
BOLETIN ENERGETICO



Organización Latinoamericana
de Energía

202/1

SEPTIEMBRE/OCTUBRE, 1981

HACIA UNA IMPLEMENTACION REGIONAL LATINOAMERICANA DEL PROGRAMA DE ACCION DE NAIROBI **olade**
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS **olade** POTENCIAL GEOTERMICO EN AMERICA LATINA **olade** EL VIENTO COMO ALTERNATIVA ENERGETICA EN AMERICA LATINA **olade** BIOGAS Y DESARROLLO EN AMERICA LATINA

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

Dada la necesidad de impulsar el desarrollo del medio rural y de las zonas apartadas en la mayor parte de los países del tercer mundo y ante las crecientes dificultades asociadas con el suministro y precios del petróleo, es necesario movilizar recursos y potencialidades disponibles para suministrar adecuadas cantidades de energía que contribuyan a elevar la productividad y generar mejores condiciones de vida para un amplio sector de la humanidad.

De aquí se desprende que si se quiere el desarrollo armónico de la región, es necesario establecer un modelo de aprovechamiento energético que ponga en juego la potencialidad de todos sus recursos disponibles.

El presente documento trata de mostrar que las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (P.C.H.) pueden contribuir a la solución de los problemas energéticos del medio rural y en las zonas aisladas de nuestros países.

1. Evaluación de Recursos y Demanda

América Latina, por sus favorables condiciones climaticogeográficas, posee un potencial altamente significativo de recursos hídricos inexplorados y no cuantificados, encontrándose así el aprovechamiento de estos recursos en su primera etapa de desarrollo, orientado en la mayoría de los países a grandes proyectos tendientes a satisfacer las demandas de energía de grandes concentraciones humanas y concu-

rrentes a los sistemas de interconexión nacional, frecuentemente dejando sin posibilidades de suministro de energía a las zonas rurales alejadas, en razón de sus reducidas demandas, dificultades de acceso y grandes distancias con respecto a los principales centros de consumo.

A modo de ilustración, se estima que los países de la región en su conjunto sólo utilizan el 7% de su potencial hidroenergético aprovechable en gran escala. En el caso de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, definidas por OLADE como aquellas con potencias instaladas inferiores a 5000Kw, se desconoce el potencial disponible pero se puede afirmar que los índices de aprovechamiento de recursos hídricos en pequeña escala son considerablemente menores.

Si bien en América Latina se han realizado significativas acciones para el aprovechamiento hidroenergético en pequeña escala, en general se ha carecido de un enfoque integral y planificado a largo plazo, promoviéndose proyectos específicos no ubicados en el contexto de una evaluación integral de los recursos hídricos disponibles a nivel de cuencas y sub-cuencas. Sin embargo, en los últimos años algunos países han iniciado sus programas de desarrollo de P.C.H. asociados con acciones de evaluación integral recursos/demanda, entre estos merecen destacarse los esfuerzos que están realizando Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Panamá y Perú.

En el contexto del Programa Regional de P.C.H. de OLADE se han elaborado metodologías de pla-

neamiento y evaluación de recursos y demanda energética en el medio rural, a fin de asistir a los países miembros en la planificación del desarrollo de P.C.H. en forma sistemática.

En los programas trazados se ha considerado que las evaluaciones globales se orientan al estudio de los recursos y demanda por microregiones y cuencas y no profundizan los estudios de proyectos específicos. Al considerar el desarrollo de P.C.H. en microregiones o localidades aisladas, no debe olvidarse que la evaluación global de la demanda de energía y los recursos están vinculados estrechamente en términos geográficos, en razón de las limitaciones de distancia de transmisión a baja y media tensión. Por otro lado, cuando se pretende interconectar una P.C.H. con redes existentes, la vinculación de proximidad geográfica debe darse entre la zona donde se ubican los recursos hidráulicos y las líneas de transmisión con las que se prevé la interconexión.

Es muy importante diferenciar la evaluación global de los recursos y demanda, de las evaluaciones que se realizan para el estudio de proyectos específicos.

Las actividades de evaluación global deben tener varias características entre las que tenemos:

—Inventario de P.C.H. existentes: consiste en la identificación de las plantas existentes y en proyecto. El inventario constituye una herramienta útil para orientar los planes y programas, tanto en la evaluación del estado de desarrollo de las P.C.H., como en la determinación de acciones a corto plazo para reacondicionamientos, reubicaciones y continuación de proyectos, así como en la determinación de índices de referencia propios del país. Este inventario puede ser empleado en el estudio de otros suministros energéticos existentes, principalmente en cuanto a extensión de las redes eléctricas existentes y a grupos electrógenos térmicos instalados.

—Evaluación de recursos por cuencas y hoyas hidrográficas: A fin de tener una primera aproxima-

ción de los recursos disponibles para P.C.H. debe estimarse la magnitud de los mismos según los datos disponibles para cada cuenca u hoya hidrográfica.

—Identificación preliminar de centros aislados y microregiones: La evaluación de los recursos para P.C.H. está íntimamente ligada con la necesidad de desarrollo de dichos recursos para satisfacer demandas de energía eléctrica de pequeñas localidades. Así mismo la formulación de un plan de desarrollo masivo de P.C.H. deberá hacerse con base en el establecimiento de prioridades de las localidades y microregiones susceptibles de ser electrificadas con P.C.H. La identificación preliminar de los centros aislados y microregiones se plantea como un conjunto de actividades previas, en gabineta, que permita contar con una estimación inicial de la magnitud del problema.

—Establecimiento preliminar de prioridades de las localidades aisladas y microregiones que se pueden electrificar con P.C.H.: Consiste en el establecimiento de prioridades de las localidades aisladas y microregiones identificadas en la actividad anterior, con base en criterios preliminares respecto a los datos recopilados. Esta actividad permite también formular programas anuales preliminares de estudios, obras, financiamiento, capacitación, etc.

—Verificación en campo: Consiste en verificar los datos que sirvieron de base para el establecimiento preliminar de prioridades, enseguida se procederá a verificar la factibilidad de construcción de obras.

—Reajuste de prioridades: Con base en la información anterior se deberá realizar el reajuste de las prioridades tomando en consideración criterios de: tamaño y costos, potencial de impulso al desarrollo rural, participación de la comunidad, uso de material y mano de obra locales, capacidad de abastecimiento de equipos y capacidad disponible de técnicos e ingenieros.

Con base en las prioridades se deberán definir los programas anuales de estudios de proyectos, pro-

gramas de obras, programas de financiamiento, necesidades de insumos y equipos, así como necesidades de investigación tecnológica y desarrollo industrial, entre otros. Este proceso deberá entenderse como un proceso continuo e interactivo que integre los logros obtenidos en el desarrollo de los diferentes programas.

2. Desarrollo Tecnológico

La investigación y desarrollo tecnológico, es una herramienta fundamental para sustentar los programas de desarrollo de P.C.H., considerando que sólo se requieren procesos de adaptación e innovación de tecnologías maduras existentes, para que se adecúen a las condiciones de cada país.

El desarrollo tecnológico aplicado a P.C.H. presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de costos unitarios de inversión por medio de la aplicación de tecnologías no convencionales.
- Promoción de la producción industrial de equipos y materiales, maximizando el empleo de materiales y mano de obra del país.
- Desarrollo sistemático de conocimientos y preparación de especialistas.
- Mejor capacidad de evaluación técnica para la adquisición y operación de equipos e instalaciones.

Diversas instituciones de investigación, Universidades y Empresas Latinoamericanas están realizando actividades de investigación tecnológica sobre P.C.H., principalmente en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Perú, habiéndose desarrollado tecnologías que se encuentran en fase de aplicación práctica, principalmente en lo que respecta a construcción de presas y tomas de materiales no convencionales (gaviones, suelo-cemento, etc.), construcción de canales de uso múltiple, diseño simplifi-

cado de cámaras de carga y desarenadores, empleo de tuberías de presión en materiales no metálicos, (PVC, polietileno, asbesto-cemento, etc.), turbinas (Pelton, Michell-Banki, Francis y diversos tipos de máquinas axiales), alternadores y generadores asíncronos, reguladores de velocidad eléctrico-electrónicos y diseños modulares de tableros de control.

En la región existe producción industrial de equipos y materiales, lo cual permite asegurar suministros de origen latinoamericano. Sin embargo, hasta la fecha el intercambio entre los países es insuficiente, debido principalmente a la limitada información técnica y comercial sobre las producciones existentes, a los esquemas de financiamiento extra regional atados a suministros del mismo origen, así como a la poca confianza en la calidad técnica de los materiales y equipos de origen regional.

Por otra parte, el desarrollo de la producción de equipos y materiales en la región está restringido por las limitaciones del mercado, dada la ausencia de programas de implementación masiva y el reducido intercambio entre nuestros países.

Una parte del programa regional de P.C.H. de OLADE se orienta al ámbito de la tecnología y equipamiento, en cuyo contexto se están realizando las siguientes acciones:

- Elaboración de catálogos de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que realizan los países de la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que puedan desarrollarse en países de la región.
- Intercambio de experiencias y asistencia recíproca entre instituciones de investigación en la región.
- Ejecución de trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de interés regional.

- Elaboración de metodologías de diseño, estandarización y construcción de turbinas.
- Directorio de fabricantes regionales de equipos y materiales.
- Asistencia técnica a los países en materias de investigación tecnológica, transferencia de tecnología y producción de equipos, formulación de planes de desarrollo y asesoría para proyectos específicos.

En la medida de las posibilidades y políticas tecnológicas de cada país, se considera altamente prioritario el desarrollo de un programa de investigación tecnológica sobre pequeñas centrales hidroeléctricas por las razones siguientes:

-Permite maximizar las posibilidades de desarrollo de tecnología de diseño y fabricación de equipos adecuados a las condiciones específicas del país.

-Posibilita la producción de equipos de bajo costo, lo que contribuirá a reducir la magnitud de las inversiones iniciales.

-Se puede adecuar el diseño de equipos a los materiales disponibles localmente y a la estructura productiva industrial del país.

-Permite el desarrollo y asimilación de tecnologías no convencionales.

-Posibilita el desarrollo sistemático del conocimiento técnico y la recopilación de información relevante.

-Facilita la preparación intensiva y sistemática de especialistas.

-Incrementa la generación de infraestructura experimental y la capacidad de evaluación de plantas en operación.

-Mejora la capacidad para evaluar alternativas de adquisición de equipamiento.

-Reducidos requerimientos de recursos financieros para iniciar la investigación.

No es posible establecer un patrón único para el diseño de Programas de Investigación Tecnológica sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas a nivel de cada país. Sin embargo, se pueden destacar algunos puntos generales cuya aplicabilidad deberá considerarse en cada caso. Así pues se debe considerar que es necesario que cada país cuente con políticas de desarrollo tecnológico definidas, que establezcan un marco de prioridades para la investigación tecnológica del equipamiento.

Es necesario definir qué tipo de institución, debe asumir la ejecución del desarrollo tecnológico del equipamiento. Un esquema viable en muchos casos, consiste en que la responsabilidad de ejecución sea asumida por un Instituto de Investigación Estatal. La capacitación de recursos financieros para la investigación depende en gran medida de la estructura institucional que se adopte a fin de garantizar la correcta aplicación de los fondos, los cuales pueden tener su origen en recursos públicos, tributos a las empresas industriales o recursos de proyectos de inversión.

Cuando se trata de cooperación técnica bilateral debe prestarse particular atención y cuidado en la definición de los objetivos y alcances de un programa a fin de evitar formas encubiertas de venta de tecnología condicionada a objetivos comerciales, lo cual de ser necesario, debe corresponder a acciones explícitas de negociación de compra de tecnología, en condiciones favorables y no a un otorgamiento de exclusividad encubierto en un programa de asistencia. Igualmente, en todos los casos de asistencia técnica internacional deben establecerse claramente los mecanismos de asimilación efectiva del conocimiento.

La tecnología desarrollada debe orientarse a la simplificación de la instalación, puesta en marcha y

operación de los equipos, en forma tal que se adapte a la participación de las comunidades locales en los proyectos.

Se deben desarrollar equipos adecuados para funcionar en condiciones desfavorables, tanto en lo que respecta a mantenimiento como a operación.

La eficiencia de los equipos cuya tecnología se desarrolle deberá ser la más alta posible a fin de asegurar una adecuada economía del recurso histórico, tamaños razonables del equipo y funcionamiento confiable. Lo antedicho, siempre y cuando la mayor eficiencia dependa de un buen diseño y permita maximizar el uso de materiales locales.

De acuerdo con las políticas de desarrollo industrial de cada país, y de la amplitud de sus programas de inversión, en pequeñas centrales hidroeléctricas, se deberán seleccionar los equipos que ameriten destacarse para el desarrollo de tecnología.

3. Estado actual de desarrollo de P.C.H. en la región.

Latinoamérica tiene una larga tradición en el desarrollo de las P.C.H.. Desde la última década del siglo pasado se comenzaron a instalar este tipo de plantas en la región y durante la primera mitad de este siglo se realizaron algunos esfuerzos pioneros en el desarrollo de tecnología. Este desarrollo estuvo principalmente motivado por la tecnificación de la agroindustria (café, cacao, azúcar, etc.) y la pequeña minería, que determinaron crecientes existencias energéticas en zonas aisladas, cuando la electrificación de los países de la región era aún incipiente.

Sin embargo, con el perfeccionamiento técnico de los motores de explosión, sus mayores eficiencias, sus cada vez menores precios de adquisición y costos de instalación con respecto a los sistemas hidroeléctricos y la vigencia del modelo energético asociado con los combustibles baratos, así como la ampliación de los sistemas eléctricos interconectados, menguó el interés hacia las P.C.H., disminuyó el número

de nuevos proyectos de inversión y se clausuraron algunas plantas, lo cual fue acompañado por una menor actividad en la investigación tecnológica y en las actividades productivas asociadas con el abastecimiento de equipos.

Ante los problemas suscitados con la aplicación de los energéticos basados casi exclusivamente en el petróleo, debido a su escasez y a las consiguientes alzas de precios así como con el permanente estancamiento de las actividades productivas y deterioro de las condiciones de vida en el medio rural latinoamericano, que han originado entre otros grandes problemas, fuertes presiones migratorias hacia las ciudades y una débil incorporación de la población campesina al desarrollo de cada país, se ha llegado al punto en que es imprescindible impulsar aceleradamente el desarrollo económico-social del campo, para lo cual se plantea entre otros aspectos, la necesidad de proveer la energía necesaria. Esta situación ha determinado que las P.C.H. constituyan ahora una de las principales alternativas para el suministro de energía al sector rural, considerando el enorme potencial hidroenergético de la Región.

Si se concibe el desarrollo de las P.C.H. en Latinoamérica bajo una óptica de implementación masiva de proyectos, en forma tal que durante los próximos veinte años se logre un impacto efectivo en el desarrollo rural por medio de un cubrimiento energético integral no bastaría considerar el problema simplemente como un proceso intensivo de construcción de plantas, sino como una acción global que comprenda también el Desarrollo y la Transferencia de Tecnología del equipamiento e instalaciones y la ampliación de la capacidad productiva de los equipos.

Es posible afirmar que en la actualidad diversas instituciones, universidades y empresas de la región, están desarrollando intensa actividad de investigación y desarrollo tecnológico y se dispone de resultados en proceso de aplicación práctica, si bien el

esfuerzo realizado es aún limitado y adolece de restricciones, principalmente financieras.

Otros países han estado desarrollando pequeños proyectos aislados, en general tratando de relocalizar equipos de algunas centrales, que por causa de la interconexión, quedaron abandonados. Si bien existen en la región numerosas plantas que caen dentro de la categoría de pequeñas centrales hidroeléctricas, una parte importante de estas se han ejecutado con tecnologías convencionales y equipos importados de fuera del área. En muchos casos tampoco puede decirse que esas plantas fueron concebidas como instrumentos del desarrollo rural, todo lo cual refleja la carencia de políticas definidas al respecto.

Se estima que en Latinoamérica deben existir aproximadamente 2000 pequeñas centrales hidroeléctricas en funcionamiento, lo cual constituye una parte muy pequeña del número de plantas que se requeriría instalar en la región para atender las necesidades energéticas del medio rural, en localidades aisladas que pudieran contar con recursos hídricos adecuados.

Tal como se mencionó anteriormente, también existen producciones industriales de equipos y materiales en la región, principalmente en lo que respecta a turbinas, reguladores de velocidad, generadores, tuberías, válvulas, tableros, instrumentación, materiales eléctricos y materiales de construcción que permiten suponer que resulta posible un abastecimiento regional amplio para centrales de potencias inferiores a 500Kw, aproximadamente.

Los niveles de intercambio de experiencias, transferencia de tecnología, asistencia técnica y suministro de equipos y materiales entre los países de la región son muy reducidos: en efecto se mantienen fuertes lazos de dependencia extra regional en cada país, con respecto a aquellos elementos para los que no se cuenta con un suministro local.

Como factores limitantes al desarrollo tecnológico es posible mencionar entre otros, la insuficiente valorización de la importancia de los aspectos tecnológicos por parte de las entidades responsables de la ejecución de proyectos de electrificación rural, que se refleja en una escasa utilización de tecnologías no convencionales, producto de una concepción errónea que considera a la P.C.H. como grandes centrales reducidas a escala, la vigencia de esquemas financieros atados al suministro de equipamiento extra regional, la frecuente ausencia de políticas nacionales que promuevan el desarrollo tecnológico y regulen la transferencia de tecnología, así como las características de la infraestructura industrial, que, en algunos países no está adecuada para el desarrollo de la producción de equipos en forma satisfactoria.

También influye negativamente la actitud tradicional de subvalorar el potencial productivo de nuestros países, al considerarse merecedores de mayor confianza los abastecimientos extra regionales.

4. Aspectos Económicos

Actualmente los costos totales de inversión unitaria para PCH normalmente se sitúan entre US.\$ 2000 y US.\$5.000 por kilovatio instalado. OLADE propone una meta regional del orden de US.\$1000 Y US.\$2000 por kilovatio instalado, para lo cual requiere:

- Evaluar el recurso y la demanda a nivel de cuencas y sub-cuencas para lograr definir proyectos con buenas características técnico-económicas y reducir los requerimientos de estudios específicos.
- Promover el desarrollo masivo de P.C.H. para lograr mejores economías de escala, desarrollando conjuntos de proyectos por cuencas y a nivel micro-regional.
- Fomentar la participación comunal organizada en la construcción de plantas.

- Definir requerimientos objetivos para los estudios específicos y definir sus alcances en relación con la magnitud de las inversiones previstas.
- Promover el desarrollo de tecnologías no convencionales que permitan reducir costos manteniendo adecuados niveles de ingeniería.
- Promover la fabricación de equipamiento nacional.

En el contexto de un Manual para la toma de decisiones sobre P.C.H. preparado por OLADE para ONUDI se presenta un análisis sistemático de costos unitarios indicativos, el cual será ampliado en el Manual de Costos referenciales para P.C.H.

OLADE está preparando una Guía para la elaboración de proyectos por medio de la cual se espera definir modalidades y alcances de los estudios de pre-inversión, a fin de reducir sus costos y facilitar las gestiones de financiamiento de proyectos.

Los mayores problemas relativos al financiamiento de P.C.H. están dados por:

- Insuficientes recursos financieros disponibles.
- Requerimientos poco racionales para estudios de pre-inversión.
- Créditos atados a suministros costosos.
- Poco sustento de los proyectos en actividades productivas que requieran energía.
- Criterios de evaluación económico-financiera poco compatibles con las necesidades de desarrollo rural.

5. Criterios para aplicación masiva.

El panorama regional respecto al Desarrollo de las P.C.H. muestra que pese a que los países de la región cuentan con abundantes recursos hidroenergéticos

y a que el desarrollo de este tipo de centrales presenta numerosas ventajas como una de las soluciones a los problemas socio-económicos de las comunidades rurales, se ha detectado la existencia de sólo tres países latinoamericanos que han planificado la instalación masiva de P.C.H.. Así mismo las numerosas centrales comprendidas dentro del rango de clasificación de las P.C.H., instaladas en los países de la región, en la mayoría de los casos han sido construídas sin participación comunal, con tecnologías convencionales y equipamiento proveído extra regionalmente.

Esto indica la carencia de políticas y la necesidad de una organización institucional que promueva el desarrollo de las P.C.H. en forma planificada y coherente y que esté de acuerdo con la realidad de los recursos económicos y técnicos disponibles. En este sentido se plantea una estrategia de desarrollo masivo de P.C.H. que comprende la ejecución de actividades tendientes a eliminar las limitaciones existentes y la ejecución de los programas de construcción de P.C.H. en la región, incorporando gradualmente los resultados que se obtenga sin comprometer el cumplimiento de las metas finales.

La ejecución de un programa de desarrollo masivo de P.C.H. en la región debe considerar el desarrollo de actividades de investigación tecnológica y la incorporación de la mano de obra local aprovechando al máximo los materiales de la región. Con ello se conseguirá reducir la dependencia tecnológica y los costos de instalación, conjuntamente con una mayor capacitación profesional.

Considerando lo expuesto, se deben plantear las siguientes políticas de desarrollo masivo de P.C.H.: Política institucional, de desarrollo energético rural, de construcción, de financiamiento, tecnología, de equipos y materiales, de capacitación y tarifaria.

Así mismo es necesario el conocimiento de los recursos hídricos disponibles, para lo cual se propone un esquema de evaluación de recursos y demanda que consiste en identificar las P.C.H. existentes y en proyecto, evaluar los recursos por cuencas y hoyas hidrográficas, identificar preliminarmente centros aislados y microregiones, establecer prioridades de una forma preliminar para las localidades aisladas y microregiones susceptibles de ser electrificadas con P.C.H., verificar la base para el establecimiento preliminar de prioridades y reajustar este con base en la información anterior.

Se considera conveniente que los países cuenten con una entidad gubernamental dedicada exclusivamente a promover y coordinar el desarrollo e implementación de P.C.H. Entre las labores de esta entidad estaría la de recopilar información técnica, realizar y coordinar el desarrollo de tecnología, planificar y construir PCH, coordinar la acción comunal, capacitar personal, organizar la operación y mantenimiento de P.C.H., gestionar distintas formas de financiamiento, negociar la adquisición de equipos y tecnologías disponibles de la región, gestionar cooperación y asistencia técnica y finalmente, darle continuidad a la construcción de centrales, así como a la capacitación y la motivación de las comunidades.

Cuando se formulen los planes y programas de desarrollo e instalación de las P.C.H. y capacitación, se deben tener en cuenta los recursos financieros y técnicos disponibles, así como los resultados de los diferentes programas por desarrollarse. Así mismo se deberán definir las necesidades de equipos, mano de obra, personal profesional y personal técnico.

Las metodologías de planeamiento y programación deberán ser uniformes y los criterios de establecimiento de prioridades que se adopten deberán estar de acuerdo con las políticas que se propugnen.

En los proyectos específicos de P.C.H., los estudios estarían referidos a un análisis de cuencas y subcuencas, con estudios hidrológicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos cuyo grado de pro-

fundidad esté en relación con la magnitud de la inversión. Así mismo el grado de detalle en algunos casos comprendería una prefactibilidad económica a través de un análisis indirecto de las posibilidades tarifarias. Los proyectos que presenten situaciones dudosas en cuanto a las decisiones de proseguimiento de los estudios deberían ser sometidos a una instancia de factibilidad.

Los esquemas o prediseños deberán permitir, en la instancia de factibilidad, un análisis cuantitativo o comparativo en términos económicos, en relación con otras alternativas de otras fuentes para satisfacer la demanda.

El objeto de los estudios debe consistir en determinar la demanda y su variación en el tiempo, los saltos disponibles, la variación de caudales y su relación con la demanda.

Para el desarrollo de proyectos de P.C.H. se requiere un apoyo considerable del presupuesto nacional de cada país, teniendo en cuenta que estos atenderán generalmente a comunidades con capacidades económicas reducidas. Esto hace necesario maximizar el uso de la energía generada principalmente para fines productivos.

Así mismo es necesario iniciar actividades de investigación que conduzcan a reducir los costos de ingeniería y de equipos fomentando la mayor participación de la ingeniería nacional en los estudios de construcción de P.C.H. y considerando la efectiva participación de las comunidades rurales en la etapa de construcción a través de comités de electrificación. Es de capital importancia la creación de fondos financieros para el desarrollo de electrificación rural que consideren el desarrollo de P.C.H.

En cuanto a la operación y mantenimiento de P.C.H. se recomienda contar con esquemas institucionales adecuados que combinen las posibilidades de gestión autónoma de las plantas a nivel local con el apoyo técnico y organizativo de las entidades de

electrificación, para lo cual OLADE ha preparado un modelo referencial.

6. Actividades que realiza OLADE.

El programa regional de P.C.H. inició sus actividades en Enero de 1980, con el objetivo principal de promover la implementación masiva de pequeñas centrales hidroeléctricas en la región, como una respuesta parcial al reto del desarrollo del medio rural y de las zonas apartadas, aprovechando uno de los recursos energéticos más abundantes de la región.

En las actividades de OLADE se ha dado particular énfasis al desarrollo de metodologías, manuales y documentos técnicos que puedan ser utilizados por las instituciones de los países para promover el desarrollo de P.C.H., entre estos podemos citar los siguientes:

—“El potencial hidroeléctrico— alternativa energética y desafío industrial y financiero para América Latina”.

Este documento trata de proporcionar a los países de la Región una visión del potencial hidroenergético regional y de las implicaciones industriales y financieras que podrán tener un desarrollo en el marco de la cooperación regional.

— “Minicentrales hidroeléctricas-Manual para toma de decisiones”.

Este documento presenta a los países regionales y extraregionales las definiciones y lineamientos a tomarse en cuenta en la planificación y el desarrollo de minicentrales hidroeléctricas, por entidades que toman decisiones relativas a este campo a nivel de gobierno central, zonal y en las áreas de planeamiento.

— “El desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en Latinoamérica y El Caribe”.

El documento presenta a los países de la Región el panorama técnico y socio-económico en el cual se desarrollarán las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y las bases del Programa Regional de P.C.H. de OLADE.

— Situación y perspectivas de la tecnología y equipamiento para pequeñas centrales hidroeléctricas en Latinoamérica”.

Su objetivo es el de realizar el análisis de las perspectivas del desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y el abastecimiento de equipos y materiales para promover la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas en la Región.

— “Requerimientos y metodologías para la implementación masiva de pequeñas centrales hidroeléctricas en Latinoamérica”.

Tiene por objetivo definir las metodologías y acciones concretas que los países de la región podrán adoptar para promover el desarrollo e implementación masiva de pequeñas centrales hidroeléctricas.

— “Hidrología para proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas en ausencia de datos”.

— “Metodología sintética para el cálculo y especificación preliminar de microcentrales hidroeléctricas”.

— Diseño y estandarización de turbinas Michell-Banki”.

— “Regulador de velocidad eléctrico electrónico de turbinas hidráulicas para centrales hidroeléctricas.

— “Manual para el diseño de pequeñas centrales hidroeléctricas”.

Este documento está en proceso de elaboración y en él se trata de mostrar metodologías simples para el diseño de pequeñas centrales hidroeléctricas, considerando el uso de tecnologías no convencionales.

Para la formulación de términos de referencia de las metodologías y manuales, así como para identificar acciones concretas que deberá realizar OLADE, se constituyen GRUPOS DE TRABAJO integrados por expertos de la región, hasta la fecha se han desarrollado las siguientes reuniones de grupos de trabajo:

- Primera Reunión de Grupo de Trabajo: Esta reunión se efectuó en Quito-Ecuador en el mes de agosto de 1979, en ella se analizaron los problemas de desarrollo de P.C.H. en Latinoamérica y sus perspectivas de solución, se definió una estrategia regional de desarrollo y se formularon los lineamientos del programa regional.
- Segunda Reunión de Grupo de Trabajo: Esta reunión se efectuó en Quito-Ecuador en el mes de abril de 1980 con el fin de intercambiar experiencias y definir actividades relacionadas con tecnología y equipamiento en el campo de las P.C.H.
- Tercera Reunión de Grupo de Trabajo: Se realizó en Quito-Ecuador en el mes de junio de 1980 con la finalidad de intercambiar experiencias y definir los términos a tratar en un documento sobre "Requerimientos y capacidades para la implementación masiva de P.C.H. en Latinoamérica.
- Cuarta Reunión de Grupo de Trabajo: Se efectuó en Quito-Ecuador el mes de Abril de 1981 con el fin de perfeccionar los términos de referencia del Manual de Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y elaborar un documento en el que se describa en detalle su contenido.

También se ha conformado un GRUPO ASESOR de OLADE constituido por varios expertos de la región en el campo de las P.C.H., este grupo tuvo su primera reunión en el mes de Agosto de 1981 en la ciudad de Lima-Perú, en ella se revisaron los lineamientos generales del Programa Regional de P.C.H., evaluaron las actividades realizadas por OLADE, intercambiaron opiniones sobre la planificación y programación y se propusieron nuevos lineamientos a ser considerados en el futuro.

Del 3 al 7 de Noviembre de 1980 se realizó el 1er. Seminario Latinoamericano en Girardot-Colombia bajo los auspicios de OLADE e ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica), en él se establecieron lineamientos de acciones regionales para promover la implementación masiva de P.C.H. bajo la coordinación de OLADE.

Como un primer paso importante para apoyar la calificación de recursos humanos requeridos para el desarrollo de P.C.H., en la región, del 7 al 23 de Septiembre de 1981 OLADE organizó el Primer Curso Latinoamericano sobre diseño de P.C.H., el cual se llevó a cabo en Lima-Perú y contó con el coauspicio del Ministerio de Energía y Minas de ese país y ELECTROPERU.

La Secretaría Permanente de OLADE también presta apoyo a los países y sus instituciones que requieran del respaldo técnico de la Organización para el desarrollo de sus programas nacionales, obviamente la amplitud de estas acciones está limitada por los recursos presupuestales que se dispone, así como por los recursos que los países interesados asignen para este fin. Estas acciones se realizan en el marco de la Decisión 073 de XI Reunión Ordinaria de Ministros de OLADE, por medio de la cual se encarga a la Secretaría Permanente gestionar recursos extra-presupuestales para contar con un equipo técnico permanente para apoyar las actividades de los países, tendientes al desarrollo masivo de P.C.H. En cumplimiento de este mandato OLADE cuenta ya con un pequeño equipo técnico multidisciplinario que realiza acciones específicas de apoyo a los países.

Entre las principales actividades de apoyo técnico que ha realizado OLADE, se pueden mencionar las siguientes:

- Asistencia técnica a INECCEL-Ecuador para el desarrollo de su programa nacional de P.C.H.



- Asistencia Técnica en la ejecución del diseño de las obras civiles y la turbina de la pequeña central de Cuyuja. Existe un convenio de cooperación técnica entre OLADE e INECEL.
- Asesoramiento técnico a Grenada para su programa de desarrollo de P.C.H. y está en proceso la formulación de un estudio de factibilidad integral cuyo financiamiento se está gestionando.
- Asesoramiento técnico a Cuba en el desarrollo de su programa de implementación de P.C.H. Existe un convenio suscrito entre OLADE y la República de Cuba.
- Asesoramiento técnico a CADAPE-Venezuela para impulsar el desarrollo de los programas de implementación de P.C.H. Se realizaron los diseños preliminares para la pequeña central hidroeléctrica de Piñango. El Convenio de cooperación está en etapa de suscripción.
- Asesoramiento técnico a varios países en los que se espera el desarrollo de un conjunto de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas con fines de investigación aplicada y/o demostrativos.

En general el apoyo que OLADE puede prestar a los países para promover la implementación masiva de P.C.H. en la región comprende:

- Definición y difusión de metodologías de desarrollo tecnológico adecuadas a los países de la región.
- Promoción del intercambio tecnológico entre los países a través de asistencia técnica e intercambio de especialistas de la región.
- Difusión de las mejores alternativas tecnológicas para el equipamiento de P.C.H.
- Identificación y difusión de alternativas de organización y financiamiento para el desarrollo de programas de inversión.
- Implementación de proyectos piloto, orientados al perfeccionamiento de metodologías adecuadas para la implementación masiva de P.C.H.

ENERGY BULLETIN



Latin American Energy Organization

SEPTEMBER/OCTOBER, 1981

TOWARDS THE IMPLEMENTATION OF THE NAIROBI
PROGRAM OF ACTION IN THE LATIN AMERICAN REGION
olade SMALL HYDRO POWER STATIONS **olade** GEO-
THERMAL POTENTIAL IN LATIN AMERICA **olade** THE WIND
AS AN ENERGY ALTERNATIVE FOR LATIN AMERICA
olade BIOGAS AND DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA

SMALL HYDRO POWER STATIONS

Given the need to promote the development of the rural and isolated areas in the majority of the Third World countries, and in light of the growing difficulties associated with the supply and price of oil, it is necessary to mobilize resources and available potential for the adequate supply of energy that will contribute to increasing productivity and providing better living conditions for a broad sector of humanity.

Thus, if a harmonious regional development is desired, it is necessary to establish an energy development model that used the potential of all the available resources.

This article attempts to demonstrate that Small Hydro Power Stations (s.h.p.s.) can contribute to the solution of the energy problems in the rural and isolated areas of our countries.

1. Evaluation of Resources and Demand

Because of its favorable climatological conditions, Latin America has a highly significant hydroelectric potential that has not been explored or quantified.

Thus, the development of these resources is in its first stage, directed in most of the countries to large projects designed to satisfy the energy needs of the

large population centers and the national interconnection systems. This frequently leaves the isolated areas without possibilities for an energy supply because of their reduced demand, difficult access, and great distances with respect to the principal consumption centers.

For example, it is estimated that the countries of the region, as a whole, only use 7% of their hydroelectric potential, available on a large scale. In the case of Small Hydro Power Stations, defined by OLADE as those with installed capacities of less than 500 kW, the available potential is unknown, but it can be affirmed that there is little evidence of small-scale hydro development.

Even though Latin America has taken significant steps in the development of hydroenergy on a small scale, in general it has lacked an integral focus and planning and has promoted specific projects that are not within the context of a coherent evaluation of the available resources at the basin and sub-basin level. However, in the last years, some countries have initiated S.H.P.S. development programs associated with integral resource demand evaluations, among which the efforts of Brazil, Colombia, Cuba, Ecuador, Panama and Peru should be mentioned.

Within the context of the Regional S.H.P.S. Program, OLADE has elaborated planning and evaluation methodologies for resource and energy demand in the rural area, in order to assist the member countries in systematic S.H.P.S. development planning.

In the programs, the evaluations have been geared to the global study of the resources and demand by micro regions and basins, and not to in-depth studies of specific projects. When considering the development of S.H.P.S. in micro regions and isolated areas, it should not be forgotten that the global evaluations of the energy demand and of the resources are closely tied in geographical terms, due to distance limitations for high and low tension lines. In addition, when an attempt is made to interconnect an S.H.P.S. with existing networks, the link must be within the zone where the hydro resources and the transmission lines are located.

It is very important to differentiate between the global evaluation of resources and demand, and the evaluations done in studies for specific projects.

The global evaluation activities should have various characteristics, including:

— Inventories of existing S.H.P.S.: this consists of the identification of the existing and projected plants. An inventory constitutes a useful tool for orienting plans and programs in evaluating the degree of S.H.P.S. development; in determining short-term actions for re-conditioning, re-location and project continuation; and also determining reference indices proper to the country. This inventory can be employed in the study of other existing energy supplies, principally with regard to the extension of existing electrical networks and installed thermo-electric plants.

— Evaluation of resource by hydrographic basins and depressions: In order to have a preliminary estimate of the resources available for S.H.P.S.,

their magnitude must be estimated according to available data for each basin or depression.

— Preliminary identification of isolated centers and micro-regions: The evaluation of the resources for S.H.P.S. is closely tied to the need to develop such sources in order to satisfy the electricity needs of small localities. Also, any massive S.H.P.S. development plan should be formulated on the basis of priorities established for the localities and sub-regions which could be electrified by S.H.P.S. The preliminary identification of isolated centers and micro-regions is presented as a group of activities that provide an initial estimate of the magnitude of the problem.

— Preliminary establishment of priorities for the isolated localities and micro-regions that can be electrified with S.H.P.S.: This consists of the establishment of priorities for the areas identified above, based on preliminary criteria with respect to the data gathered. This activity also allows the formulation of annual programs for preliminary studies, work, financing, training, etc.

— Field verification: This consists in verifying the data that will serve as the basis for the preliminary establishment of priorities, followed immediately by the verification of construction feasibility.

— Readjustment of priorities: Based on the previous information, the priorities should be re-adjusted taking into account criteria such as: size and costs, potential for contributing to rural development, community participation, use of local material and labor, equipment supply capacity, availability of technicians and engineers.

Based on the priorities, the following should be defined: annual project studies, work and financing programs; materials and equipment needs and requi-

rements in terms of technological research and industrial development. This should be understood as a continuous process that integrates the accomplishments from the development of the different programs.

2. Technological Development

Technological research and development is a fundamental tool for the implementation of S.H.P.S., considering that they only require the adaptation and innovation of existing technologies in order to fit them to the conditions of each country.

Technological development applied to S.H.P.S. presents the following advantages:

- Reduction of the unit investment costs, through the application of non-conventional technologies.
- Promotion of the industrial production equipment and materials, maximizing the use of national materials and labor.
- Systematic development of knowledge and training of specialists.
- Greater technical evaluation capacity for the acquisition and operation of equipment and installations.

Various Latin American research institutes, universities and companies are conducting technological research on S.H.P.S., principally in Argentina, Brazil, Colombia, Costa Rica, Mexico and Peru. These countries have developed technologies that are in the stage of practical application, mainly dealing with the construction of dams and water intakes made from non-conventional materials (gabions, soil-cement, etc.), the construction of multipurpose canals, simplified forebay and silt remover designs, use of penstocks made of non-metallic materials (PVC, polyethylene abestos-cement, etc.), turbines (Pelton, Michell-Banki, Francis and various types of axial flow machines, asynchronous generators and

alternators, electric-electronic speed regulators, and modular switch board designs.

The main limitations for technological development in equipping and constructing S.H.P.S. in Latin America are related to the limited sharing experiences, transfer of technology, technical assistance and supply of equipment and materials among the regional countries. The importance of the technological aspects is underestimated by the groups responsible for the development of investment projects; and this is reflected in the sparse utilization of non-conventional technologies in rural electrification projects. This is the product of a misconception about S.H.P.S., which holds that they are just large power stations reduced to scale. In addition, the lack of confidence and under estimated productive potential have led to greater extra-regional supplying of equipment and technology.

Within the region there exists industrial production of equipment and materials, which assures a supply of Latin American origin. However, to date, the trade between countries has been insufficient, mainly due to the limited technical and commercial information on existing production, to the extra-regional financing schemes linked to the supplies originating therein, and to the lack of confidence in the technical quality of the materials and equipment of regional origin.

Moreover, the development of regional equipment and materials production is hindered by market limitations, given the absence of programs for massive implementation and the reduced exchange among our countries.

One part of the Regional S.H.P.S. Program of OLADE is oriented to technology and equipment; and in that regard, the following activities have been undertaken:

- Elaboration of catalogs on research and technological development projects underway in the countries of the region.

- Elaboration of profiles for research and technological development projects which could be undertaken in the region.
- Sharing of experiences and reciprocal assistance between regional research institutions.
- Execution of research and technological development projects of regional interest.
- Elaboration of methodologies for the design, standardization and construction of turbines.
- Directory of regional manufacturers of equipment and materials.
- Technical assistance to the countries in technological research, transfer of technology and equipment production, formulation of development plans and advising for specific projects.

The development of a technological research program on small hydro power stations is considered of high priority for the following reasons:

- It would allow the maximization of the technological development possibilities for equipment design and manufacturing, suitable to the specific conditions of each country.
- It would enable equipment to be produced at low costs, which contributes to reducing the magnitude of the initial investments.
- Equipment design could be adapted to the locally available materials and to the industrial structure of the country.
- It would allow the development and assimilation of non-conventional technologies.
- It would permit the systematic development of technical knowledge and the gathering of relevant information.

- It would facilitate the intensive and systematic training of specialists.
- It would increase the generation of experimental infrastructure and the capacity for evaluating the plants in operation.
- It would improve the capacity to evaluate alternatives for equipment acquisition.
- It would reduce the financial requirements for initiating research.

It is not possible to establish one single pattern for the design of Technological Research Programs on Small Hydro Power Stations at the level of each country. However, several general points can be made whose applicability should be considered in each case. Thus, it should be considered that it is necessary for each country to have definite technological development policies, establishing a framework of priorities for the technological research on equipment.

It is necessary to define the type of institution that should assume responsibility for the technological development of equipment. A viable scheme in many cases consists of such responsibility being assumed by the State Research Institute. The procurement of financial resources for research depends, to a large extent, on the institutional structure that is adopted, in order to guarantee the correct use of the funds, which could be public contributions from industry investment projects.

With respect to bilateral technical cooperation, particular attention and care should be given to the objectives and scope of a program, in order to avoid the disguised sale of technology conditioned to commercial objectives, for if this were necessary, it should correspond to specific negotiation activities aimed at making purchases of technology under favorable conditions and not to granting exclusivity hidden within an assistance program. Moreover, in all the cases of international technical assistance,

mechanisms for the effective assimilation of knowledge should be clearly established.

The technology developed should be oriented to the simplification of the installation, implementation and operation of the equipment so that it will be adaptable to the participation of the local communities in the projects.

Suitable equipment able to function in unfavorable conditions should be developed, in terms of maintenance and operation. The equipment should be as efficient as possible; and a good design will assure a rational use of the hydro resource, reasonable sizes of equipment, reliable operation, and a maximum use of local materials.

According to each country's industrial development policies and the scope of its S.H.P.S. investment programs, the equipment which will be more suitable for technological development should be selected.

3. Current State of S.H.P.S. Development in the Region

Latin America has a long tradition in S.H.P.S. development. Plants of this kind began to be installed in the region during the last decade of the past century; and during the first half of this century, some pioneering efforts were made in the field of technological development. These were primarily motivated by the mechanization of agro-industry (coffee, cacao, sugar, etc.) and by small mining operations, which gave rise to growing energy needs in isolated zones, when the electrification of the countries of the region was just beginning.

However, with the technical perfectioning of internal combustion engines, their greater efficiency, their increasingly lower purchase prices and installation costs with respect to hydroelectric systems, coupled with an energy model associated with cheap fuels and the expansion of the interconnected electrical systems, the interest in S.H.P.S. declined, there were

fewer new investment projects and some plants were closed. This was accompanied by a leveling off of technological research activity and of the production activities associated with the equipment supply.

Given the problems arising from the use of fuels based almost exclusively on petroleum and given the latter's scarcity and consequent price increases, the permanent standstill of productive activities and deterioration of living conditions in Latin American rural areas—which has caused, among other great problems, strong migratory pressures to the cities and a poor incorporation of the peasant population into national development—the moment has come when it is imperative to promote the rapid socio-economic development of the countryside. Among other things, this entails the need to satisfy the rural energy requirements. This situation has now caused S.H.P.S. to be considered one of the principal alternatives for supplying energy to the rural area, in light of the enormous hydroelectric potential of the region.

If the development of S.H.P.S. is conceived of in Latin America from the perspective of a massive implementation of projects—so that during the next twenty years these will have an effective impact on rural development based on integral energy coverage—it is not enough to consider the problem simply as an intensive process of plant construction but rather as a global action that also includes: 1) The development and transfer of technology with respect to the equipment and installations and 2) The amplification of the equipment production capacity.

It can be affirmed that at present diverse institutions, universities and companies from the region are developing intense research and technological development activities whose results are in the process of practical application, even though the efforts so far have been limited, hindered primarily by financial restrictions.

Other countries have developed small isolated projects, generally trying to relocate equipment from

stations that were abandoned because of interconnections. Even though in the region there are numerous plants that fall within the category of small hydro power stations, an important part of them have been built with conventional technologies and equipment imported from outside the area. In many cases, these plants were conceived of as rural development instruments, which reflect the lack of definite policies in this regard.

It is estimated that Latin America should already have approximately 2000 small hydro power stations in operation. However, this figure constitutes a very small portion of the plants that need to be installed in order to satisfy the rural energy needs in isolated areas that have adequate hydro resources.

As has been mentioned before, there also exists industrial production of equipment and materials in the region, mainly turbines, speed regulators, generators, piping, valves, switch boards, instruments, electrical materials, and building supplies; this implies that regionally it is possible to adequately supply stations with potentials less than 500 kW.

Within the region, the levels of exchange of experience, transfer of technology, and material and equipment supply are very limited; currently, strong ties of dependency are maintained extra-regionally with respect to those elements that are not available locally.

Among the limitations to technological development, the following can be mentioned: a) insufficient value placed on the importance of the technological aspects by the entities responsible for the execution of rural electrification projects; b) limited use of non-conventional technologies, the product of an erroneous conception that considers S.H.P.S. as large plants reduced to scale; c) the prevalence of financial schemes tied to the extra-regional supply of equipment; d) the frequent absence of national policies to promote technological development and to regulate the transfer of technology; and e) many countries'

industrial characteristics for the satisfactory development of equipment production.

The traditional attitude of underestimating the production potential of our countries also has a negative influence, since the extraregional supplies are considered superior.

4. Economic aspects

Currently, the total unit investment costs for S.H.P.S. fall within US\$ 2000 and US\$ 5000 per kilowatt installed. OLADE proposes a regional goal of US\$ 1000 and US\$ 2000 per kilowatt installed, which will require the following:

- Evaluation of the resource and demand at the level of basins and sub-basins, in order to define projects with good techno-economic characteristics and to reduce the requirements for specific studies.
- Promotion of massive S.H.P.S. development in order to have them be more economical, developing joint projects by basin and by micro-regional level.
- Encouraging organized community participation in plant construction.
- Definition of the scope and objective requirements for specific studies in light of the magnitude of the anticipated investments.
- Promotion of non-conventional technologies that reduce costs while maintaining adequate engineering levels.
- Promotion of national equipment manufacturing.

In a manual for S.H.P.S. decision-making, prepared by OLADE and UNIDO, systematic analysis of unit costs is presented and this will be amplified in the S.H.P.S. Costs Manual.

OLADE is preparing a guide for the elaboration of projects which will attempt to define methods and scopes for pre-investment studies in order to reduce costs and facilitate requests for project financing.

The major problems related to S.H.P.S. financing are as follows:

- Insufficient funds available
- Unreasonable requirements for pre-investment studies
- Credits tied to costly supplies
- Few projects in productive activities that require energy
- Economic-financial evaluation criteria that are not compatible with the needs of rural development.

5. Criteria for Massive Application

The regional panorama with respect to S.H.P.S. development demonstrates that even though the countries have abundant hydroelectric resources and the development of this type of station presents numerous advantages as one of the solutions to the socio-economic problems of the rural communities, only three Latin American countries have planned the massive implementation of S.H.P.S. In addition, many of the S.H.P.S. installed in the region have been constructed without community participation and with conventional technology and equipment from outside the region.

This indicates the lack of policies and the need for an institutional organization to promote S.H.P.S. development in a coherent and planned way, in line with the reality of the available economic and technical resources. In this regard, a massive S.H.P.S. development strategy has been planned to encompass: 1) The carrying out of activities to eliminate the existing limitations and 2) The execution of S.H.P.S. construction programs in the region, gradually incorporating the results obtained without compromising the final goals.

The execution of a timetable for the massive development of S.H.P.S. in the region should consider the development of technological research activities and the incorporation of local labor and regional materials. Thereby, technological dependency and installation costs would be reduced and there would be a greater degree of professional training.

Considering the above, massive development of S.H.P.S. should consider institutional policies for rural energy development, construction, financing, technology, equipment and materials, training and rates.

Since knowledge of the available hydro-resources is necessary, the following scheme for evaluating resources and demand is proposed: 1) to identify the S.H.P.S. existing and planned; 2) to evaluate the resources by basins and hydrographic deposits; 3) to identify in a first instance, isolated centers and micro-regions; 4) to establish preliminary priorities for the isolated centers and micro-regions that could be electrified with S.H.P.S.; and 5) to verify the basis for the preliminary establishment of priorities and to readjust this based on the previous information.

It is considered convenient for the countries to have a governmental entity dedicated exclusively to the promotion and coordination of S.H.P.S. development and implementation. Among the tasks of this entity would be the gathering of technical information, the realization and coordination of technological development, the planning and construction of S.H.P.S. operation and maintenance, request for financing, the negotiation of the purchase of equipment and technologies available in the region, requests for technical assistance and cooperation, and finally the lending of continuity to the construction of stations, training and motivation of the communities.

When formulating plans and programs for S.H.P.S. development and installation and training, the available financial and technical resources should be kept in mind, as well as the results of the different

programs. In addition, the needs should be defined with respect to equipment, labor, and professional and technical personnel.

The planning and programming methodologies should be uniform and the criteria for establishing priorities should be in accordance with the policies proposed.

In the specific S.H.P.S. projects, studies would refer to an analysis of basins and sub-basins, with hydrological, geological, geomorphological, and geotechnical studies whose degree of detail would be related to the magnitude of the investment, in some cases including economic prefeasibility through an indirect analysis of possible rates. Those projects where there is doubt as to whether they should continue or not should undergo a feasibility study examination.

In the case of feasibility studies, the schemes of preliminary designs should permit a quantitative or comparative economic analysis to evaluate S.H.P.S. against other alternative sources to satisfy the demand.

The object of the studies should consist in determining the demand and its variation with time, the available falls, the variation of the ponds and its relation with the demand.

The development of S.H.P.S. projects requires considerable support from the national budget of each country, these projects will generally attend communities with a reduced economic capacity. This makes it necessary to maximize the use of energy generated primarily for productive purposes.

In addition, it is necessary to initiate research activities that will lead to reduced engineering and equipment costs, thereby encouraging greater participation by national engineering in studies on S.H.P.S. construction and coordinating the effective participation of the rural community in the construction stage by means of electrification committees.

The creation of funds is of prime importance for rural electrification development based on S.H.P.S.

With regard to S.H.P.S. operation and maintenance, it is recommended to have suitable institutional plans that combine the possibilities of autonomous requests for plants at the local level with technical and organizational support from the electrification entities, for which OLADE has prepared a reference model.

6. OLADE Activities

The Regional S.H.P.S. Program initiated its activities in January of 1980, with the principal objective of promoting the massive implementation of small hydro power stations in the region, as a partial answer to the development of the rural area and isolated zones, taking advantage of one of the most abundant regional energy resources.

The OLADE activities have given particular emphasis to the development of methodologies, manuals and technical documents that can be used by the institutions of the countries to promote S.H.P.S. development. The following is a partial list of these works:

— **"The Hydroelectric Potential: Energy Alternative and Industrial and Financial Challenge for Latin America"**

This document attempts to provide the regional countries with a picture of the hydroelectric potential and the industrial and financial implications that such development can have within the framework of regional cooperation.

— **"Mini Hydro Power Stations: A Manual for Decision -Makers"**

This document presents the regional and extra-regional countries with definitions and guidelines to be considered in the planning and development of mini hydro power stations. It is for entities that

make decisions related to planning in this field, at the national and local levels.

— **"The Development of Small Hydro Power Stations in Latin America and the Caribbean"**

This document presents to the regional countries the technical and socio-economic panorama in which small hydro power stations are developed and the bases of OLADE's S.H.P.S. program.

— **"Situation and Prospects of Technology and Equipment for Small Hydro Power Stations in Latin America"**

This publication analyzes the prospects for technological development, transfer of technology and the supply of equipment and materials in order to promote the implementation of S.H.P.S. in the region.

— **"Requirements and Methodologies for the Massive Implementation of Small Hydro Power Stations in Latin America"**

This has as its objective to define the methodologies and concrete actions that the regional countries should adopt to promote the development and massive implementation of S.H.P.S.

8 **"Hydrology for Small Hydro Power Station Projects in the absence of data"**

— **"Synthetic Methodology for the Calculation and Preliminary Specification of Mini Hydro Power Stations"**

— **"Electric-Electronic Speed Regulators for Hydraulic Turbines for Hydro Power Stations"**

— **"Design and Standardization of Michell-Banki Turbines"**

— **"Design Manual for Small Hydro Power Stations"**

This document is in the process of being elaborated and attempts to provide simple methodologies for the design of small hydro power stations, considering the use of non-conventional technologies.

For the formulation of the terms of reference for manuals and methodologies and for the identification of concrete actions that OLADE should undertake, Work Groups have been formed with regional experts. To date, the following Work Group meetings have taken place:

— First Meeting of the Work Group: This meeting, held in Quito, Ecuador, in August of 1979, analyzed the S.H.P.S. development problems in Latin America and the prospects for their solution. A regional development strategy was defined and the guidelines of the regional program were formulated.

— Second Meeting of the Work Group: This meeting was held in Quito, Ecuador, in April 1980, in order to share experiences and define activities related to the technology and equipment for S.H.P.S.

— Third Meeting of the Work Group: This meeting was held in Quito, Ecuador in June 1980, in order to share experiences and define the terms to be considered in the document on: **"Requirements and Capacities for the Massive Implementation of S.H.P.S. in Latin America"**.

— Fourth Meeting of the Work Group: This was held in Quito, Ecuador, in April 1981, in order to perfect the terms of reference for the **Design Manual for Small Hydro Power Stations** and to elaborate a document describing its contents in detail.

An OLADE Advisory Group has also been formed; it is composed of various regional experts in the field of S.H.P.S. This group had its first meeting in August 1981 in Lima, Peru, where the

general guidelines of the Regional S.H.P.S. Program were revised, the OLADE activities evaluated and opinions exchanged on planning and programming. New guidelines were also proposed for future consideration.

From November 3-7, 1980, the First Latin American Seminar was held in Girardot-Colombia, under the auspices of OLADE and ICEL (the Colombian Institute of Electricity) at which guidelines were established for regional action to promote the massive implementation of S.H.P.S. under the coordination of OLADE.

As a first important step in supporting the training of the human resources required for S.H.P.S. development in the region, OLADE organized the First Latin American Course on S.H.P.S. Design held during September 7-23, 1981, in Lima, Peru. This event was co-sponsored by the Ministry of Energy and Mines of Peru and ELECTROPERU.

The OLADE Permanent Secretariat also gave support to the countries and institutions that required the technical backing of the organization for the development of their national programs. Obviously the scope of these activities has been limited by the available budgetary funds, as well as by the resources that the interested countries have allocated for this program. These activities have been carried out within the framework of Decision 073 of the Eleventh Meeting of Ministers of OLADE, which charged the Permanent Secretariat with soliciting extra-budgetary funds for a permanent technical team to aid the activities of the countries in the massive development of S.H.P.S. In complying with this mandate, OLADE has now formed a small multi-disciplinary technical team that carries out specific support activities in the countries.

Among the principal technical support activities that OLADE has undertaken, the following should be mentioned:

- Technical assistance to INECEL-Ecuador, for the development of its national S.H.P.S. program.

- Technical assistance in the design of the civil structures and turbine of the small station in Cuyuja. A technical cooperation agreement exists between OLADE and INECEL.

- Technical advising to Grenada for its program of S.H.P.S. development, for the formulation of an integral feasibility study already in progress, and for the solicitation of financing.

- Technical advising to Cuba for the development of its S.H.P.S. implementation program. An agreement has been signed between OLADE and Cuba.

- Technical advising to CADAFE - Venezuela, to promote the development of S.H.P.S. implementation programs. The preliminary designs for the small hydro power station in Piñango were made. A cooperation agreement is being elaborated.

- Technical advising to various countries which are planning groups of S.H.P.S. for demonstration and/or applied research purposes.

In general, the support OLADE has given to the countries has entailed the following activities to promote the massive implementation of S.H.P.S. in the region:

- Definition and diffusion of technological development methodologies suitable for the regional countries.

- Promotion of the sharing of technology among the countries through technical assistance and the exchange of regional specialists.

- Diffusion of the best technological alternatives for S.H.P.S. equipment.

- Identification and diffusion of alternatives for the organization and financing of investment programs.

- Implementation of pilot projects, geared to perfecting adequate methodologies for the massive implementation of S.H.P.S.