americano y un peruano, quienes dejaron informes que proporcionaron información básica y sirvieron de guía para la elaboración de los estudios definitivos. Un intento de llegar a un acuerdo con ONERN, para la realización de investigaciones adicionales, falló por problemas administrativos de esa entidad.
5. Especialista en normas y diseño	El experto revisó planos, especificaciones y bases de licitación para la adquisición de equipos; recomendó ajustes, que se incorporaron a los expedientes; y evaluó las

- ofertas de equipos para Chongos Alto, como ejemplo.
6. Adiestramiento de promotores rurales No se ha realizado
  7. Planificador de energía No se ha realizado
  8. Asistencia en tarifas y cobranzas El Eco. A. Fernández, de la Oficina del Convenio, asistirá a un curso de un mes en Planificación y Tarifas Eléctricas.
  9. Especialista en mantenimiento No se ha realizado todavía. Sin embargo, de acuerdo con las recomendaciones del presente informe, se intentará formular un programa de adiestramiento en las escuelas técnicas de ELECTROLIMA, que incluiría visitas de expertos de los fabricantes de los equipos.
  10. Evaluación final del Proyecto Se está cumpliendo con la preparación del presente informe.
  11. Gastos de entrenamiento de mecánicos No se ha realizado todavía. Ver el objetivo No. 9 arriba.

Como se puede deducir de este resumen, de las 11 actividades, se han cumplido en su totalidad solamente las actividades 3 y 10 y parcialmente las actividades 1, 2, 4 y 5. Las restantes cinco actividades no se han realizado, aunque hay planes actuales para la ejecución de tres de ellas (8, 9 y 11).

Además, con fecha 6 de octubre de 1986, la Sub-Gerencia de Electrificación envió a AID una carta solicitando la aprobación de una lista complementaria de pequeñas asistencias que completarían la suma de US\$ 750,000. Esta lista complementaria, que fue aprobada por AID el 6 de noviembre de 1986, incluye el desarrollo de pequeños proyectos industriales y agropecuarios, sueldos de profesionales en la Oficina del Convenio AID y en el campo, y otros aspectos de la promoción del uso productivo de la electricidad, además de equipo microcomputador, radios transmisores, alquiler de vehículos y estudios. Debería definirse más claramente el significado de tipo de estudios incluidos y procesarlos rápidamente para que, en el breve lapso que resta hasta la terminación del Convenio (mayo 1987), puedan cumplir la función para la cual han sido propuestos. Una parte de los fondos pedidos para estudios podría utilizarse para financiar la asistencia técnica recomendada en otras secciones de este informe en relación con el mantenimiento de las PCH y la promoción del uso productivo de la energía eléctrica (ver Secciones 6.4, 7.4, y la que sigue).

30

#### 4.5.2 Necesidades Previstas de Asistencia Técnica

A continuación se presentan recomendaciones en relación con actividades que aún podrían llevarse a cabo y que ayudarían a lograr los objetivos de la asistencia técnica:

- a) Procurar que las ERE tomen en cuenta las conclusiones de los estudios de impacto ambiental en la operación de las centrales.
- b) Insistir en asistencia técnica relativa a un programa de promoción del uso productivo de la energía eléctrica (ver las recomendaciones de la Sección 7.4).
- c) Desarrollar y llevar a cabo un programa de adiestramiento en mantenimiento preventivo de centrales hidroeléctricas, aprovechando las aulas y talleres de las escuelas técnicas de ELECTROLIMA (ver las recomendaciones de la Sección 6.4).
- d) Emplear asistencia técnica de unos cuatro a seis meses para analizar y mejorar la administración de los proyectos desde la etapa de estudios hasta la puesta en servicio de las centrales hidráulicas (ver las recomendaciones de la Sección 4.1.4).

Si no hubiera tiempo suficiente antes de la terminación del Proyecto para contratar expertos en el extranjero, podría buscarse asistencia calificada de fuentes locales.

#### 4.6 Coordinación con las Otras Instituciones Involucradas

Después de promulgarse la Ley General de Electricidad en el año 1982, ELECTROPERU designó las UPE en cada región y estableció relaciones entre estas y las ERE. Las responsabilidades asignadas a las UPE incluyen la canalización de las solicitudes de electrificación rural, la supervisión de las obras civiles y el montaje de los equipos, y por último, la entrega de las centrales terminadas a las ERE para su inmediata administración por esta última. Ultimamente, de acuerdo con el programa de regionalización que ha adoptado el GDP, las UPE están pasándose a las ERE, en vez de seguir dependiendo de ELECTROPERU.

##### 4.6.1 Relaciones con las Empresas Regionales

A través de las visitas que se realizaron a varias obras, se pudo constatar que las relaciones con las ERE son buenas y han ayudado a resolver muchos de los problemas que se encuentran normalmente en este tipo de obras.

Antes del traspaso de las UPE a las ERE, las solicitudes de energía llegaron a las UPE o a las ERE, vía Corporaciones de Desarrollo, Alcaldes, autoridades políticas, etc., a partir de lo cual se analizaron en conjunto y se enviaron, vía las UPE, a las oficinas de ELECTROPERU en Lima, para ser consideradas en la programación de la expansión de la frontera eléctrica. Ahora, esta actividad se llevará a cabo totalmente por las ERE.

Otra colaboración ha ocurrido durante la etapa de montaje de los equipos, cuando las ERE han designado sus técnicos y operadores que trabajarán en la central cuando ésta esté en servicio, para que estuvieran en las obras y se familiarizaran con sus detalles, lo que les sería muy útil en su función posterior.

Al terminarse las obras, asumen las ERE la responsabilidad de su manejo y mantenimiento. Si en el curso del periodo de garantía sucede algún imprevisto, los contratistas y fabricantes deben cooperar en su solución. Si algo sucede cuando el periodo de garantía ha vencido, es la ERE (antes era la UPE) la que asume la responsabilidad de resolver el problema y pagar los gastos correspondientes.

Es intención del GDF, como ya se ha mencionado, que las UPE se incorporen en las ERE. En el caso de la UPE Trujillo, se suscribió el convenio de transferencia a la Empresa Regional Electro Norte Medio HIDRANDINA S.A. en agosto de 1986. Se han suscrito convenios semejantes en las UPE y las ERE de otras regiones. A principios de noviembre, se entiende que varias de las UPE ya se han traspasado a las ERE correspondientes, incluyendo las de Trujillo y Huancayo.

De la lectura del convenio de traspaso antes mencionado, se plantean ciertas interrogantes relativas al destino de las UPE como unidades dentro de las estructuras orgánicas de las ERE, sin perjudicar la experiencia y la cohesión de trabajo que se ha adquirido en las UPE. También existe preocupación sobre cómo las ERE promoverán el aporte de las comunidades beneficiarias de los proyectos, y cómo asumirán la responsabilidad de las acciones y la movilización de los fondos destinados al desarrollo eléctrico rural, especialmente los fondos del Convenio, que por contrato deben movilizarse solamente por ELECTROPERU.

#### 4.6.2 Relaciones con Otras Instituciones

La Sub-Gerencia de Electrificación Rural establece relaciones con distintas entidades tales como BANVIP, Corporaciones Departamentales de Desarrollo, empresas mineras, banca privada, financieras de crédito, cooperativas de ahorro, etc.

El principal objetivo de estas relaciones es lograr el apoyo de las mencionadas instituciones a dos actividades muy importantes. La primera es la de ayudar a los futuros usuarios de la energía eléctrica, a que financien las líneas secundarias, conexiones e instalaciones interiores de sus viviendas. La segunda, que todavía no se desarrolla bien, es la de ayudar a los usuarios a adquirir pequeños equipos industriales o electrodomésticos para el uso productivo de la energía eléctrica.

A través de las visitas realizadas, se ha encontrado buen apoyo de la electrificación rural por parte del comercio local, Corporaciones de Desarrollo, Alcaldes y otras autoridades, con un afán de ir solucionando los problemas planteados.

En la visita realizada a Chongos Alto, se constató el interés que mantienen los usuarios del servicio eléctrico, así como la ERE ELECTROCENTRO, en

constituir una empresa de interés local para administrar las redes secundarias y encargarse también de la facturación y cobranza.

Sobre este tema, hubo visitas de expertos que dejaron sus informes y recomendaciones, tales como Myk Manon y James D. Lay de NRECA en octubre de 1982 y Polidoro E. de Sao Tiago, consultor del BID, en abril de 1985.

#### 4.6.3 Recomendaciones sobre Relaciones Institucionales

- a) La implementación de los convenios de transferencia de las UPE a las ERE debiera, en lo posible, mantener la unidad de las UPE, principalmente en su función ejecutiva de la supervisión de las obras, asegurando así el mejor aprovechamiento de la experiencia ya adquirida.
- b) Ver recomendaciones c) y d) de la Sección 4.1.4.
- c) Se recomienda a la Sub-Gerencia de Electrificación analizar los informes y participar con el MEM en la evaluación de la propuesta de formar una empresa de interés local en Chongos Alto, con la posibilidad de que sirva como plan piloto para futuras aplicaciones.

#### 4.7 Capacidad de ELECTROPERU de Ejecutar Otros Proyectos Semejantes

Se puede resumir así la experiencia reciente de ELECTROPERU en el campo de la electrificación rural basada en pequeñas centrales hidroeléctricas: se ha construido, del año 1980 a la fecha, un total de 36 centrales (incluyendo tres del Convenio); se tiene en diferentes etapas de ejecución 92 centrales más (incluyendo siete del Convenio); y se están evaluando, en revisiones trimestrales, varios paquetes que totalizan aproximadamente 90 centrales adicionales.

Es decir, más de 200 proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas, en diferentes etapas de estudio y ejecución, han pasado por las oficinas técnicas de ELECTROPERU en un lapso de aproximadamente siete años. Es un esfuerzo que sitúa a Perú en los primeros lugares entre los países latinoamericanos, en lo que se refiere al fomento de la electrificación rural basada en pequeñas centrales hidroeléctricas. Los resultados destacados se han logrado a pesar de una escasez general de recursos financieros en el país y una institución responsable (ELECTROPERU) relativamente joven. El aporte del Convenio AID ha dado un apoyo importante a los esfuerzos realizados.

Si bien, en ese lapso, se han cometido errores que han atrasado la ejecución de los proyectos, corresponde expresar y destacar el éxito de las labores ya efectuadas. Durante ese tiempo se ha capacitado un conjunto de profesionales y técnicos que constituyen el mejor capital con que cuenta ELECTROPERU para enfrentar el futuro de la electrificación rural.

En consecuencia, y una vez corregidos los problemas encontrados en el pasado, que se identifican en el presente informe, se cree que ELECTROPERU y sus dependencias estarían plenamente capacitadas para ejecutar otros proyectos semejantes.

## 5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

### 5.1 Progreso Realizado en las Obras

A la fecha de este informe, tres de los 10 subproyectos del Convenio han sido terminados: Chongos Alto, Cajabamba y Pucará. De los siete subproyectos restantes, se ha decidido completar cuatro con los fondos de AID dentro del plazo de la extensión del Convenio (mayo de 1987). Los cuatro son: Cutervo, Namora, San Marcos y Pachiza. Los restantes tres (Niepos, Celendín y Sorochuco) serán terminados solamente con fondos de ELECTROPERU, excepto que en Niepos y Sorochuco, AID financiará la red de baja tensión y las conexiones domésticas.

El Cuadro 5-1 y el Anexo 9 muestran el progreso logrado hasta mediados del mes de octubre en la ejecución de las obras, basado en los avances físicos realizados por los contratistas y evaluados por ELECTROPERU. De los cuatro subproyectos cuyas obras civiles y equipamiento serán financiados en parte por fondos de AID, Pachiza es el que está más lejos de terminación, con solamente el 20% de los trabajos civiles ejecutados. Los avances de las obras civiles de Namora y de San Marcos han sido verificados por visitas al terreno realizadas por el equipo de evaluación.

En Namora los contratistas han preparado la plataforma del canal y están prontos para empezar los trabajos de las estructuras. El campamento está bien instalado y los materiales requeridos para la construcción están en el sitio. Sin embargo, unos reclamos sobre las cantidades excavadas y sobre el diseño del proyecto han conducido a demoras prolongadas, y el contratista había detenido el trabajo completamente. Los consultores fueron informados que la construcción empezaría otra vez en octubre de 1986. Si esto fuera así, los contratistas estarían en una buena posición para continuar en forma eficiente con el trabajo y cumplir con el programa actual.

En San Marcos el contratista ha preparado la mayor parte de la plataforma del canal, quedando por terminarse unos pocos cientos de metros en donde hay que hacer excavación en roca, un acueducto corto y una sección de menos de 200 metros donde se requeriría un túnel no anticipado en el diseño. Todavía está pendiente una decisión respecto al túnel mencionado, así como respecto a unos reclamos de excavación adicional de roca y cantidades extras generales. Aunque el trabajo no se ha detenido, el contratista da la impresión de que no está manejando la construcción en forma muy efectiva. Las relaciones laborales son malas, y los obreros se quejan de que no se les ha pagado por varias semanas. Las relaciones entre el contratista y ELECTROPERU no son buenas y la discusión de los costos extras podría requerir procedimientos muy largos. Los caminos de acceso están en malas condiciones.

En todos los sitios, la labor de la inspección de obra y el manejo del proyecto son difíciles, debido a la falta de vehículos y de medios eficientes de comunicación al alcance de los inspectores.

En el Anexo 10, se presenta una comparación de los costos reales con los costos estimados en los estudios definitivos de los tres PCH ya terminados.

## 5.2 Plan de Ejecución Actual y Probable

El Cuadro 5-2 muestra las fechas anticipadas para la terminación de las obras, de acuerdo con el más reciente ajuste del plan de ejecución preparado por la Oficina del Convenio (al 30 de setiembre de 1986).

Basado en la información del Cuadro 5-1 y de acuerdo con el ritmo de trabajo hasta la fecha y con lo observado durante las visitas a los lugares de los dos subproyectos, se anticipa que, aparte de Cutervo, va a ser difícil que se cumpla con el actual programa de ejecución presentado en el Cuadro 5-2. Demoras debido a mal tiempo van a ser inevitables como una consecuencia de la proximidad de la estación lluviosa. Pachiza, especialmente, y San Marcos están muy atrasados, y su puesta en servicio se estima en julio de 1987, salvo que se tomen ciertas medidas extraordinarias.

Además de las fechas del plan de ejecución actual, el Cuadro 5-2 muestra las fechas previstas de terminación de los subproyectos si no se toman las medidas especiales para impulsar los trabajos. Estas fechas estimadas se basan en los plazos de construcción efectivamente cumplidos en los dos proyectos recientemente terminados, que fueron de 25 y 22 meses, respectivamente. Al no contar actualmente con indicaciones de que los trabajos restantes estén realizándose con una agilidad mucho mayor, no hay razón de prever plazos menores de 18 meses sin tomar las acciones extraordinarias. A continuación se recomiendan las acciones a tomar para reducir esos plazos.

## 5.3 Acciones Necesarias para Lograr las Metas

Para que los siete subproyectos todavía en construcción puedan completarse antes de la Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto (19 de mayo de 1987), se deben tomar las siguientes acciones:

- a) Mejorar las comunicaciones entre la inspección de obra y las oficinas UPE, suministrando equipos de radio y vehículos al proyecto.
- b) Mejorar y acelerar los procedimientos para resolución de los reclamos de los costos extra.
- c) Considerar la ejecución de parte del trabajo con el sistema de administración, si fuera necesario y conveniente.
- d) Pedir a los contratistas el suministro de cronogramas mensuales actualizados y la descripción de todas las medidas que piensen tomar para completar los proyectos a tiempo, de modo que la supervisión de ELECTROPERU pueda mantenerse continuamente informada acerca del estado de cada subproyecto.
- e) Preparar y actualizar diagramas de secuencia de las actividades más importantes, para definir aquellas actividades que se incluyan en el camino crítico, y concentrar el esfuerzo sobre esas actividades.
- f) Establecer horarios de trabajo más extensos y más flexibles, y si fuera posible, incorporar más de un turno.
- g) Acelerar los pagos a los contratistas y, en ciertos casos especiales,

suministrarles adelantos cuando la aprobación de un pago total pudiera demorarse debido a procesos administrativos lentos.

- h) Acelerar los trámites aduaneros para que los equipos lleguen a la obra en el menor tiempo posible.
- i) Definir rápidamente el proceso de licitación, adjudicación y firma de contrato de las líneas y redes pendientes.

CUADRO 5-1

AVANCE DE LAS OBRAS

Subproyecto y Costo Estimado (US\$ 1,000)	Potencia Instal. (kW)	Estado de las Obras (% Completo)			
		Obras Civiles	Equipo Hidroeeléctrico	Tubería de Presión	Líneas y Redes Eléctricas
Chongos Alto 2,476	1,000	Terminado			
Cajabamba 1,277	520	Terminado			
Pucará 892	400	Terminado			
Cutervo 2,269	1,200**	90	Llegará a la obra 12/1986	Terminado	1o Etapa 90% 2o Etapa 50%
Pachiza 1,015	400	20	En aduana	En fábrica 20	95
Namora 1,456	600	40	En aduana	En fábrica 90	20
San Marcos 1,337	330	50	En aduana	En fábrica 90	15
Niepos 1,638	1,000	30	En viaje	En fábrica 50	A licitar
Celendín 1,943	1,000	45	En viaje	0	A licitar
Sorochuco 542	230	55	Adjudicación en trámite	55	A licitar

\* Los costos de Chongos Alto y Cajabamba son los costos reales finales. Los de Pucará son costos finales estimados, sin completar la contabilidad del subproyecto todavía. Los costos de los demás proyectos son costos pronosticados, según la última revisión del programa de ejecución del Proyecto.

\*\* Cutervo se ejecuta en 2 etapas: la primera de 800 kW y la segunda de 400 kW adicionales.

Fuente: Oficina del Convenio AID, ELECTROPERU. Ver Anexo 9.

CUADRO 5-2

FECHAS ESTIMADAS DE TERMINACION DE LOS SUBPROYECTOS

Subproyecto -----	Fecha Estimada de Terminación	
	Plan de Ejecución Actual*	Fecha Probable -----
Cutervo	Diciembre 1986	Febrero 1987
Pachiza	Mayo 1987	Julio 1987**
Nanora	Marzo 1987	Marzo 1987
San Marcos	Marzo 1987	Julio 1987**
Niepos	Marzo 1987	Mayo 1987
Celendín	Abril 1987	Junio 1987**
Sorochnco	Abril 1987	Mayo 1987

\* Fuente: Oficina del Convenio AID, ELECTROPERU, borrador del Informe Trimestral No. 16.

\*\* Existe posibilidad de terminar en Mayo 1987 si se toman las medidas recomendadas.

1/16

## 6. OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

### 6.1 Enfoque Institucional de la Operación y Mantenimiento

La responsabilidad de la operación y mantenimiento (O y M) de las instalaciones se radica en las ERE.

Siempre que sea posible, los operadores se contratan localmente, y se les proporciona una casa en la zona de la central. El mantenimiento y las reparaciones son efectuadas por un equipo de técnicos de las ERE, cuyas obligaciones incluyen también reparaciones y mantenimiento de las plantas Diesel. Los técnicos de mantenimiento se ubican en las oficinas centrales o zonales de la ERE.

La planta de Cajabamba tiene su personal para operar la planta cubriendo las 24 horas del día. En Chongos Alto el personal todavía no se ha establecido, y el servicio se suministra solamente de 4:00 p.m. a 8:00 a.m.

En caso de que alguna reparación de emergencia se requiriera, el operador debería comunicarse a la oficina central de la ERE, la cual enviaría un técnico para hacer la reparación. Este proceso podría tomar varios días, ya que las comunicaciones son muy pobres en lugares como Chongos Alto, y los operadores tienen que conseguir transporte terrestre para avisar a la oficina central. Los inventarios de repuestos, que se han establecido de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, están ubicados en las plantas. En las centrales visitadas, los fabricantes han suministrado manuales de acuerdo a lo requerido para todos los equipos instalados.

El entrenamiento del personal de O y M de las ERE se hace en los sitios de las PCH durante los trabajos de instalación y prueba de los equipos. Si bien es cierto que el Convenio había previsto un programa más amplio de adiestramiento del personal de operación y mantenimiento de las centrales, éste no se ha realizado.

Parecería que como consecuencia de que la O y M de las plantas en servicio no es responsabilidad directa de ELECTROPERU, esta última institución ha mostrado poco interés en promover programas que refuerzen dichas actividades.

Sin embargo, existe en la Empresa Regional ELECTROLIMA dos escuelas técnicas dedicadas al adiestramiento de personal de operación y mantenimiento. La Escuela de Formación Electrotécnica ha funcionado desde el año 1963, mientras que la Escuela Técnica de Mecánica e Hidráulica data del año 1980. Ambas ofrecen cursos intensivos en períodos de dos a tres años, abarcando estudios teóricos en las aulas, así como estudios prácticos en los talleres. Los egresados trabajan principalmente en ELECTROLIMA, pero las escuelas tienen capacidad de entrenar personal de las otras ERE también. Algunos de los graduados no han podido asumir un puesto en ELECTROLIMA, por falta de puestos vacantes, por lo cual estarían disponibles de trabajar en otras empresas en labores de operación y mantenimiento, así como en el adiestramiento de personal de esas empresas.

ELECTROLIMA podría coordinar el aprovechamiento de las escuelas técnicas existentes para entrenar personal de operación y mantenimiento de las ERE, haciendo uso de fondos todavía disponibles en la Donación del Convenio AID para ese propósito.

## 6.2 Deficiencias Observadas

Durante las visitas a Cajabamba y Chongos Alto, dos centrales que ya están en servicio, se observaron varios aspectos de operación y mantenimiento que requieren atención.

En Cajabamba, se observó que el agua estaba desperdiciándose, y la planta estaba operándose por abajo de la capacidad potencial, debido al temor de que el agua disponible pudiera sorpresivamente quedar por abajo del nivel requerido para mantener la carga existente. Las comunicaciones entre los operadores de planta y del canal no son las adecuadas para resolver el problema mencionado.

A los efectos de procurar el uso óptimo del agua durante períodos de bajos caudales, se puede instalar medidores de nivel de agua en la cámara de carga de la planta. A veces estos equipos se conectan al gobernador, a través de una llave, para mantener un límite superior de la generación durante caudales bajos. También una alarma puede servir el mismo propósito, alertando al operador cuando el nivel de agua ha bajado a un nivel mínimo aceptable en la cámara de carga, permitiéndole reducir la carga sobre la turbina proporcionalmente.

Los caminos de acceso entre la casa de máquinas y la bocatoma, el canal y la cámara de carga, especialmente en Cajabamba, no están en condiciones para facilitar las operaciones de apertura y cierre de las compuertas, limpieza de los desarenadores, etc.

Las siguientes son otras observaciones generales hechas en la visita a la PCH de Cajabamba:

- a) La rejilla de la cámara de carga no tiene equipo para su limpieza.
- b) En la central no funciona un equipo de emergencia para iluminación en caso de apagones.
- c) La sincronización de las plantas hidro y Diesel fue difícil, las comunicaciones entre las dos plantas fueron muy deficientes y los operadores demostraron falta de experiencia y de conocimiento del equipo.
- d) El drenaje de los taludes por arriba del canal es insuficiente, de modo que material se llevará al canal durante períodos de lluvia y se pasará en suspensión por las turbinas, acelerando el desgaste de ellas.

La visita a la planta de Chongos Alto también produjo varias observaciones, que son las siguientes:

- a) El canal de descarga de la cámara de carga no puede manejar el total del caudal de diseño en el caso de un rechazo de carga. En tal caso, las compuertas de la toma o del desarenador tendrían que cerrarse rápi-

damente para evitar daños a la zona circundante, debido al agua que saldría de la cámara de carga.

- b) Las comunicaciones entre la casa de máquinas y el operador del canal son inexistentes, lo que complica el problema mencionado arriba.
- c) Los espacios entre las barras de la rejilla de la cámara de carga son demasiado grandes, lo que permite que material sólido entre a la tubería de presión. En una ocasión una rama se alojó en la turbina, requiriendo que fuera desarmada.
- d) Una tabla de madera laminada, cerca de fallar, está utilizándose como compuerta en el derivador de la bocatoma para permitir la limpieza periódica del material de la toma. Cuando la toma se llena de material, sacar la tabla es muy difícil.

### 6.3 Medidas Recomendadas para Mejorar las Operaciones

Para resolver los problemas de operación observados en las dos centrales, que pudieran ocurrir también en las otras PCH, se recomienda tomar las siguientes medidas:

- a) Instalar un medidor de nivel de agua en la cámara de carga.
- b) Adquirir un equipo de radio portátil o similar, para facilitar comunicación entre el operador de planta y el encargado del canal.
- c) Promover una coordinación con los residentes locales que tienen propiedades en el área de drenaje, y especialmente con los que viven cerca de la toma y por arriba del canal, a los efectos de cultivar y reforestar las tierras. Esto podría evitar la erosión, beneficiando así a la planta hidroeléctrica y suministrando también beneficios agrícolas a los dueños de las tierras.
- d) En Chongos Alto, instalar en el derivador una compuerta hecha de una pieza de metal o de troncos. En cualquier caso, guías de metal lisas deberían instalarse para facilitar la remoción de las compuertas o de los troncos. También deberían adquirirse equipos para remover y colocar las compuertas, los que deberían ser portátiles para evitar que sean dañados durante crecidas. Un gato portátil o un polipasto podría resolver el problema. Debería tenerse cuidado en el diseño de la compuerta para que su remoción se pueda hacer durante períodos de crecidas, cuando se requiere limpiar el material frente de la toma. (Por ejemplo, convendría el uso de ganchos fuertes y barras en lugar de cadenas para sujetar el mecanismo de remoción, sea gato o polipasto, a la compuerta.)
- e) Colocar botiquines de emergencia y equipos extinguidores de incendio en lugares visibles y de fácil acceso en caso de accidentes. (Estos equipos no se vieron en las visitas a las plantas.)
- f) Agregar cunetas de drenaje donde se necesiten para captar agua que caiga de los taludes superiores, antes que entre al canal.

- g) Suministrar herramientas para sacar piedras del canal y limpiar las rejillas.

#### 6.4. Medidas Recomendadas para Asegurar un Mantenimiento Adecuado

Con base en las observaciones realizadas durante las visitas a las plantas de Cajabamba y Chongos Alto, se han formulado las siguientes recomendaciones en relación con el mantenimiento de las PCH:

- a) Es esencial implementar un entrenamiento adecuado del personal de operación y mantenimiento para asegurar que toda reparación pueda ser realizada sin demoras innecesarias. Es importante que los operadores de las plantas comprendan la tecnología y que sean capaces de hacer por lo menos reparaciones menores y todo el mantenimiento de rutina sin ayuda.

Con este propósito, se recomienda arreglar con ELECTROLIMA el establecimiento de un programa de adiestramiento, en las escuelas técnicas de esa empresa, del personal de operación y mantenimiento de las ERE. Aunque el período de entrenamiento de los operadores de las PCH probablemente se extendería más allá de la fecha de terminación del Convenio (mayo de 1987), hay ciertas medidas que se pudieran tomar antes, aprovechando los fondos de la Donación todavía disponibles. Estas incluyen:

- visitas de expertos de los fabricantes de equipos a las escuelas técnicas para capacitar a los instructores en la operación y mantenimiento de los nuevos equipos instalados;
  - adquisición de equipos adicionales para complementar los existentes en los talleres, de acuerdo con necesidades que indicarían los expertos de los fabricantes y los directores de las escuelas; y
  - el envío a las ERE de egresados de las escuelas que todavía no tienen empleo, ya sea para ocupar puestos de operación y mantenimiento en las ERE en forma permanente o para adiestrar a los operadores de las PCH en los sitios del trabajo.
- b) Se debería establecer comunicaciones adecuadas entre las centrales y las oficinas de las ERE, ya sea por radio o por teléfono.
- c) Los accesos a las centrales deberían mantenerse en buenas condiciones, ya sea a cargo de las ERE o de los gobiernos locales correspondientes.
- d) Los accesos internos a la toma y al canal deberían mantenerse siempre en condiciones de permitir el transporte de equipo en el caso de requerir reparaciones importantes (por ejemplo, un retroexcavador después de una crecida).
- e) Las instalaciones deberían contar en el sitio con herramientas adecuadas. Debería hacerse una evaluación de las herramientas necesarias, y aquellas que se requieran deberían comprarse y almacenarse en el sitio.

- f) Un inventario adecuado de repuestos es esencial. Los fabricantes locales de repuestos deben ser alentados en lo posible para suministrar dichos repuestos. A ese respecto, es muy ventajoso uniformar el equipo (por ejemplo, el tablero de control).
- g) El mantenimiento continuo de las obras civiles es importante. Se debería utilizar tiempo ocioso del personal de operación para reparar las estructuras de hormigón, para la limpieza y lubricación de las compuertas, para reparación de rejillas, etc. Después de las visitas realizadas a las centrales, se anticipa que se va a requerir en forma casi continua la limpieza de material que cae de los taludes a los canales de aducción.

## 7. PROMOCION DEL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA

### 7.1 Importancia de la Promoción

La justificación de la construcción y explotación de las PCH se basa en los beneficios económicos y sociales que se espera obtener de ellas. Si los nuevos usuarios no aprovechan en forma adecuada la energía eléctrica disponible de las PCH, los beneficios esperados de las inversiones no se realizan, y el valor potencial de los proyectos se pierde a los pueblos y al país. Una promoción activa del uso de la electricidad, dirigida hacia los potenciales beneficiarios de la electrificación, ayuda a la realización de los beneficios y, consecuentemente, evita pérdidas.

La energía eléctrica tiene múltiples usos, los cuales, para los propósitos del presente análisis, pueden agruparse en dos categorías principales: los usos domésticos y los usos productivos. Los beneficios que se derivan de la electrificación provienen de usos en ambas categorías, lo que implica que las actividades de promoción deben abarcar los usos productivos así como los usos domésticos.

### 7.2 Promoción Efectuada por ELECTROPERU

Hasta la fecha, las labores de promoción efectuadas por ELECTROPERU han sido concentradas principalmente en el campo del uso doméstico de la electricidad. Al parecer, se han llevado a cabo con mucho éxito.

#### 7.2.1 Promoción del Uso Doméstico (Promoción Inicial)

Existe, en cada UPE de ELECTROPERU, una unidad o un encargado de promoción (que se integrará a la ERE correspondiente). Antes de iniciar la construcción de las PCH y las líneas de distribución asociadas, las unidades de promoción tienen la responsabilidad de empadronar a los usuarios potenciales e inscribirlos en un programa de pago de los costos de las redes secundarias y las conexiones domésticas, de acuerdo con los requerimientos de la Ley General de Electricidad. A veces, este trabajo se comparte con las Corporaciones Departamentales de Desarrollo.

En general, se realizan los pagos por medio de préstamos otorgados por el Banco de la Vivienda del Perú (BANVIP), los cuales se amortizan durante los cinco años posteriores a la entrada en funciones de las PCH. Los promotores se encargan de explicar a los pobladores los beneficios de la electrificación y el programa de pago de los costos que les corresponden. También se encargan de cobrar las cuotas iniciales requeridas de los pobladores, que son del 10 por ciento de los costos totales.

Para ayudar a los promotores en la difusión de las ventajas y los procedimientos de la electrificación, se grabaron, con fondos provenientes de la Donación, varias cintas en video cassette. Las cintas abarcaron los siguientes temas:

- "Centrales Hidroeléctricas Rurales" (14 min.);
- "Compromisos entre los Usuarios y ELECTROPERU" (14 min.);
- "Financiamiento del Proyecto de Electrificación" (12 min.);
- "Instalaciones Domiciliarias Rurales" (9 min.);
- "Tratamiento de Madera para Postes de Electrificación" (9 min.); y
- "Usos de la Energía Eléctrica" (10 min.).

Se han presentado en cinco de las diez localidades que recibirán energía de las PCH.

En general, las cintas tratan de los procedimientos a seguir en la electrificación de un pueblo, dando énfasis a los usos domésticos de la energía. Una de ellas (la última en la lista arriba) desarrolla el tema que la electricidad debería usarse no solamente para iluminar las casas, sino también para facilitar los trabajos productivos y las labores diarias.

#### 7.2.2 Promoción del Uso Productivo

En cuanto a la promoción de los usos productivos de la energía eléctrica, excepto por la preparación de las cintas grabadas mencionadas anteriormente, ELECTROPERU sólo recién ha mostrado interés en el asunto. Hace unos seis meses se estableció en la Sub-Gerencia de Electrificación Rural un Servicio de Promoción Eléctrica (SPE), con el encargo de desarrollar y hacer efectivo un programa para promover el uso productivo y racional de la electricidad. El SPE cuenta con cinco profesionales para llevar a cabo sus labores. Hasta la fecha, se han dedicado a labores como las siguientes:

- preparación de un programa de trabajo general;
- elaboración de un plan de trabajo específico para el Departamento de Cajamarca;
- realización de visitas a varias microregiones, incluyendo la de Chongos Alto;
- coordinación con varias entidades que se involucrarían en la promoción y realización de pequeños proyectos de desarrollo, tales como Corporaciones de Desarrollo, Empresas Regionales de Electricidad (ERE), Ministerios, Banco Agrario, Banco Industrial, Comités de Electrificación, etc.;
- preparación de material publicitario (cuya publicación está en espera de financiamiento); y
- preparación en borrador del reglamento de un Comité Nacional del Uso Nacional y Productivo de la Energía Eléctrica, que coordinaría las acciones de ELECTROPERU con las de las ERE en este campo.

(1)

Los integrantes del SPE han encontrado mucho interés por parte de los potenciales usuarios productivos, así como entre las entidades que podrían ayudar al proceso de electrificación, pero hasta ahora no se ha podido poner en marcha un programa que conduzca a la electrificación efectiva de las tareas productivas en los pueblos. Para hacer efectivas las labores del Servicio de Promoción, se requiere:

- apoyo de ELECTROPERU al SPE;
- asistencia técnica, especialmente en relación con la identificación, evaluación y justificación de los pequeños proyectos de uso productivo;
- un presupuesto adicional para realizar trabajos en el campo; y
- acceso de los pobladores a fuentes de crédito para financiar la adquisición de equipos y, en algunos casos, la extensión de las líneas eléctricas a los sitios de trabajo.

Debe destacarse que el Convenio contempló asistencia técnica en la forma de un experto en el desarrollo de programas de adiestramiento, para ayudar a ELECTROPERU en el diseño y ejecución de un programa para la capacitación de ocho promotores rurales, quienes habrían trabajado en las comunidades durante el primer año de operación de las PCH en cada sitio. En el presupuesto original de la Donación, se incluyó también un total de US\$ 100,000 para financiar la mitad de la Campaña de Promoción, incluyendo los gastos en que habrían incurrido los promotores rurales. Sin embargo, hasta la fecha no se ha llevado a cabo ese adiestramiento, y no se han destacado promotores para los trabajos de campo contemplados en el Convenio.

### 7.3 Resultados de la Campaña de Promoción

La promoción del uso de la electricidad ha dado buenos resultados en lo que se refiere a la inscripción de nuevos usuarios domésticos en los pequeños sistemas eléctricos. No obstante, de las entrevistas y las visitas a los sitios de las PCH, se concluye que no ha habido avance efectivo en el uso de la energía eléctrica para fines productivos.

#### 7.3.1 Redes Secundarias y Conexiones Domésticas

En general, ha habido un alto grado de aceptación de la electrificación por parte de los pueblos que han sido beneficiados con las PCH. La mayoría de los pobladores han respondido con entusiasmo y no han demorado en pagar sus cuotas iniciales correspondientes, aunque se han presentado algunos casos en que los campesinos han preferido esperar hasta ver las obras en ejecución antes de efectuar sus pagos. A pesar de que tres de los contratos para la construcción de las redes secundarias están todavía en espera de licitación, se entiende que los usuarios han cumplido con sus deberes en forma oportuna.

De acuerdo con información obtenida de la UPE de Trujillo y la Empresa Regional HIDRANDINA, la inscripción de usuarios en Cajabamba ha procedido mucho más rápidamente que el avance previsto en el estudio de factibilidad para el año 1968:

PCH de Cajabamba  
Estudio Definitivo Actual

Número de viviendas	1,820	1,820 (estim.)
Coefficiente de electrificación	0.58	0.90
Número de abonados	1,060	1,650

El número actual de abonados incluye aproximadamente 25 cargas especiales (escuelas, clínicas, edificios públicos, iglesias, etc.). Las cargas especiales incluyen siete conexiones de uso productivo (fábrica de aguas gaseosas, aserraderos, molinos, etc.), aunque todas éstas existían antes de la construcción de la PCH y utilizaban sus propios equipos de generación. La nueva central de Cajabamba entró en funciones a fines de Setiembre del presente año. Es complementado por una planta térmica que ha suministrado energía durante varios años a un grupo menor de usuarios, durante horas de la noche.

En los casos de las PCH de Namora y San Marcos, que aún se encuentran en construcción, una presentación incompleta de los resultados intermedios en los estudios de mercado, preparados por la firma consultora, dificulta una comparación de los abonados actuales con los pronosticados. Sin embargo, de informes disponibles en la UPE, se puede apreciar los siguientes resultados realizados al 3 de Octubre:

	<u>PCH de</u> <u>San Marcos</u>	<u>PCH de</u> <u>Namora</u>
Número de viviendas (estudio de prefactibilidad)	1,610	1,590
Número de usuarios potenciales (datos de UPE)	1,770	1,500
Número de usuarios empadronados (datos de UPE)	550	1,070

La PCH de Chongos Alto entró en funciones en Enero del presente año, proporcionando electricidad a los pueblos de esa zona por primera vez. Los datos obtenidos de la UPE de Huancayo y la Empresa Regional ELECTROCENTRO revelan la siguiente situación para el año 1986:

	<u>PCH de Chongos Alto</u>	
	<u>Estudio</u>	<u>Actual</u>
Número de viviendas	1,820	
Número de abonados domésticos	620	
Número de abonados comerciales	130	
Número total de abonados	750	2,690

Es obvio que el número de localidades actualmente incorporadas a la red de distribución excede sustancialmente del número anticipado en el estudio de factibilidad, dando lugar al elevado número actual de abonados, que a su vez sobrepasa el número pronosticado para el año 2010.

Además de los abonados ya electrificados, la UPE de Huancayo informó que un proyecto de extensión de la red está ahora en preparación, la que llevaría

la electricidad a otros 1,600 usuarios. Para asegurar un suministro adecuado de energía eléctrica, se proyecta interconectar las centrales de Chongos Alto y Haurisca.

La demanda de potencia a la hora de uso máximo (19:00 horas) ha llegado a 540 kW, en comparación con una demanda máxima de solamente 220 kW pronosticada para el año 1986 en el estudio de factibilidad para la PCH de Chongos Alto.

Las cifras anteriores ilustran el deseo ferviente de los pueblos de contar con la electricidad en sus viviendas y lugares públicos.

### 7.3.2 Estímulo de Usos Productivos

De las 10 PCH abarcadas por el Proyecto, solamente la central de Chongos Alto ha estado funcionando durante un periodo suficientemente largo para poder haber estimulado usos productivos de la electricidad. Sin embargo, no se pudo identificar en la zona ningún caso del uso de la energía para un propósito que no fuese de iluminación o de naturaleza doméstica.

Hay tres razones, por lo menos, que contribuyen al no crecimiento de los usos productivos:

- La central todavía no opera durante la horas normales de trabajo, limitándose actualmente al periodo comprendido entre las 4 de la tarde y las 8 de la mañana.
- Los pobladores requieren cierta asistencia técnica, que no han podido recibir, para identificar proyectos, evaluarlos y preparar solicitudes de crédito.
- También requieren financiamiento para la adquisición de equipos y maquinaria.

A pesar de la actual ausencia de usos productivos en la zona, los pobladores han mostrado mucho interés en aprovechar la electricidad para tales fines. Como consecuencia de las labores realizadas por el SPE de ELECTROPERU y la organización comunal de la zona, esta última entidad ha sometido a dicho Servicio una lista de las actividades productivas que son de interés a cada una de las localidades que actualmente tienen electricidad. Se solicita ayuda técnica y financiera para poder llevar a cabo los pequeños proyectos de desarrollo eléctrico.

En Cajabamba, conversaciones con un comerciante de artefactos eléctricos, la dueña de un café, el Alcalde y el Gerente de la Corporación Departamental de Desarrollo, también revelaron un alto nivel de interés por parte de la población en los usos productivos de la electricidad, aunque este interés no se ha manifestado todavía en acciones concretas. Aunque la electricidad se suministra ahora durante las 24 horas del día, el poco tiempo que la PCH ha estado operando es insuficiente para tener mayor efecto en los patrones de producción de la zona.

Se concluye que no ha habido aún un estímulo efectivo a los usos productivos de la energía eléctrica en las zonas abarcadas por el Proyecto.

#### 7.4 Medidas Recomendadas para Fomentar un Adecuado Aprovechamiento de la Energía Eléctrica

Las acciones sugeridas para promover el uso productivo de la energía eléctrica tienen el propósito general de fortalecer y capacitar el Servicio de Promoción Eléctrica de ELECTROPERU, de modo que pueda actuar como catalizador del desarrollo rural con base en un mejor aprovechamiento de la electricidad. Específicamente, se recomienda:

- a) Contratar a un experto en el desarrollo rural, con experiencia en América Latina, durante unos cuatro meses, para adiestrar y trabajar en conjunto con el personal del SPE en estudios y tareas de promoción como las siguientes:
  - preparación de estudios piloto de factibilidad sobre los usos potenciales más comunes de la electricidad, con el propósito de determinar indicadores de viabilidad fáciles de entender y aplicar, tales como el número de vacas necesarias para justificar un ordeñador o el área cultivada para justificar una motobomba de irrigación;
  - determinación de los requisitos para la obtención de créditos de las Corporaciones Departamentales de Desarrollo, Bancos u otras instituciones, y el diseño e implantación de un programa de ayuda a los usuarios en la preparación de los documentos exigidos;
  - adiestramiento y capacitación, por parte del SPE, de los promotores de las UPE y las ERE; y
  - ejecución de las otras acciones recomendadas a continuación.
- b) Preparar y difundir folletos y cintas audio-visuales que muestran a los campesinos, carpinteros, panaderos, mecánicos, etc., cómo pueden ellos aumentar su producción y sus ingresos y/o reducir su tiempo de trabajo mediante la adquisición de equipos eléctricos y el aprovechamiento de la energía eléctrica.
- c) Cubrir, con fondos de la Donación, gastos del personal del SPE y otros promotores en transporte y estadía en las zonas de las PCH.
- d) Procurar, con la cooperación de los usuarios con más capacidad y recursos, la formación de lecherías, trasquiladoras y talleres modelo, que servirían para demostrar las ventajas del uso de la electricidad a otros pobladores de la zona.
- e) Asegurar que las PCH suministren electricidad durante las 24 horas diarias.

Las recomendaciones a, b y c podrían llevarse a cabo con fondos todavía no comprometidos de la Donación. La contratación del experto en desarrollo rural, que pudiera ser extranjero o peruano(s), alcanzaría en parte la meta de asistencia técnica en asuntos de promoción y capacitaría al personal de ELECTROPERU y las UPE y ERE.

## B. CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO CON SU PAPEL EN LA ESTRATEGIA GLOBAL DE LA MISION AID

En el año 1980, cuando se firmó el Convenio del Proyecto, dos de los tres componentes principales de la estrategia del programa de la AID en el Perú fueron orientados hacia las zonas rurales. Esos fueron:

- la promoción de programas sociales en la zona andina; y
- el desarrollo de la agricultura, la infraestructura rural y las oportunidades de empleo en la Sierra y Selva Alta, con el propósito de incrementar los ingresos de las personas de bajo ingreso en esas zonas.

La estrategia de la Misión fue ajustada en el año 1984, quedándose tres objetivos similares a los anteriores:

- el apoyo de políticas y programas que promueven el uso racional de los recursos;
- el aumento del ingreso y el empleo de las familias de bajo ingreso en las zonas rurales y urbanas; y
- la expansión de la eficiencia y la cobertura de la entrega de los servicios sociales.

En concordancia con las estrategias de desarrollo rural antes citadas, el Proyecto mismo ha tenido los objetivos de mejorar la calidad de vida y aumentar la productividad de las personas de bajo ingreso en las áreas rurales, por medio del suministro de la energía eléctrica. También ha tenido el objetivo de mejorar la capacidad institucional de ELECTROPERU, en lo que se refiere al desarrollo, evaluación y ejecución de proyectos de PCH y similares.

Como se comenta en más detalle en otras secciones de este informe, se cree que los objetivos más importantes del Proyecto han sido logrados, con ciertas excepciones menores. Por lo tanto, se cree también que el Proyecto ha contribuido directamente al alcance de las metas globales expresadas en la estrategia del programa de AID en el país.

Se estima que alrededor de 18,000 familias rurales gozarán de los beneficios de tener la electricidad en sus casas cuando se termine la ejecución de los 10 subproyectos. El suministro de energía a colegios, clínicas de salud y otros centros de servicios sociales permitirá mayor eficiencia en la entrega de estos últimos. El empleo de los recursos hídricos, y la evaluación y selección de los subproyectos de acuerdo con los beneficios netos aportados, ha contribuido al uso racional y eficiente de los recursos del país. Finalmente, la capacitación del personal de ELECTROPERU en la evaluación y ejecución de los proyectos de PCH ha logrado un avance en la institucionalización de esos conceptos.

Un objetivo que todavía no se ha cumplido en la forma esperada es el fomento de los usos productivos de la electricidad en las áreas rurales, que también es un importante elemento de la estrategia global del programa de la Misión AID. Por un lado, no ha habido todavía un tiempo suficiente de suministro permanente de la electricidad, durante las 24 horas diarias, que permitiría efectuar este proceso de desarrollo. Sin embargo, es probable que se va a requerir un esfuerzo de promoción adicional para lograr, a corto plazo, un nivel significativo del uso productivo de la energía eléctrica.

## 9. PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO FUTURO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

### 9.1 Prioridades de Desarrollo del Gobierno del Perú

El nuevo Gobierno ha tenido que enfrentar graves problemas económicos y sociales que impiden el desarrollo del país. Estos incluyen una altísima deuda externa, una centralización de actividades económicas y gubernamentales en Lima, una decaída industria nacional, una alta tasa de desempleo, el estancamiento del ingreso y del crecimiento económico, y un movimiento terrorista que promueve la insatisfacción social. Los problemas son especialmente agudos en las áreas rurales.

Para superar esos problemas, el Gobierno ha buscado políticas para impulsar el desarrollo rural, especialmente en las zonas de mayor pobreza, descentralizar las actividades del país, reducir la burocracia, aumentar la producción del sector agrícola, fomentar la industria nacional y reestructurar la distribución del ingreso. Se pone un énfasis especial en el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de la vida en la zona andina.

Existe también un esfuerzo de motivar, ayudar y capacitar a los habitantes de las zonas rurales a resolver sus propios problemas, sin tener que depender de una burocracia central que generalmente responde lentamente a las necesidades de los pueblos.

En el sub-sector eléctrico, los objetivos y metas, expresados en el Plan Maestro de Electricidad del Año 1986, incluyen las siguientes (entre otras):

- intensificar la evaluación sistemática del potencial hidroeléctrico, con el fin de incrementar y optimizar su empleo en la producción de electricidad, aumentando la producción de energía eléctrica de origen hidráulico del 78 por ciento de la producción total en 1985 al 92 por ciento en el año 2000;
- consolidar la gestión de las Empresas Regionales de Electricidad a fin de concretar la descentralización y mejorar el desarrollo regional;
- abastecer de energía eléctrica al 61 por ciento de la población del país en el año 2000 (actualmente el 40 por ciento goza del servicio eléctrico); y
- incrementar el uso de la electricidad como insumo en las actividades productivas.

El Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica 1985-1990, que se elabora anualmente de acuerdo con las exigencias de la Ley General de Electricidad, prevé incrementar el grado de electrificación en pequeños y medianos centros poblados del 17 por ciento en el año 1984 al 25 por ciento en el año 1990, beneficiando a una población adicional del orden de los 1.3 millones de habitantes.

Para lograr los objetivos generales de desarrollo, así como las metas específicas del subsector eléctrico, el GDP ha asignado una alta prioridad a la electrificación rural.

El apoyo del Gobierno se manifiesta en forma concreta por medio de la asignación continua a esta actividad de los fondos provenientes del impuesto sobre el consumo de energía eléctrica. El impuesto y el destino de los fondos son establecidos por ley.

## 9.2 Beneficios de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

De las prioridades de desarrollo del país, se puede apreciar la importancia que corresponde a la electrificación rural. Facilita el desarrollo social, la educación, la entrega de servicios de salud, la comunicación y el fomento de actividades productivas en las zonas rurales. Ayuda a crear un mejor ambiente en los pueblos y una expectativa futura que hacen más atractiva la vida rural y tienden a detener la ola migratoria hacia los grandes centros poblacionales, apoyando así el crecimiento descentralizado del país y el fomento del sector agrícola.

Las PCH juegan un papel importante en la electrificación rural, especialmente en los pueblos localizados a cierta distancia de los sistemas interconectados o de las centrales eléctricas existentes. Ofrecen varias ventajas en relación con las otras fuentes de energía eléctrica. Las ventajas de las PCH incluyen las siguientes:

- son relativamente fáciles de operar y mantener;
- aprovechan los recursos hidráulicos renovables y reducen la dependencia del petróleo;
- si se diseñan y se construyen en forma satisfactoria, pueden ofrecer la energía eléctrica a un costo bajo y razonable, especialmente en comparación con opciones térmicas o de extensión de líneas sobre largas distancias y/o terrenos difíciles;
- dan oportunidades al desarrollo y apoyo de una industria nacional para la fabricación de los equipos hidromecánicos y eléctricos;
- las obras son de una magnitud que facilita la intervención de entidades regionales (las UPE o las ERE) en su construcción, contribuyendo a la descentralización y el desarrollo regional; y
- ofrecen mayor seguridad, en comparación de instalaciones grandes, por medio de la dispersión geográfica de las fuentes de energía.

## 9.3 Comparación con Otras Fuentes de Energía Eléctrica

La determinación de la viabilidad económica relativa de las PCH, con base en información proveniente de los estudios disponibles en ELECTROPERU, puede hacerse solamente en forma aproximada, debido a los diferentes enfoques de los estudios de las PCH y de los proyectos de mayor envergadura. Mientras la "Metodología AID" de evaluación económica proporciona la rela-

ción beneficio/costo, los estudios de los proyectos de mayor tamaño, abarcados por el Plan Maestro de Electricidad, se enfocan solamente en determinar la opción de inversión que cubriría la demanda pronosticada al menor costo.

Además, cuando se trata de proyectos de extensión de líneas de la red interconectada, para poder comparar los indicadores de viabilidad económica de ellos con los de las PCH, se requiere información no solamente del costo de las líneas de transmisión, sino también del costo de generación de la energía consumida. Este último costo depende del nivel de utilización de la capacidad disponible. A corto plazo se debe tomar en cuenta solamente el costo marginal de generar la energía adicional que se requeriría, que generalmente es más bajo que el costo marginal de incrementar la capacidad de generación del sistema. Sin embargo, a mediano y largo plazo, habría que tomar en cuenta este último costo, además del costo de generación, ya que eventualmente habría que aumentar la capacidad instalada. Para el año 1987, en el sistema interconectado, el Plan Maestro de Electricidad pronostica un exceso de capacidad de solamente el 18 por ciento de la demanda de punta, sin tomar en cuenta un margen de reserva, y un factor de crecimiento de la demanda del orden del cinco por ciento anual.

A pesar de las dificultades antes mencionadas, se ha realizado una comparación de costos de diferentes fuentes de energía eléctrica, incluyendo los costos de obras civiles, equipos, líneas de transmisión y operación, cuyos resultados se presentan a continuación (ver detalles en el Anexo 11):

	US\$/kW Instalado	US\$/kWh Generada
	-----	-----
Centrales hidroeléctricas de 100 MW	1,000-1,500	0.02-0.04
Pequeñas centrales hidroeléctricas	1,700-3,000	0.05-0.08
Centrales térmicas de 50 MW	400-1,350	0.06-0.09
Pequeñas centrales térmicas	-	0.08-0.10

El costo de una línea de transmisión de 10 a 20 kV se estima en US\$ 15,000 por kilómetro. Si hubiera que extender una línea de transmisión sobre una distancia de 40 km, por ejemplo, como alternativa a la construcción de una PCH de 800 kW, se incurriría en un costo de transmisión por kWh de aproximadamente US\$ 0.02. El costo total de la alternativa (a largo plazo) se calcularía agregando el costo de transmisión al costo de generación de la energía (incluyendo costos de capital y de operación).

#### 9.4 Papel de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en el Desarrollo de la Energía Eléctrica

De las consideraciones antes expuestas, se puede concluir que el programa para el desarrollo de las PCH en el Perú debería continuarse. Es un componente muy importante de la electrificación rural, a que el GDP ha asignado una prioridad muy alta. En comparación con otras posibles fuentes de energía eléctrica en áreas rurales aisladas, las PCH pueden suministrar electricidad a costos razonables. Los proyectos de PCH son relativamente fáciles de llevar a cabo, facilitando su ejecución por las Empresas Regionales y contribuyendo así a la meta de la descentralización del país. Su

62

magnitud reducida permite llevarlos a cabo y entregar sus beneficios rápidamente, de acuerdo con las posibilidades financieras del país, sin que los usuarios tengan que esperar la terminación demorada de una obra mayor. Las PCH también aprovechan recursos naturales renovables y reducen la dependencia del país del petróleo, que son otras metas importantes del Gobierno.

## 10. RESUMEN DE LOS EXITOS DEL PROYECTO

A pesar de los problemas y las demoras que ha sufrido el Proyecto, algunos de los cuales se deben a su ejecución durante un período de reestructuración y descentralización del Gobierno Peruano en general y de ELECTROPERU y las Empresas Regionales de Electricidad en particular, se puede destacar varios éxitos significativos que han sido logrados como consecuencia de los esfuerzos dedicados a su realización. Estos se resumen a continuación:

- a) Se habrá construido 10 pequeñas centrales hidroeléctricas y las redes de distribución correspondientes, a costos y tiempos razonables, permitiendo la entrega de la electricidad a unas 18,000 familias en zonas rurales del país.
- b) Se ha estimulado y contribuido al desarrollo de una industria privada nacional capaz de fabricar el equipo hidromecánico y eléctrico para una PCH, lo que debería reducir los costos de proyectos futuros y aumentar sus beneficios netos a la economía nacional.
- c) Se ha capacitado personal de ELECTROPERU en la preparación, evaluación y ejecución de proyectos de PCH. Sin embargo, existe cierto peligro de perder la experiencia ganada, que se comenta en la Sección 11.2.
- d) Se ha implantado en ELECTROPERU una metodología para la evaluación económica de proyectos de PCH. Sin embargo, aunque los proyectos se evalúen según esa técnica, para asegurar la realización de las ventajas del uso de la metodología, habrá que modificar los criterios para la selección de los proyectos que se incluyan en el Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica (ver Sección 11.2).
- e) Como consecuencia del empleo de la metodología de evaluación económica en el Proyecto, se ha seleccionado y ejecutado subproyectos con beneficios económicos adecuados, contribuyendo así al uso racional de los recursos del país.
- f) Se ha estimulado y comprobado el interés de los pobladores de las áreas rurales de llevar a cabo el desarrollo de la electrificación rural, con el apoyo de ELECTROPERU, así como el deseo de ellos mismos de colaborar en el mejoramiento de su nivel de vida.

Por medio de la construcción de las PCH, el Proyecto ha contribuido significativamente al logro de un importante objetivo del Gobierno, que es el mejoramiento del nivel de vida en las áreas rurales del país. Por esta razón, se considera que el Proyecto ha sido bien enfocado y que ha cumplido con su propósito principal.

Como consecuencia de la experiencia obtenida por ELECTROPERU en la ejecución de los subproyectos del Convenio, además de otras obras similares, se ha mostrado la capacidad del país de aprovechar sus recursos hidráulicos en forma racional, y hay indicaciones de que se ha despertado el interés de instituciones financieras internacionales y de otros países amigos en una posible colaboración en el desarrollo de futuros proyectos de electrificación rural.

## 11. RESUMEN DE LAS DEFICIENCIAS Y LAS ACCIONES RECOMENDADAS

### 11.1 Deficiencias y Problemas que Requieren Atención Inmediata

Aunque el Proyecto habrá logrado cierto éxito en la construcción de las PCH, todavía existen varios problemas y deficiencias que podrían demorar la terminación de las obras y/o afectar la capacidad de ELECTROPERU de llevar a cabo proyectos futuros similares. Se presenta aquí un resumen de las deficiencias y los problemas del primer tipo, junto con las medidas recomendadas para superarlos. La prestación inmediata de atención a estas situaciones facilitará la oportuna y exitosa terminación del Proyecto.

- a) Se ha dedicado muy pocos esfuerzos a la promoción del uso productivo de la electricidad. No se ha llevado a cabo el adiestramiento en este campo que se contempla en el Convenio del Proyecto.

Se recomienda contratar a un experto en el desarrollo rural durante unos cuatro meses, con el propósito de adiestrar y trabajar en conjunto con el personal del recientemente formado Servicio de Promoción de ELECTROPERU, ayudándole a llevar a cabo varias acciones diseñadas a promover el uso productivo de la energía eléctrica entre los pobladores de las zonas del Proyecto.

- b) No se ha dedicado atención al adiestramiento del personal de las Empresas Regionales encargado de la operación y mantenimiento de las PCH. No se ha utilizado la asistencia técnica que se había previsto para este propósito. Sin embargo, es importante asegurar que los operadores tengan todos los conocimientos necesarios para una explotación continua y segura de las PCH.

Se recomienda aprovechar las escuelas técnicas de ELECTROLIMA, en colaboración con esa institución, para el adiestramiento de personal de las ERE en la operación y mantenimiento de las PCH. A corto plazo, y empleando fondos disponibles de la Donación, se recomienda traer a expertos de los fabricantes de los nuevos equipos hidromecánicos por cortos períodos para adiestrar a los instructores de las escuelas, adquirir ciertos equipos nuevos para complementar los existentes en las escuelas, y enviar egresados de las escuelas que no tienen empleo todavía a las ERE para ocupar puestos permanentes o adiestrar a los operadores de las PCH en los sitios de trabajo.

- c) La eficiencia de trabajo de los inspectores de obras sufre sustancialmente por falta de medios de comunicación y movilización, lo que ha resultado en demoras y encarecimiento no necesarios y la obtención de esos servicios de los contratistas.

Se recomienda adquirir equipos de radio para permitir comunicación inmediata y directa entre los inspectores y las oficinas de las UPE (o las ERE). Asimismo, se recomienda adquirir o alquilar vehículos para uso de ellos hasta la terminación de las obras.

- d) Varios de los trabajos se han demorado por falta de agilidad en los trámites para resolver reclamos de los contratistas.

Se recomienda tomar medidas extraordinarias para acelerar el análisis de los trabajos extras y la aprobación y pago de los montos correspondientes, recurriendo a soluciones como las siguientes:

- empleo del personal adicional necesario en la Oficina del Convenio;
  - suministro de movilidad al personal de la Oficina del Convenio;
  - establecimiento de procedimientos especiales que permitirían la aprobación de los pagos adicionales sin tener que recurrir al Gerente General o al Directorio de ELECTROPERU; y/o
  - pago de adelantos en anticipación de la aprobación de los montos adicionales en cuestión.
- e) El avance lento de algunas de las obras no permitiría completarlas antes de la Fecha de Terminación de Asistencia del Proyecto (19 de mayo de 1987).

Se recomienda considerar complementar el trabajo de los contratistas más atrasados con trabajos a cargo de la administración, en casos especiales, así como exigir a los contratistas que aumenten su personal, equipo y horas de trabajo y que mantengan sus planes de trabajo actualizados.

- f) La transferencia de las UPE a las ERE, actualmente en proceso de efectuarse, podría conducir a demoras en la supervisión de las obras y la aprobación y desembolso de los pagos a los contratistas.

Se recomienda buscar una manera de retener sin cambiar el personal y los procedimientos ya establecidos en las UPE para la supervisión y control de los subproyectos y la movilización de los fondos del Convenio, durante su vida restante.

- g) Los fondos del Proyecto no se han movilizado con una agilidad adecuada. Existe actualmente en caja un saldo de aproximadamente US\$ 900,000 ya desembolsado por AID cuya liquidación todavía está pendiente.

Se recomienda agilizar la liquidación de obras terminadas, el pago de cuentas pendientes y la actualización de los registros contables correspondientes.

## 11.2 Deficiencias y Problemas con Solución a Mediano Plazo

Además de los problemas que requieren atención inmediata, se ha identificado varios problemas y situaciones dentro de ELECTROPERU que han dificultado la preparación y ejecución de los proyectos de PCH. Aunque la resolución de esos problemas ya no afectaría la terminación oportuna del presente Proyecto o el logro exitoso de sus metas inmediatas, se cree que la corrección de las situaciones deficientes pudiera facilitar la ejecución de proyectos y convenios futuros y mejorar la gestión futura de ELECTROPERU. Los problemas principales y las soluciones recomendadas, que se discuten en más detalle en secciones anteriores del presente informe, son:

- a) No hubo una supervisión adecuada por parte de ELECTROPERU de la realización de los estudios y diseños a cargo de las firmas consultoras, con las consecuencias que se destacan más adelante.

Se recomienda efectuar una supervisión más estrecha de las firmas consultoras en el futuro, especialmente en lo que se refiere a la obtención y utilización de información de campo, los conceptos y la estandarización de diseños, y la identificación de problemas potenciales de construcción.

- b) Los estudios y los diseños preparados por las firmas consultoras tienen un nivel de preparación demasiado detallado, que no se justifica por la escasa y no muy confiable información básica de hidrología, topografía y geología con que se ha contado. Asimismo, los diseños son innecesariamente complejos y no uniformes.

Se recomienda diseñar con simplicidad y flexibilidad, empleando diseños estándares donde sea posible, facilitando así los ajustes necesarios, de acuerdo con las condiciones actuales encontradas al ejecutar las obras.

- c) Los contratos de construcción a suma alzada son demasiado rígidos en su redacción e interpretación, dificultando los ajustes que son inevitables en proyectos de este tipo, en que generalmente no hay información adecuada sobre las condiciones del subsuelo y topografía.

Se recomienda contratos más flexibles con énfasis en costos unitarios fijos y cantidades flexibles, siempre sujetos al control del inspector de obras, de modo que puedan adaptarse a las condiciones reales encontradas en las obras, sin necesidad de recurrir a tantos reclamos que demoran los trabajos.

- d) El proceso de licitación, adjudicación y contratación es demasiado complejo y lento.

Se recomienda agilizar el proceso mediante medidas tales como la aprobación de las Buena Pro y los contratos a niveles de decisión inferiores a los actuales. Se debe revisar y ajustar todos los trámites del proceso, especialmente en lo que se refiere a la selección del oferente ganador.

- e) No se ha prestado atención suficiente a la provisión de equipos y herramientas de mantenimiento a las PCH.

Se recomienda dotar las PCH con un juego completo de los equipos y herramientas necesarias para su eficiente operación y mantenimiento, incluyendo medios de comunicación (radio o teléfono) entre las centrales y las oficinas zonales de las Empresas Regionales.

- f) Se ha observado que las centrales a veces se operan a un nivel de potencia que no aprovecha todo el flujo de agua disponible, por temor de que el flujo pudiera caer repentinamente por debajo del nivel requerido para mantener la carga.

Se recomienda la instalación de medidores de nivel de agua en las cámaras de carga, con capacidad de actuar una alarma en la casa de máquinas si el nivel de agua cayera por debajo de un nivel determinado.

- g) Se ha observado ciertas deficiencias en los reguladores con mando hidráulico en las centrales ya en servicio. Todavía no se ha determinado qué tipo de regulador es más adecuado para este tipo de PCH en el país.

Se recomienda investigar las ventajas de los diferentes tipos de reguladores existentes, especificar el tipo más ventajoso y procurar que se fabrique en el país.

- h) En general, las PCH se diseñaron para aprovechar un flujo de agua que estaría disponible el 90 por ciento del tiempo. Sin embargo, algunas de las PCH trabajarán en conjunto con una central térmica, mientras que otras podrían unirse a la red interconectada en años futuros. En tales casos, una capacidad mayor de diseño podría ser conveniente.

Se recomienda considerar y evaluar alternativas de mayores flujos de diseño en casos como los citados arriba. También, en casos con gran incertidumbre sobre el caudal mínimo, se recomienda evaluar diseños que facilitarían la expansión futura de las PCH a un costo razonable, especialmente en lo que se refiere a la capacidad de las obras de aducción.

- i) Como consecuencia de la transferencia de las UPE a las Empresas Regionales, se corre el peligro de perder al personal adiestrado en la ejecución y supervisión de las obras. Existe también cierta inquietud sobre el destino del personal capacitado de la Oficina del Convenio AID después de finalizar el Proyecto.

Se recomienda tomar medidas para asegurar que las UPE sean transferidas en forma integral, aprovechando así la experiencia y capacidad de cada persona, así como del personal en conjunto. Se recomienda también tomar prontas medidas para asegurar al personal capacitado de la Oficina del Convenio AID de la continuación de su empleo después de terminar el Convenio, tratando de mantener el conjunto del personal en una actividad similar relacionada con la planificación y control de las obras de PCH. Cuatro ingenieros y una secretaria ya dejaron sus puestos. Debería ofrecerse posiciones permanentes a los actuales empleados por contrato, tanto de las UPE como del Convenio AID, con ajustes de sueldos correspondientes.

- j) Varios puestos vacantes en la Sub-Gerencia de Electrificación, especialmente a nivel de jefe de unidad, dificultan el cumplimiento de los deberes de esa entidad.

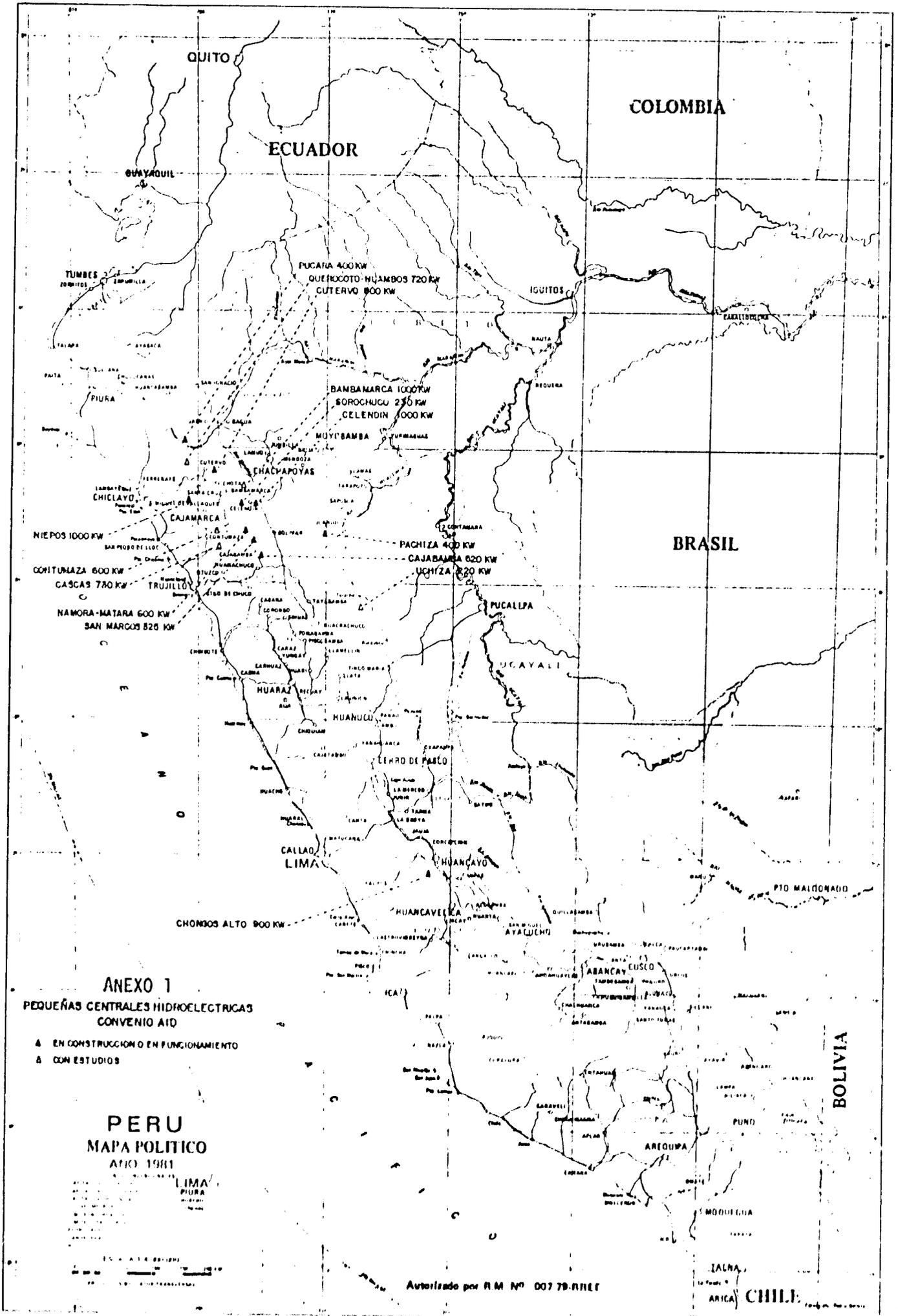
Se recomienda asignar personal a los puestos vacantes, o sustituirlos por otro puesto con la responsabilidad de asistir al Sub-Gerente, con el propósito de lograr una mejor coordinación de labores y una más amplia disponibilidad de información.

- k) Aunque la selección de los subproyectos ejecutados bajo el convenio se ha basado en las relaciones beneficio/costo calculados según la meto-

dología de evaluación económica elaborada en el Proyecto, ese criterio no se aplica en forma global en ELECTROPERU para la selección de los proyectos que se incluyen en el Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica.

Se recomienda ajustar el procedimiento para la selección de proyectos de PCH, de modo que la relación beneficio/costo sea un criterio principal para la asignación de prioridades. Se recomienda también llevar a cabo una revisión de la metodología de evaluación económica, aprovechando la experiencia obtenida hasta la fecha y la información disponible de los proyectos ya terminados, especialmente en relación con demanda y costo, con el propósito de efectuar los ajustes y afinamientos que pudieran ser convenientes.

**ANEXOS**



**ANEXO 1**  
**PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS**  
**CONVENIO AID**

- ▲ EN CONSTRUCCION O EN FUNCIONAMIENTO
- △ CON ESTUDIOS

**PERU**  
**MAPA POLITICO**  
**AÑO 1981**

LIMA  
 PIURA  
 TUMBES  
 TACNA  
 ICA  
 HUANUCO  
 AYACUCHO  
 AREQUIPA  
 MOQUEGUA  
 PUNO  
 CUSCO  
 MARIYACA  
 TACNA  
 ICA  
 HUANUCO  
 AYACUCHO  
 AREQUIPA  
 MOQUEGUA  
 PUNO  
 CUSCO



Autorizado por R.M. Nº 00779-RR/EE

TACNA  
 ICA  
 HUANUCO  
 AYACUCHO  
 AREQUIPA  
 MOQUEGUA  
 PUNO  
 CUSCO

ANEXO 2

NOMINA DE PERSONAS ENTREVISTADAS

Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)

Sr. Donor M. Lion	Director
Sr. George Hill	Sub-Director
Sr. Mark Silverman	Jefe, Oficina para el Desarrollo de Recursos
Ing. Edilberto Alarcón	Jefe, División de Ingeniería y Ejecución
Ing. Alfredo Larrabure	Coordinador del Proyecto

Empresa Pública de Electricidad del Perú (ELECTROPERU), Lima

Ing. Emilio Chaparro Chaparro	Gerente de Obras
Ing. Oswaldo Morán Márquez	Sub-Gerente de Electrificación Rural
Ing. Benjamín Ibarra	Jefe, Oficina Convenio AID
C.P. Juan Rojas Ramos	Jefe, Unidad Control de Gestión, Sub-Gerencia de Electrificación
Ing. Hernán Bustamante	Jefe, Unidad de Electrificación Rural, Gerencia Técnica
Ec. Antonio Fernández Cáceres	Economista, Oficina Convenio AID
Ing. Ernesto Napravnik	Ingeniero, Oficina Convenio AID
C.P. Hugo Meza	Contador, Oficina Convenio AID
Sr. Pedro José Belleza	Cartógrafo, Oficina Convenio AID
Ing. Lincoln Tuesta Valverde	Jefe, Servicio de Promoción Eléctrica, Sub-Gerencia de Electrificación
Ing. Adler López Huilca	Jefe, Servicio de Convenio BANVIP, Sub-Gerencia de Electrificación
Ing. Juan Mata La Cruz	Ex-Jefe de DPTA y de la Unidad de Generación Hidráulica
Ing. Rafael Hospina	Jefe, Oficina Convenio Reino Unido
Ing. Werner Hess	Jefe, Misión Técnica de la R.F.Alemania
Ing. Jorge Tapia Pacheco	Ex-Jefe, Oficina Convenio R.F.Alemania
Ing. Sixto Zegarra	Jefe, Servicio de Planificación, Sub-Gerencia de Electrificación
Ing. Jorge Saito	Servicio de Licitaciones y Contratos, Sub-Gerencia de Electrificación
Ing. Pablo Ferradas	Jefe de Hidráulica y Presas, Gerencia Técnica
Ing. Ismaél Aragón	Encargado de Equipamiento, Gerencia de Planeamiento
Ing. Amadeo Carrillo	Ingeniero, Gerencia de Planeamiento

ELECTROPERU, Unidad de Proyectos de Electrificación (UPE), Trujillo/Cajamarca

Ing. Julio López Carriedo	Jefe
Ing. David Díaz Mautino	Encargado de Promoción Eléctrica
Ing. Miguel Camacho	Encargado, Oficina de Coordinación, Cajamarca

Sr. Carlos Alva León	Encargado de Contabilidad
Ing. Telésforo Ruiz	Inspector de Cajabamba
Ing. José Mulanovich Iquain	Inspector de Obras, San Marcos
Ing. Juan Cruz Aguilera	Inspector de Obras, Namora
Ing. Eleazar Ríos Huerta	Ingeniero
Ing. Pablo Salazar Cossío	Ingeniero
Ing. Carlos Rosas Harroquí	Ingeniero

ELECTROPERU, Unidad de Proyectos de Electrificación (UPE), Huancayo

Ing. Juan Rodríguez	Jefe
Ing. Juan Ruiz	Ingeniero Inspector
Ing. Lucio Calderón Cuyutupa	Coordinador de Obras
Sr. Jorge Manrique Arana	Promotor

Ministerio de Energía y Minas

Ing. Carmen Monge	Directora General de Electricidad
Ing. Raúl Noriega Ezcurra	Director General, Oficina General de Planificación
Ing. Luis Llanos	Director, Oficina de Planificación Eléctrica
Ing. Néstor Vargas Céspedes	Asesor de Electricidad, Despacho Ministerial
Dr. Ec. Félix Pacheco L.	Asesor de Energía, Despacho Ministerial
Ing. Ciro Zúñiga G.	Asesor de Electricidad, Despacho Ministerial
Sr. Percy León	Dirección General de Electricidad

Empresa Regional Electro Norte Medio HIRANDINA S.A.

Ing. Alfredo Paiva	Gerente Comercial
Ing. Edilberto Campos R.	Jefe, Zona de Cajamarca
Ing. Julio Salas Gallegos	Jefe de Operación y Mantenimiento, Zona de Cajamarca
Sr. Hernández	Jefe de Comercialización, Cajamarca

Empresa Regional ELECTROCENTRO S.A.

Ing. Alejandro Guisse M.	Gerente General
Ing. Juan Carlos Keira S.	Gerente de Operaciones
Ing. Eduardo Carnat Cuba	Jefe, Unidad de Mantenimiento
Bach. Teófilo Basualdo Quiroga	Unidad de Comercialización

Empresa Regional ELECTROLIMA S.A.

Ing. José Antonio Villena	Director, Escuelas Técnica
Sr. Miguel Stucchi	Director, EFET
Prof. Agustín Farje	Director, ETENHI

**Otros**

**Sr. Guzmán Aguilar de Ancos**  
**Ing. Luis A. Silva Tejada**

**Sr. Florencio Porta Lozano**

**Sr. Jorge Rosell Castillo**

**Sr. Marcos Centurión**

**Sr. Reyes**

**Sub-Representante del BID**

**Ingeniero Residente, Empresa Constructora Cáceres, San Marcos**

**Presidente, Comité Central de Electrificación de la Zona de Canipaco (COCEZCA) y Presidente del Directorio, Empresa Multicomunal Hidroeléctrica de la Zona de Canipaco (EMHZOCA)**

**Alcalde de Cajabamba**

**Gerente General, Corporación Departamental de Desarrollo de Cajamarca**

**Encargado, Centro de Artesanía, Chongos Alto**

ANEXO 3

DOCUMENTOS PRINCIPALES REVISADOS

- AID, "Convenio de Proyecto entre la República del Perú y los Estados Unidos de América para Desarrollo de Pequeñas Plantas Eléctricas", 24 de noviembre de 1980.
- AID, "Project Paper--Small Hydro Development, Peru", Project NO. 527-0226, 1980.
- AID, varios documentos internos.
- Alboric, e.i.r.l., "Proyecto San Marcos-Ichocán, Estudio Definitivo", Vols. I-VI, 1984.
- Alboric, e.i.r.l., "Proyecto Central Hidroeléctrica Namora-Matará, Estudio Definitivo, Evaluación Económica", Vol. V, 1984.
- ELECTROPERU, Oficina del Convenio AID, "Informe Trimestral USAID-13, Oct. Nov. y Dic. de 1985".
- ELECTROPERU, Oficina del Convenio AID, "Informe Trimestral USAID-14, Ene. Feb. y Mar. de 1986".
- ELECTROPERU, Oficina del Convenio AID, "Informe Trimestral USAID-15, Abr. May. y Jun. de 1986".
- ELECTROPERU, Mapa con síntesis de programas hidro de AID, Reino Unido, Alemania, etc.
- ELECTROPERU, Servicio de Promoción Eléctrica, "Uso Racional y Productivo de la Energía Eléctrica".
- ELECTROPERU, Servicio de Promoción Eléctrica, "Elaboración Plan de Trabajo-Promoción Productiva Dpto. de Cajamarca", agosto 1985.
- ELECTROPERU, "Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural; Convenios Internacionales".
- ELECTROPERU, "Metodología de Prefactibilidad o de Factibilidad".
- ELECTROPERU, Oficina del Convenio AID, "Metodología AID para Pequeñas Hidroeléctricas--Formulación de Estudios de Factibilidad".
- ELECTROPERU, Oficina del Convenio AID, Planos de Proyectos de Cajabamba, Chongos Alto, Namora y San Martín.
- ELECTROPERU, Organigrama de la Sub-Gerencia de Electrificación.
- ELECTROPERU, Convenio con el Reino Unido, III-Reunión-1986.
- ELECTROPERU, Convenio Reino Unido, "Programa Priorizado de los Proyectos del Convenio Reino Unido".

- ELECTROPERU, Convenio Reino Unido, "Cronograma Obras Civiles de los Proyectos del Convenio Reino Unido".
- ELECTROPERU, "Estatuto de Empresas de Interés Local de Servicios Públicos de Electricidad".
- ELECTROPERU, "Proyecto Hidroeléctrico Bambamarca, Cajamarca, Central Namuyoc", Informe Final, Vol IV, junio 1985.
- ELECTROPERU, Gerencia de Obras, Sub-Gerencia de Electrificación, "Contrato de Obras Civiles y Montaje, San Marcos".
- ELECTROPERU, "Proyecto San Marcos-Ichocán, Estudio de Prefactibilidad".
- ELECTROPERU, Desarrollo de PCH, Convenio AID, Cajamarca, "Estudio de Prefactibilidad", Vol. I, "Información Básica y Metodología", 1981.
- ELECTROPERU, Desarrollo de PCH, Convenio AID, Cajamarca, "Estudio de Prefactibilidad, Vol. II, Microregiones 1. Cutervo, 2. Cajabamba", 1981.
- ELECTROPERU, Desarrollo de PCH, Convenio AID, Cajamarca, "Estudio de Prefactibilidad, Microregión Cajabamba, Anexo al Volumen II", 1982.
- ELECTROPERU, Desarrollo de PCH, Proyecto Cajabamba, "Central Hidroeléctrica Huallunga, Estudios de Factibilidad", Vols. I al VI, 1984.
- ELECTROPERU, Desarrollo de PCH, Convenio AID, Proyecto Niepos, "Central Hidroeléctrica Buenos Aires, Estudio de Factibilidad, Suministro y Montaje del Equipo Hidroeléctrico", Vol. IV, 1984.
- ELECTROPERU, "Namora-Matará-Jesús, Estudio de Prefactibilidad".
- ELECTROPERU, Proyecto Chongos Alto, "Estudio de Factibilidad", Vol. I, II, III y IV, 1982.
- ELECTROPERU, Sub-gerencia de Electrificación, Central Hidroeléctrica de San Marcos, Cajamarca, "Obras Civiles y Montaje y Pruebas de la Tubería de Presión", 1986.
- ELECTROPERU, "Plan Maestro de Electricidad 1986. Primera Versión", agosto 1986.
- ELECTROPERU, "Plan Maestro de Electricidad, Generación Eléctrica", Vol. II, anexo del capítulo IV, 1985.
- ELECTROPERU, "Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, Período 1985-1990", Vols. I y 2.
- ELECTROPERU, Convenio Técnico Perú-Alemania, "Central Hidroeléctrica Lahón del Pato, "Evaluación de las Posibilidades de Aprovechamiento y Aprovechamiento Hidrico", 1985.
- ELECTROPERU, Ing. Polidoro Ernani de São Paulo, "Proyecto de Estatuto de Empresa de Interés Local de Servicios Públicos de Electricidad".

ELECTROPERU, Gerencia de Operaciones, Evaluación y Control de Gestión, División de Estadística, "Padrón y Estado de las Unidades de Generación, Centrales Hidroeléctricas Hasta 10 MW", 31 de octubre de 1986.

ELECTROPERU, Gerencia de Obras, Sub-Gerencia de Electrificación, Unidad de Control de Gestión, "Informe de Evaluación de la Ejecución Presupuestal de la Sub-Gerencia de Electrificación al 30.09.86", octubre de 1986.

HIDRANDINA, "Transferencia UPE Trujillo de ELECTROPERU a HIDRANDINA S.A.", agosto 1986.

Instituto Nacional de Planificación, "Sistema de Planes de Desarrollo 1986-90--Proyecto: Plan del Trapecio Andino, Caracterización de la Problemática", febrero 1986.

Instituto Nacional de Planificación, "Proyecto Plan Nacional de Desarrollo a Mediano Plazo 1986-1990", enero 1986.

M.Manon, "Informe Preliminar de la Cooperativa de Canipaco".

MEM, "Reglamento Ley General de Electricidad", D.S. 031-82 EM/VM.

MEM, "Ley General de Electricidad", mayo 1982.

## ANEXO 4

## PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS EXISTENTES EN EL PERU

Primer Año de Servicio	Potencia Instalada (kW)						
	0-100			101-1,000			Más de 1,000
	En Oper.	Fuera Serv.	Total	En Oper.	Fuera Serv.	Total	Total
No especificado	1	1	2		1	1	
1907-1939	1	1	2	1	2	3	2
1940-1959	12	12	24	4	3	7	1
1960-1969	28	17	45	11	1	12	2
1970-1979	2		2	6		6	2
1980-1986	9*	3	12	23**	1	24	
	--	--	--	--	-	--	-
Total	53	34	87	45	8	53	7

Total, 0-10,000 kW:

En Operación	105
Fuera de Servicio	42
---	---
Total Construido	147

\* Incluye seis obras terminadas pero no entregadas oficialmente a las ERE.

\*\* Incluye 10 obras terminadas pero no entregadas oficialmente a las ERE.

Fuentes: - ELECTROPERU, Gerencia de Operaciones, Evaluación y Control de Gestión, División de Estadística, "Padrón y Estado de las Unidades de Generación, Centrales Hidroeléctricas Hasta 10 MW". 31 de Octubre de 1986.  
- ELECTROPERU, Gerencia de Obras, Sub-Gerencia de Electrificación, Unidad de Control de Gestión, "Informe de Evaluación de la Ejecución Presupuestal de la Sub-Gerencia de Electrificación al 30.09.86", Octubre de 1986.

## ANEXO 5

## PROYECTOS DE MINICENTRALES EN EJECUCION CON FINANCIAMIENTO EXTERNO

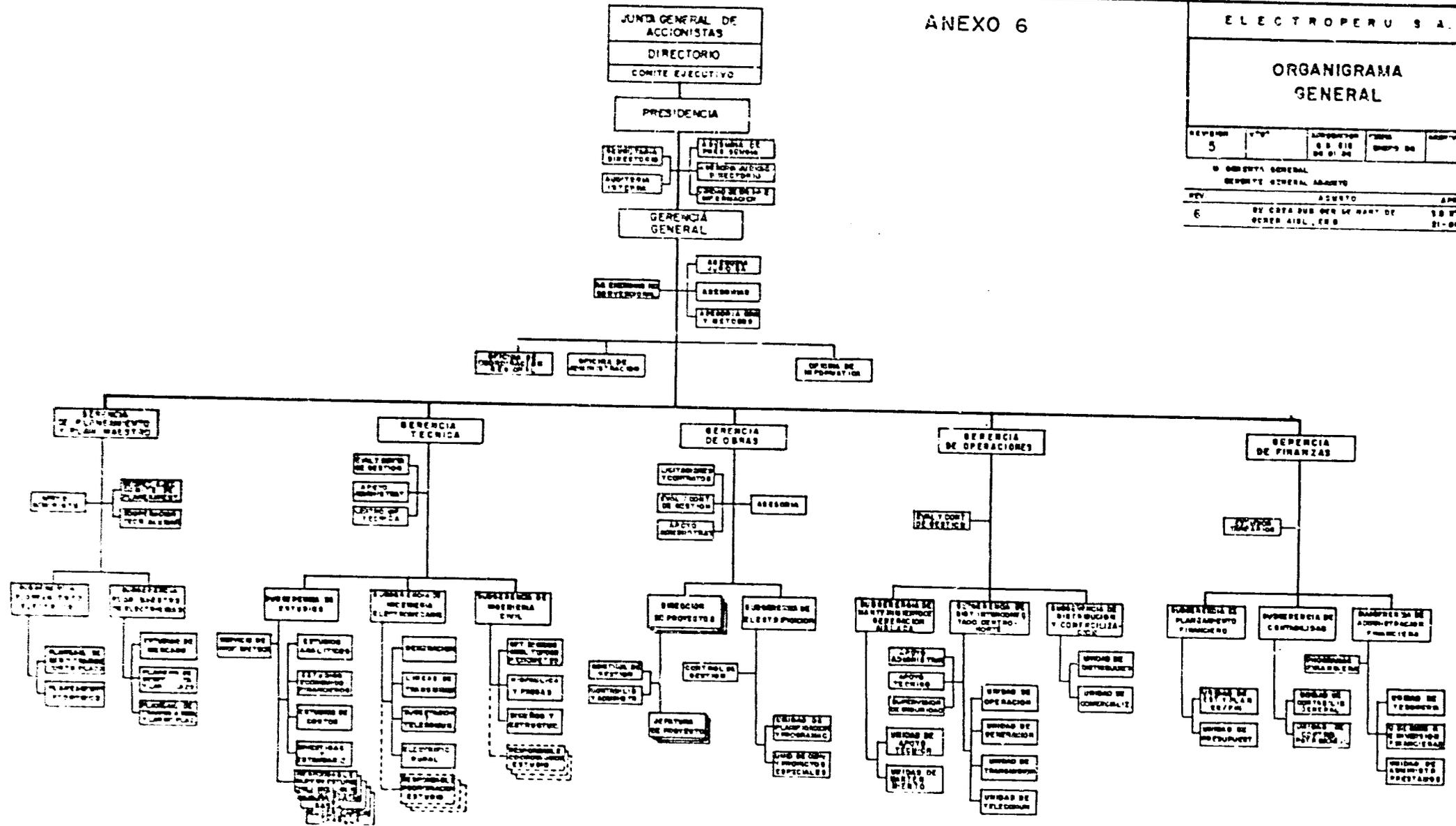
	Potencia (kW)	Población (Hab.)	No. de Centrales
	-----	-----	-----
<u>Convenios Internacionales</u> (financian varias categorías)			
Convenio AID (financia asistencia técnica, estudios, obras civiles, equi- pos, líneas, redes y adies- tramiento)	6,680	125,000	10
Convenio R.F. Alemania (financia asistencia técnica, estudios y equipos)	2,110	15,200	4
Convenio Reino Unido (financia servicios técnicos y equipos)	42,000	436,800	21
Sub-Total	----- 50,790	----- 577,000	----- 35
<u>Otros Grupos Externos</u> (financian sólo equipos)			
Grupos Chinos	2,604	66,700	14
Grupos SERCENCO	4,250	97,600	4
Grupos Brasileños	660	31,500	3
Sub-Total	----- 7,514	----- 195,800	----- 21
TOTAL	----- 58,304	----- 772,800	----- 56

ANEXO 6

ELECTROPERU S.A.

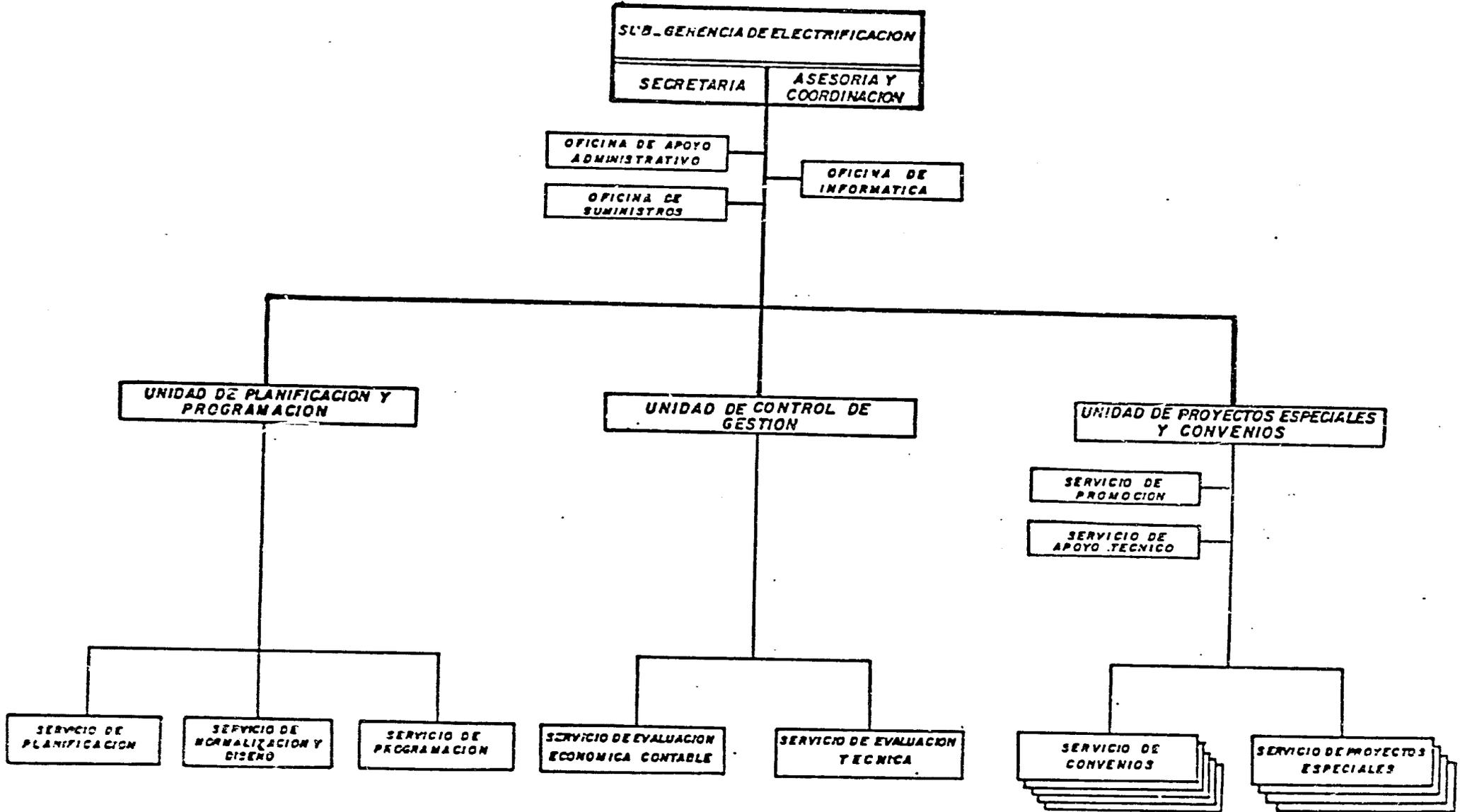
ORGANIGRAMA GENERAL

VERSION	1.0	APROBADO	FECHA	ASPECTO
5		03.01.00	08.01.00	
D. GERENTE GENERAL				
E. GERENTE GENERAL ASISTENTE				
REV	ASUNTO	APROB		
E	BY COTA SUB GER DE HARY DE	03.01.00	01.01.00	
	OCER AIDL, ENB			



ANEXO 7

ORGANIGRAMA DE LA SUB-GERENCIA DE ELECTRIFICACION



21

## ANEXO B

### DESCRIPCION DE LA "METODOLOGIA AID" PARA LA EVALUACION ECONOMICA DE LOS SUBPROYECTOS

La "Metodología AID" es el nombre que se dió en ELECTROPERU a la metodología para la evaluación económica de los subproyectos de PCH que se desarrolló y se utilizó en el Convenio AID/ELECTROPERU para el Desarrollo de Pequeñas Plantas Hidroeléctricas. La evaluación se efectúa desde el punto de vista nacional.

Para un subproyecto dado, la metodología procura pronosticar, para cada año durante el período de análisis, los beneficios brutos que se obtendrían, así como los costos nacionales totales de producir los beneficios. Se incluyen como beneficios brutos los beneficios derivados de los recursos asignados al subproyecto (es decir, el valor de la energía eléctrica que se produciría, incluyendo el excedente del consumidor) además de los beneficios obtenidos de usos alternos de los recursos liberados o desplazados por el subproyecto (tal como los ingresos que se realizarían de la exportación del combustible diesel que de otro modo se consumiría en la generación de electricidad en una planta térmica existente).

Los costos incluyen los costos de construcción de la central, los costos anuales de operación y los costos de los recursos desplazados. Los costos, así como los beneficios, se expresan a sus valores económicos reales (es decir, a los precios sombra), que a veces difieren de los precios de mercado, por lo cual hay que aplicar factores de ajuste para convertir precios de mercado a precios sombra.

Para determinar los beneficios, que se basan en el valor de la energía consumida, hay que analizar primero el consumo existente de energía, para poder pronosticar el consumo que habría si no se hiciera el subproyecto. Este análisis se hace por medio de una encuesta de los habitantes de los pueblos que se electrificarían. Como resultado del análisis, se obtiene el consumo pronosticado, y con base en los precios sombra de las diferentes formas de energía, se calcula el costo por kWh equivalente.

El pronóstico del consumo de energía eléctrica con el subproyecto se realiza con base en ciertas ecuaciones (expresadas en forma gráfica) que se han formulado de un análisis de la demanda de energía en algunos pueblos ya electrificados. Las ecuaciones dan un coeficiente de electrificación (la proporción de viviendas con electricidad) como función del tiempo, así como el consumo unitario como función del número de abonados. Estas estimaciones, en conjunto con un pronóstico del número de viviendas en los pueblos a ser electrificados, conducen a las proyecciones del consumo para uso doméstico y alumbrado público. Para llegar al consumo total, se toma en cuenta el consumo comercial, que se deriva del número de abonados comerciales por abonado doméstico, y el consumo unitario comercial, especificados previamente según tipo de localidad, y el consumo industrial, que se basa en la información obtenida mediante la encuesta.

Los beneficios brutos de cada año consisten en el valor total que las fuentes de energía desplazadas contribuirían en otros sectores de la economía, el valor de la energía eléctrica que se consumiría, a su precio sombra

(estimado en US\$ 0.06/kWh), y el valor del excedente del consumidor, que refleja el valor total que los abonados habrían estado dispuestos a pagar por el consumo de la misma cantidad de energía, a precios mayores que el precio sombra antes mencionado. El excedente del consumidor se calcula de cuatro valores: la cantidad de energía sustituida (el consumo sin el subproyecto), el consumo de energía con el subproyecto, el precio por kWh del consumo sin el subproyecto y el precio por kWh con el subproyecto.

Los costos de mercado de los recursos asignados al subproyecto se determinan en el estudio técnico. Los costos anuales de operación y mantenimiento se calculan por medio de una ecuación que expresa los costos en función de la potencia instalada (en kW). También se incluyen los costos de los recursos desplazados. Todos los costos de mercado se ajustan a costos de oportunidad (a sus respectivos precios sombra).

Después de pronosticar los beneficios y los costos, se calculan tres indicadores de viabilidad económica: la tasa interna de retorno, el valor actual neto, y la relación beneficio/costo. Los dos últimos índices se calculan a tasas de descuento del 8, 12 y 15%, considerando la más baja cerca de la tasa social del descuento. La asignación de prioridades de ejecución a los subproyectos se basa en esos tres indicadores económicos, además del costo por kW instalado y el costo por kW consumido.

La metodología también prescribe una comparación de los costos de la PCH con los costos de una central térmica, suponiendo que las dos alternativas producirían los mismos beneficios.

CONVENIO A. I. D. PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

ESTADO ACTUAL DE LOS PROYECTOS

A: 27 de Octubre de 1981

MICRO-REGIONES	OBRAS CIVILES	EQUIPO HIDROELECTRICO MONTAJE Y PRUEBAS	SUMINISTRO TUBERIA DE PRESION	TRANSPORTE Y MONTAJE TUB. FRESCAS	LINEAS Y REDES ELECTRICAS
11) CHONGOS ALTO 1000 kw	INICIO ABRIL 82 TERMINO JUNIO 86 POR ADM DIRECTA	Instalado. INICIO JULIO 85 TERMINO AGOSTO 85	Instalado. CONCLUIDO	Ejecutado.	INICIO JUNIO 85 TERMINO JUNIO 86
12) CUTERVO 1200 kw	En construccion por ADM DIRECTA Avance :95 % INICIO JUNIO 84	Fabrica : USIMEC del Brasil. Gener. y Tablero:100 % Entrega de Turbina en: ENERO 1987	SIMA : Terminado	COHISA : ejecutado.	I ETAPA:Contrato con COPESA. Avance: 90 % INICIO NOVIEMBRE 85 II ETAPA:Contrato con COVISA. Avance :50 % INICIO ENERO 86
13) CAJABAMBA 520 kw	Construccion por ADM DIRECTA Avance :100 % INICIO MAYO 84 TERMINO JUNIO 86	MULTITRADE: Instalado Avance :100 % INICIO JUNIO 86 TERMINO JULIO 86	SIMA : Terminado.	COHISA : ejecutado.	COBAPI : Ejecutado. INICIO DICIEMBRE 85 TERMINO MARZO 86
14) PUCARA 400 kw	BRUCE : Construido Avance :100 % INICIO ENERO 85 TERMINO OCTUBRE 86	ALGESA : Instalado. Avance :100 % INICIO AGOSTO 86 TERMINO SETIEMBRE 86	BRUCE :Ejecutado.	BRUCE :Ejecutado.	CAMEPA TABINA : Ejecutado. AVANCE 100% INICIO OCTUBRE 85 TERMINO MAYO 86
15) PACHIZA 420 kw	CACERES :En construc- cion. Avance :20 % INICIO FEBRERO 86	BRAILLARD :Francia Equipos en la Aduana aduana Callao-Peru Avance :85%	SIMA:fabricacion de tramos rectos. Avance :20 %	Caceres : Incluidos en las O. Civiles	CIEMSA : Avance 95 % INICIO ENERO 85
16) HANZRA 580 kw	HUARCAYA-V. GUTIERREZ En construccion Avance :40 % INICIO NOV 85	BRAILLARD :Francia Equipos en la Aduana aduana Callao-Peru Avance: 85%	SIMA : Avance 90 %	HUARCAYA-V. GUTIERREZ : Incluidos en las O. Civiles.	ELMECC S.A. se firmo contrato el 07.05.86 Avance :20 % INICIO JUNIO 86
17) SAN MARCOS 330 kw	CACERES :en construc- cion. Avance :50 % INICIO ENERO 86	BRAILLARD :Francia Equipos en la Aduana Callao-Peru Avance :85%	SIMA : Avance 90 %	CACERES :Incluido en las O. Civiles.	COFEN-EM se firmo el contrato el 30.06.86 Avance : 50 % INICIO JUNIO 86
18) NIEVES 1000 kw	LAOS V. POLZMAN :En construccion. Avance :30 % INICIO ENERO 86	ARMFIELD :Reino Unido Fabricacion :100 % En transporte al Peru	SIMA : Avance 50 %	LAOS Y EQUIPOS : Incluido en las Obras Civiles.	Estudios terminados Se encuentra por licitar.
19) DELENCIA 1000 kw	COUSA :en construc- cion. Avance :40 % INICIO ENERO 86	ARMFIELD :Reino Unido Fabricacion :100 % En transporte al Peru	COUSA :Incluido en Obras Civiles. Avance :50 %	COUSA :Incluido en Obras Civiles.	Se encuentra en trans- paracion por 100 kw taba. Tecnol.
19A) SOTOCORCO 230 kw	CACERES :en construc- cion. Avance :100 % INICIO ENERO 86	Licita. : en resolver el problema de la obra de Peru E. ALBERTO	SIMA : Avance 100 %	CACERES :Incluido en las O. Civiles.	En proceso de licita- cion.

114

## ANEXO 10

## COSTOS REALES COMPARADOS CON COSTOS ESTIMADOS

Para los tres subproyectos ya terminados, se presenta a continuación una comparación de los costos reales con los costos estimados en los Estudios Definitivos de Factibilidad. Los costos se tomaron en cada caso del volumen "Resumen General del Proyecto". Los costos reales de Chongos Alto y Cajabamba fueron proporcionados por la Oficina del Convenio, en calidad de costo final de las obras. Los costos reales de Pucará no son los costos finales, sino los estimados a la fecha por la Oficina del Convenio, sin haber completado todavía la contabilidad del subproyecto.

Concepto	Costos de Construcción (Miles de US\$)					
	Chongos Alto		Cajabamba		Pucará	
	Estudio	Real	Estudio	Real	Estudio	Real
Obras Civiles	546	953	678	712	390	475
Equipos	442	209	504	206	212	187
Líneas transmisión	428	570	127	132	97	58
Redes distribución	1,012	744	594	227	396	172
Total	2,428	2,476	1,903	1,277	1,095	892

En el caso de Chongos Alto, al costo real de las obras civiles incluye un aporte de trabajo por parte de los beneficiados de la PCH, avaluado en US\$ 81,000. El Estudio Definitivo de Chongos Alto no presentó estimaciones de los costos de las líneas y redes, las cuales se obtuvieron del presupuesto para la licitación de las obras. En todos los casos, los costos de los equipos no incluyen gastos de derechos de aduana.

En general, las obras civiles han arrojado costos reales mayores, en comparación con los costos estimados, mientras que los equipos hidronecánicos han costado menos. También se ha gastado menos de lo esperado en las redes de distribución. No se ha podido averiguar por qué se ha producido esta última situación, aunque podría ser consecuencia del financiamiento de parte de las redes de distribución por fuentes ajenas al Convenio.

COMPARACION DE COSTOS DE DIFERENTES FUENTES  
DE ENERGIA ELECTRICA

Proyecto -----	Potencia Instalada (MW) -----	Costo en US\$/kW Instalado -----	Costo de Energía (US\$/kWh) -----	Relación Beneficio/ Costo -----
<b>Centrales Hidroeléctricas Grandes*</b>				
Ampliación Cañón del Pato	65	945	.018	
Jicamarca I (con embalse)	104	951	.042	
Mayush I	100	1,485	.035	
Platanal	99	1,583	.030	
<b>Centrales Térmicas Grandes*</b>				
Turbovapor - residual 6	50	1,352	.062	
Turbugas - Diesel 2	50	368	.092	
<b>Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**</b>				
Chongos Alto	1.0	1,732	.050	5.0***
Cajabamba	0.52	2,019	.059	1.5
Namora	0.60	1,827	.059	1.5
San Marcos	0.33	2,840	.081	1.4

\* Fuente: Plan Maestro de Electricidad 1986, Cuadro 5.3.

Los costos por kW instalado incluyen los costos de líneas de transmisión entre las centrales y la red interconectada. En general, esas líneas son relativamente cortas y representan una pequeña porción del costo total.

\*\* Se calculan los índices con base en los siguientes costos y suposiciones:

	Costos Estimados (Miles de US\$)			
	Obras Civiles -----	Equipos -----	Líneas Transmisión -----	Operación Anual -----
Chongos Alto	953	209	570	50
Cajabamba	712	206	132	32
Namora	610	353	133	46
San Marcos	615	212	110	27

Vida útil: obras civiles, 50 años; equipos y líneas, 30 años.

Tasa de descuento: 12%.

Una potencia promedio del 60 por ciento de la potencia instalada.

ANEXO 11 (CONCLUIDO)

Fuente de costos: Oficina del Convenio AID. Chongos Alto y Cajabamba, costos reales según última contabilidad. Namora y San Marcos, costos estimados en la última revisión del programa de ejecución del Proyecto.

El costo de las obras civiles de Chongos Alto incluye un aporte de trabajo comunero avaluado en US\$ 81,000. Los costos de los equipos no incluyen derechos de aduana.

- \*\*\* Las relaciones beneficio/costo, desde el punto de vista de la economía nacional, incluyendo los costos de las redes de distribución, se tomaron de los estudios definitivos de las PCH. En el caso de Chongos Alto, el cálculo de este índice no toma en cuenta los costos de las líneas de transmisión ni las redes de distribución.