

REVISTA ENERGETICA

AÑO 8
3/84

Mayo - Junio/84
May - June/84



Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization

ASPECTOS INSTITUCIONALES RELATIVOS AL DESARROLLO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS **olade** INSTITUTIONAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER STATIONS **olade** ACTIVIDADES DE CAPACITACION DEL PROGRAMA DE HIDROENERGIA EN EL CAMPO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS **olade** HYDROENERGY PROGRAM TRAINING ACTIVITIES IN THE FIELD OF SMALL HYDROPOWER STATIONS **olade** DISEÑO, ESTANDARIZACION Y FABRICACION DE TURBINAS PELTON **olade** DESIGN, STANDARDIZATION AND MANUFACTURE OF PELTON TURBINES **olade** INVENTARIO REGIONAL DE FABRICANTES DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS **olade** MAJOR ASPECTS OF THE REGIONAL INVENTORY OF MANUFACTURERS OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR SMALL HYDROPOWER STATIONS



AÑO 8
3/84
MAYO - JUNIO/84
MAY - JUNE/84

ORGANO DE DIVULGACION TECNICA
DE LA ORGANIZACION LATINOAMERICANA
DE ENERGIA (OLADE)

PERIODICAL FOR DISSEMINATION
OF THE LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

EDITORIAL	5
EDITORIAL	55
ASPECTOS INSTITUCIONALES RELATIVOS AL DESARROLLO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS	7
200 INSTITUTIONAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER STATIONS	57
tbls	
ACTIVIDADES DE CAPACITACION DEL PROGRAMA DE HIDRO- ENERGIA EN EL CAMPO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDRO- ELECTRICAS	19
201 HYDROENERGY PROGRAM TRAINING ACTIVITIES IN THE FIELD OF SMALL HYDROPOWER STATIONS	69
DISEÑO, ESTANDARIZACION Y FABRICACION DE TURBINAS PELTON	25
202 DESIGN, STANDARDIZATION AND MANUFACTURE OF PELTON TURBINES	75
INVENTARIO REGIONAL DE FABRICANTES DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELEC- TRICAS	39
203 MAJOR ASPECTS OF THE REGIONAL INVENTORY OF MANUFACTURERS OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR SMALL HYDROPOWER STATIONS	89
grafs, tbls, diagrs.	

Los artículos firmados son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan, necesariamente, la posición oficial de la Secretaría Permanente.

The signed articles are the exclusive responsibility of their authors and they do not necessarily express the official position of the Permanent Secretariat.

REVISTA ENERGETICA es publicada, bimestralmente, por la Secretaría Permanente de la Organización Latinoamericana de Energía. Casilla 6413 CCI Quito-Ecuador

REVISTA ENERGETICA is published bimonthly by the Permanent Secretariat of the Latin American Energy Organization, P.O. Box 6413 C.C.I., Quito - Ecuador.



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA
LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

**CONSEJO EDITORIAL
EDITORIAL BOARD**

Ulises Ramírez Olmos	SECRETARIO EJECUTIVO EXECUTIVE SECRETARY
Eduardo Pascual	DIRECTOR DE COOPERACION REGIONAL Y EXTRARREGIONAL DIRECTOR OF REGIONAL AND EXTRA-REGIONAL COOPERATION
João Pimentel	DIRECTOR TECNICO TECHNICAL DIRECTOR
Cornelio Marchán	DIRECTOR DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y PLANIFICACION ENERGETICA DIRECTOR OF ECONOMIC STUDIES AND ENERGY PLANNING
Marcio Nunes	ASESOR GENERAL GENERAL ADVISOR
Miriam Morales	JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INFORMACION Y RELACIONES PUBLICAS HEAD OF THE DEPARTMENT OF INFORMATION AND PUBLIC RELATIONS

EDITORIAL

La hidroenergía es uno de los principales recursos energéticos renovables que dispone América Latina e indiscutiblemente el más importante para la generación de electricidad. Este hecho se ha visto reflejado en la prioridad que ha asignado OLADE al desarrollo hidroenergético en el contexto del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE).

El presente número de la Revista Energética, tiene como tema central un aspecto particular del campo hidroenergético, las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, y comprende un conjunto de artículos que destacan algunas de las actividades de OLADE en relación al aprovechamiento hidroenergético en pequeña escala.

En una primera fase, el Programa Regional de Hidroenergía orientó sus actividades al campo de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH). Con el establecimiento del PLACE, el programa fue ampliado para incluir actividades relativas a hidroelectricidad en grande y mediana escala, con un énfasis inicial en actividades relativas a evaluación e inventario de recursos hidroenergéticos. Asimismo se mantuvo y amplió lo relacionado a PCH, procurando mantener un enfoque integral que permitiera la búsqueda de soluciones a los principales problemas que limitaban su desarrollo. De esta manera, se han realizado actividades orientadas a elaborar manuales y metodologías técnicas, otorgar asistencia técnica a las instituciones de los países miembros y realizar actividades de capacitación de recursos humanos, en relación a cuestiones institucionales y de planificación del desarrollo de PCH, evaluación de recursos y demanda, formulación, elaboración y evaluación de proyectos, ejecución de obras, adaptación de tecnologías alternativas de construcción, desarrollo y adaptación de tecnologías de diseño, estandarización y fabricación de equipos, identificación de capacidades de ingeniería y producción regional de equipos y materiales para PCH.

En el primer artículo de este número de la Revista Energética, se analizan algunos problemas típicos que se presentan en la mayoría de los países de la región en relación al marco institucional en el que se desarrollan los PCH y se propone un modelo institucional que permite conjugar las capacidades y organización de las empresas de electricidad con las necesidades de una gestión descentralizada de los PCH a nivel municipal o comunal, con lo cual se podrían superar los problemas de inserción de pequeñas unidades de generación en el marco de la gestión de una gran empresa de electricidad, pero asegurando un efectivo apoyo técnico y administrativo hacia las empresas que se constituyan a nivel local.

En otro artículo se describen las actividades realizadas por OLADE en relación a la capacitación de recursos humanos para el desarrollo de PCH. Cabe señalar que el impacto de estas actividades trasciende los objetivos inmediatos de los eventos, ya que se ha podido inducir amplios contactos institucionales y personales entre los países de la región que desarrollan actividades relativas a PCH; además, los materiales preparados para los cursos constituyen un cuerpo de documentos de referencia que pueden ser empleados como herramientas técnicas para el desarrollo de proyectos y también pueden resultar útiles como materiales didácticos para cursos nacionales.

En el marco del Programa Regional de Hidroenergía de OLADE, se está elaborando un manual de diseño, estandarización y fabricación de equipos para PCH que comprende un conjunto de nueve volúmenes. En este número de la revista se presenta una reseña relativa al volumen correspondiente a Turbinas Pelton, donde se describen sus características técnicas y se señalan modalidades y procedimientos para obtener asistencia técnica de OLADE para promover su producción industrial.

Por último se incluye un artículo en el que se presentan las actividades de OLADE en la preparación de un Directorio Regional de fabricantes de equipos para PCH, el cual será un importante instrumento para promover la cooperación regional y fortalecer la autonomía tecnológica de la región en el campo de las PCH.

ENRIQUE INDACOCHEA

JEFE PROGRAMA REGIONAL DE HIDROENERGIA



ASPECTOS INSTITUCIONALES RELATIVOS AL DESARROLLO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

PROGRAMA REGIONAL
DE HIDROENERGIA DE OLADE

1. INTRODUCCION

Las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) son una de las principales alternativas para el desarrollo energético del medio rural latinoamericano, dada la abundancia de recursos hídricos en pequeña escala de que dispone la región.

Si bien hay una experiencia acumulada en Latinoamérica que data de las últimas décadas del siglo XIX, el desarrollo de PCH se ha caracterizado por acciones esporádicas y poco sistemáticas. Hace algunos años sufrió un proceso regresivo en favor de las opciones de interconexión así como de generación por medio de grupos electrógenos térmicos, alternativas que ahora comienzan a encontrar nuevas limitaciones para su aplicación; en el primer caso en cuanto a los elevados costos de líneas de transmisión y de subestaciones para zonas aisladas y en el segundo en cuanto a los costos de combustibles, mantenimiento y dificultades logísticas que cuestionan seriamente las perspectivas de instalación de grupos electrógenos en muchas poblaciones aisladas.

El desarrollo de PCH tendrá un impacto significativo en la medida en que se promueva con criterios de desarrollo masivo que permitan cada vez mayores economías de escala y justifiquen un conjunto de acciones diversas para atacar el problema simultáneamente en sus varios frentes relacionados con el planteamiento, evaluación de recursos y demanda, elaboración, financiación y ejecución de proyectos específicos, uso del agua, operación y mantenimiento de PCH y sus aspectos institucionales conexos.

Uno de los problemas que ha tenido mayor gravitación como limitante al desarrollo de PCH, está dado por la incidencia de los aspectos institucionales en el desarrollo de proyectos y en la gestión, operación y mantenimiento de plantas, dado que muchas veces el marco institucional responde a consideraciones que no se derivan de las particularidades de la generación hidroeléctrica en pequeña escala en localidades aisladas, sino más bien del marco legal, social, económico y administrativo del desarrollo eléctrico en gran escala.

Este documento pretende realizar un análisis comparativo de los esquemas institucionales más frecuentemente adoptados, para lo cual se presentan, en forma esquematizada, tres tipos básicos de esquemas institucionales y se describen algunos problemas y perspectivas de aplicación de los esquemas institucionales identificados con relación a las fases principales del desarrollo de proyectos y operación de PCH.

Cabe señalar que existe una gran variedad de modelos institucionales que no necesariamente se ajustan a los esquemas presentados, en vista de que éstos conforman un intento de simplificación, para fines de clasificación y análisis, de un universo muy variado.

En el capítulo 5 desarrollamos en mayor detalle un modelo idealizado de empresa comunal, en consideración a que en muchos casos los esquemas institucionales descentralizados, para atender necesidades de pequeñas poblaciones aisladas, constituyen una de las mejores alternativas, pero es justamente en este caso donde las experiencias de América Latina son más limitadas.



2. TIPIFICACION DE MODELOS

Para fines de análisis, clasificamos los principales modelos institucionales para el suministro de energía eléctrica a poblaciones fuera del ámbito urbano, bajo tres casos esquemáticos:

MODELO 1: Empresa Eléctrica centralizada

MODELO 2: Empresa Autoprodutora

MODELO 3: Empresa Comunal

En rigor, también debería considerarse en forma diferenciada un cuarto caso que podría ser el de una Empresa Eléctrica Particular para el medio rural, o sea, una pequeña empresa privada que actúe como concesionaria localizada del servicio eléctrico en una determinada población y sea la propietaria de una o más PCH. Sin embargo, no incluiremos este caso en razón de que el suministro de electricidad a nivel público para el medio rural en general no resulta suficientemente rentable en los países en desarrollo, por lo tanto, difícilmente resulta una inversión atractiva que movilice inversiones de riesgo, salvo en casos que la actividad comprenda áreas de mayor rentabilidad como es el caso de los modelos 1 y 2.

MODELO 1: Empresa Eléctrica Centralizada

Bajo esta denominación agrupamos todos los casos en que una PCH es una planta de propiedad y bajo control administrativo directo, de una empresa de servicio eléctrico nacional, regional o provincial, la cual es responsable de las actividades de generación y/o distribución de electricidad en la zona que será servida por la PCH.

En este modelo se agrupan diversos casos de empresas de servicio eléctrico independientemente de su régimen de propiedad, siempre y cuando sean empresas de servicio público de alguna envergadura, a nivel nacional o provincial.

La utilización de PCH en el marco de este modelo generalmente se caracteriza por:

- La PCH es propiedad de la Empresa de Electricidad

- El proyecto (Independientemente del origen de la iniciativa) se desarrolla en el marco del programa de inversiones de la Empresa
- La administración, operación y mantenimiento son de exclusiva responsabilidad de la Empresa
- Los operadores son trabajadores de la Empresa, designados en forma más o menos centralizada
- Las tarifas se cobran por intermedio de unidades propias de la Empresa y pasan a incorporarse a los fondos de la misma.
- Los gastos (remuneraciones, mantenimiento, administración, etc.) son asumidos en forma centralizada.

MODELO 2: Empresa Autoprodutora

En este modelo incluimos aquellos casos en que una PCH es una planta de propiedad o bajo control directo, de una Empresa o entidad que se dedica a actividades económicas principales, distintas a las de generación eléctrica como servicio público; en consecuencia emplea una o más PCH como fuente de energía eléctrica para el desarrollo de sus actividades productivas y/o servicios, pero destina excedentes de energía para fines de servicio público.

Bajo este rubro se incluyen todas las Empresas que satisfacen las condiciones enunciadas en el párrafo anterior, independientemente de su régimen jurídico (estatal, privada, municipal, cooperativa, mixta, etc.) siempre y cuando la capacidad de generación eléctrica sea aproximadamente compatible con la definición de PCH que se adopte en cada país.

Las condicionantes para incluir una PCH en este rubro son:

- Empresa dedicada a cualquier tipo de actividad productiva o servicio principal, distinto a la producción de electricidad.
- La Empresa posee o controla una o más PCH para generar energía eléctrica destinada a las actividades de la Empresa.
- Entrega excedentes de energía eléctrica para el suministro público de localidades vecinas.



- Puede tener cualquier régimen de propiedad.
- Capacidad de generación compatible con la definición de PCH que se adopte.

En rigor, se podría considerar bajo este rubro a todos los autoprodutores, así no suministren excedentes para servicio público, sin embargo, dado el enfoque de este trabajo, orientado a tratar las alternativas institucionales para atender las necesidades de energía eléctrica en poblaciones aisladas y alejadas del sistema eléctrico, no consideramos relevante analizar el caso de los autoprodutores netos, que sólo generan energía para sus propios fines productivos.

Además de las condicionantes señalados anteriormente para la inclusión de una PCH dentro de este modelo, su utilización se caracteriza por:

- La PCH es propiedad de la Empresa autoprodutora.
- La Empresa autoprodutora cuenta con alguna forma de autorización de las entidades del estado para generar electricidad, frecuentemente en calidad de concesionaria.
- El proyecto de la PCH se desarrolla principalmente sobre la base de los requerimientos productivos de la Empresa y secundariamente se considera el suministro público.
- La administración, operación y mantenimiento son de exclusiva responsabilidad de la Empresa autoprodutora.
- Los operadores son empleados de la Empresa autoprodutora.
- Los gastos de operación de la PCH son asumidos por la Empresa autoprodutora.
- La Empresa autoprodutora vende los excedentes de energía eléctrica a la Empresa de Electricidad encargada del servicio público, o directamente a las municipalidades u órganos de gobierno local. En ciertos casos cuando la población a ser atendida está muy vinculada a la Empresa autoprodutora, estos suministros pueden tener un carácter poco comercial y más bien ser el producto de acuerdos con autoridades locales, sindicatos o comunidades.
- Existe una gran multiplicidad de formas de aplicación de tarifas y destino de las mismas.

MODELO 3: Empresa Comunal

En este rubro incluimos todas las variantes de empresas y servicios eléctricos públicos para poblaciones del medio rural que, para nuestro caso, involucren el empleo de PCH, de propiedad o bajo el control de municipios, autoridades distritales o parroquiales, comunidades campesinas, cooperativas, asociaciones de vecinos, etc., bajo el común denominador de una relativa autonomía administrativa de las empresas y gobiernos nacionales o regionales y actuando como concesionarios locales.

Para este caso existen innumerables formas jurídicas de propiedad, pero todas se caracterizan por su objetivo de servicio público descentralizado, con un elevado nivel de participación directa de la población servida.

En forma sintética, la utilización de PCH en el marco de este modelo se caracteriza por:

- La PCH es de propiedad o está bajo el control de una Empresa o entidad comunal, municipal, cooperativa, asociación de vecinos, etc.
- La PCH se destina al servicio público local, tanto para fines de iluminación, como para apoyo de actividades productivas y servicios.
- El desarrollo del proyecto tiene un elevado contenido de iniciativa comunal, que frecuentemente se materializa en la ejecución de las obras.
- La administración, operación y mantenimiento está bajo control de la Empresa Comunal, con variados niveles de apoyo de las empresas de electricidad y del gobierno a nivel nacional o regional.
- Existe gran diversidad en la aplicación de tarifas, pero en general, se deben ajustar a la legislación nacional.
- Los ingresos por tarifas se incorporan a la Empresa Comunal.
- Los gastos de operación y mantenimiento son asumidos por la Empresa Comunal.

Más adelante se presentarán en mayor detalle características y alternativas organizativas que se pueden tomar en cuenta para mejorar la aplicación de este modelo.

En las dos partes subsiguientes analizaremos los problemas y perspectivas de aplicación de los modelos institucionales, en forma matricial con respecto a las distintas fases de desarrollo de proyectos y operación de plantas; para este fin consideramos las siguientes fases principales:

- FASE 1: Planificación, Estudios y Financiamiento
- FASE 2: Construcción, Equipamiento y puesta en marcha
- FASE 3: Gestión, Operación y Mantenimiento

Consideramos que estas fases simplificadas son lo suficientemente auto-explicativas y por lo tanto, no requieren definiciones genéricas.

El esquema matricial que se adoptará para el análisis queda reflejado en el siguiente cuadro esquemático.

Fases de Desarrollo / Modelo institucional	1. Planificación, estudios y financiamiento	2. Construcción, equipamiento y puesta en marcha	3. Gestión, operación y mantenimiento
1. Empresa eléctrica de suministro público			
2. Empresa auto-productora			
3. Empresa comunal			

3. PRINCIPALES PROBLEMAS ASOCIADOS CON EL MARCO INSTITUCIONAL

Se ha procurado presentar problemas típicos que se derivan de la experiencia de varios países de la región que, en cierta medida, sean comunes a todos. Cabe señalar que en muchos casos existen experiencias distintas y resultados también distintos, producto de las particularidades de cada país. El criterio adoptado ha sido el de presentar problemas derivados del marco institucional para el desarrollo y operación de PCH, que a juicio del autor, reflejen las tendencias predominantes en la región y en algunos casos destaquen problemas importantes que pueden adoptar distintas formas en los diferentes países.

Por lo expuesto, los problemas identificados son descritos en forma esquemática y simplificada, más bien como una guía o listado de referencia para que el lector pueda señalar y analizar aquellos que considere más relevantes para el caso particular de su país.

Por otra parte, dado el carácter del trabajo que se limita al marco institucional, no se profundiza en los orígenes y causas de los problemas identificados, lo cual hace que el análisis sea relativamente esquemático y discutible al trasladarse a situaciones concretas y al intentar comprender mejor el origen de los problemas, para plantear soluciones idóneas.

Tal como se señaló anteriormente, el desarrollo de este punto se ordena sobre la base de la matriz de los modelos y fases propuestos en 2, en la forma siguiente:



MODELO 1.

EMPRESA ELECTRICA DE SUMINISTRO PUBLICO

FASE 1. PLANIFICACION, ESTUDIOS Y FINANCIAMIENTO	FASE 2. CONSTRUCCION, EQUIPAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	FASE 3. GESTION, OPERACION Y MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> — Insuficiente participación de la población local en la fase de estudios, lo cual constituye un factor negativo desde el punto de vista motivacional y de entrenamiento desaprovechando además la recopilación positiva de información relativa a crecidas, geomorfología práctica y datos realista de población y demanda. — Deficientes concepciones de electrificación rural basadas en las perspectivas de generación espontánea de actividades productivas insumidoras de energía; en consecuencia se tienen proyectos con poca perspectiva de recuperación al basarse en iluminación dirigida a población de bajos ingresos. — Frecuentemente se tiene una concepción burocrática del desarrollo de estudios siguiendo etapas y esquemas rígidos y concebidos para otras aplicaciones (grandes centrales), pero por otra parte, se tiene la posibilidad de disponer de cuadros calificados para el desarrollo de proyectos. — En los casos en que no se fortalece y unifica una sección de la Empresa dedicada al desarrollo de proyectos de PCH en todas sus fases, se adopta el criterio errado de desdoblar las fases del proyecto en las diversas unidades especializadas de la Empresa, lo cual debilita el proceso de toma de decisiones, diluye las responsabilidades e impide que la experiencia particular sobre PCH se consolide. — Participación comercial no considerada en el análisis económico-financiero del proyecto, lo cual redundó en una elevación de costos. — Programas de ejecución limitados a un reducido número de proyectos, en razón de restricciones en los recursos de inversión disponibles, lo cual pudiera ser ampliado con una adecuada consideración a posibles aportes comunales, organización de la movilización social y participación masiva de profesionales y estudiantes en el desarrollo de proyectos. — Complejidad y lentitud en el proceso de toma de decisiones desde los niveles básicos de planificación e identificación de proyectos hasta la fase de aprobación de estudios y financiamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> — Concepciones de construcción convencionales, insuficiente consideración de alternativas tecnológicas no convencionales, por razones de tradición o por normas derivadas de la experiencia de la empresa en grandes centrales. — Subestimación o deficiente organización de la participación comunal en la ejecución de las obras. — Insuficiente empleo de materiales y servicios disponibles en la localidad. — Deficiente manejo y solución de los potenciales conflictos asociados con la utilización de tierras (servidumbres para canales, estructuras, tuberías y líneas) y el agua (considerando usos alternativos para riego y agua potable); tendencia a una relativa polarización entre la empresa y la comunidad. — Deficiente investigación sobre la disponibilidad de agregados para las obras y su ubicación, debido a una insuficiente coordinación con la comunidad. — En general, la Empresa de electricidad tiene experiencia en el manejo de la logística y el transporte de equipo y materiales, hasta la localidad, pero frecuentemente ocurren problemas de planificación y organización del acarreo hasta los puntos de la obra donde son requeridos; insuficiente consideración a eventuales aportes de la comunidad en mano de obra y semovientes. — Problemas de ajuste socio-cultural que dificultan la coordinación entre los supervisores de la obra y la población local. — Limitado impacto de la obra en la capacidad de personal local. 	<ul style="list-style-type: none"> — Excesiva burocratización en la gestión centralizada de plantas pequeñas; cada planta es una unidad excesivamente pequeña en el contexto de una gran empresa; largas líneas jerárquicas para tomar decisiones. — Insuficiente vinculación de la comunidad local y sus organizaciones con la gestión de planta. — Costos de operación y mantenimiento, derivados de una gestión centralizada, excesivamente elevados en relación con la energía producida. — Los operadores no nativos de la comunidad pueden constituir un importante elemento del costo y sufrir problemas de ajuste social. — Sistemas tarifarios poco adecuados para el desarrollo rural; sistemas costosos de medición del consumo. Los costos de cobranza centralizada de tarifas pueden ser elevados en relación con el monto a recaudar.

MODELO 2.
EMPRESA AUTOPRODUCTORA

FASE 1. PLANIFICACION, ESTUDIOS Y FINANCIAMIENTO	FASE 2. CONSTRUCCION, EQUIPAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	FASE 3. GESTION, OPERACION Y MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> — El proyecto se define principalmente en base a los requerimientos productivos o de servicios del autoprodutor y complementariamente se contemplan los aspectos de servicio público. — Poca consideración a los requerimientos de la comunidad en el desarrollo de los estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> — Limitada participación comunal en la ejecución de las obras. — Posibles conflictos relativos a accesos y uso de tierras, durante la ejecución de las obras, así como con respecto al abastecimiento de agregados disponibles en la vecindad. 	<ul style="list-style-type: none"> — La gestión de la planta depende de la empresa autoprodutora y sus objetivos no necesariamente se orientan a atender las necesidades de la comunidad. — Dificultades en la fijación de tarifas y procedimientos para la venta de energía. — Posibles conflictos derivados del uso alternativo del agua y de servidumbres de terrenos. — Complejidad en los trámites administrativos oficiales para poder vender los excedentes de energía destinados al servicio público. — Dependencia de la comunidad con respecto a una empresa (muchas veces particular), en lo referente al suministro de energía.

MODELO 3.
EMPRESA COMUNAL

FASE 1. PLANIFICACION, ESTUDIOS Y FINANCIAMIENTO	FASE 2. CONSTRUCCION, EQUIPAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	FASE 3. GESTION, OPERACION Y MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> — Se requiere un importante aporte técnico, externo a la comunidad, para realizar los estudios, generalmente este aporte proviene de empresas eléctricas nacionales o regionales. — Posibles contradicciones entre los programas de estudio de las empresas de electricidad, con los requerimientos de la comunidad en el tiempo. — Limitada capacidad técnica de los miembros de la comunidad, que restringe su aporte y seguimiento de la fase de estudios. — Dificultades para establecer compromisos anticipados para definir los aportes de la comunidad desde la fase de estudios. — Deficientes esquemas organizativos y financieros para apoyar actividades de desarrollo comunal. 	<ul style="list-style-type: none"> — Se requiere un importante aporte de supervisión técnica y de trabajadores especializados en la ejecución de las obras e instalaciones. El aporte de trabajo de la comunidad se limita frecuentemente al suministro de mano de obra no especializada para actividades de excavación, acarreo y construcción, la cual depende del grado de desarrollo económico-social de la misma. — Elevado costo de la asistencia técnica que debe ser absorbido por la empresa o institución pública que apoye el proyecto. — Dependiendo de las tradiciones de trabajo colectivo que existan, pueden tenerse dificultades en la organización e incorporación de los habitantes para realizar el aporte de trabajo comunal en las obras. — Dificultades de identificar y proponer incentivos derivados del proyecto que motiven el aporte de trabajo conjunto e individual. — Dependiente de la capacidad de gestión y ascendente de las autoridades o dirigentes encargados de organizar el trabajo comunal. — Dificultades de coordinación con los técnicos que supervisan las obras por motivos socio-culturales y de comunicación. — Conflictos de responsabilidades entre contratistas (ejemplo: maestro de obras) y pobladores que aportan trabajo, en cuanto a compromisos de tiempo, oportunidad y calidad, en la ejecución de obras. — Posible pérdida del entusiasmo requerido para mantener el aporte comunal, ante cualquier dificultad que surja en la ejecución del proyecto. — Posibles conflictos entre los requerimientos de trabajo del proyecto con actividades estacionales y periódicas de la actividad agrícola (siembra, cosecha, riego, etc.). En este caso siempre deben predominar los requerimientos de la actividad productiva vital. — Deficiencias en el proceso de desarrollo institucional tendiente a la formación de la empresa comunal de electricidad. — Deficiente valorización de los aportes comunales en la ejecución de las obras. — Problemas de negociación interna en la comunidad para conciliar requerimientos conflictivos del proyecto con respecto al uso de terrenos para las obras, principalmente cuando se afecta a propietarios individuales. — Potenciales situaciones conflictivas con comunidades vecinas en cuanto a la prioridad del proyecto y las perspectivas de dotación de energía. — Deficientes concepciones de los técnicos encargados de dirigir el proyecto que subestiman el aporte comunal, en forma tal que se tiende a desperdiciar mano de obra y materiales por aplicar métodos muy primitivos de acarreo y construcción. — El caso contrario de lo anterior puede llevar a encarecer excesivamente la obra por una mecanización excesiva cuando se podía optar por opciones más intensivas en mano de obra. — Insuficiente complementación y corrección de diseños durante la ejecución de las obras. 	<ul style="list-style-type: none"> — Limitada experiencia en la comunidad relativa a la gestión de empresas y del suministro eléctrico. — Deficientes economías de escala. — Ausencia o vacíos en la legislación para el establecimiento de empresas comunales de electricidad; dificultades burocráticas. — Insuficiente capacitación de operadores de origen local. — Posible presencia de tradiciones negativas de coqueísmo y dominación interna. — Deficiencias en el mantenimiento de la planta. — Falta de enfoques adecuados para la fijación de tarifas y medición de consumos o capacidades de consumo. — Deficiencias en la cobranza de tarifas y en la generación y uso de reservas para reposición y mantenimiento. En ocasiones los fondos pueden ser indebidamente empleados para otros fines, por una falta de control administrativo. — Conflictos con otras comunidades en cuanto al uso del agua y expectativas de extensión del servicio. Este tipo de problemas son fácilmente conciliables al interno de la comunidad. — Falta de experiencia en administración y organización por parte de los dirigentes. — Insuficiente atención o conocimiento de posibilidades de desarrollo de actividades productivas que requieren energía eléctrica como base para el sostenimiento futuro de la planta y su utilización como instrumento de desarrollo.

4. PERSPECTIVAS DE APLICACION

En este punto se consideran las perspectivas de aplicación de los tres modelos empresariales bajo diversos casos idealizados, que a criterio del autor, pueden ser una guía referencial para estudiar las posibilidades de aplicar uno u otro modelo empresarial. Sin embargo, se debe evitar su tratamiento como regla rígida, sino más bien estudiar las condiciones reales y particulares de cada país que permitan confirmar o modificar los lineamientos propuestos.

Por otra parte, en la definición del esquema institucional de cada modelo para el desarrollo de PCH, se deben adoptar criterios flexibles que permitan optimizar el desarrollo de proyectos y asegurar la continuidad operativa de la planta, por lo tanto puede resultar necesario combinar características de varios modelos. A título de ejemplo, es conveniente que en la aplicación del Modelo Empresarial Centralizado (Modelo 1) se fortalezca la participación de la población local y en el Modelo de Empresa Comunal, se considere una estrecha vinculación y asistencia técnica con la empresa eléctrica de servicio público centralizada.

En los cuadros siguientes, se resumen algunas condiciones bajo las cuales merece considerarse la aplicación de uno u otro modelo empresarial. Cabe señalar que ninguna de las condiciones es calificada como necesaria o suficiente ni tampoco se propone ninguna forma de ponderación, sin embargo, al aplicar criterios de este tipo a situaciones reales, convendría establecer lineamientos más precisos.

5. DESCRIPCION DE UN MODELO IDEALIZADO DE EMPRESA COMUNAL

Si bien es posible definir alternativas para perfeccionar los distintos modelos institucionales presentados, hemos querido limitarnos al modelo de empresa comunal, tanto por sus interesantes perspectivas de aplicación, como por el hecho que la experiencia de América Latina en este tipo de empresas es más limitada.

Los casos de aplicación del modelo de empresa comunal en cualquiera de sus variantes, que se han sus-

tentado en su autonomía absoluta, generalmente han sufrido de una agudización extrema de los problemas identificados en el punto 2, de ahí que el modelo idealizado que se presenta, pretende adaptar las características del modelo a una combinación ponderada de gestión autónoma y asistencia técnica, financiamiento y fiscalización provenientes de una empresa centralizada de electricidad o cualquier institución pública competente, con el fin de minimizar los problemas más característicos del modelo de empresa comunal y potenciar sus perspectivas de aplicación.

La aplicación de este modelo idealizado a condiciones concretas, deberá pasar el filtro de las particularidades específicas del país en lo que respecta a políticas institucionales y de desarrollo, políticas energéticas, capacidades organizativas y técnicas, cultura y tradiciones predominantes en el medio rural.

En rigor, el modelo idealizado puede ser adaptado a los diversos sistemas socio-económicos y políticos que tienen los países de la región, requiriéndose solamente la decisión de promover una gestión descentralizada de las PCH combinada con un fuerte apoyo técnico y financiero centralizado.

A continuación presentamos en forma resumida, una descripción de las principales características del modelo idealizado de empresa comunal que se propone:

a. Constitución y marco legal:

- La empresa se podrá constituir bajo diversas formas jurídicas dependiendo de las alternativas que resulten más viables en cada país, o sea podrá ser una empresa de tipo municipal o cantonal, podrá adoptar el carácter de empresa privada o empresa mixta, también podrá considerarse la alternativa de una forma cooperativa.
- Las inversiones en la empresa se definen mediante la valorización de los aportes realizados por las diversas instituciones y organizaciones en trabajo, materiales, equipos o dinero destinados al proyecto. La distribución del control



CONDICIONES PARA LA APLICACION DE UNO U OTRO MODELO EMPRESARIAL

MODELO 1. EMPRESA ELECTRICA DE SUMINISTRO PUBLICO	MODELO 2. EMPRESA AUTOPRODUCTORA	MODELO 3. EMPRESA COMUNAL
<ul style="list-style-type: none"> — Adecuado para PCH de mayor tamaño (referencialmente para potencias superiores a 500 kW). — Prestación de servicios a poblaciones medianas. — Cuando existan conjuntos de poblados que pudieran ser integrados a un pequeño sistema eléctrico. — Cuando existan posibilidades de interconexión de la PCH a la red eléctrica. — En áreas importantes desde el punto de vista socio económico y cuando se tengan buenas perspectivas de recuperación de las inversiones. — Para proyectos que involucren problemas técnicos complejos en la construcción y operación. — Aprovechamiento marginal de empresas de riego para instalación de PCH o en proyectos multi-sectoriales diversos, donde todos los beneficiarios no necesariamente son los mismos, que los beneficiarios de la PCH. — Cuando la PCH no constituya una carga administrativa compleja para la empresa centralizada. — Cuando existan restricciones de carácter legal o institucional que impidan considerar la aplicación de otros modelos. — Cuando las fases de desarrollo del proyecto y de operación puedan ser abordadas en forma más eficiente por una empresa centralizada. — Cuando resulte poco viable la constitución de empresas comunales, especialmente cuando no existan condiciones que aseguren una gestión y operación adecuadas. — Cuando no se cuente con facilidades para entrenar administradores y operadores locales. 	<ul style="list-style-type: none"> — Existencia de una demanda de energía para la producción o servicios propios de la empresa que justifiquen la instalación de una PCH. — Si no existen adecuadas perspectivas para recibir energía del servicio público. — Para niveles de potencia instalada compatibles con los límites que establezca la legislación vigente. — Desde el punto de vista de servicio a la comunidad, son interesantes los proyectos de autoproducción que aseguren excedentes suficientes para un servicio público adecuado y a un precio compatible. — Cuando la empresa autoprodutora dispone de capacidad técnica suficiente para realizar directamente el proyecto o contratar su ejecución y en última instancia, operar eficientemente la planta. — Cuando no existan conflictos de importancia con las comunidades locales o con las entidades gubernamentales, en cuanto al uso de terrenos y agua. 	<ul style="list-style-type: none"> — Ideal para pequeñas capacidades (mini y microcentrales). — Demandas pequeñas y localizadas. — Poblaciones aisladas. — Zonas remotas y con dificultades de acceso. — Cuando los conflictos por el uso de tierras y agua pueden ser resueltos al interno de la comunidad mediante una compatibilización de prioridades. — Si existen adecuadas perspectivas de constituir una empresa que funcione en forma efectiva. — Cuando sea posible obtener apoyo de una empresa eléctrica u otras instituciones del estado para el desarrollo de los estudios, supervisión y ejecución técnica de las obras, entrenamiento de operadores y administradores, apoyo para el mantenimiento y supervisión contable. — Cuando sea posible lograr una efectiva movilización comunal para la ejecución de las obras. — Cuando el nivel de cohesión comunal sea elevado. — Si existen condiciones para empleo intensivo de mano de obra y materiales locales, así como para la aplicación de tecnologías no convencionales que simplifiquen las obras. — Si existe un marco legal adecuado, se cuenta con apoyo gubernamental y es posible que el Estado pueda realizar aportes para inversiones comunales. — Cuando existan limitadas perspectivas de interconexión es posible concebir esta posibilidad en el marco de una empresa comunal, si se tienen los mecanismos legales adecuados. — Cuando se puedan tener costos de operación y gastos generales significativamente menores que los que se pudieran incurrir en el contexto de una empresa centralizada. — Cuando existan posibilidades de desarrollar actividades productivas en pequeña escala, insumidoras de energía, en el seno de la comunidad local.

empresarial se realiza en proporción a los aportes (caso privado o mixto) o en las proporciones que establezca la ley.

- La empresa comunal tendrá personería jurídica propia, distinta de la personería jurídica de las entidades aportantes.
- Los aportes de trabajo y materiales que realice la comunidad serán valorizados como parte de las inversiones a nombre de la persona jurídica que represente a los pobladores para este fin (municipio, pro-electricidad, cooperativa, asociación de vecinos, etc.). A su vez esta entidad establecerá los incentivos, pagos o cualquier forma de reconocimiento por los aportes individuales.

Alternativamente se podría reconocer la devolución de los aportes individuales mediante el servicio eléctrico, sin embargo, cualquier mecanismo que se adopte deberá tener por objetivo el elevar la motivación de la comunidad a participar y en alguna forma, reconocer los diversos grados de aporte o esfuerzos que pongan los miembros de la comunidad.

- Los aportes que realiza el sector público, sea a través de empresas de electricidad centralizadas o por intermedio de otras entidades, formarán parte de las inversiones no sujetas a devolución salvo en los casos en que por razones de disponibilidad de recursos y perspectivas de rentabilidad del proyecto, se considere el pago parcial o total de los créditos obtenidos, como parte de las obligaciones de la empresa comunal.

b. Organización y funciones:

- La empresa tendrá un Directorio o Junta Directiva, integrada por los representantes de las entidades que realicen aportes al proyecto, en general estará constituido por un representante de la Empresa de Electricidad (que puede ser el jefe de la zona más próxima), un representante del municipio o autoridad local, así como representantes de las organizaciones locales participan

tes. El control y proporciones de votos dependerán de la legislación vigente. El Directorio tendrá reuniones periódicas (no necesariamente frecuentes) y constituye la más alta jerarquía en la empresa.

- La empresa deberá tener el mínimo personal necesario para su operación a fin de cubrir cuatro requerimientos básicos: administración, cobro de tarifas, operación de la planta y mantenimiento preventivo, variando el número de personas según el tamaño de la planta y el nivel de automatización de las instalaciones. En plantas pequeñas menores de 50 a 100 kW, el único personal puede ser uno o dos operadores que se hacen cargo de las actividades administrativas y cobranzas, además de sus labores de operación y mantenimiento preventivo. En plantas mayores se podrá tener un Administrador-Cobrador.
- Todo personal de la empresa deberá preferentemente ser de origen local y su vínculo laboral será establecido con la empresa y no con las entidades aportantes.
- Las principales funciones de la empresa comunal serán:
 - Operación de la planta
 - Mantenimiento preventivo
 - Supervisión de instalaciones de consumo
 - Cobro de servicio de acuerdo al sistema de tarifas establecido
 - Uso de los fondos generados para fines exclusivos de desarrollo eléctrico y pago de compromisos financieros contraídos por la empresa
 - Mantener reservas para reposición y mantenimiento
 - Mantenimiento al día de un mínimo necesario de documentos contables, en los casos mínimos el registro se limitará a ingresos y egresos.
 - Asumir las responsabilidades de una concesionaria de servicio eléctrico.
 - Asumir las responsabilidades derivadas del vínculo laboral con el personal
 - Rendir cuenta de la gestión

c. Asistencia técnica y administrativa:

- La empresa comunal deberá suscribir un acuerdo con la empresa centralizada de electricidad que ampare y establezca términos para las siguientes actividades de apoyo:
 - Capacitación de operadores locales
 - Capacitación de administradores y cobradores
 - Condiciones para la prestación de servicios de mantenimiento principal y reparaciones que puedan ser realizados por la empresa centralizada de electricidad
 - Servicio de ingeniería para cualquier ampliación, mejora o modificación de las instalaciones
 - Apoyo en gestiones de suministro de repuestos, equipos y materiales.

- Los representantes de la empresa centralizada de electricidad o las entidades del estado que realicen aportes a la inversión, se reservan el derecho de llevar a cabo actividades de control contable y auditoría que permitan verificar la marcha económico-financiera de la empresa comunal y proteger así sus inversiones; podrán tener funciones semejantes en lo que respecta a supervisar y controlar la operación y mantenimiento de equipos e instalaciones.

ACTIVIDADES DE CAPACITACION DEL PROGRAMA DE HIDROENERGIA EN EL CAMPO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

PROGRAMA REGIONAL
DE HIDROENERGIA DE OLADE

La energía constituye uno de los elementos fundamentales para el desarrollo económico, productivo y social del área rural, debido a que su disponibilidad determina en gran medida los niveles de productividad, las posibilidades de desarrollo agroindustrial y las condiciones y calidad de vida de los pobladores. En consecuencia, el desarrollo energético del ámbito rural y zonas aisladas es un factor determinante para impulsar su participación en la economía nacional y contribuir a resolver las fuertes presiones de migración hacia las urbes.

Las diversas fuentes no convencionales de energía presentan interesantes perspectivas de aplicación para el desarrollo energético rural; sin embargo, la principal opción que se presenta para la producción de energía eléctrica, necesaria para promover el desarrollo de las áreas rurales y aisladas, son las pequeñas centrales hidroléctricas - PCH.

Las PCH se han convertido en una de las principales alternativas para el desarrollo energético del medio rural latinoamericano, dada la abundancia de recursos hídricos en pequeña escala que dispone la región y que aún son insuficientemente aprovechados.

Cabe señalar que en América Latina se desarrollaron iniciativas aisladas conducentes al desarrollo de PCH, que sirvieron como experiencia para que OLADE estructure un programa de actividades sobre aspectos institucionales, tecnológicos, económicos, sociales, industriales, etc., para el desarrollo masivo de PCH.

En este espíritu, OLADE desde 1980 realiza actividades para impulsar el desarrollo de PCH a nivel regional con criterios de aplicación masiva y para superar los problemas que se presentan en su ejecución; mediante la realización de actividades que comprenden acciones de cooperación entre los países, asistencia técnica en la ejecución de proyectos, preparación de manuales y metodologías, promoción de actividades de desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología y capacitación.

Un aspecto importante de las actividades del Programa de Hidroenergía se refiere a la capacitación de recursos humanos, especialmente en el campo de PCH, la cual tiene por finalidad el fortalecimiento de los programas nacionales de desarrollo de PCH mediante la formación de cuadros técnicos calificados, aprovechando la experiencia de varios países de la región y las propias capacidades técnicas de la Secretaría Permanente de OLADE.

La capacitación se realiza mediante cursos y seminarios regionales, orientados a entrenar profesionales en todos los aspectos relativos al desarrollo de PCH y en particular a la planificación y ejecución de proyectos de inversión, considerando cuestiones relativas a estudios de recursos y demanda para la preparación de inventarios y para el desarrollo de proyectos específicos, análisis económico, social y financiero, diseño de obras civiles y estudios conexos, operación y mantenimiento, así como materias relativas a selección, diseño y estandarización de equipos.

La preparación de manuales y guías como instru-

mentos didácticos para el desarrollo de los cursos es un componente importante asociado con las actividades de capacitación, si bien su finalidad y aplicación rebasan los objetivos específicos de capacitación, ya que se pretende que sean herramientas técnicas que puedan ser utilizadas para sistematizar el desarrollo de PCH en sus respectivos países, así como para constituirse en instrumentos metodológicos en las actividades de asistencia técnica que realiza OLADE.

ACTIVIDADES REALIZADAS:

En el contexto de las actividades de capacitación del Programa de Hidroenergía en el campo de PCH, se realizaron las siguientes actividades:

a. I Seminario Latinoamericano sobre PCH

OLADE organizó el I Seminario Latinoamericano sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas con el coauspicio del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL, el mismo que se llevó a cabo entre el 3 y 8 de noviembre de 1980 en la ciudad de Girardot-Colombia. En el evento participaron once expertos latinoamericanos como conferencistas y sesenta y dos profesionales de catorce países como asistentes, así como representantes de quince empresas de la región en calidad de observadores.

Tanto expositores como participantes presentaron documentos técnicos y de información general acerca del desarrollo de PCH en los países, necesidades energéticas en el medio rural y poblaciones aisladas, características del potencial hidroenergético en pequeña escala, realizaciones y problemas encontrados en la elaboración de estudios, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de PCH, acciones de investigación y desarrollo tecnológico, acciones relativas a transferencia de tecnología, situación y perspectivas de la fabricación de equipos y materiales.

ESTRUCTURA:

El seminario se desarrolló mediante reuniones plenarios, comisiones de trabajo y mesas redondas.

En las reuniones plenarios se presentaron y discu-

tieron los documentos de base de OLADE así como los informes de los países y se revisó y aprobó el documento de acciones presentado por las comisiones de trabajo.

Se formaron tres comisiones de trabajo en las cuales se trataron aspectos relativos a Tecnología y Equipamiento, Desarrollo e Implementación de PCH y a Recursos Humanos y de Capacitación. Tomando como referencia los documentos base de OLADE y los planteamientos de las reuniones plenarios, las comisiones presentaron un documento denominado "Propuesta de acciones nacionales y regionales para la implementación masiva de PCH en Latinoamérica", el cual fue sometido a consideración y aprobación de la reunión plenaria.

Se formaron tres mesas redondas en los tres campos anteriormente señalados, las mismas que presentaron y discutieron los documentos técnicos que prepararon los expositores y participantes.

b. I Curso Latinoamericano de Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

OLADE organizó el I Curso Latinoamericano de Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, con el coauspicio del Ministerio de Energía y Minas - MEM del Perú y la Empresa de Electricidad del Perú - ELECTROPERU.

Como conferencistas del curso participaron 13 expertos de los países de la región, un representante del Banco Interamericano de Desarrollo - BID y un representante del Bureau des Recherches Geologiques en Minerais de Francia, quienes fueron invitados por OLADE, también participaron los expertos del Programa de Hidroenergía. Cada conferencista preparó un documento técnico en base a los términos de referencia que fueron elaborados por OLADE.

En el evento se capacitó a 40 profesionales de 10 países de la región, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela.

ESTRUCTURA:

El curso se llevó a cabo mediante sesiones teóricas

y prácticas de 8 horas diarias de duración. La parte teórica se dictó en el transcurso de 10 días con la asistencia de todos los participantes.

Los temas teóricos sirvieron para presentar la problemática general del diseño de las partes componentes de una PCH, asimismo se presentaron criterios básicos para la realización de estudios y evaluación del recurso y la demanda, criterios de cálculo de instalaciones eléctricas y de selección de equipo electromecánico. El dictado de los temas se combinó con visitas técnicas, realización de charlas y de paneles.

La parte práctica tuvo una duración de 3 días. Para el efecto, se formaron 5 grupos multidisciplinarios, y se les entregó proyectos específicos para que los desarrollen y realicen los estudios y análisis correspondientes.

Luego de elaborar los proyectos, cada grupo sometió sus estudios al análisis y consideración del auditorio:

El temario que se desarrolló tuvo un carácter general a fin de presentar el panorama regional de la aplicación de PCH, con base a este criterio se presentaron las siguientes conferencias introductorias:

- El Programa de Hidroenergía de OLADE en el campo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- El programa de desarrollo de Pequeñas Centrales en el Perú.

En los temas dictados se enfocó la problemática de las diversas etapas de estudio de los proyectos en forma general y estos temas fueron los siguientes:

- Definiciones y enfoque integral de proyectos de PCH.
- Requerimientos y alcances de estudios de pre-inversión y financiamiento.
- Aplicación de cartografía y topografía.
- Evaluación del medio físico, elementos de hidrología.
- Elementos de geología, geotecnia, geomorfología y ecología.
- Evaluación de la demanda.
- Diseño de obras civiles y tubería de presión.

- Turbinas hidráulicas.
- Estandarización y selección de turbinas para PCH.
- Reguladores de velocidad, tipos y criterios de selección.
- Generadores eléctricos, tipos y criterios de selección.
- Sistemas eléctricos y tableros de control.
- Análisis socio - económico para proyectos de PCH.
- Financiamiento de proyectos.
- Los costos en PCH.
- Evaluación de pequeños proyectos.
- Evaluación del medio físico - hidrología.
- Aspectos de operación y mantenimiento a ser considerados en el diseño de PCH.

— Se presentaron conferencias sobre trabajos que se venían realizando en el Perú:

- a. Presentación de un proyecto de inversión.
- b. Presentación de un proyecto de investigación.
- c. Criterios generales de diseño de PCH y selección de equipos.

— Se desarrollaron paneles sobre los siguientes temas:

- Criterios de evaluación de demanda.
- Influencia de los costos en el diseño de PCH.
- Perspectivas de la investigación y desarrollo tecnológico en el campo de PCH.

Se realizaron visitas técnicas a fabricantes de turbinas hidráulicas, generadores eléctricos, a una empresa que realiza el mantenimiento de turbinas hidráulicas y a PCH desarrolladas como proyectos de inversión y como proyectos de aplicación experimental de tecnologías no convencionales. El curso concluyó luego de la culminación del Taller.

c. Manuales y guías

En lo que concierne a la elaboración de manuales y guías, OLADE está preparando el Manual de Diseño, estandarización y fabricación de equipos para PCH que consta de 9 volúmenes relativos a turbinas Mitchell - Banki, Pelton, axiales, reguladores de velocidad eléctrico electrónicos con regulación positiva de caudal, con regulación de carga y óleo mecánicos, generadores eléctricos, síncronos y asíncronos y tableros de control y mando.

Asimismo está elaborando el manual de diseño de PCH en el cual se presentaría la metodología de cálculo de obras civiles y se darán especificaciones generales para la selección de equipos.

ACTIVIDADES A REALIZARSE:

Continuando con el desarrollo de actividades de capacitación del Programa de Hidroenergía de OLADE, se proseguirá con las siguientes acciones:

- Realización del II Curso Latinoamericano de PCH.
- Realización del III Curso Latinoamericano de PCH (diseño de equipos).
- Promoción de cursos nacionales sobre diseño de obras civiles, diseño y selección de equipos y sistemas eléctricos en todos los países de la región.
- Se organizarán eventos de capacitación regionales, subregionales, nacionales, tales como cursos y seminarios sobre diseño de equipos, niveles de automatización de PCH y alternativas para su desarrollo.
- Con el fin de establecer lineamientos que permitan el desarrollo de actividades en PCH se elaborarán manuales y guías para realización de estudios y diseños específicos.

II Curso Latinoamericano de diseño de PCH

De acuerdo a los requerimientos actuales para promover el desarrollo masivo de PCH, se hace necesario superar los diversos factores limitantes asociados con la capacitación de recursos humanos y la disponibilidad de manuales y metodologías que faciliten la asimilación de tecnologías para la realización de estudios de evaluación de recursos y demanda, para el diseño de PCH y de sistemas eléctricos, para la selección de equipos, así como para la formulación de proyectos de inversión.

El curso se realiza con el objetivo de capacitar a profesionales de los países de la región que estén trabajando en proyectos de PCH en aspectos de ingeniería, contribuyendo así en la formación de cuadros técnicos que fortalecerán los programas nacionales de desarrollo de PCH.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se han establecido los siguientes alcances para el curso:

- Proporcionar los conocimientos necesarios para la realización de estudios de evaluación de recursos y demanda para proyectos de PCH.
- Proporcionar criterios y métodos de diseño de detalle de PCH.
- Proporcionar criterios para el diseño y selección de equipos para PCH.
- Proporcionar conocimientos para la formulación de proyectos.

El curso será dirigido a ingenieros con experiencia profesional y que en la actualidad estén trabajando en el campo de PCH.

Este curso se realizará con el cofinanciamiento del Banco Interamericano de Desarrollo - BID y coauspiciado por el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL. El curso se llevará a cabo en la República de Colombia y la fecha de su realización será definida entre OLADE, el BID y el ICEL.

Durante el desarrollo del evento se tratará el siguiente temario:

EXPOSICIONES INTRODUCTORIAS

- Programa regional de hidroenergía de OLADE en el campo de PCH.
- El Plan Nacional de PCH del ICEL.
- Actividades del BID en la promoción y financiamiento de proyectos de PCH en los países de la región.

TEMAS A DICTARSE

- Metodología para la realización de inventarios de pequeñas cuencas.
- Hidrología, aplicación y métodos de evaluación hidrológica.
- Evaluación de demanda y análisis económico social y financiero de proyectos.
- Geotecnia y geología, aplicación y métodos de evaluación geotécnica y geológica en PCH.

- Elementos de topografía y cartografía.
- Diseño de PCH.
- Selección y elementos de diseño de turbinas hidráulicas.
- Selección y elementos de diseño de reguladores de velocidad.
- Selección y elementos de diseño de generadores eléctricos.
- Diseño de sistemas eléctricos asociados con PCH.
- Formulación de proyectos y programas para el financiamiento de PCH a nivel internacional.

CONFERENCIAS

- Estado de la tecnología en PCH a nivel internacional.
- Estaciones hidrométricas autónomas.
- Reguladores de velocidad de turbinas hidráulicas.
- Análisis de demanda en PCH (experiencia de Colombia).
- Niveles de automatización en PCH.
- Proyecto de desarrollo tecnológico de la Universidad del Valle e ICEL.
- Fundamentos de hidráulica aplicada a PCH.

TALLER

El taller comprenderá la elaboración de un proyecto específico, para lo cual se formarán grupos de trabajo con los participantes y se les entregará información de proyectos para que realicen estudios correspondientes a evaluación de recursos y demanda, diseño de obras civiles, selección de equipos, especificación y formularios de proyectos para iniciar gestiones de financiamiento. Asimismo se realizarán visitas técnicas.

CLASES

Las actividades del curso se desarrollarán con 4 horas teóricas por las mañanas y 4 horas de taller por las tardes.

DURACION

El curso tendrá una duración de 19 días.

DOCUMENTOS

Los documentos serán editados y distribuidos por OLADE y la elaboración estará a cargo de los conferencistas y expositores del curso.

DISEÑO, ESTANDARIZACION Y FABRICACION DE TURBINAS PELTON

PROGRAMA REGIONAL
DE HIDROENERGIA DE OLADE

El Programa Regional de Hidroenergía de la Secretaría Permanente de OLADE, dentro de los aspectos referentes a capacitación, se encuentra trabajando en la elaboración de un Manual de Diseño, Estandarización y Fabricación de Equipos para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, el cual constará de 9 volúmenes. El volumen I, correspondiente a Turbinas Michell-Banki ya fue editado a mediados de 1983 y en el transcurso del presente año será editado el volumen II, correspondiente a Turbinas Pelton.

A diferencia de otros documentos preparados por OLADE, cuya difusión es amplia e irrestricta, en razón del carácter metodológico o informativo de su contenido los manuales que incluyen tecnologías de diseño de equipos con un nivel suficiente de información de detalle que permita utilizarlos como base del desarrollo de producciones industriales, tienen una difusión principalmente orientada hacia los países que confirman su interés en desarrollar la fabricación de equipos a que se refiere el Manual, mediante una solicitud oficial de asistencia técnica dirigida a OLADE señalando la institución o empresa designada para el desarrollo de la producción de equipos, la cual se constituiría como depositaria de la tecnología desarrollada por OLADE.

En este artículo se tratarán las principales características y alcances del volumen II del Manual, así como las modalidades de cooperación de OLADE hacia los países miembros, para promover la fabricación de estas turbinas empleando la tecnología desarrollada por la Organización.

1. DESCRIPCION DEL VOLUMEN II

1.1 Índice

El volumen II tiene el siguiente índice:

Introducción

1. Descripción general y parámetros de diseño.
2. Diseño y cálculos hidráulicos
 - 2.1 Diagramas de velocidad
 - 2.2 Geometría de la tobera
 - 2.3 Geometría del rodete
3. Diseño de detalle y cálculos mecánicos
 - 3.1 Diseño y cálculos de la tobera
 - 3.2 Diseño y cálculos del rodete
 - 3.3 Cálculo y diseño del eje
 - 3.4 Diseño del soporte de rodamientos
 - 3.5 Diseño del mecanismo de regulación
 - 3.6 Diseño de la carcasa
4. Estandarización y selección
 - 4.1 Estandarización
 - 4.2 Selección y reubicación
5. Recomendaciones para la fabricación
 - 5.1 Fabricación de la tobera
 - 5.2 Fabricación del rodete
 - 5.3 Fabricación del eje principal
 - 5.4 Fabricación de los soportes de rodamientos
 - 5.5 Fabricación del mecanismo de regulación
 - 5.6 Fabricación de la carcasa

Anexo N° 1

Anexo N° 2

Anexo N° 3

1.2 Reseña de la introducción al Volumen II

La turbina Pelton, es una turbina de acción de flujo tangencial, llamada también de impulso, que se utiliza en grandes y pequeñas centrales hidroeléctricas, en donde se aprovechan grandes saltos y pequeños caudales. Está provista de una o más toberas cuyas funciones son las de regular y orientar chorros de agua hacia las cucharas en la periferia de un disco, transmitiendo de esta forma potencia al eje de la turbina. La principal ventaja de esta turbina radica en su buena eficiencia cuando opera a carga parcial reducida.

El diseño de esta turbina se viene perfeccionando desde 1880, año en que fue patentada por Lester A. Pelton de los Estados Unidos. En la actualidad existen numerosas fábricas en el mundo que la producen e instituciones que realizan actividades de desarrollo y adaptación de tecnología y fabricación de este tipo de turbina, para utilizarlas principalmente en proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Entre los objetivos de este manual se pueden mencionar: difundir los principales criterios que intervienen en el diseño de la turbina Pelton, presentar una metodología para el cálculo y dimensionamiento de la turbina, proporcionar un documento de consulta a los ingenieros y técnicos interesados en el desarrollo y adaptación de tecnología de este tipo de turbina y facilitar información de diseño completa, incluyendo planos de detalle, para una serie estandarizada de turbinas Pelton, adecuadas para una amplia gama de aplicaciones en pequeñas centrales hidroeléctricas. Cabe señalar que la información relativa a la serie estandarizada, contenida en este volumen del manual, es suficiente para iniciar la fabricación de turbinas Pelton, requiriéndose solamente complementar datos en cuanto a ajustes y tolerancias.

El volumen II del manual está desarrollado en cinco capítulos y tres anexos y fue realizado bajo la orientación y dirección del Dr. Ulises Ramírez Olmos, Secretario Ejecutivo de OLADE y del Ing. Luiz Claudio Magalhaes, Director Técnico. La supervisión de su elaboración estuvo a cargo del Ing. Enrique Indacochea R. de S., Jefe del Programa Regional de Hidroenergía de

OLADE, y su preparación fue encomendada al Ing. Carlos Alberto Hernández Bazo, experto contratado de OLADE.

1.3 Resumen del contenido y alcances

a. Especificación general del contenido:

- 120 páginas
- 17 figuras
- 7 tablas
- 21 planos de detalle
- 15 tablas de dimensiones de los planos de detalle.

b. Descripción de cada capítulo:

Capítulo I: **Descripción general y parámetros de diseño**

En este capítulo se ilustran los principios de funcionamiento de la turbina Pelton como una máquina de acción de flujo tangencial, que posee una o más toberas de sección circular y un rodete de cucharas o cazoletas ubicadas en la periferia de un disco.

El rango de aplicación de las turbinas Pelton lo definen los números específicos de revoluciones.

Asimismo en este capítulo se presentan fórmulas para el cálculo de potencias y velocidades de giro, tablas y figuras para seleccionar el tipo de turbina más conveniente dependiendo del salto y caudal disponible.

Capítulo II: **Diseño y cálculos hidráulicos**

El diseño y los cálculos hidráulicos de una turbina se realizan con el objeto de determinar las dimensiones de sus elementos principales; en el caso de la turbina Pelton, éstos elementos son la tobera y el rodete.

En este capítulo se presentan los triángulos de velocidad en el punto donde el chorro toma contacto con la cuchara y en el punto donde la abandona.

En base a la ecuación de Bernoulli se determina la velocidad del chorro de agua a la salida de la tobera, mediante la cual se expresan todas las demás velocidades, quedando de esta forma expresadas en función de la raíz cuadrada del salto (\sqrt{H}). También se presentan expresiones para determinar la eficiencia hidráulica de la turbina, así como fórmulas para determinar sus dimensiones principales (tobera y rodete).

Capítulo III: **Diseño de detalle y cálculos mecánicos**

Este capítulo tiene por objeto definir las dimensiones de detalle de cada una de las piezas que conforman la turbina Pelton, considerando las diferentes alternativas de producción para cada pieza, sistemas adecuados para su ensamble, aspectos relativos a buenos sistemas de lubricación y hermeticidad para evitar fugas externas de agua.

Por medio de cálculos mecánicos se define si la resistencia del material utilizado para cada pieza es suficiente para soportar los esfuerzos a los que se la solicita. Con ayuda de estos cálculos y utilizando algunos criterios expuestos, se determina la geometría de las piezas que conforman una turbina Pelton, las que están plasmadas en una serie de planos que se incluyen en el anexo N° 2 de Manual, para cada uno de los siguientes componentes:

Tobera: Se presentan fórmulas para calcular el espesor mínimo que deben tener las paredes del tramo recto y el esfuerzo a que está sometida la aguja en el momento de la apertura.

Rodete: Se presentan criterios para determinar las dimensiones en base a la relación Diámetro Pelton/Diámetro del chorro (D_p/d).

Eje: En base a un diagrama típico de fuerzas y momentos en los ejes de la turbina Pelton y con ayuda de fórmulas, se determina el diámetro del eje y la velocidad crítica.

Soporte de rodamiento: Se determina la capacidad de base dinámica y con ayuda del diámetro del eje

y del número máximo de revoluciones, se selecciona el rodamiento, de los catálogos comerciales. Con las dimensiones de este rodamiento se diseña el soporte de rodamientos.

Mecanismo de regulación: Se muestran algunos diseños de sistemas de regulación realizados a través de la aguja y el deflector.

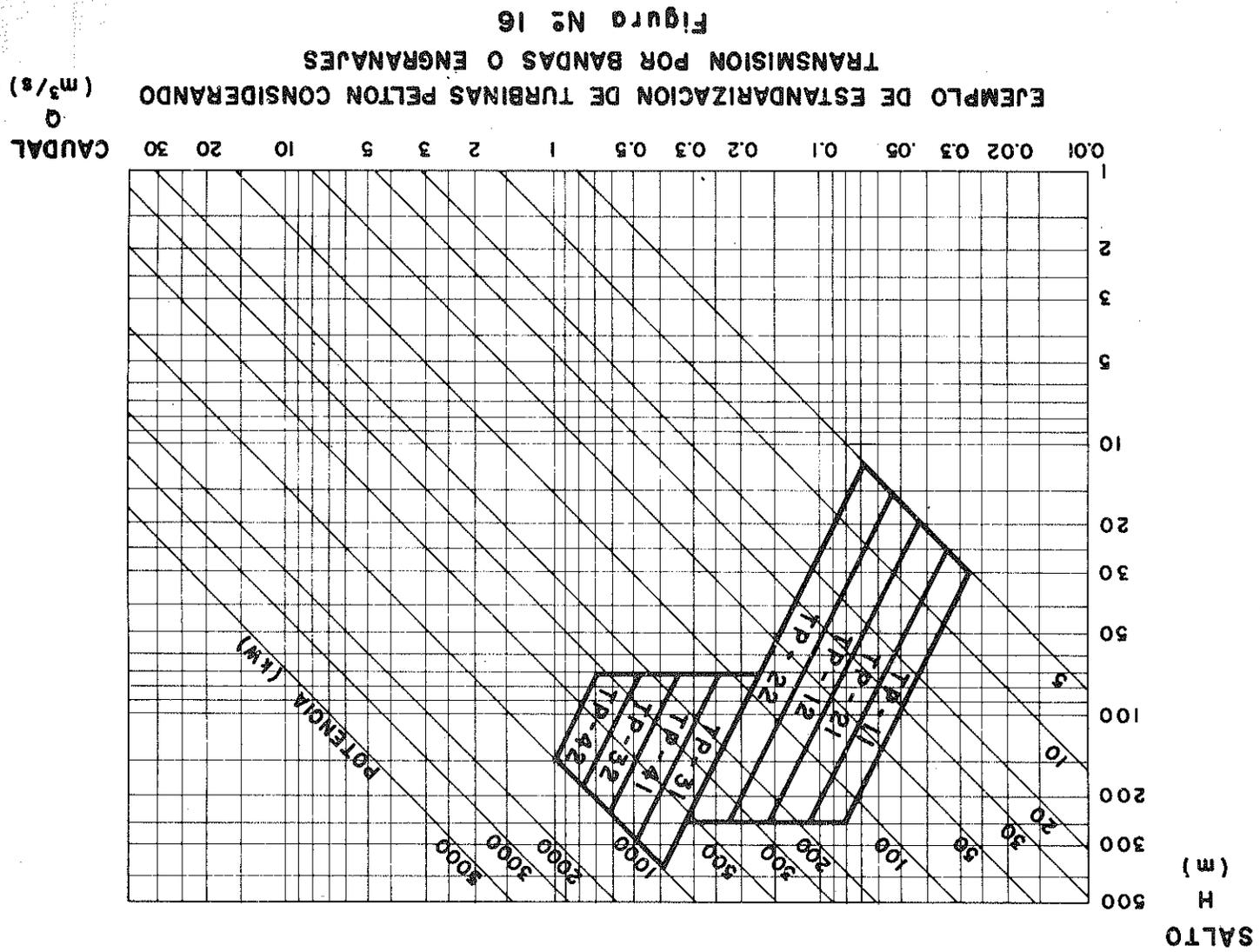
Carcasa y estructura base: Se presenta un diseño de carcasa que contempla la posibilidad de diseñar turbinas Pelton de una o dos toberas como máximo.

Capítulo IV: **Estandarización y Selección**

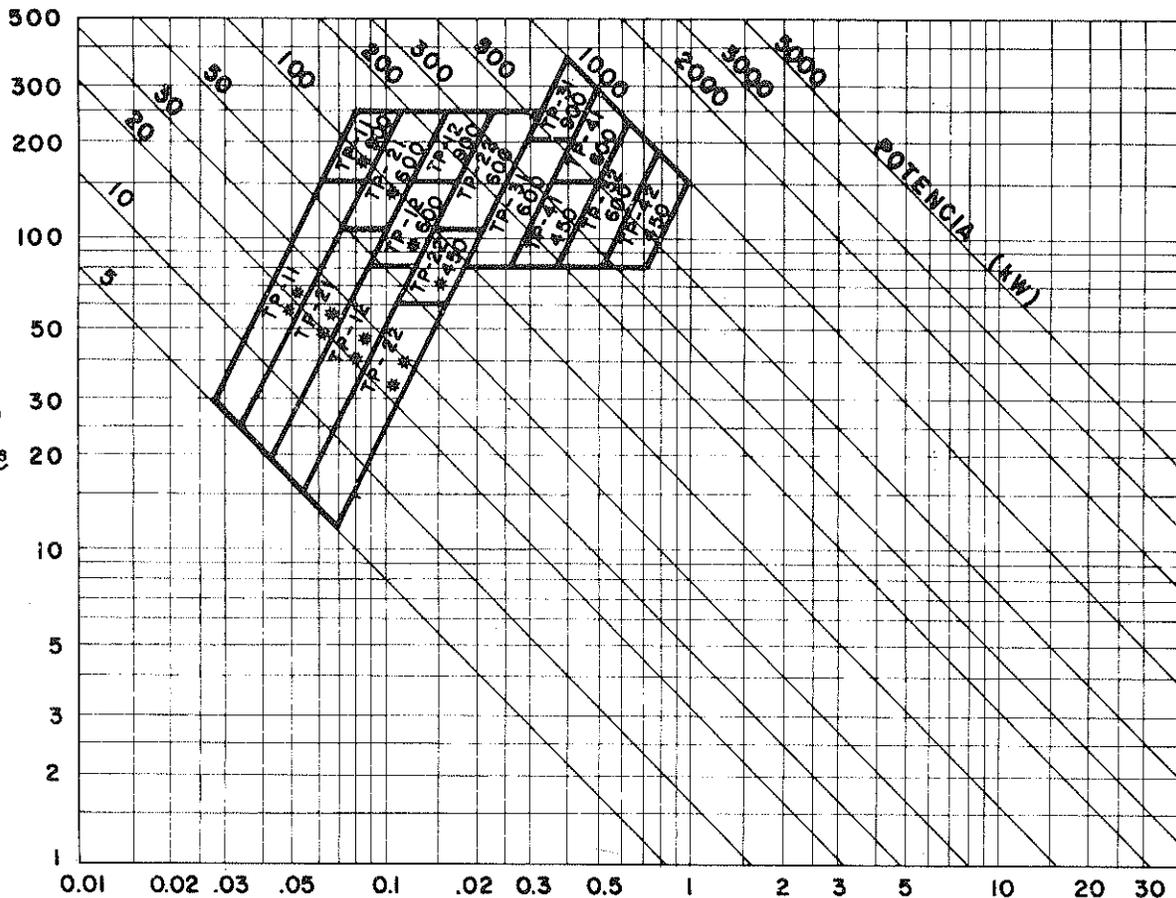
En este capítulo se proponen dos criterios para establecer series de turbinas Pelton estandarizadas, dependiendo del tipo de acoplamiento que se utilice entre la turbina y el generador.

En el caso de acoplamiento mediante bandas o engranajes se utiliza el criterio de estandarización basado en el parámetro Q/\sqrt{H} (Q -caudal, H - salto), mediante el cual se puede determinar los caudales máximos a los que debe trabajar la turbina cuando se la instala con diferentes saltos para que opere a eficiencia constante. Considerando una disminución de la eficiencia, dentro de límites tolerables, se pueden definir áreas de aplicación para diferentes tamaños de turbinas Pelton, que se complementen y puedan aprovechar todos los recursos hidroenergéticos ubicados dentro de un rango de aplicación definido previamente. Como resultado de la aplicación de este criterio dentro del rango específico definido en el manual, se obtiene una serie de ocho turbinas (figura 16) que en realidad corresponde a cuatro tamaños básicos que pueden utilizar una o dos toberas.

En el caso de acoplamiento directo entre la turbina y el generador, además del criterio basado en la relación Q/\sqrt{H} , se utiliza la característica de la turbina Pelton de presentar una buena eficiencia en un rango $\pm 20\%$ de su velocidad óptima, lo que permite definir para cada turbina un rango de salto,



SALTO
H
(m)



LEYENDA

TIPO DE TURBINA	Nº DE LA TURBINA	NUMERO DE TOBERAS
PELTON		
TP	22	
	600	
	NUMERO DE REVOLUCIONES DEL GENERADOR	

NOTA:

- * SE RECOMIENDA UTILIZAR ACOPLAMIENTO DIRECTO U OTRO TIPO DE TRANSMISION ENTRE LA TURBINA Y EL GENERADOR.
- ** SE RECOMIENDA UTILIZAR TRANSMISION POR FAJAS O BANDAS ENTRE LA TURBINA Y EL GENERADOR.

EJEMPLO DE ESTANDARIZACION DE TURBINAS PELTON CONSIDERANDO ACOPLAMIENTO DIRECTO
Figura Nº 17

CAUDAL
Q
(m³/s)

dentro del cual se garantiza que el número de revoluciones con que operará la turbina estará muy próximo a su número óptimo y corresponderá a la velocidad síncrona del generador. Como resultado de la aplicación de este criterio se obtiene una serie de 16 turbinas (Figura 17), que en realidad corresponden a cuatro tamaños básicos en combinación con el uso de una o dos toberas y utilizando diferente número de revoluciones del generador.

Los planos de detalle con sus correspondientes tablas, para cada pieza de las turbinas de la serie se incluyen en el anexo N° 2, para un límite de potencia de 1000 kW y en el anexo N° 3, para un límite de potencia de 5000 kW.

En este capítulo también se proponen criterios para la selección de turbinas a partir de catálogos de fabricantes y un método para definir las posibilidades de reubicación de turbinas existentes que tengan que operar en condiciones distintas de las que fueron originalmente especificadas, empleando criterios semejantes a los adoptados para el proceso de estandarización.

Capítulo V: **Recomendaciones para la fabricación**

En este capítulo se proponen alternativas de procesos productivos metalmecánicos para la fabricación de cada una de las piezas que conforman la turbina Pelton, la mayor parte de las cuales se debe producir mediante procesos de fundición.

Anexo N° 1: Ejemplo práctico de diseño y cálculo de una turbina Pelton.

Anexo N° 2: Planos de detalle y tablas de dimensiones de turbinas Pelton estandarizadas.

Anexo N° 3: Tablas de dimensiones de turbinas Pelton estandarizadas para potencias de hasta 5.000 kW.

A título ilustrativo, a continuación se presentan algunos planos incluidos en el manual, y en solo uno de los casos, su tabla de dimensiones correspondiente.

2. **COOPERACION TECNICA REGIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA FABRICACION DE TURBINAS PELTON**

En esta parte se proponen procedimientos a seguir para obtener asistencia técnica y documentación tecnológica de OLADE (Volumen II del Manual), se definen los alcances de esta asistencia y las alternativas para su financiamiento.

2.1 **Procedimiento**

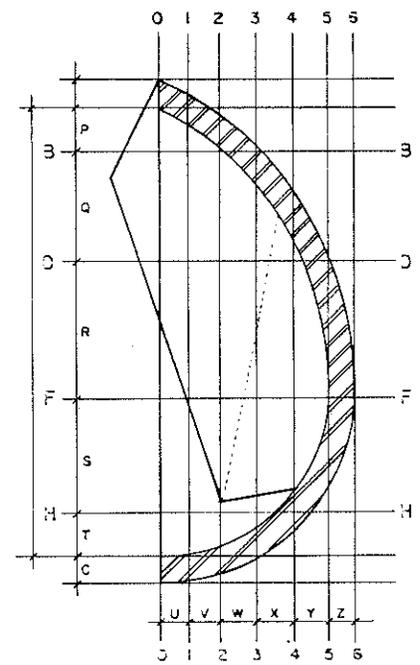
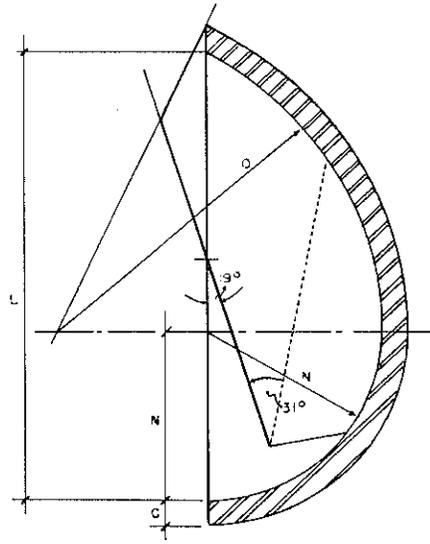
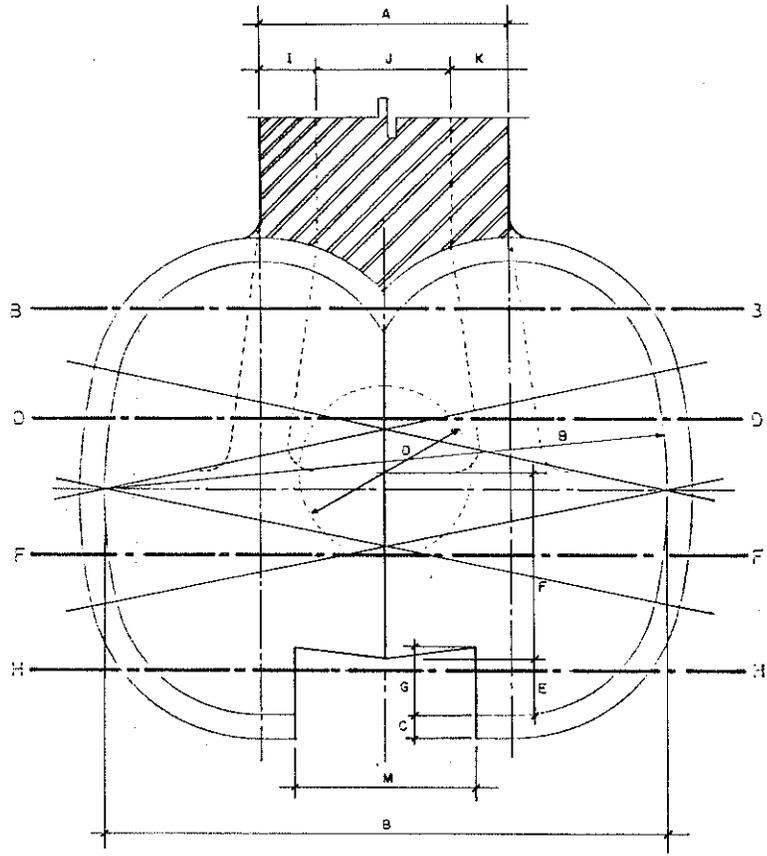
La iniciativa para recibir asistencia técnica de OLADE para desarrollar la fabricación de turbinas Pelton, puede nacer de cualquier institución o empresa, pero para que pueda concretarse, debe ser solicitada oficialmente a OLADE por el Ministerio o Secretaría de Estado responsable de asuntos energéticos, que representa al país en el seno de OLADE.

La solicitud del Ministerio o Secretaría de Estado responsable, será dirigida al Secretario Ejecutivo de OLADE señalando lo siguiente:

- a. Interés del país en el desarrollo de la fabricación de turbinas Pelton y definición preliminar de los alcances de la Asistencia Técnica solicitada (ver 2.2).
- b. Nombre de la institución o empresa designada como beneficiaria de la asistencia técnica de OLADE y depositaria de la tecnología desarrollada por la organización.

Asimismo, la solicitud deberá estar acompañada de una carta de intención de la institución o empresa designada, la cual deberá contener lo siguiente:

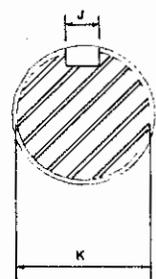
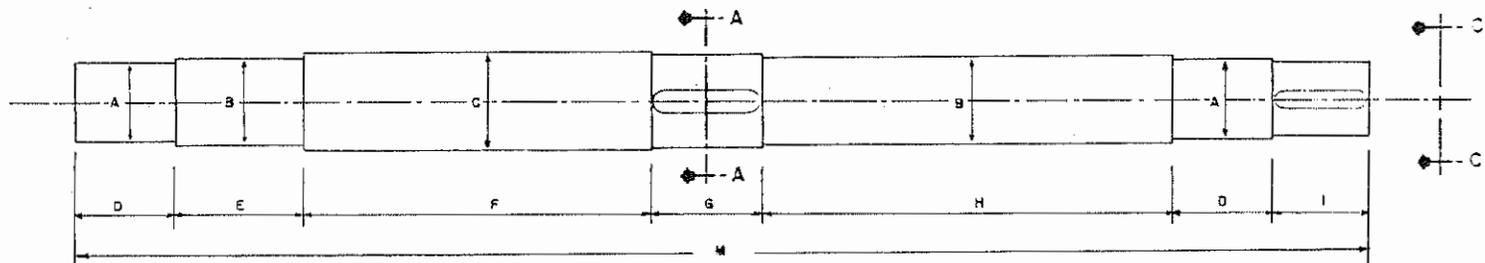
- a. Interés de la institución o empresa en desarrollar la producción de turbinas Pelton con asistencia técnica y tecnología de OLADE.
- b. Compromiso de la institución o empresa en el sentido de que en el caso de decidir la implementación de la fabricación de turbinas Pelton empleando la tecnología de OLADE facilitará a la organización copia de los planos de fabricación que se elaboren así como detalles sobre cualquier mejora que se produzca,



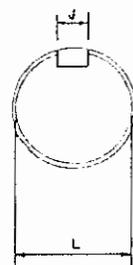
MANUAL DE DISEÑO DE
TURBINAS PELTON

CUCHARA DE TURBINA PELTON ($D_e/d = 7.5$)

Nº Plano:	TP - 03 -05	DISEÑADO POR:	CARLOS HERNANDEZ B.
		DIBUJADO POR:	MARCELO BENAVIDES E.
ESCALA:	S. E.	FECHA:	OCTUBRE _____ 83



CORTE A-A



CORTE C-C

		MANUAL DE DISEÑO DE TURBINAS PELTON	
		EJE	
Nº PLANO :	TP - 04 - 01	DISEÑADO POR:	CARLOS HERNANDEZ B.
ESCALA:	S. E.	DIBUJADO POR:	MARCELO BENAVIDES E.
		FECHA:	OCTUBRE ____ 83

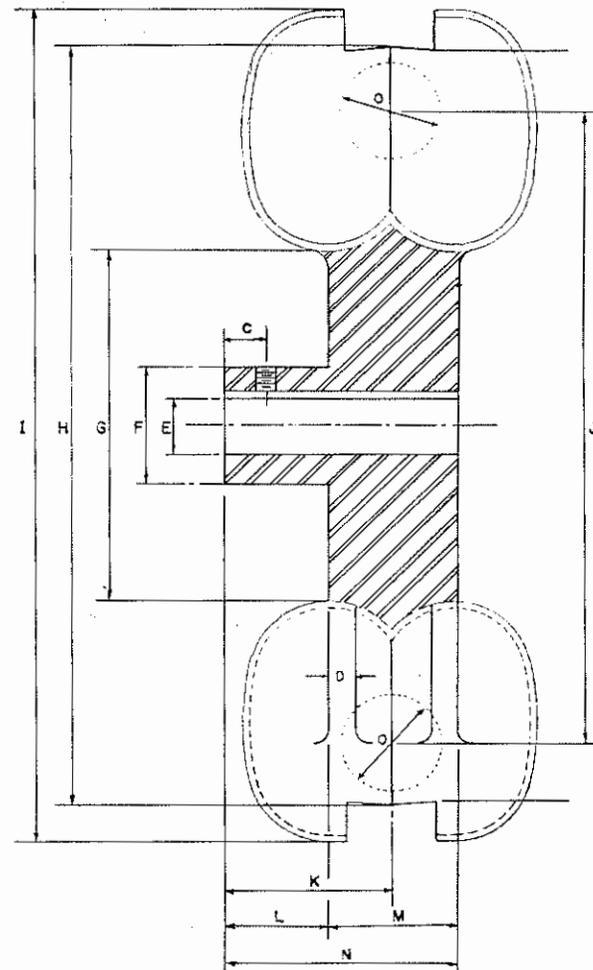
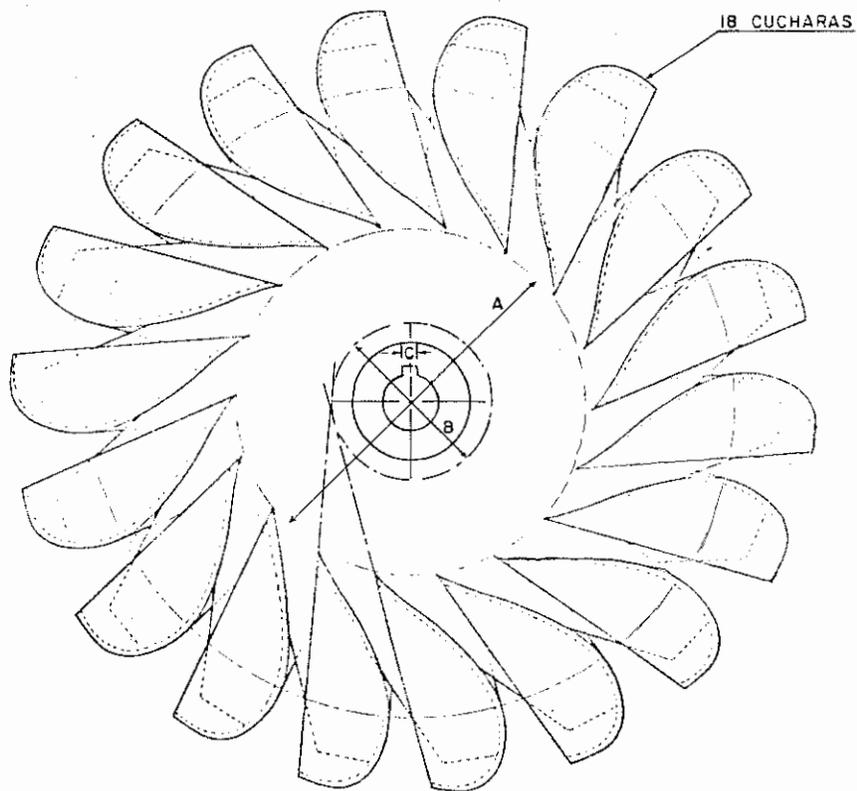


MANUAL DE DISEÑO DE TURBINAS PELTON
TABLA DE DIMENSIONES
 (mm)

PLANO Nº TP.04-01

SIMBOLO	TURBINA ESTANDARIZADA					
	TP - 11 12	TP - 21 22	TP - 31 32	TP - 41 42	TP - 51 52	TP - 61 62
A	115	135	170	200	240	280
B	120	140	175	205	250	300
C	125	150	200	225	255	305
D	120	125	160	165	170	180
E	100	120	170	210	170	210
F	271	330	548	664	550	665
G	160	190	240	260	320	370
H	157	194	402	514	400	515
I	145	170	215	260	300	350
J	30	30	50	50	75	75
K	123	143	180	210	356	366
L	110	130	165	195	235	275
M	1073	1254	1895	2238	2080	2470





MANUAL DE DISEÑO DE
TURBINAS PELTON

RODETE PELTON FUNDIDO EN
UNA SOLA PIEZA

N. PLANO	TP - 03 - 02	DISEÑADO POR: CARLOS HERNANDEZ B.
ESCALA:	S. E.	DIBUJADO POR: MARCELO BENAVIDES E.
		FECHA: OCTUBRE ____ 83

en beneficio del conjunto de países de la región. Igualmente se compromete a que toda turbina que se fabrique sobre la base de la tecnología antes mencionada, deberá incluir en forma destacada, en la placa de la máquina, la frase "TECNOLOGIA: OLADE".

Luego de evaluar la solicitud, se podrá programar una misión técnica de la Secretaría de OLADE al país solicitante, con la finalidad de preparar conjuntamente con la contraparte nacional la formulación del Proyecto PLACE respectivo, el cual, entre otros aspectos, deberá contener planteamientos respecto a:

- Perspectivas de la producción de turbinas Pelton en el país.
- Capacidad de la institución o empresa designada.
- Número de copias del volumen II del Manual y planos requeridos.
- Alcances y programa de asistencia técnica requerida.
- Programa tentativo de ejecución de la producción (a nivel de prototipos o a nivel industrial).
- Compromisos de la contraparte.
- Financiamiento de la asistencia técnica.

La formulación del proyecto que se adopte con motivo de la visita técnica, será luego enviada por OLADE al Ministerio o Secretaría de Estado pertinente, para someterla a su conformidad.

La conformidad a la ejecución del proyecto y su financiamiento será dada por el Secretario Ejecutivo, sea que el proyecto involucre solamente el envío de copias del Manual y asistencia técnica directa del personal técnico de la Secretaría de OLADE o que se requiera contratar expertos para la prestación de asistencia técnica o cualquier otra ayuda económica con fondos del PLACE.

Contando con la aprobación definitiva del proyecto, OLADE y la institución o empresa designada, suscri-

birán un Acuerdo simple, mediante el cual se formalizará la ejecución del proyecto, pudiendo actuar como testigo el señor Ministro o Secretario de Estado responsable de las actividades energéticas en el país.

Luego de culminar los procedimientos señalados, se procederá a la ejecución del proyecto, para lo cual, OLADE coordinará directamente con la institución o empresa designada.

2.2. Alcances

Los alcances del Proyecto de asistencia técnica podrán variar según requerimientos particulares de cada país o institución y según las disponibilidades de asistencia técnica y recursos con que cuenta OLADE.

En el caso de un país o institución que cuente con una elevada capacidad de asimilación tecnológica y recursos financieros propios, el proyecto puede limitarse a un nivel mínimo, consistente en el envío de copias del volumen II del Manual y el otorgamiento de asistencia técnica de algunos días de duración, con la finalidad de aclarar la aplicación del manual y definir las actividades que es necesario realizar para desarrollar la producción.

En el caso de países que tuvieran mayores requerimientos de asistencia técnica, la ayuda podrá comprender algunos de los aspectos que se señalan a continuación, además del envío de copias suficientes del volumen II del Manual:

- a. Asistencia técnica para algunas de las diversas fases de implementación, tales como:
 - Asimilación de la tecnología
 - Definición de procesos productivos
 - Preparación de planos de fabricación
 - Definición de requerimientos complementarios de equipos de producción.
 - Modificación de la serie estandarizada.



- b. Entrenamiento de personal de diseño.
- c. Asesoría en el establecimiento de criterios para la evaluación del mercado.
- d. Asesoría para la fabricación y prueba de prototipos.

En cualquiera de los casos que pudieran ser materia de asistencia técnica de OLADE, deberá existir una contraparte técnica nacional que esté en condiciones de asimilar la ayuda que pudiera otorgar OLADE, considerando que ésta deberá tener la más breve extensión posible.

2.3 Financiamiento

Una vez aprobado el proyecto de asistencia técnica, la documentación tecnológica (volumen II del Manual y copias de planos) que será entregada por OLADE a la institución o empresa designada, será **totalmente gratuita**, al considerarse como una actividad de cooperación en el marco del PLACE.

También será gratuita cualquier asistencia técnica inicial y de corto plazo que otorgue OLADE para facilitar la asimilación de tecnología.

El resto de las actividades necesarias para desarrollar la fabricación de turbinas Pelton, serán en general financiadas y determinadas por el país y la Institución o empresa encargada.

En determinados casos, dependiendo de los criterios aprobados para la ejecución del PLACE, será posible una mayor asistencia financiera de OLADE empleando recursos del PLACE, principalmente para otorgar la asistencia técnica que resultare necesaria. También en determinados casos sería posible financiar parcial o totalmente la fabricación de un prototipo.

Evidentemente, los alcances del financiamiento que otorgue OLADE en el marco del PLACE, podrán variar de caso a caso, para lo cual se tomarán en cuenta, entre otros, los siguientes criterios:

- Perspectivas de desarrollo e importancia de la fa-

bricación de turbinas Pelton en el país.

- Nivel de desarrollo relativo del país.
- Dificultades económicas del país para financiar actividades de asistencia técnica.
- Requerimientos específicos de asistencia técnica.
- Efectividad mostrada en el establecimiento de una contraparte nacional adecuada.
- Marco jurídico de la institución o empresa designada; si bien será competencia del Ministerio o Secretaría de Energía del país interesado designar a la institución o empresa responsable, pudiendo ésta ser de carácter público, privado, mixto o de cualquier otra naturaleza, cualquier asistencia financiera de OLADE que signifique desembolsos a favor de la institución o empresa, sólo se podrá realizar si la entidad designada depende del sector público.

3. COOPERACION EXTRARREGIONAL

Si bien las funciones específicas de OLADE tienen un carácter regional limitado a sus países miembros, es posible que la organización otorgue asistencia a instituciones y empresas ubicadas fuera del marco regional, en forma similar a lo establecido en 2.1 y 2.2 en cuanto a procedimientos y alcances, pero considerando las siguientes limitaciones:

- a. Cooperación con instituciones oficiales de países del tercer mundo.
 - Tendrá un tratamiento favorable en el marco de la cooperación sur-sur.
 - La institución receptora pagará a OLADE una suma mutuamente convenida por la entrega de copias del volumen II del Manual en español y/o inglés, además de copias de los planos correspondientes. Esta suma será una contribución para cubrir parcialmente los costos incurridos por OLADE en el desarrollo de la tecnología y podrá ser financiada directamente por el país



beneficiario o por un organismo internacional que acepte apoyar al país interesado. Estas condiciones podrán ser sustancialmente modificadas en el marco de los acuerdos que eventualmente se realizarían entre OLADE y ONUDI para el desarrollo y difusión del manual.

- Los plazos y alcances de la asistencia técnica que OLADE otorgue, serán establecidos de mutuo acuerdo pero limitados al envío de expertos de OLADE. La institución beneficiaria pagará a OLADE los costos de la asistencia técnica que sean acordados. Asimismo, cubrirá los costos de pasajes y viáticos de los expertos de OLADE por el tiempo que dure la misión de asistencia técnica.
 - La transferencia de tecnología y asistencia técnica serán convenidas mediante un acuerdo formal de cooperación técnica.
- b. Cooperación con países desarrollados y directamente con empresas particulares:
- En general esta cooperación se realizará bajo condiciones comerciales de transferencia de tecnología que sean negociadas y convenidas mutuamente mediante contrato.
 - En el caso de instituciones de investigación de países desarrollados, será posible realizar actividades de asistencia técnica y transferencia de tecnología como parte de un acuerdo de trueque por otras tecnologías desarrolladas por esas instituciones que pudieran tener interés para OLADE y cuyo valor sea estimado como equivalente.

INVENTARIO REGIONAL DE FABRICANTES DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

PROGRAMA REGIONAL
DE HIDROENERGIA DE OLADE

1. PRESENTACION

El Programa Regional de Hidroenergía de OLADE en el contexto del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética - PLACE, está desarrollando acciones para conocer la capacidad tecnológica e industrial existente en América Latina, dado que aún no se cuenta con un documento regional que contenga información relativa a empresas que fabriquen componentes de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - PCH.

En este sentido OLADE programó la realización de una encuesta de fabricantes de equipos y materiales de PCH con el fin de cuantificar la potencialidad de producción de equipos en América Latina y de esta forma elaborar posteriormente el Directorio Regional con la información procesada de las encuestas recibidas.

Durante el desarrollo de la encuesta se contó con el apoyo de instituciones oficiales y privadas de cada uno de los países de la región, las cuales canalizaron la encuesta a las diferentes empresas que realizan actividad industrial de producción relativa a equipos y materiales para PCH.

En base a esta información se está estructurando el Directorio Regional cuya difusión permitirá que los países de la región conozcan los rangos y características de producción, de los equipos y materiales constitutivos de las PCH que fabrican las empresas industriales latinoamericanas, asimismo, se difundirá el Directorio a nivel extrarregional, a fin de hacer conocer las potencialidades de suministro de equipos para PCH de origen latinoamericano en el ámbito internacional.

El Directorio también facilitará la coordinación de actividades de cooperación entre OLADE y los países miembros para el suministro de equipos. Igualmente permitirá definir políticas locales de abastecimiento de equipos a nivel nacional y regional, así como impulsar actividades relacionadas con la producción de equipos en países de menor desarrollo relativo.

2. ENCUESTA

La encuesta para identificar a los fabricantes de equipos y materiales de PCH en la región fue elaborada en forma tal que se puede obtener información sintetizada con relación a rangos y características de la producción existente. Asimismo, con el fin de que tenga una mayor cobertura y difusión, fue editada en idiomas oficiales de OLADE, es decir en español, portugués e inglés.

La encuesta consta de un instructivo y 15 formularios relativos a datos de las empresas. En el instructivo se dan recomendaciones pertinentes a la forma correcta de llenado de la encuesta. En los formularios tenemos un primer cuadro con los datos generales de las empresas y la identificación de sus producciones existentes y los restantes cuadros (2 a 15) detallan acerca de los productos que fabrican así como los tipos y rangos de producción.

A título ilustrativo se presentan copias de los cuadros relativos a identificación de empresas, así como los correspondientes a producción de turbinas y reguladores de velocidad.

Para el caso de fabricantes que deseen registrarse para la próxima edición del Directorio, pueden solicitar los formularios de la encuesta a la siguiente dirección:

Programa Regional de Hidroenergía - OLADE
Casilla 6413 C.C.I.
Quito, Ecuador

3. RESULTADO DE LA ENCUESTA

En el proceso de difusión de la encuesta se contó con la colaboración de organismos oficiales de los países de la región, de empresas de electricidad y de asociaciones de industrias, comercio y de promoción de exportaciones, habiéndose tenido buena acogida y respuesta por parte de las empresas industriales fabricantes de equipos y materiales para PCH y hasta el mes de febrero de 1984 se han recibido un total de 184 encuestas.

A continuación se presenta la relación de países de la región que han remitido las encuestas, debidamente llenadas, a OLADE: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Panamá, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

A manera ilustrativa en el cuadro N° 1 se presenta la distribución de empresas por país y producción de equipos y materiales para PCH.

4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Con el fin de estructurar el Directorio regional y procesar los datos de las encuestas remitidas a OLADE en forma adecuada, fue necesario preparar un programa de computación de Base de Datos para lenguaje BASIC para ser utilizado en mini computadoras APPLE II.

Este programa permite, en lo relativo a tratamiento de datos, incorporar información cruzada, realizar correcciones, incrementar nuevos datos y formar un archivo de catálogos con la información procesada. Asimismo, en lo relativo a emisión de reportes, el pro-

grama permite realizar una serie de condicionamientos y consultas a nivel regional, nacional o específico para cada tipo de producción de las empresas industriales.

5. ESTRUCTURA DEL DIRECTORIO

El Directorio se elabora a partir de la obtención de los reportes correspondientes a las producciones de las empresas industriales.

A continuación se señalan los reportes que se pueden obtener, clasificados por productos:

1. Identificación general de empresas.
2. Compuertas
3. Rejillas
4. Tuberías de presión
5. Válvulas
6. Turbinas
7. Reguladores de velocidad
8. Generadores eléctricos
9. Tableros de control
10. Transformadores
11. Accesorios eléctricos
12. Conductores eléctricos
13. Aisladores
14. Pararrayos
15. Otros equipos y/o materiales

El reporte de identificación general de empresas da la información de las empresas relacionadas con su domicilio, casilla de correos, teléfonos y los contactos a los que se pueden dirigir pedidos de información técnica y/o comercial, tipos de producción y demás datos generales.

Los reportes de compuertas, rejillas, tuberías de presión, válvulas, turbinas, reguladores de velocidad, generadores eléctricos, tableros de control, transformadores, accesorios eléctricos (interruptores), conductores eléctricos, aisladores, pararrayos y otros equipos y/o materiales dan información relacionada con rangos de producción (unidades de menor y mayor tamaño que producen las empresas), tipo de producción y especificaciones técnicas de estos productos.

Los condicionamientos incorporados en los reportes permiten seleccionar producciones de equipos y materiales a nivel regional, por país o para una empresa específica. Por ejemplo, se puede obtener un reporte de turbinas a nivel de Latinoamérica, de un país en particular seleccionado o de una empresa específica. Asimismo, el reporte de turbinas puede seleccionar los tipos o tipo de producción, es decir turbinas Pelton, Francis, Michell-Banki o Axiales.

A manera ilustrativa en el cuadro N° 2 se indica los productos y sus tipos de producciones, de los equipos y materiales de PCH considerados en la elaboración del Directorio.

6. DIFUSION DEL DIRECTORIO

La primera edición del Directorio se dirigirá principalmente a los organismos oficiales y empresas de electricidad de los países de la región así como a las empresas industriales que remitieron las encuestas completas con sus datos a OLADE.

Asimismo, el Directorio podrá ser adquirido a un valor reducido y estará disponible a partir del mes de agosto, para lo cual será necesario dirigirse a:

Departamento de Información y
Relaciones Públicas - OLADE
* Casilla 6413 C.C.I
Quito, Ecuador

5. TURBINAS

T I P O	RANGO DE POTENCIAS (k W) (2)	RANGO DE CAIDAS (m) (3)	RANGO DE CAUDALES (m ³ /s) (4)	RANGO DE VELOCIDADES (r.p.m.) (5)	RANGO DE EFICIENCIAS (%) (6)	OBSERVACIONES (7)
<input type="checkbox"/> MICHELL-BANKI						
<input type="checkbox"/> PELTON						
<input type="checkbox"/> FRANCIS						
<input type="checkbox"/> HELICE						
<input type="checkbox"/> KAPLAN						
<input type="checkbox"/> OTROS (especifique)						

COMENTARIOS : _____

PAIS : _____ CIUDAD : _____ RAZON SOCIAL (EMPRESA O FABRICA) : _____

6. REGULADORES DE VELOCIDAD

T I P O	RANGO DE CAPACIDADES DE TRABAJO (Kg - m) (2)	RANGO DE TIEMPOS DE ACCIONAMIENTO (s) (3)	TURBINAS A LAS QUE PUEDEN ACOPLARSE (4)	OBSERVACIONES (5)
<input type="checkbox"/> OLEO-MECANICO				
<input type="checkbox"/> ELECTRICO-ELECTRONICO (con regulación de flujo)				
<input type="checkbox"/> ELECTRICO-ELECTRONICO (con disipación de energía)				
<input type="checkbox"/> OTROS (especifique)				

COMENTARIOS : _____

PAIS : _____ CIUDAD : _____ RAZON SOCIAL (EMPRESA O FABRICA) : _____

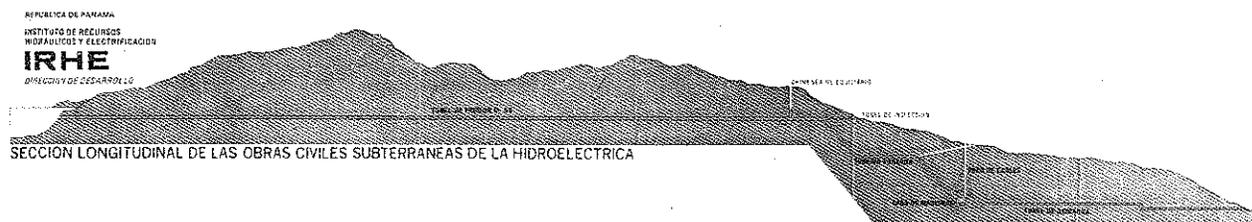
CUADRO N° 1

NUMERO EM- PRESAS FABRI- CAN- TES PAISES	COMPUERTAS	REJILLAS	TUBERIAS DE PRESION	VALVULAS	TURBINAS	REGULADORES DE VELOCIDAD	GENERADORES ELECTRICOS	TABLEROS DE CONTROL	TRANSFORMA- DORES	INTERRUPTORES ELECTRICOS	CONDUCTORES ELECTRICOS	AISLADORES	PARARRAYOS	OTROS	TOTAL
1. ARGENTINA	2	2	1	2	2	1	1	1	1	-	2	-	1	3	19
2. BOLIVIA	4	3	1	1	2	-	-	1	1	1	2	-	-	1	17
3. BRASIL	12	10	13	11	5	4	7	13	7	9	7	3	5	28	135
4. COLOMBIA	4	3	2	1	4	2	1	2	-	-	-	-	-	2	21
5. COSTA RICA	1	1	2	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	7
6. CHILE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
7. ECUADOR	1	3	4	-	1	-	-	3	2	1	1	1	-	4	21
8. EL SALVADOR	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	8
9. JAMAICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
10. MEXICO	4	3	3	3	1	-	3	12	8	9	4	4	5	15	72
11. PANAMA	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
12. PERU	2	2	6	4	2	2	2	6	3	1	1	1	-	6	38
13. TRIN. Y TOBAGO	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	3
14. URUGUAY	1	-	-	1	-	-	-	3	1	-	3	2	1	2	14
15. VENEZUELA	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

CUADRO N° 2

PRODUCTO	TIPO DE PRODUCCION
1. COMPUERTAS	GAJETA, PLANAS Y CIRCULARES.
2. REJILLAS	
3. TUBERIAS DE PRESION	ESTANDARIZADAS DE ACERO, ROLADAS DE ACERO BAJO PEDIDO, ASBESTO-CEMENTO, PVC, POLIETILENO.
4. VALVULAS	COMPUERTA, MARIPOSA, ESFERICAS.
5. TURBINAS	MICHELL-BANKI, PELTON, FRANCIS, HELICE, KAPLAN.
6. REGULADORES DE VELOCIDAD	OLEO-MECANICO, ELECTRICO-ELECTRONICO: REGULACION DE FLUJO Y DISPACION ENERGIA.
7. GENERADORES ELECTRICOS	SINCRONO: MONOFASICO Y TRIFASICO; ASINCRONO: MONOFASICO Y TRIFASICO.
8. TABLEROS DE CONTROL	1-50 KW; 50-500 KW; 500-5000 KW.
9. TRANSFORMADORES	POTENCIA, DISTRIBUCION, AUTO-TRANSFORMADOR, MEDICION.
10. INTERRUPTORES ELECTRICOS	INTERRUPTOR, SECCIONADOR, DISYUNTOR.
11. CONDUCTORES ELECTRICOS	AISLADOS; SIN AISLAMIENTO; COBRE Y ALUMINIO.
12. AISLADORES	TENSOR, POSTE, SUSPENSION, PIN, CARRETE.
13. PARARRAYOS	AUTO-VALVULAR, BAJA TENSION.
14. OTROS EQUIPOS Y MATERIALES	

PROYECTO HIDROELECTRICO ARQ. EDWIN FABREGA



ASPECTOS GENERALES:

Entre las opciones identificadas y estudiadas para cubrir el incremento de la demanda de energía eléctrica en el Sistema Nacional Integrado de Panamá a partir de 1983, señalaron que el Proyecto Hidroeléctrico Arq. Edwin Fabrega presentaba las mejores ventajas tanto técnicas como económicas. Por tales razones el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), con el propósito de darle respuesta a tiempo a los requerimientos de energía, lo incluyó en el Plan Maestro de Electrificación.

Además de los beneficios energéticos que este proyecto ofrece existen otros como son:

- Controlar las crecidas del río Chiriquí aguas abajo y utilizar los caudales regulados tanto en la estación seca para su uso en sistemas de riego en áreas vecinas como para futuro desarrollo energético en la cuenca.
- Ampliar la red vial de la región dando acceso a zonas que hoy se mantienen despobladas por su actual inaccesibilidad, creando nuevos polos de desarrollo.
- Propiciar el desarrollo turístico por las condiciones climatológicas del área y su belleza agreste.

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO:

El Proyecto Hidroeléctrico "Arq. Edwin Fábrega" está localizado en la región alta de la Provincia de Chiriquí a 30 kilómetros de la ciudad de David. Este es un proyecto de alta caída que utilizará la energía del curso superior del río Chiriquí en donde las condiciones hidrológicas, casi uniformes, permiten regular un flujo de 25 metros cúbicos por segundo.

Después de estudiarse una serie de posibilidades se optimizó la característica del proyecto en base a las necesidades actuales y futuras del sistema nacional integrado.

Dicha optimización consiste en un embalse de regulación formado por una presa de enrocado de 100 metros de alto en el curso superior del río Chiriquí, que a través de un túnel de presión de 6 kilómetros de longitud y 5 metros de diámetro, y una tubería forzada de 1.4 kilómetros de longitud conducirán las aguas hasta la casa de máquinas subterránea. La misma tendrá una capacidad de 255 MW. La descarga del agua se hará mediante un túnel de 8.0 kilómetros de longitud y 5.5 metros de diámetro hasta un afluente del río Chiriquí.

EMBALSE:

El embalse está ubicado al final del Valle de la Sierpe a 1050 metros sobre el nivel del mar y tendrá en la primera etapa un área de 100 hectáreas y un volumen de 13 millones de metros cúbicos a la elevación 1010 metros y en la segunda etapa, el embalse tendrá un área de 1000 hectáreas y un volumen de almacenaje de 171 millones de metros cúbicos a la elevación 1050 metros sobre el nivel del mar.

PRESA:

La presa se construye en dos etapas y será de enrocamiento. La primera etapa tendrá una altura de 60 metros sobre el lecho del río con una longitud de 250 metros en la cresta y en la etapa final su altura será de 100 metros con una longitud de 600 metros; además constará de una pantalla de hormigón reforzado para su impermeabilidad. El volumen de enrocado será de 2.0 millones de metros cúbicos.



DESVIO DEL RIO:

Para la construcción de la primera etapa, se ha desviado el río por medio de un túnel de 9 metros de diámetro y 240 metros de longitud. El cierre del cauce del río se ha hecho mediante una ataguía de 20 metros de altura, con un relleno de 60 mil metros cúbicos. Para la construcción de la segunda etapa se utilizará como estructura de desvío el vertedero de la primera etapa.

VERTEDERO:

En la primera etapa de construcción de la presa se excavó en la roca de la margen derecha un canal vertedero de 8 metros de altura por 70 metros de frente, con capacidad para evacuar crecidas hasta de 2.600 metros cúbicos por segundo.

Para la etapa final se construirá otro vertedero tipo canal sobre la margen izquierda cuya longitud será de 75 metros de capacidad de evacuación de 1760 metros cúbicos por segundo.

TUNEL DE PRESION:

Las aguas serán conducidas del embalse a la Casa de Máquinas mediante un túnel de presión de 6 kilómetros de largo por 5 metros de diámetro y una tubería forzada de 1.4 kilómetros de longitud. En la construcción de este túnel se excavaron 191.000 metros cúbicos de roca y se utilizaron 3.000 toneladas de cemento.

CASA DE MAQUINAS Y EQUIPO DE GENERACION:

La Casa de Máquinas está ubicada a 400 metros de profundidad bajo la superficie del terreno en el Valle de la Quebrada Chiriquicito; es una caverna de 80 metros de largo por 24 metros de ancho, a la cual se tendrá acceso mediante un túnel de 1.6 kilómetros

de longitud y 6 metros de diámetro y por un pozo vertical de 2.5 metros de diámetro.

La misma tendrá una capacidad total de 255 MW las cuales se obtendrán mediante tres unidades generadoras de 85 MW, cada una para aprovechar la caída de 768 metros de la primera etapa y 808 metros en la segunda. El patio de conexiones estará ubicado en la superficie y directamente sobre la casa de máquina.

GENERACION:

Se ha estimado que la generación anual promedio de este proyecto será de 1350 millones de kWh en la primera etapa y de 1450 millones de kWh en la última etapa.

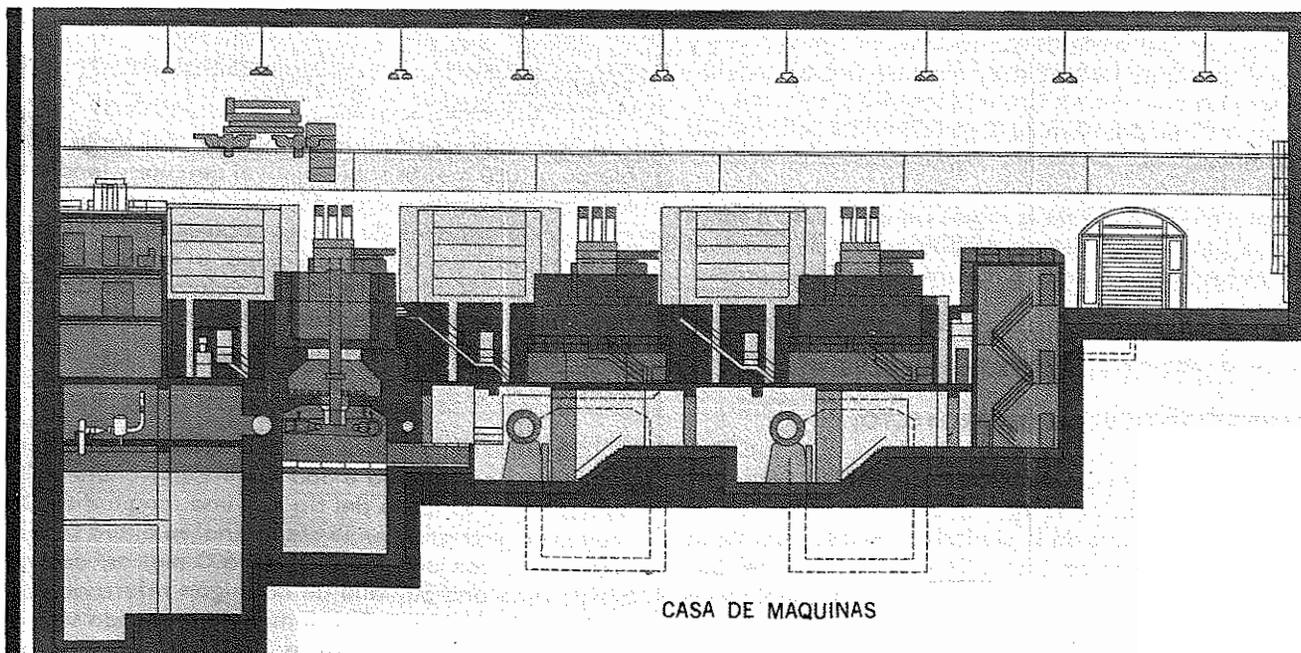
CAMINOS DE ACCESO:

Debido a las características de este proyecto se están construyendo aproximadamente 60 kilómetros de carretera. Esta vías fomentarán el desarrollo de esta región ya que su construcción representarían el 40% de una probable carrera Transistmica que unirían las Provincias de Chiriquí y Bocas del Toro.

COSTOS Y FINANCIAMIENTO DE LA OBRA:

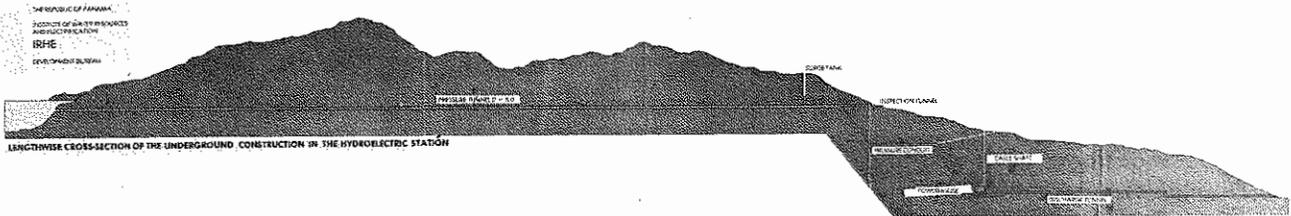
Se ha estimado que el costo total de la obra, incluyendo costos directos, imprevistos, inflación e ingeniería y supervisión, asciende a la suma de 256 millones de balboas.

Los fondos para el financiamiento de este proyecto provendrán del Banco Mundial quien aportará 40 millones de balboas; del Banco Interamericano de Desarrollo con 98 millones de balboas; créditos de proveedores de equipo con 28 millones de balboas y 90 millones de balboas de los fondos del IRHE y del Gobierno Nacional.



CASA DE MAQUINAS

HYDROELECTRIC PROJECT ARQ. EDWIN FABREGA



GENERAL FEATURES:

Out of the options identified and studied to cover the increasing demand for electricity in the National Integrated System of Panama as of 1983, the AEF/Hydroelectric Project was chosen because it presented the greatest technical and economic advantages. For that reason, the Institute of Water Resources and Electrification (IRHE) included it in the Master Electrification Plan, in order to meet energy needs opportunely.

Aside from the energy benefits that this project offers, there are other benefits, such as:

- a) Control of the rises of the Chiriqui River downriver and use of the regulated flow both for irrigation systems in neighboring areas during the dry season, and for future energy-related development in the river basin area.
- b) Expansion of the region's roadway system, opening up regions currently underpopulated due to their inaccessibility, and thereby creating new poles of development.
- c) Stimulation of tourism because of the area's weather and natural beauty.

GENERAL DESCRIPTION OF THE PROJECT:

The AEF Hydroelectric Project is located in the highlands region of the Province of Chiriqui, 30 kilometers northwest of the city of David. This is a high-head project that will harness the energy of the upper course of the Chiriqui River, where the hydrological conditions change very little, providing a steady flow of 25 cubic meters per second.

After studying a series of possibilities, the characteristics of the project were optimized on the basis of the current and future needs of the national integrated system.

This optimization consisted of a regulation reservoir formed by a rock-fill dam 100 meters high in the upper course of the Chiriqui River, whose waters would flow through a pressure tunnel 6 kilometers long and 5 meters in diameter, and a pressure conduit 1.4 kilometers long, to the underground powerhouse, with a 255 MW generating capacity. The water would be discharged through a tunnel 8 kilometers long and 5.5 meters in diameter, in a tributary of the Chiriqui River.

RESERVOIR:

The reservoir is located at the end of the Sierpe Valley, at 1050 meters above sea level, and will have an area during the first stage of 100 hectares and a volume of 13 million cubic meters at the elevation of 1010 meters; in the second stage, the reservoir will have an area of 1000 hectares, with a storage volume of 171 million cubic meters, at the elevation of 1050 meters above sea level.

DAM:

The dam is to be built in two stages and will be of the rock-fill type. In the first stage, it will rise to a height of 60 meters above the riverbed, 250 meters long at its crest, and at the final stage it will be 100 meters high and 600 meters long. It will also have a reinforced concrete waterproofing screen. The volume of the rock fill will be 2.0 million cubic meters.

DIVERSION OF THE RIVER:

For the construction of the first stage, it has been necessary to divert the river, through a tunnel 9 meters in diameter and 240 meters long. The river channel has been blocked off by a cofferdam 20 meters high, with a fill of 60 thousand cubic meters. For the construction of the second stage, the spillway of the first stage will be used as the diversion structure.

SPILLWAY:

In the first stage of construction of the dam, a spillway channel was excavated in the rock along the right edge, 8 meters deep by 70 meters long, with the capacity for dealing with flood waters of up to 2,600 cubic meters per second.

For the final stage, another channel-type spillway will be built along the left edge, 75 meters long, with evacuation capacity for 1760 cubic meters per second.

PRESSURE TUNNEL:

The water will be conducted from the reservoir to the powerhouse through a pressure tunnel 6 kilometers long and 5 meters in diameter and a pressure conduit 1.4 kilometers long. In the construction of this tunnel, 191,000 cubic meters of rock were excavated, and 3,000 tons of cement were used.

POWERHOUSE AND GENERATION EQUIPMENT:

The powerhouse will be located 400 meters underground in the Valley of Chiriquicito Brook. It will be a cavern 80 meters long by 24 meters wide, accessed

through a tunnel 1.6 kilometers long and 6 meters in diameter, and by a vertical shaft 2.5 meters in diameter.

It will have a total capacity of 255 MW, obtained from three generating units of 85 MW each, to fully utilize the head of 768 meters in the first stage and 808 meters in the second. The connections yard will be located above ground, directly over the powerhouse.

GENERATION:

It has been estimated that the average yearly power generation from this project will be 1350 million kWh in the first stage and 1450 million kWh in the final stage.

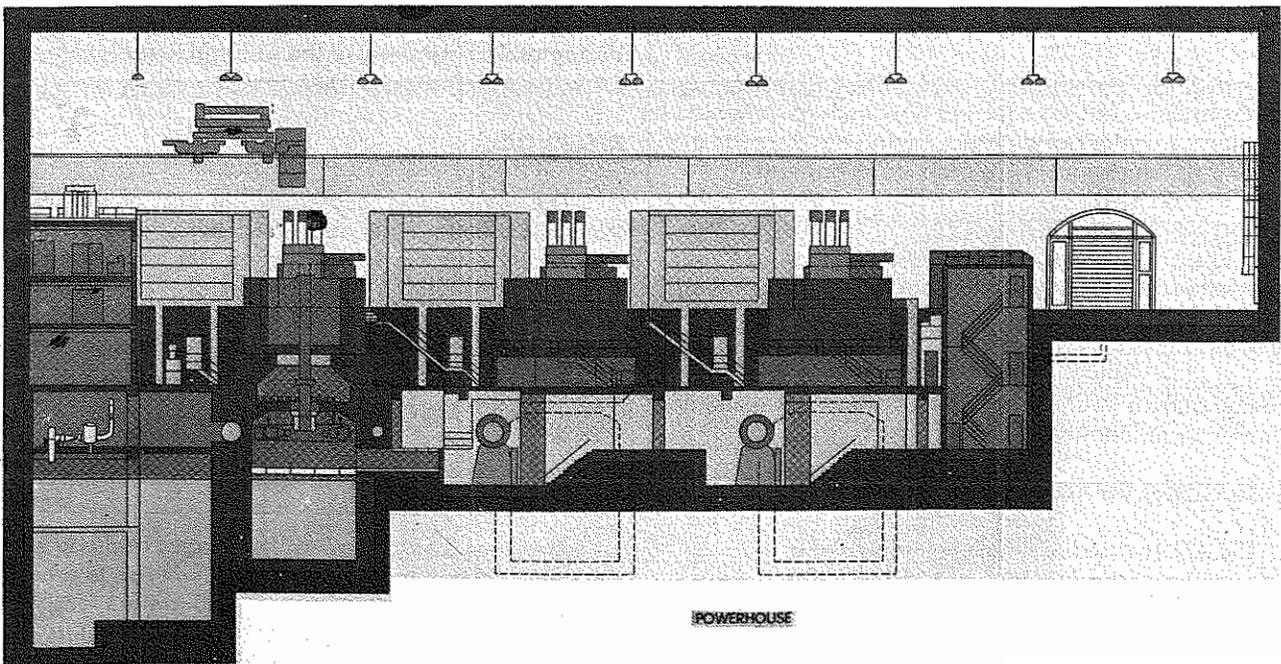
ACCESS ROADS:

This project will require the construction of some 60 kilometers of roadway, which will encourage the development of this region, as they will represent 40% of a projected Trans-isthmus highway that will connect the Provinces of Chiriqui and Bocas del Toro.

COSTS AND FINANCING OF THE PROJECT:

The total cost of the project, including direct, contingency, inflation, engineering, and supervision costs, is estimated at 256 million balboas.

Funding for this project will come from the World Bank, which will contribute 40 millions balboas; from the Inter-American Development Bank, with 98 million balboas; credit from equipment suppliers totalling 28 million balboas; and 90 million from IRHE and National Government funds.



ESFUERZO HISTORICO PARA EL PROGRESO DEL PAIS

Los acontecimientos mundiales que afectaron el mercado del petróleo encareciéndolo hasta niveles nunca vistos, justificaron ampliamente la política del Programa Nacional de Electrificación, que con sentido racional se orienta al máximo aprovechamiento de los recursos autóctonos.

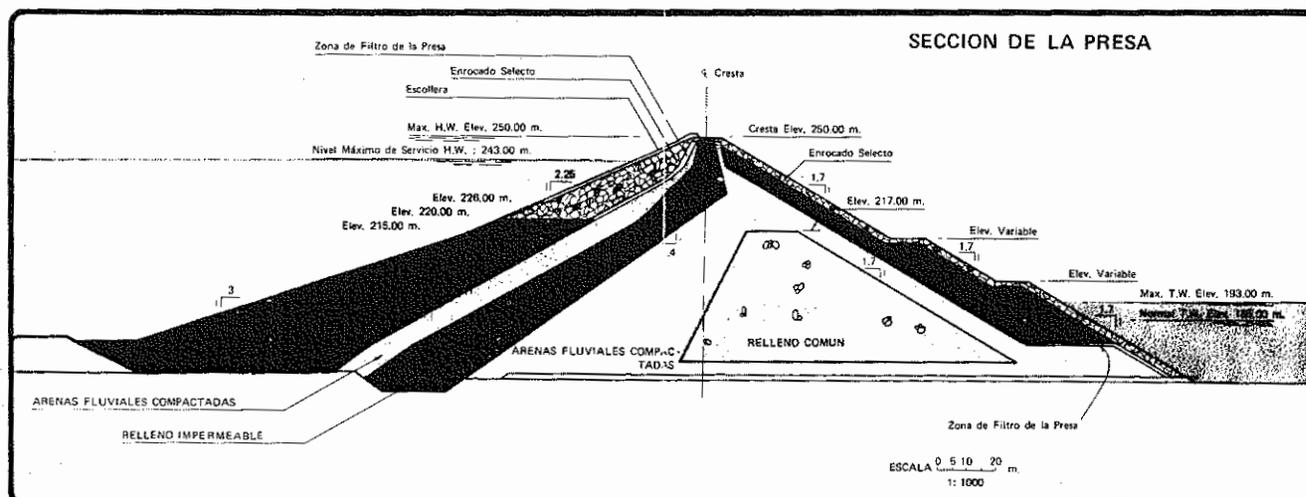
La Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande, es la obra más importante del plan de electrificación de El Salvador y representa el esfuerzo más trascendental que se haya realizado para dar impulso al progreso del país y asegurar mejores condiciones de existencia al pueblo salvadoreño.

La decisión de realizar la obra se basó en las siguientes razones:

1) La capacidad de producción de energía eléctrica, porque de lo contrario El Salvador se vería obligado a

frenar a corto plazo su desarrollo económico, con las consiguientes y graves repercusiones sociales.

- 2) Aprovechar sus propios recursos y no depender del combustible extranjero para satisfacer las crecientes necesidades de electricidad.
- 3) Optar por las plantas a vapor, en lugar de la planta hidroeléctrica de Cerrón Grande, habría colocado al país en una situación más difícil de la que cabía esperar en materia de tarifas, por el aumento constante de precio de combustible importado.
- 4) La construcción de la presa y la reposición de obras de infraestructura, así como los servicios derivados de la ejecución del proyecto y su innegable influencia en el crecimiento industrial y económico del país, significaban generación directa e indirecta de miles de oportunidades de trabajo.



VOLUMENES DE TRABAJO DEL PROYECTO

EXCAVACION DE LA PRESA	1,650,000 m ³	CONCRETO EN LA CENTRAL	55,000 m ³
RELLENO DE LA PRESA	6,000,000 m ³	CONCRETO EN EL VERTEDERO	63,000 m ³
EXCAVACION DE LA CENTRAL	410,000 m ³	CONCRETO EN TUNELES	4,500 m ³
EXCAVACION DEL VERTEDERO	1,300,000 m ³	CONCRETO EN LA TOMA	24,000 m ³
EXCAVACION DE TUNELES	18,000 m ³	CONCRETO MISCELANEOS	10,000 m ³

DESCRIPCION DE LA OBRA

La Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande se localiza aguas arriba de la presa 5 de Noviembre, entre los departamentos de Chalatenango y Cabañas, a 35 kilómetros de San Salvador, en línea recta.

La obra comprende las siguientes partes principales:

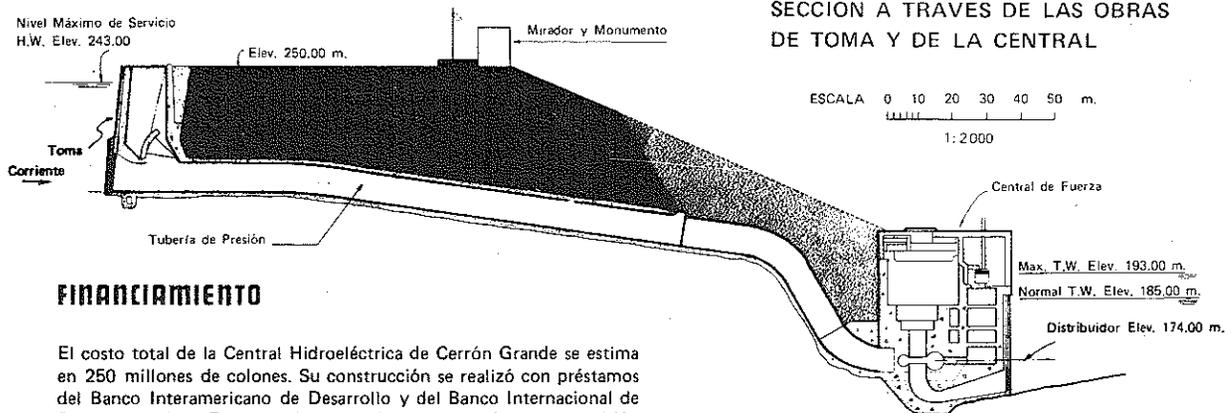
- a) una presa de tierra, roca y arena, con núcleo impermeable, de 800 metros de largo, 70 de alto y 400 de anchura en la base; es una estructura de materiales selectos compactados, con un volumen de re-

lleno de 61/2 millones de metros cúbicos y un peso aproximado de 10 millones de toneladas;

- b) un vertedero de concreto, provisto de 4 compuertas, con capacidad para descargar 6.500 metros cúbicos de agua por segundo; su estructura tiene un volumen de 63.000 metros cúbicos de concreto;
- c) la casa de máquinas, que tendrá cuatro unidades generadoras con capacidad máxima de 270.000 kilovatios, inicialmente cuenta con dos unidades de 67.500 KV cada una;
- d) sistema transmisor de doble circuito a 115 KV que conecta con la subestación de Nejapa y servirá para 3 unidades generadoras; una línea de un solo cir-

cuito, también primaria, que empalma con la planta 5 de Noviembre; y una tercera línea del mismo voltaje que se construirá cuando se instale la 4ª unidad generadora, para llevar la energía a San Salvador;

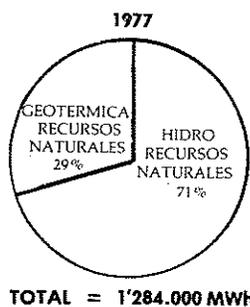
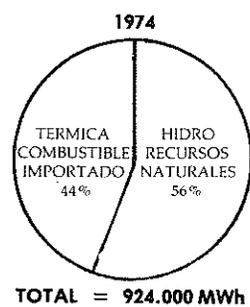
- e) el embalse que forma la presa determina un cambio importante en la geografía económica; puede decirse que ha nacido un nuevo lago en el país, con un área de 135 kilómetros cuadrados y una capacidad de almacenaje de 2.180 millones de metros cúbicos de agua, a elevación máxima de 243 metros sobre el nivel del mar. Entre la presa y el sitio donde termina el embalse siguiendo el curso del río hay una distancia de 30 kilómetros.



FINANCIAMIENTO

El costo total de la Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande se estima en 250 millones de colones. Su construcción se realizó con préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. La inversión se completó con una emisión de bonos locales y recursos propios de la CEL.

GENERACION SISTEMA CEL



RESPUESTA ECONOMICA A LA DEMANDA DE ENERGIA

La necesidad y utilidad pública de la Central Hidroeléctrica de Cerrón Grande, se debe a que se constituye la respuesta más económica y conveniente a la demanda de energía en El Salvador.

La ejecución de esa importante obra significa principalmente:

- 1) Uso de recursos naturales propios del país, para producir energía eléctrica y dar impulso a todas las empresas de desarrollo económico.
- 2) Posibilidad de incrementar la potencia y energía de todos los proyectos que se realicen aguas abajo de Cerrón Grande en el Río Lempa y en la planta 5 de Noviembre, que se beneficiará además con la prolongación de la vida útil de su embalse por la disminución de azolve.
- 3) Factibilidad técnica y económica de programas de riego y de un mejor control de inundaciones en el Bajo Lempa.

A HISTORIC EFFORTS TOWARDS PROGRESS

The international events that affected the petroleum market, raising oil prices to unheard-of levels, amply justified the policy of the National Electrification Program, which has rationally opted for the maximum utilization of native resources.

The Cerron Grande Hydroelectric Station is the most important project in El Salvador's electrification plan, and represents the most outstanding effort made to date in making headway in the country's advancement and ensuring better living conditions for the people of El Salvador.

The decision to undertake this project was based on the following reasons:

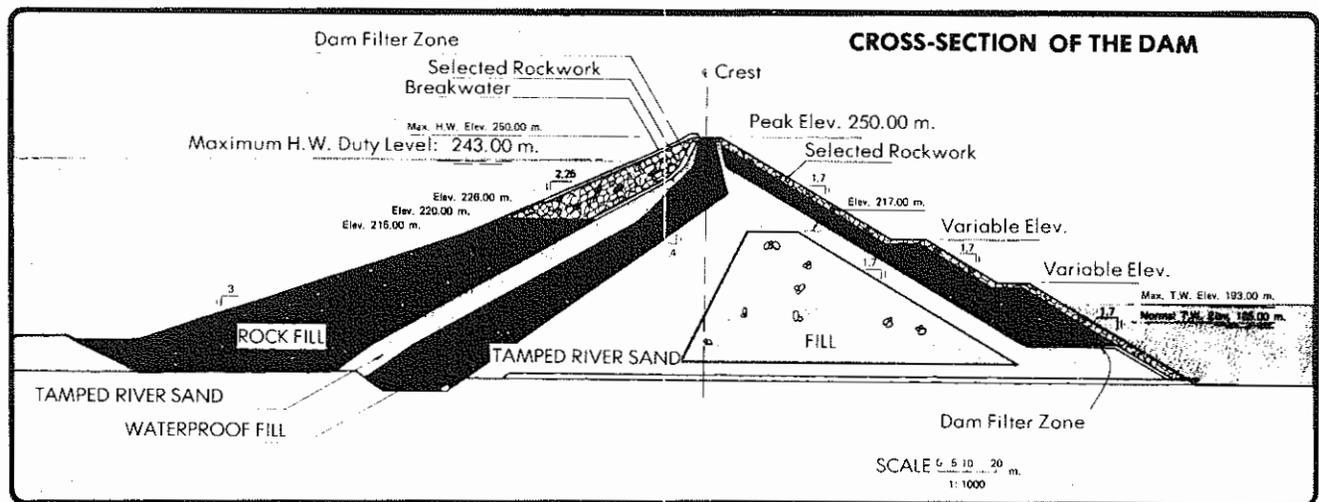
1) Expansion of the electricity production capacity, lest El Salvador be forced soon to slow its economic

development, with the consequent serious social repercussions.

2) Utilization of domestic resources rather than depending upon imported fuels to satisfy the growing needs for electricity.

3) The choice of thermoelectric plants rather than the Cerron Grande hydroelectric plant would have placed the country in quite a difficult situation in terms of user rates, due to the constant increases in the prices of imported fuel.

4) The construction of the dam and its infrastructure, along with the services derived from the execution of the project and its undeniable influence upon the country's industrial and economic development, meant the direct and indirect generation of thousands of job openings.



WORKING VOLUMES OF THE PROJECT

EXCAVATION OF THE DAM	1,650,000 m ³	CONCRETE IN THE STATION	55,000 m ³
FILLING OF THE DAM	6,000,000 m ³	CONCRETE IN THE SPILLWAY	63,000 m ³
EXCAVATION FOR THE STATION	410,000 m ³	CONCRETE IN TUNNELS	4,500 m ³
EXCAVATION FOR SPILLWAY	1,300,000 m ³	CONCRETE IN THE INLET	24,000 m ³
EXCAVATION OF TUNNELS	18,000 m ³	CONCRETE - MISCELLANEOUS	10,000 m ³

DESCRIPTION OF THE PROJECT

The Cerron Grande Hydroelectric Station is located upstream from the 5 de Noviembre dam, between the departments of Chalatenango and Cabañas, 35 kilometers from San Salvador, as the crow flies.

The project comprises the following major parts:

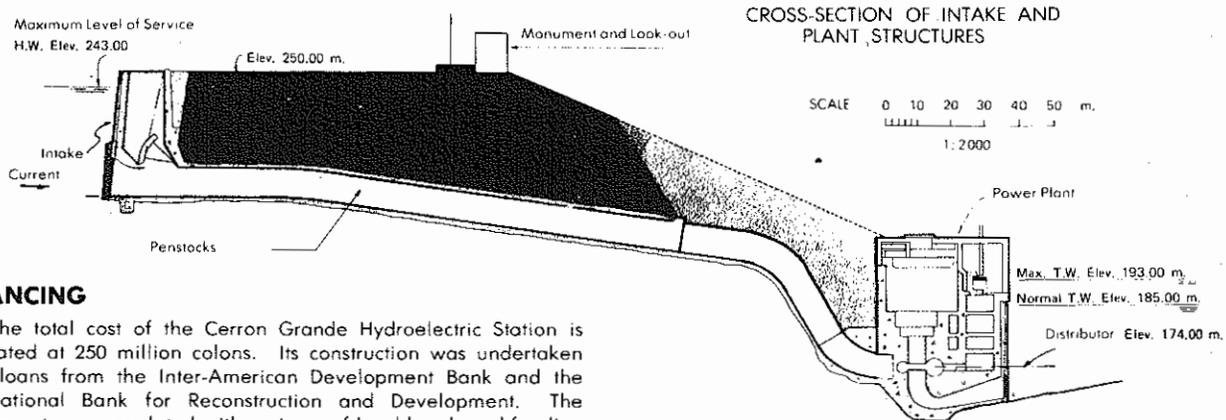
a) A dam of earth, rock, and sand, with a waterproof core, 800 meters long, 70 high, and 400 wide at the base. It is a structure of selected and compacted materials, with a fill volume of 6.5 million cubic

meters, and an approximate weight of 10 million tons.

- b) A concrete spillway, with 4 gates, with a discharge capacity of 6,500 cubic meters of water per second. Its structure has a volume of 63,000 cubic meters of concrete.
- c) The powerhouse, which will have four generating units with a maximum capacity of 270,000 kilowatts, has begun with two units of 67,500 kW each.
- d) The dual-circuit, 115 KW transmission system, connected to the Nejapa substation, which will

generating units; one single - circuit line, also primary, joined to the 5 de Noviembre plant; and a third line of the same voltage, to be built when the fourth generating unit is installed, to carry electricity to San Salvador.

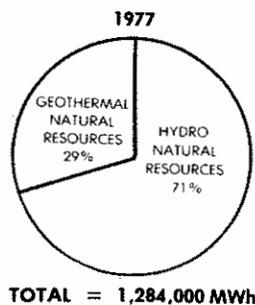
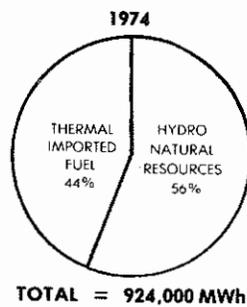
- e) The reservoir formed by the dam means an important change in the economic geography; it might be said that a new lake has been born in this country, with an area of 135 square kilometers and a storage capacity of 2,180 million cubic meters of water, at a maximum elevation of 243 meters above sea level. From the dam to the upriver end of the reservoir, there is a distance of 30 kilometers.



FINANCING

The total cost of the Cerron Grande Hydroelectric Station is estimated at 250 million colons. Its construction was undertaken with loans from the Inter-American Development Bank and the International Bank for Reconstruction and Development. The investment was completed with an issue of local bonds and funding from the CEL.

ELECTRIC POWER GENERATION IN THE CEL SYSTEM



AN ECONOMICAL RESPONSE TO ENERGY DEMAND

The need for, and public utility of, the Cerron Grande Hydroelectric Station derived from the fact that it was the most economically advisable answer to El Salvador's energy demand.

The execution of this important project means principally:

- 1) The use of the country's own natural resources to produce electricity and give a boost to all economic development efforts.
- 2) The possibility of increasing the power and energy of all the projects undertaken downriver from Cerrón Grande along the Lempa River and in the 5 de Noviembre plant, which will also be benefitted by the prolongation of the lifetime of its dam, due to the reduction in silt.
- 3) The technical and economic feasibility of irrigation programs and improved flood control for the lower Lempa River.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- 1. BIOGAS GUIA DE INFORMACOES E BIBLIOGRAFIA BASICA = BIOGAZ GUIDE INFORMATIQUE ET BIBLIOGRAPHIE BASIQUE = BIOGAS INFORMATION GUIDEBOOK AND BASIC BIBLIOGRAPHY/** Brasil. Ministerio da Industria e do Comercio, Secretaria de Tecnología Industrial. Brasilia: STI/CIT, 1983. -- 2 v. (710p.) ; 30 cm.

Presenta un manual de referencia muy completo dirigido a personas e instituciones que desarrollan actividades en biogas y cubre los siguientes aspectos: Directorio de Instituciones brasileras y extranjeras, listado correlativo de referencias bibliográficas, índices de temas y autores, patentes, eventos, publicaciones periódicas y fuentes de información. Con estos aspectos se satisfacen todas las necesidades de información requeridas por los investigadores en biogas.

- 2. DOCUMENTO BASE PARA LA POLITICA INTEGRAL DE VENEZUELA**

Venezuela. Ministerio de Energía y Minas.— Caracas: Ministerio de Energía y Minas, 1983. 78 p.: il.; 21 cm.

Desarrolla el tema en 3 capítulos: el primero, diseña y define la política energética venezolana y sus diferentes aspectos. En el segundo, se describen los mecanismos de planificación y control del sistema energético y del programa de planificación integral; y en el tercero se formula y analiza el posible comportamiento, a largo plazo, del sistema energético venezolano.

- 3. BALANCE DE ENERGIA 1963 - 1982:** Chile. Comisión Nacional de Energía. Santiago: Comisión Nacional de Energía, 1983. 198 íp. : il. ; 30 cm.

Recopila la información sobre series históricas relativas a los balances energéticos en Chile para el período 1963 - 1982.

Presenta las cifras de producción y uso de la energía en el país.

BIBLIOGRAPHIC NOTES

- 1. BIOGAS GUIA DE INFORMACOES E BIBLIOGRAFIA BASICA = BIOGAS GUIDE INFORMATIQUE ET BIBLIOGRAPHIE BASIQUE = BIOGAS INFORMATION GUIDEBOOK AND BASIC BIBLIOGRAPHY/** Brazil. Ministry of Industry and Trade, Secretariat of Industrial Technology. Brazilia: STI/CIT, 1983. 2 vol., 710 pp., 30 cm.

This book provides a very complete reference manual geared to persons and institutions involved in the field of biogas, and it covers the following aspects: directory of Brazilian and foreign institutions, a correlative list of bibliographical references, indexes by subject and author, patents, events, periodicals, and sources of information. With these aspects, it satisfies all of the information needs of biogas researchers.

- 2. DOCUMENTO BASE PARA LA POLITICA INTEGRAL DE VENEZUELA = BASIC DOCUMENT FOR OVERALL VENEZUELAN POLICY** (Spanish version)/Venezuela. Ministry of Energy and Mines, Caracas: Ministry of Energy and Mines, 1983. 78 pp.: illus., 21 cm.

This book develops its theme in three chapters: the first designs and defines Venezuelan energy policy and its different aspects; the second describes the mechanisms for planning and controlling the energy system and the overall planning program; and the third formulates and analyzes the possible long-term behavior of the Venezuelan energy system.

- 3. BALANCE DE ENERGIA 1963 - 1982: Chile = Energy Balance 1963 - 1982: Chile** /Chile, National Energy Commission, 1983. 185 pp.: illus.; 30 cm.

This publication compiles information on historical time series relative to Chile's energy balances for the period 1963 - 1982. It presents figures on the country's production and use of energy.

EDITORIAL

Hydroenergy is one of the major sources of renewable energy available in Latin America, and unquestionably the most important for electricity generation. This fact is reflected in the priority assigned by OLADE to hydroenergy development in the context of the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE).

The topics included in this issue of the **Revista Energética** center around one particular aspect of the field of hydroenergy: small hydropower stations; and the group of articles highlight some of OLADE'S activities concerning small-scale hydroenergy development.

In a first stage, the Regional Hydroenergy Program geared its activities to the field of small hydropower stations (SHPS). With the establishment of the PLACE, however, the program was expanded to include activities related to medium - and large - scale hydroelectricity, with initial emphasis on activities related to the inventory and evaluation of hydroenergy resources. The efforts related to SHPS were nonetheless kept up, and broadened, in an attempt to maintain an overall approach in the search for solutions to the principal problems that hindered their development. Thus, activities aimed at the preparation of manuals and technical methodologies, technical assistance to member country institutions, and human resource training activities have been undertaken, with respect to institutional questions and SHPS development planning; resource and demand assessments; formulation, elaboration and evaluation of projects; execution of projects; adaptation of alternative construction technologies; development and adaptation of technologies for the design, standardization and manufacture of equipment; identification of engineering capabilities; and regional production of SHPS materials and equipment.

The first article of this issue of the **Revista Energética** analyzes some of the typical problems that arise in most of the region's countries with regard to the institutional framework in which SHPS development occurs, and it proposes an institutional model that will allow the capacities and organization of the electric power companies to be put into play as a function of the needs of a decentralized SHPS project at the municipal or community level, thereby surmounting problems with the introduction of small generating units in the framework of a large electric company, while assuring effective technical and administrative support for the enterprises set up at the local level.

A second article describes the activities carried out by OLADE with respect to human resource training for SHPS development. It should be noted that the impact of these activities transcends the immediate aims of the events, since it has been possible to induce ample institutional and personal contacts among the countries of the region engaged in SHPS - related activities. In addition, the materials prepared for the courses constitute a body of reference documents that can be used as technical tools in project development and that can also prove useful as teaching materials for national courses.

In the framework of the Regional Hydroenergy Program of OLADE, a nine-volume manual on the design, standardization and manufacture of equipment for SHPS is being elaborated. This issue presents a brief summary of the volume corresponding to Pelton turbines, describes their technical features and points out modalities and procedures for obtaining OLADE technical assistance in promoting their industrial production.

Finally, an article is included to discuss OLADE's activities in the preparation of a regional directory of manufacturers of SHPS equipment, this being an important instrument in fostering regional cooperation and strengthening the region's technological autonomy in the field of SHPS.

ENRIQUE INDACOCHEA

HEAD OF THE REGIONAL HYDROENERGY PROGRAM

INSTITUTIONAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER STATIONS

REGIONAL HYDROENERGY
PROGRAM OF OLADE

1. INTRODUCTION

Small hydropower stations (SHPS) are one of the major alternatives for the energy development of the rural areas of Latin America, in view of the abundance of small-scale water resources available in this region.

Even though there is accumulated experience in Latin America dating back to the last decades of the nineteenth century, the development of SHPS has been characterized by sporadic and un-systematic actions. Several years ago, it underwent a regressive process in favor of the options of interconnections and generation by means of groups of thermal electrogens, alternatives which are now beginning to encounter new limits for their application; for the former, with respect to the high cost of transmission lines and substations for isolated areas, and for the latter, with respect to the rising cost of fuels, maintenance, and logistical difficulties which seriously question the prospects for the installation of thermo-electric generating groups in many isolated settlements.

The development of SHPS will have a significant impact in the degree that it is promoted with massive implementation criteria permitting progressively greater economies of scale and justifying a group of diverse actions for attacking the problem simultaneously on its various fronts, with the planning, evaluation of resources and demand, elaboration, financing and execution of specific projects, the use of water, operation and maintenance of SHPS and their related institutional aspects.

One of the weightiest problems limiting the development of SHPS has been the effect of institutional aspects upon the development of projects and the management, operation, and maintenance of the plants, since the institutional framework often reflects considerations that are incompatible with the particular requirements of small-scale, isolated hydroelectric generation, but rather suit the legal, social, economic, and administrative setting of large-scale electric power development.

This document intends to make a comparative analysis of the most frequently adopted institutional schemas, presenting a diagram of three basic types of institutional schemas, and describing some problems of, and prospects for, the application of the institutional schemas identified with regard to the principal phases of development of SHPS projects and operation.

It should be mentioned that there is a wide range of institutional models that will not necessarily fit into the schemas presented, as these schemas represent an attempt at simplifying quite a varied universe, for the purposes of classification and analysis.

Chapter 5 discusses in greater detail an idealized model of a community utility, due to the fact that decentralized institutional schemas are often one of the best alternatives for meeting the needs of small, isolated villages, but this is precisely the area in which the experience in Latin America has been the most limited.

2. TYPIFICATION OF MODELS

For analytical purposes, we classify under three main headings the institutional models for electricity supply for the population living outside urban areas.

MODEL 1. Centralized Electric Company

MODEL 2. Self - Supplying Producer

MODEL 3. Community Utility

Strictly speaking, we should also consider differentially a fourth model, which is the case of a small private utility operating in rural areas, in other words, a small private company working as a local concessionary for electricity service, in a given village, which will be the owner of one or more SHPS. However, we do not include this case because the public supply of electricity for rural areas in general is not profitable in developing countries, therefore it can hardly be attractive enough for investors seeking returns with the exception of the cases where the electricity supply could include more profitable areas, such as models 1 and 2.

MODEL 1. Centralized Electric Company

Under this heading we include all cases in which an SHPS is a plant belonging to, and under the direct administrative control of, a national, regional or provincial electrical service company or utility, which is responsible for electricity generation and/or distribution activities, within the area to be served by an SHPS.

This model includes the various cases of electric companies for public service, independently of their ownership, as long as they are companies of some size at the national or provincial level.

The use of SHPS within this model generally has the following features:

- The SHPS is owned by the Electric Company.
- The projects are carried out as a part of the investment program of the company (independently of the origin of the initiative).
- Administration, operation and maintenance are the exclusive responsibility of the company.

- The plant operators are employees of the company, hired in a more or less centralized way.
- Electricity tariffs are collected by sections belonging to the company and the amounts collected become form part of the company's funds.
- The payment of expenses (salaries, maintenance, administration, etc.) is centralized.

MODEL 2. Self - supplying Producer

In this model we include all the cases where an SHPS belongs to, or is under direct control of, a company or institution whose main economic activities are not the generation of electricity for public service; therefore the self-supplying producer uses one or more SHPS as an electricity source for the development of its main productive or service activities, but also provides surplus electricity for public service.

Under this heading we include all the companies that satisfy the conditions stated above, independently of their legal structure (state company, private, municipal, cooperative, joint (public and private) capital-stock, etc.), as long as the generating capacity is approximately compatible with the SHPS definition adopted in each country.

Parameters to include an SHPS in this model are:

- The company is engaged in any type of principal productive or service activity, except electricity service.
- The company owns or controls one or more SHPS for generating the electricity required by the activities of the company.
- It provides surplus electricity for public supply of nearby villages.
- The company may have any ownership system.
- The generating capacity is compatible with the definition adopted for SHPS.

In a strict sense, we may consider under this model all the self-supplying producers, including those that do not provide surplus electricity for public service; however, considering the objectives of this document regarding institutional schemes for attending electricity

needs of isolated villages away from the electrical system, we do not consider relevant the cases where the electricity is generated only for their own productive ends.

Besides the conditions indicated before for including an SHPS in this model, its use has the following characteristics:

- The SHPS is owned by the self-supplying company.
- The self-supplying producer company has some form of authorization from government agencies to generate electricity, frequently as a concessionaire.
- The SHPS project is developed mainly on the basis of the company's production requirements, and the public supply is considered at a secondary level.
- Administration, operation, and maintenance are the exclusive responsibility of the company.
- SHPS operation expenses are assumed by the company.
- The self-supplying producer company sells surplus electricity to the electric company in charge of public service or directly to local authorities. In some cases, when the population to be served is closely linked with the self-supplying producer company, the supplies may not be on a commercial basis, but have a fully economic nature, depending on community agreements with local or trade union authorities.
- There is a wide variety of rate systems and ways of using the monies collected.

MODEL 3. Community Utility

Under this heading we include all the various types of electrical public service for rural villages, which in our case involve the use of SHPS owned by, or under the control of, local authorities, village councils, peasant communities, cooperatives, neighborhood associations, etc., under the common denominator of relative administrative autonomy from national or regional governments, with the status of a local concessionaire.

There are numerous legal forms of ownership in this model, but all of them have in common their objectives of public service with a high level of direct participation of the population served by the plant.

In synthesis, the application of this model for SHPS development has the following main features:

- The SHPS is owned by, or is under the control of, a company or entity at the community, municipal, cooperative, neighborhood association, etc., level.
- The SHPS has a public service objective, for purposes of lighting, productive activities and services.
- The development of the project has an important component of community initiative, which frequently is expressed during the construction works.
- Administration, operation and maintenance is under the control of the community utility company, with various degrees of support from centralized electric companies and the government at national and regional levels.
- There is wide variety in rate systems; however, in general they have to apply the existing laws regarding tariffs.
- The monies collected as tariffs are the bulk of the income of the community utility.
- Expenses for operation and maintenance are covered by the community utility.

Later on we will present in more detail some organizational features and alternatives that should be taken into account to improve the application of this model.

In the following part of this chapter (5.2) we will discuss problems and prospects for the application of the institutional models, within a matrix referring to the various phases of project development and plant operation. For this purpose we consider the following main phases:

- PHASE 1. Planning, studies, and financing
- PHASE 2. Construction, equipment, and start-up
- PHASE 3. Management, operation, and maintenance

We believe that these simplified phases are sufficiently self-explanatory to require no definition.

The matrix scheme to be adopted for study purposes is described in the following chart:

DEVELOPMENT PHASE / INSTITUTIONAL MODEL	1. PLANNING STUDIES AND FINANCING	2. CONSTRUCTION EQUIPMENT AND START-UP	3. MANAGEMENT OPERATION AND MAINTENANCE
1. CENTRALIZED ELECTRIC COMPANY			
2. SELF-SUPPLYING PRODUCER COMPANY			
3. COMMUNITY UTILITY			

3. THE PRINCIPAL PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE INSTITUTIONAL CONTEXT

Although an effort has been made to present typical problems drawn from the experience of various countries from this region which, to a certain degree, will be shared by all, it must be noted that in many cases there will be differing experience, as well as different results, as a consequence of the particular characteristics of each country. The criterion adopted has been that of presenting problems derived from the institutional context for the development and operation of SHPS that, in the author's best judgment, would reflect the region's predominant trends, and in some cases, highlight important problems that may take different forms in different countries.

Therefore, the problems identified are described in a simplified, schematic form, to serve as a guide or

checklist, in which the reader may select and analyze those points that he considers most relevant to the specific case of his country.

On the other hand, given the nature of the document, which is restricted to the institutional context, the origins and causes of the problems identified are not analyzed in depth, but relatively schematically, which makes their application to concrete situations — in an attempt to better understand the problems' origin and thereby arrive at suitable solutions — somewhat questionable.

In view of the above, not all the problems associated with the institutional context of SHPS are original or exclusive to this energy source, but rather derive from the history, level and type of social and economic development, as well as the legal and political system of each country in conjunction with their intimate relationship with the predominant cultural and traditional factors, and newly-arising trends.

As stated above, the development of this point is based on the matrix of the models and phases proposed in 5.1, as follows:

MODEL 1

PUBLIC-SUPPLY ELECTRIC COMPANY

<p>PHASE 1 PLANNING, STUDIES, AND FINANCING</p>	<p>PHASE 2 CONSTRUCTION, EQUIPMENT, AND START-UP</p>	<p>PHASE 3 MANAGEMENT, OPERATION AND MAINTENANCE</p>
<ul style="list-style-type: none"> — Insufficient participation of the local populace in the studies phase, which constitutes a negative factor from the standpoint of motivation and training, as well as neglecting the positive collection of information regarding flood cycles, practical geomorphology, and realistic data on population and demand. — Deficient concepts regarding rural electrification based on expectations of spontaneous generation of energy-consuming productive activities; as a consequence, projects have little hope of recovering their investment, on the basis of lighting for low-income areas. — Frequently, there is a bureaucratic notion of the development of studies according to rigid stages and formats designed for other applications (e.g. large-scale power plants), but there is the compensation of qualified teams of personnel to support projects' development. — In the cases in which a given section of the company in question is not strengthened and unified for all phases of the development of SHPS projects, the mistaken approach of parceling out the different phases of the project to the various specialized units of the company, is adopted, thereby weakening the decision-making process, diluting responsibilities, and preventing the consolidation of SHPS experience. — Commercial participation not considered in the economic-financial analysis of the project, which results in a cost increase. — Programs of execution limited to a small number of projects, due to restrictions in the funding available for investment, which could be expanded with adequate consideration of possible community contributions, organization of social mobilization, and massive participation of professionals and students in the development of projects. — Complexity and delay in the decision-making process from the basic planning and project-identification levels to the phase of approval of studies and financing. 	<ul style="list-style-type: none"> — Conventional construction concepts, insufficient consideration of non-conventional technological alternatives, for reasons of tradition or standards derived from the experience of the company with large-scale power plants. — Underestimation or deficient organization of community participation in the execution of the works. — Insufficient use of materials and services available in the locality. — Deficient handling and solution of the potential conflicts associated with the utilization of plots of land (easements for canals, structures, piping, and lines) and water (considering alternative uses for irrigation and potable water); the tendency toward a relative stand-off between the company and the community. — Deficient research into the availability of input for the works and their location, due to insufficient coordination with the community. — In general, the electric company has experience with handling the logistics and transportation of equipment and materials as far as the town, but there are frequently problems with the hauling to the sites where they will be used; insufficient consideration for possible contributions from the community of manpower and draft animals. — Socio - cultural adjustment problems which impede the coordination between the construction supervisors and the local populace. — Limited impact of the work on the training of local workers. 	<ul style="list-style-type: none"> — Excessive bureaucratization in the centralized management of small plants, each plant being an excessively small unit in the context of a large business; long hierarchical chains of command for decision-making. — Insufficient participation of the local community and its organizations in the management of the company. — Operating and maintenance costs, resulting from centralized management, that are too high in relation to the energy produced. — Operators who are not native to the community may constitute a significant element in the social adjustment cost and problems. — Rate systems unsuited to rural development, costly systems for measuring consumption. The costs of centralized billing may be out of proportion to the amounts to be collected.



MODEL 2
SELF-SUPPLYING PRODUCER

PHASE 1 PLANNING, STUDIES, AND FINANCING	PHASE 2 CONSTRUCTION, EQUIPMENT, AND START - UP	PHASE 3 MANAGEMENT, OPERATION, AND MAINTENANCE
<ul style="list-style-type: none"> — The project is defined principally on the basis of the production or service requirements of the self-supplier and the public service aspects are considered as a complement. — Little consideration of the requirements of the community in the development of the studies. 	<ul style="list-style-type: none"> — Limited community participation in the execution of the work. — Possible conflicts related to access to and use of land during the execution of the work, as well as with respect to the supply of inputs available in the vicinity. 	<ul style="list-style-type: none"> — Plant management depends on the self-supplying company and its objectives are not necessarily oriented towards satisfying the needs of the community. — Difficulties in the establishment of rates and procedures for the sale of electricity. — Possible conflicts originating with the alternative uses of water and land easements. — Complexity of the official administrative paperwork in order to be able to sell surplus energy for public consumption. — Dependence of the community upon a company (often private) with regard to energy supply.

MODEL 3
COMMUNITY UTILITY

PHASE 1 PLANNING, STUDIES, AND FINANCING	PHASE 2 CONSTRUCTION, EQUIPMENT, AND START - UP	PHASE 3 MANAGEMENT, OPERATION, AND MAINTENANCE
<ul style="list-style-type: none"> — The community requires significant outside technical assistance in order to perform the studies, which generally comes from regional or national electric companies. — Possible contradictions between the electric company study programs and the community's needs over time. — Limited technical capacity of the members of the community, which restricts their input and comprehension of the study phase. — Deficient organizational and financial schemas for supporting community development activities. 	<ul style="list-style-type: none"> — A significant amount of technical supervision and skilled workers is required for the execution of the work and installations. The contribution of the work of the community is often limited to the supply of unskilled labor for digging, hauling, and construction, which depends upon their degree of socio-economic development. — The high cost of the technical assistance must be absorbed by the company or public institution that supports the project. — Depending upon the existing collective work traditions, there may be difficulties with organizing and incorporating the inhabitants into the contribution of communal labor. — Difficulties with identifying and proposing incentives derived from the project that will motivate the contribution of joint and individual work. — Dependence upon the management capacity and initiative of the authorities or leaders charged with organizing the communal work. — Difficulties in coordination with the technicians who supervise the work for socio-cultural reasons and communication problems. — Conflicts of responsibility between contractors (e.g. foremen) and natives who contribute their work, in terms of available time, promptness and quality of the execution of the work. — Possible loss of the enthusiasm required to maintain the community contribution, in the face of any difficulty that may arise during the execution of the project. — Possible conflicts between the work required by the project and the seasonal and periodic activities of agricultural work (planting, harvesting, irrigation, etc.). In this case, the requirements of the vital productive activities must always prevail. — Deficiencies in the process of institutional development aimed towards forming the community electric company. — Deficient regard for the community's contribution to the execution of the work. — Internal negotiation problems in the community in order to reconcile the conflicting requirements of the project with regard to the use of land for the works, principally when individual landowners are affected. — Potentially conflictive situations with neighboring communities with regard to the priority of the project and the prospects for energy supply. — Deficient criteria of the technicians in charge of directing the project, who underestimate the communal contribution in such a way as to tend to waste manpower and materials by applying excessively primitive methods of hauling and construction. — The opposite of the above may lead to making the work excessively expensive by over-mechanization when more labor-intensive options might have been chosen. — Insufficient complementation and correction of designs during the execution of the work. 	<ul style="list-style-type: none"> — Limited experience in the community regarding business and utility management. — Deficient economies of scale. — Gaps in or lack of legislation for the establishment of community electric companies; bureaucratic difficulties. — Insufficient training of locally-born operators. — Possible presence of negative traditions of "headmen" and internal domination. — Deficient plant maintenance. — Lack of adequate criteria for setting rates and measuring consumption or consumption capacities. — Deficiencies in billing and in the generation and use of reserves for replacement and maintenance. On occasion, the funds may be wrongly spent for other purposes, due to the lack of administrative supervision. — Conflicts with other communities with regard to the use of the water and expectations regarding the extension of the service. This type of problems are easily reconcilable from within the community. — Lack of experience in administration and organization on the part of leaders. — Insufficient attention to, or knowledge of, the possibilities of developing productive activities that require electrical energy as a basis for the future support of the plant and its use as an instrument for development.

4. PROSPECTS FOR APPLICATION

This point comprises the prospects for application of the three organizational models under diverse idealized cases, which in the judgment of the author may serve as a referential guide for studying the possibilities of applying one model or another. However, they must not be regarded as rigid rules, but rather lead to the study of the actual conditions peculiar to each country; this will make it possible to confirm or modify the guidelines proposed.

On the other hand, in the definition of the institutional format of each model for SHPS development, flexible criteria must be adopted, so as to make it possible to optimize the development of projects and ensure the operational continuity of the plant, which implies that it may prove necessary to combine the characteristics of several models. For example, it is advisable to strengthen the participation of the local populace in the application of the Centralized Model (N° 1) and to consider a close relationship and technical assistance with the centralized public service electric company in the Community Model (N° 3).

The following listings summarize some of the conditions under which it is worthwhile to consider the application of one organizational model or another. It should be pointed out that none of the conditions is labeled as necessary or sufficient, nor are they weighted in any way, although it would be wise to establish more precise guidelines in order to apply criteria of this type to real-life situations.

5. DESCRIPTION OF AN IDEALIZED MODEL OF A COMMUNITY UTILITY

Although it would be possible to define alternatives for perfecting the different institutional models presented, we should like to limit our discussion to the community utility, both because of the promising outlook for its application and because the Latin American experience in this area is more limited.

The cases of application of the community utility model in any of its varieties, which have retained their

absolute autonomy, have generally undergone an extreme intensification of the problems identified in point 2. 1, which is why the idealized model presented aims to adapt the characteristics of the model to a weighted combination of autonomous management and technical assistance, financing, and auditing from a centralized electric company or any public institution with jurisdiction, in order to minimize the most characteristic problems of the community utility, and reinforce its prospects for application.

The application of this idealized model to concrete conditions should be filtered through the specific qualities of the country with regard to institutional and development policies, energy policies, organizational and technical capacities, and the culture and traditions prevailing in the rural area.

The idealized model may actually be adapted to the various socio-economic and political systems of the region's countries, providing there is the decision to promote decentralized management of SHPS combined with heavy centralized technical and financial support.

We present below a summarized description of the principal characteristics of the idealized model of a community utility as proposed:

a) Constitution and legal structure

- The company may adopt various legal forms, depending upon the alternatives that prove most viable in each country, i.e. it may be a municipal or cantonal agency, or form a private company or a joint (private and public) company, or even take the form of a cooperative.
- The investments in the company are defined through the appraisal of the contributions of the various institutions and organizations in labor, materials, equipment or funds for the project. Managerial control is distributed in proportion to the contributions (in a private or joint company) or in the proportions established by law.
- The community company will have its own legal



**CONDITIONS FOR THE APPLICATION
OF ONE OR ANOTHER MODEL**

MODEL 1 CENTRALIZED ELECTRIC POWER COMPANY	MODEL 2 SELF - SUPPLYING PRODUCER	MODEL 3 COMMUNITY UTILITY
<ul style="list-style-type: none"> — Adequate for larger SHPS (as a reference, for capacities above 500 kW) — Servicing medium-size villages. — When there are groups of villages that may be integrated in a small electrical system. — When there are possibilities of interconnecting the SHPS to the grid. — In zones that are important from the socio-economic point of view and when there are good prospects for investment recovery. — For projects that may have complex technical problems during construction or operation. — Marginal use of irrigation dams for the establishment of SHPS or in various multi-sector projects, where all the beneficiaries are not necessarily the same as the ones benefitting from the SHPS service. — When the SHPS will not become a management problem for the centralized company. — When there are legal or institutional restrictions that make it impossible to apply other models. — When the various phases of project development and plant operation can be executed more efficiently by a centralized company. — When the establishment of community utilities is not too viable, especially when prevailing conditions do not guarantee adequate management and operation. — When facilities for training administrators and operators of local origin are not available. 	<ul style="list-style-type: none"> — Existence of energy demand for products or services, required by the producing company, that may justify the installation of an SHPS. — If there are not adequate prospects for receiving electricity supplies from public services. — For levels of installed capacities compatible with the limitations established by law. — From the point of view of community service, the self-supplying projects are appropriate if they ensure sufficient surplus for an adequate public supply, and at compatible reasonable prices, in comparison with other alternatives and with the prevailing tariff systems. — When the self-supplying company has sufficient technical capacity to execute the project directly or contract its execution, and to actually operate the plant efficiently. — When there are not important conflicts or disagreements with local communities or government agencies, regarding the use of land and water. 	<ul style="list-style-type: none"> — Ideal for small capacities (mini and micro hydropower stations). — Small and localized demands. — Isolated villages. — Remote areas with access difficulties. — When conflicts for the use of land and water can be solved within the community, by means of making compatible various priorities. — If there are adequate prospects for establishing a community utility that can operate effectively. — Whenever it is possible to obtain support from centralized electric companies or other government agencies for study preparation, supervision and technical execution of works, training, of operators and administrators, assistance for maintenance and accounting supervision. — When it is possible to mobilize effectively community help for executing construction works. — When the internal unity of the community is very strong. — If there are conditions for intensive use of labor and materials of regional origin, as well as for the application of non-conventional technologies that may simplify the works. — If there is an adequate legal framework and support from the government, and when the government can contribute with investments in community projects. — When there are limited prospects for interconnection to the grid even though this alternative is possible with a community utility if there is an adequate legal basis. — When it is possible to attain lower costs and overheads than in the case of a centralized electric company. — When it is possible to develop small-scale productive activities requiring electricity, within the community.

identity, apart from those of the contributing entities.

- The contributions of labor and materials from the community shall be evaluated as part of the investments on behalf of the body that represents the populace for this purpose (the municipality, electrification board or committee, cooperative, neighbors' association, etc.). This entity will in turn establish the incentives, payments, or any form of recognition for the individual contributions.

As an alternative, a rebate of individual contributions in the form of electric service might be considered, although any such system adopted should have the goal of increasing the motivation of the community to participate in finding a way to recognize the varying degrees of contribution or effort made by the members of the community.

- Contributions from the public sector, whether through centralized electric companies or other bodies, shall form part of the non-recoverable investments, except in those cases in which, for reasons of availability of resources and the outlook for project profitability, the partial or total payment of the credits obtained is considered as part of the obligations of the community utility.

b) Organization and functions

- The company should have a Board of Directors, made up of the representatives of the entities that have contributed to the project. In general, it will include one representative of the Electric Company (who may be the director of the nearest zone), one representative from the municipality or local authority, as well as representatives of the local organizations that have participated. The control and proportions of votes will depend upon the current legislation. The Board of Directors will hold regular meetings (not necessarily frequent ones) and act as the maximum authority of the company.

- The company must retain the minimum staff needed for its operations in order to cover four basic requirements: administration, billing, plant operation, and preventive maintenance: the number of the persons will vary according to the size of the plant and the level of automation of the facilities. In small plants, under 50 - 100 kW, the only staff could be one or two operators who also handle the administrative activities and billing, in addition to their operational and preventive maintenance work. In larger plants, an Administrator - Cashier might be added.
- All the staff of the company should preferably be of local origin and their labor relationship must be established with the company rather than with the contributing companies.
- The principal functions of the community utility will be:
 - plant operation
 - preventive maintenance
 - supervision of consumption facilities
 - billing for service according to the established rate schedule
 - use of the funds generated for purposes exclusively related to electric development and payment of the financial obligations contracted by the company
 - maintaining reserves for replacement and maintenance
 - the minimum necessary of daily bookkeeping, at least a record of income and expenses
 - assumption of responsibilities related to the labor relationship with the personnel
 - assumption of responsibilities of an electric service concessionaire
 - accounting.

c) Technical and administrative assistance

- The community utility must sign an agreement with the centralized electric company that will back and establish the terms for the following support activities:

- Training of local operators
 - Training of administrators and cashiers/ collection agents
 - Conditions for the rendering of major maintenance service and repairs by the centralized electric company
 - Engineering service for any expansion, improvement, or modification of the facilities
 - Support and management of supply of spare parts, equipment, and materials.
- The representatives of the centralized electric company, or the government bodies that contribute to the investment, reserve the right to supervise the accounting and audit the economic-financial activities of the community utility and thereby safeguard their investments; they may have similar functions with regard to the supervision and monitoring of the operation and maintenance of equipment and installations.

HYDROENERGY PROGRAM TRAINING ACTIVITIES IN THE FIELD OF SMALL HYDRO POWER STATIONS

REGIONAL HYDROENERGY
PROGRAM OF OLADE

Energy is one of the fundamental elements for the economic, productive, and social development of rural areas, as its availability largely determines the levels of productivity, the possibilities of agroindustrial development, and the standard of living of the population. Consequently, the energy development of rural and isolated areas is a determining factor in impulsing their participation in the nation's economy, and in contributing to a solution for the heavy pressures towards migration to the cities.

The various non-conventional energy sources present promising prospects for application in rural energy development; however, the principal option for producing the electricity needed to promote the development of rural and isolated areas is that of small hydro power stations (SHPS).

SHPS have become one of the major alternatives for the energy development of the rural sector of Latin America, in view of the region's abundance of small-scale water resources, which are as yet insufficiently tapped.

It must be mentioned that independent initiatives have arisen, leading to the development of SHPS, and serving as experience upon which OLADE has structured a program of activities regarding institutional, technological, economic, social, industrial, and other aspects required for the massive implementation of SHPS.

With this spirit, OLADE has been carrying out activities since 1980, to support regional SHPS development

with the criterion of their massive application and to overcome the problems involved in their execution, through activities that comprise intercountry cooperation, technical assistance in the execution of projects, preparation of manuals and methodologies, promotion of technological development activities, transfer of technology and training.

One important aspect of the Hydroenergy Program activities is the training of human resources, especially in the SHPS field, with the aim of strengthening national SHPS development programs through the formation of qualified technical teams, taking advantage of the experience of several countries of the region and of the technical capacity available in the Permanent Secretariat of OLADE.

Training takes the form of regional courses and seminars, geared to training professionals in all facets of SHPS development, and particularly the planning and execution of investment projects, considering questions regarding assessment of resources and demand, inventories and specific projects, economic and financial analyses, design of civil works, related studies, and operation and maintenance, as well as those subjects related to equipment selection, design, and standardization.

The preparation of manuals and guides to be used as teaching materials for the development of these courses is an important component of the training activities, although their purpose and application go beyond the specific training objectives; they are

intended to be technical tools that may be used by member country institutions and technicians to facilitate and systematize SHPS development in their respective countries, as well as methodological instruments for OLADE's technical assistance activities.

ACTIVITIES UNDERTAKEN:

Within the context of the training activities of the Hydroenergy Program in the field of SHPS, the following activities have been implemented:

a. First Latin American Seminar on SHPS

OLADE organized the First Latin American Seminar on Small Hydro Power Stations with the co-sponsorship of the Colombian Institute of Electricity (ICEL). This seminar was held from November 3 to 8, 1980, in the city of Girardot, Colombia. Eleven Latin American experts participated in this event as lecturers, with the attendance of seventy-two professionals from fourteen countries; representatives of fifteen companies from this region also took part as observers.

Speakers and participants examined technical and general information documents regarding SHPS development in their countries; energy needs in rural areas and isolated settlements; characteristics of small-scale hydroenergy potential; achievements in and problems with the preparation of studies, financing, construction, operation, and maintenance of SHPS; research and technological development; actions related to technology transfer; and status of and prospects for equipment and materials manufacturing.

STRUCTURE:

The seminar consisted of plenary sessions, work commissions, and round tables.

OLADE'S basic documents and the countries' reports were presented and discussed in the plenary sessions, and the plan of action presented by the work commissions was reviewed and approved.

Three work commissions were formed to deal with

the topics of Technology and Equipment, SHPS Development and Implementation, and Human Resources and Training. Taking the OLADE basic documents and the recommendations of the plenary sessions as a reference, the commissions presented a document entitled "Proposal for National and Regional Actions for Massive SHPS Implementation in Latin America", which was submitted to the plenary session for consideration and approval.

Three round tables were formed to present and discuss the three above-mentioned areas and the technical documents prepared by the participants.

b. First Latin American Course on SHPS Design

OLADE organized the First Latin American Course on the Design of Small Hydro Power Stations, co-sponsored by the Ministry of Energy and Mining (MEM) of Peru and the Electric Light and Power Company of Peru (ELECTROPERU).

Lecturers included thirteen experts from countries of the region, as well as one representative of the Inter-American Development Bank (IDB) and one representative of the Bureau des Recherches Geologiques en Minerais of France, who were invited by OLADE; experts from the Hydroenergy Program also took part. Each speaker prepared a technical paper based on the terms of reference elaborated by OLADE.

Forty professionals were trained at this event, representing ten countries of the region: Bolivia, Brazil, Colombia, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Peru, the Dominican Republic, and Venezuela.

STRUCTURE:

The course consisted of theoretical and practical sessions, 8 hours a day. The theoretical part was presented during 10 days, and was attended by all the participants.

The theoretical topics served as introductions to the general problems of designing the components of an SHPS, as well as basic criteria for carrying out studies and evaluating resources and demand, criteria for

calculating electrical installations and selecting electromechanical equipment. Lectures were combined with technical field trips, less formal talks, and panel discussions.

The practical portion lasted three days. Five multidisciplinary groups were formed to develop, study, and analyze specific projects.

After drawing up the projects, each group submitted its studies for general analysis and consideration.

The agenda that developed was generalized to the regional outlook for SHPS development, on the basis of which criterion the following introductory lectures were presented:

- The Hydroenergy Program of OLADE, in the field of small hydro power stations.
- The program for implementing small hydro power stations in Peru.

The lecture topics focussed on the problems faced at different stages of project study in general:

- Definitions and integral approach to SHPS projects.
- Requirements for and scope of pre-investment and financing studies.
- Application of cartography and topography.
- Evaluation of the physical environment; elements of hydrology.
- Elements of geology, geothermics, geomorphology, and ecology.
- Evaluation of demand.
- Design of civil works and penstocks.
- Hydraulic turbines.
- Standardization and selection of turbines for SHPS.
- Speed regulators: types and selection criteria.
- Electric generators: types and selection criteria.
- Electrical systems and control boards.
- Socio-economic analysis for SHPS projects.
- Project financing.
- Costs of SHPS.
- Evaluation of small projects.
- Aspects of operation and maintenance to be considered in the design of SHPS.

— Lectures were presented on work underway in Peru:

- Presentation of an investment project
- Presentation of a research project
- General criteria for SHPS design and equipment selection.

— Panel discussions addressed the following topics:

- Demand evaluation criteria
- Influence of costs on SHPS design
- Prospects for research and technological development in the field of SHPS.

Technical field trips included visits to hydraulic turbines and electric generators, to a company that performs maintenance of hydraulic turbines, and to SHPS developed as investment projects and as experimental applications of non-conventional technologies. The course ended with the completion of the Workshop.

c. Manuals and guides

In the area of elaboration of manuals and guides, OLADE is preparing the Manual on Design, Standardization and Manufacture of SHPS Equipment, comprised of nine volumes dealing with Michell-Banki, Pelton, and axial-flow turbines; electric-electronic speed regulators with positive flow regulation, and with load and oleomechanical regulation; electric synchronous and asynchronous generators, and control and switchboards.

OLADE is also elaborating an SHPS design manual which presents the methodology for calculating civil works and provides general specifications for equipment selection.

ACTIVITIES TO BE CARRIED OUT

Continuing with the development of the training activities of OLADE'S Hydroenergy Program, the following actions will be pursued:

- Organization of the Second Latin American Course on SHPS.
- Organization of the Third Latin American Course on SHPS (equipment design).

calculating electrical installations and selecting electromechanical equipment. Lectures were combined with technical field trips, less formal talks, and panel discussions.

The practical portion lasted three days. Five multidisciplinary groups were formed to develop, study, and analyze specific projects.

After drawing up the projects, each group submitted its studies for general analysis and consideration.

The agenda that developed was generalized to the regional outlook for SHPS development, on the basis of which criterion the following introductory lectures were presented:

- The Hydroenergy Program of OLADE, in the field of small hydro power stations.
- The program for implementing small hydro power stations in Peru.

The lecture topics focussed on the problems faced at different stages of project study in general:

- Definitions and integral approach to SHPS projects.
- Requirements for and scope of pre-investment and financing studies.
- Application of cartography and topography.
- Evaluation of the physical environment; elements of hydrology.
- Elements of geology, geothermics, geomorphology, and ecology.
- Evaluation of demand.
- Design of civil works and penstocks.
- Hydraulic turbines.
- Standardization and selection of turbines for SHPS.
- Speed regulators: types and selection criteria.
- Electric generators: types and selection criteria.
- Electrical systems and control boards.
- Socio-economic analysis for SHPS projects.
- Project financing.
- Costs of SHPS.
- Evaluation of small projects.
- Aspects of operation and maintenance to be considered in the design of SHPS.

— Lectures were presented on work underway in Peru:

- Presentation of an investment project
- Presentation of a research project
- General criteria for SHPS design and equipment selection.

— Panel discussions addressed the following topics:

- Demand evaluation criteria
- Influence of costs on SHPS design
- Prospects for research and technological development in the field of SHPS.

Technical field trips included visits to hydraulic turbines and electric generators, to a company that performs maintenance of hydraulic turbines, and to SHPS developed as investment projects and as experimental applications of non-conventional technologies. The course ended with the completion of the Workshop.

c. Manuals and guides

In the area of elaboration of manuals and guides, OLADE is preparing the Manual on Design, Standardization and Manufacture of SHPS Equipment, comprised of nine volumes dealing with Michell-Banki, Pelton, and axial-flow turbines; electric-electronic speed regulators with positive flow regulation, and with load and oleomechanical regulation; electric synchronous and asynchronous generators, and control and switchboards.

OLADE is also elaborating an SHPS design manual which presents the methodology for calculating civil works and provides general specifications for equipment selection.

ACTIVITIES TO BE CARRIED OUT

Continuing with the development of the training activities of OLADE'S Hydroenergy Program, the following actions will be pursued:

- Organization of the Second Latin American Course on SHPS.
- Organization of the Third Latin American Course on SHPS (equipment design).

- Promotion of national courses on the design of civil works and the design and selection of electrical systems and equipment, in every country of the region.
- Organization of regional, subregional, and national training events, such as courses and seminars on equipment design, levels of SHPS automation, and alternatives for SHPS development.
- Preparation of manuals and guides for the implementation of specific studies and designs, in order to establish guidelines for the development of SHPS activities.

Second Latin American Course on SHPS Design

According to current requirements for promoting massive SHPS development, it becomes necessary to overcome the various limiting factors associated with the training of human resources and with the availability of manuals and methodologies that could facilitate the assimilation of technologies for studies to evaluate resources and demand, design SHPS and electrical systems, select equipment, and formulate investment projects.

The course will train professionals from the region's countries who are working in SHPS projects, on aspects of engineering, thus contributing to the formation of technical teams that will strengthen national SHPS development programs.

In order to reach the above objective, criteria have been established for the course, so that it will provide the following:

- Knowledge necessary for performing studies to evaluate resources and demand for SHPS projects.
- Criteria and methods for detailed SHPS design.
- Criteria for the design and selection of equipment for SHPS.
- Bases for project formulation.

The course will be aimed at engineers with professional experience who are currently working in the field of SHPS.

The Latin American Energy Organization (OLADE)

is organizing the Second Latin American Course on SHPS Design (advanced level) with co-financing from the Inter-American Development Bank (IDB) and co-sponsorship from the Colombian Institute of Electricity (ICEL). The course will be held during the present year, the date to be determined by consensus among OLADE, IDB, and ICEL.

During the event, the following subjects will be addressed:

INTRODUCTORY PRESENTATIONS

- The regional SHPS program of OLADE
- The national SHPS plan of ICEL
- IDB activities in the promotion and financing of SHPS projects in the countries of the region.

STUDY TOPICS

- Methodology for inventorying small hydrographic basins.
- Hydrology: application of hydrological evaluation methods.
- Evaluation of demand and economic/financial project analysis.
- Geotechniques and geology: application of geotechnical and geological evaluation methods to SHPS.
- Elements of topography and cartography.
- SHPS design.
- Selection and design of hydraulic turbines.
- Selection and design of speed regulators.
- Selection and design of electric generators.
- Design of electrical systems associated with SHPS.
- Formulation of projects and programs for international SHPS financing.

LECTURES

- International status of SHPS technology
- Autonomous hydrometric stations
- Hydraulic turbine speed regulators
- Analysis of SHPS demand (experience in Colombia)
- Levels of automation in SHPS
- Technological development project of the Del Valle University and ICEL
- Fundamentals of hydraulics applied to SHPS

WORKSHOP

The workshop will involve the elaboration of a specific project; the participants will form groups which will receive project information to study in terms of evaluation of resources and demand, design of civil works, selection of equipment specification of project parameters, and procurement of financing. Technical field trips will also be included.

CLASSES

Course activities will consist of four hours of theory in the mornings and four hours of workshop in the afternoons.

DURATION

The course will last for 19 days.

DOCUMENTS

The documents will be published and distributed by OLADE, but their preparation will be the responsibility of the lecturers and speakers in the course.



DESIGN, STANDARDIZATION AND MANUFACTURE OF PELTON TURBINES

REGIONAL HYDROENERGY
PROGRAM OF OLADE

Within the aspects referring to training, the Regional Hydroenergy Program of the Permanent Secretariat of OLADE has been working on the preparation of a **Manual on Design, Standardization and Manufacture of Equipment for Small Hydro Power Stations**, which comprises nine volumes. Volume I, corresponding to Michell-Banki turbines, was published in mid-1983; and Volume II, corresponding to Pelton turbines, is expected to come out in the course of this year.

Unlike other documents prepared by OLADE, the dissemination of which is broad and unrestricted because of the methodological or informative nature of their contents, the manuals which include equipment design technologies with sufficiently detailed information, permitting their use as the basis for developing industrial production, are primarily geared to the countries that confirm their interest in undertaking the manufacture of the type of equipment referred to in the manual, through an official request to OLADE for technical assistance, and noting the institution or firm designated to develop such equipment production and to serve as the depository for the technology developed by OLADE.

This article deals with the main features and scope of the manual's second volume, as well as the modalities of cooperation between OLADE and its member countries to promote the manufacture of these turbines using the technology developed by the organization.

1. DESCRIPTION OF VOLUME II

1.1 Index

Volume II has the following index:

Introduction

1. General Description and Design Parameters
2. Hydraulic Design and Calculations
 - 2.1. Speed Diagrams
 - 2.2. Nozzle Geometry
 - 2.3. Runner Geometry
3. Detailed Design and Mechanical Calculations
 - 3.1. Design and Calculation of the Nozzle
 - 3.2. Design and Calculation of the Runner
 - 3.3. Design and Calculation of the Shaft
 - 3.4. Design of the Bearings Support
 - 3.5. Design of the Regulating Mechanism
 - 3.6. Design of the Casing
4. Standardization and Selection
 - 4.1. Standardization
 - 4.2. Selection and Relocation
5. Manufacturing Recommendations
 - 5.1. Manufacturing the Nozzle
 - 5.2. Manufacturing the Runner
 - 5.3. Manufacturing the Main Shaft
 - 5.4. Manufacturing the Bearings Support
 - 5.5. Manufacturing the Regulating Mechanism
 - 5.6. Manufacturing the Casing

Appendix N° 1
Appendix N° 2
Appendix N° 3

1.2 Summary of the Introduction to Volume II

The Pelton turbine is a tangential-flow impulse turbine which can be used in either large or small hydro power stations, to tap large heads and small flows. It is provided with one or more nozzles or injectors whose function is to regulate and direct jets of water towards the buckets located on the edge of a disk, thereby transmitting power to the turbine shaft. The main advantage of this type of turbine lies in its good efficiency when operating with small partial loads.

The turbine design has been perfected gradually since 1800, the year in which it was patented by Lester A. Pelton in the United States. Currently, there are numerous factories worldwide which produce it and numerous institutions that have activities underway to develop and adapt the technology and manufacturing processes for this type of turbine, mainly for its use in small hydro projects.

Among the objectives, mention should be made of the following: to disseminate the major criteria that play a part in the design of Pelton turbines; to present a methodology to calculate and dimension the turbine; to provide a reference document for engineers and technicians interested in the development and adaptation of technology for this type of turbine; and to facilitate complete design information, including detailed drawings for a standardized series of Pelton turbines suitable for a wide range of applications in small hydro power stations. It should also be noted that the information relative to the standardized series contained in the second volume of the manual is sufficient to begin manufacturing Pelton turbines, requiring only complementary data on fits and tolerances.

Volume II of the manual is developed through five chapters and three appendices. It was prepared under the direction and orientation of

Dr. Ulises Ramirez, Executive Secretary of OLADE, and Luiz Claudio Magalhaes, Technical Director. Enrique Indacochea R. de S., Head of the Regional Hydroenergy Program of OLADE, supervised its elaboration by engineer Carlos Alberto Hernández Bazo, the expert hired by OLADE for this express purpose.

1.3 Summary of Contents and Scope

a. General specification of contents:

- 120 pages
- 17 figures
- 7 tables
- 21 detailed drawings
- 15 tables of dimensions for the detailed drawings

b. Description of each chapter:

Chapter 1: **General Description and Design Parameters**

This chapter illustrates the operational principles of the Pelton turbine, as a tangential-flow impulse turbine with one or more circular-section nozzles and a runner with buckets located on the edge of a disk.

The range of application of the Pelton turbines is defined by specific number of revolutions.

This chapter also presents formulas for calculating power capacity and speeds of rotation, as well as tables and figures for selecting the most convenient type of turbine, as a function of available head and flow.

Chapter II: **Hydraulic Design and Calculations**

The hydraulic design and calculations for a turbine are aimed at determining the dimensions of its main components; in the case of the Pelton turbine, these are the nozzle and the runner.

This chapter gives speed triangles for the points at



which the jet of water makes contact with the bucket and then leaves it.

On the basis of the Bernoulli equation, the speed at which the jet of water exits from the nozzle is determined; and as a result, all of the other speeds can be determined as a function of the square root of the head (\sqrt{H}). Formulas are also provided to determine the hydraulic efficiency of the turbine and its principal dimensions (nozzle and runner).

Chapter III: **Detailed Design and Mechanical Calculations**

This chapter is geared to defining the detailed dimensions of each one of the pieces that make up the Pelton turbine, considering the different production alternatives for each, suitable assembly systems, and aspects related to good lubrication and hermeticity to avoid water leaks to the outside.

By means of mechanical calculation, it can be determined if the material used to make each piece is resistant enough to withstand the stress to which it will be subject. With the help of these calculations, and making use of certain criteria set forth, the shape of the pieces that comprise the Pelton turbine can be determined. Each one of the following components is then pictured in a series of drawings included in Appendix N° 2 of the manual:

Nozzle: Formulas are given to calculate the minimum thickness that the walls of the straight section must have, and the stress to which the needle is subject at the moment of opening.

Runner: Criteria are presented for determining the dimensions on the basis of the Pelton diameter/water jet diameter ratio (D_p/d).

Shaft: Based on a typical diagram of stress and moment in the Pelton turbine shaft, and with the aid of formulas, the shaft diameter and critical speed can be determined.

Bearings support: The capacity of the dynamic base

is determined; and with the diameter of the shaft and the maximum number of revolutions, the bearings are selected from commercial catalogs. With the dimensions of the bearings, the bearings support can be designed.

Regulating mechanism: Some designs are given for regulating systems using the needle and the deflector.

Casing and base structure: A casing design is presented contemplating the possibility of designing Pelton turbines with a maximum of one or two nozzles.

Chapter IV: **Standardization and Selection**

This chapter proposes two criteria for establishing a series of standardized Pelton turbines, depending on the type of coupling used between the turbine and generator.

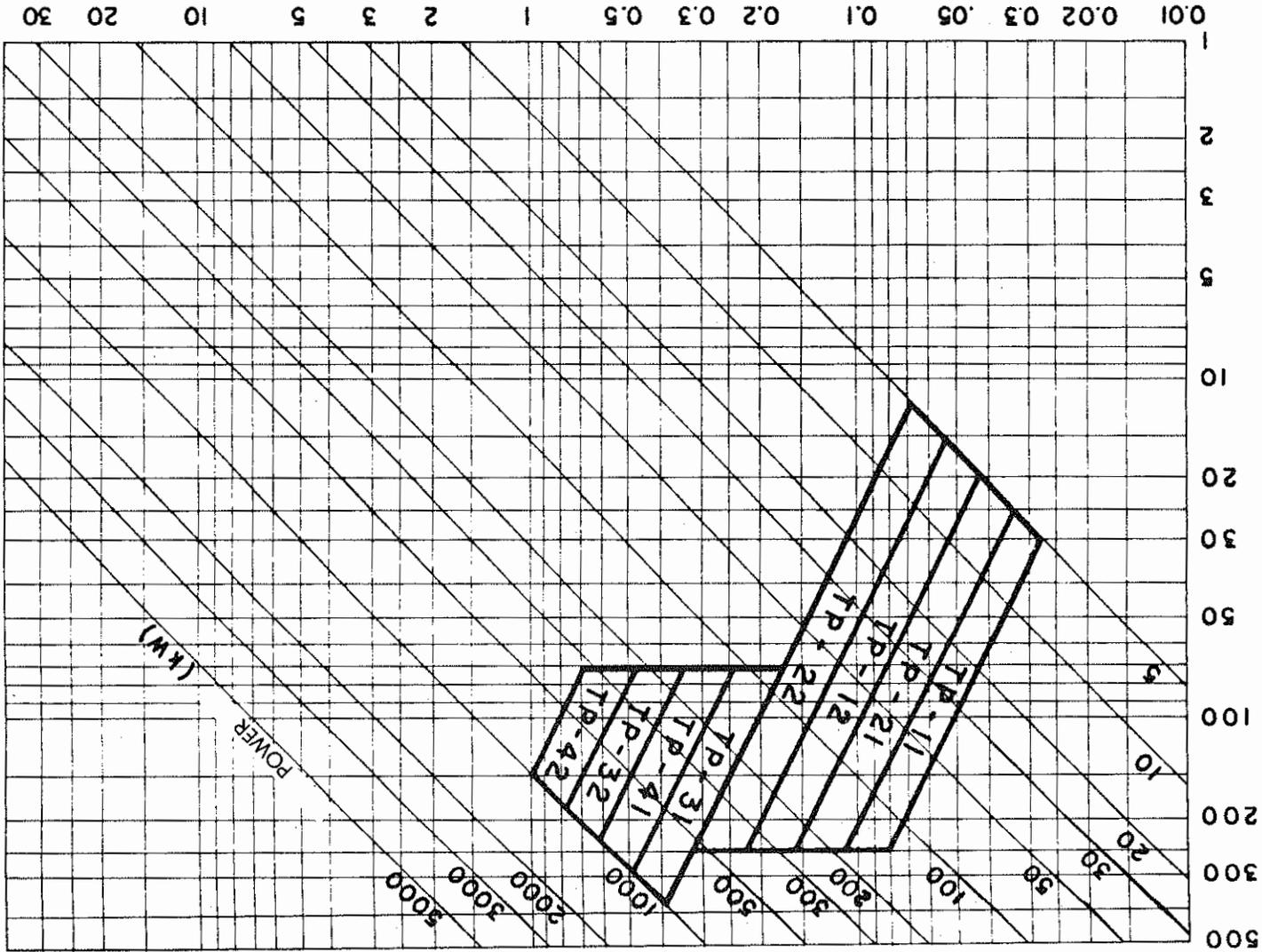
In the case of coupling through belts or gears, the standardization criterion based on the parameter Q/\sqrt{H} (Q = flow; H = head) is used to yield the maximum flows with which the turbine can work when it is installed with different heads, so that it will operate at constant efficiency. Considering a reduction in efficiency, within tolerable limits, areas of application can be defined for different sizes of Pelton turbines; these complement each other and can therefore embrace all the hydroenergy resources falling within a previously defined range of applications. As a result of this criterion, and within the specific range defined in the manual, a series of eight turbines (Figure 16) can be obtained; this actually includes only four basic sizes, each of which can be used with either one or two nozzles.

In the case of direct coupling between the turbine and the generator, in addition to the criterion based on the ratio Q/\sqrt{H} , the fact that the Pelton turbine offers good efficiency (in a range of $\pm 20\%$ of its optimum velocity) is taken into account. This makes it possible to define a range of heads for each turbine and thereby to guarantee that the

**EXAMPLE OF THE STANDARDIZATION
OF PELTON TURBINES CONSIDERING
TRANSMISSION BY BELTS OR GEARS**

Figure 16

FLOW
Q
(m³/s)



HEAD
H
(m)

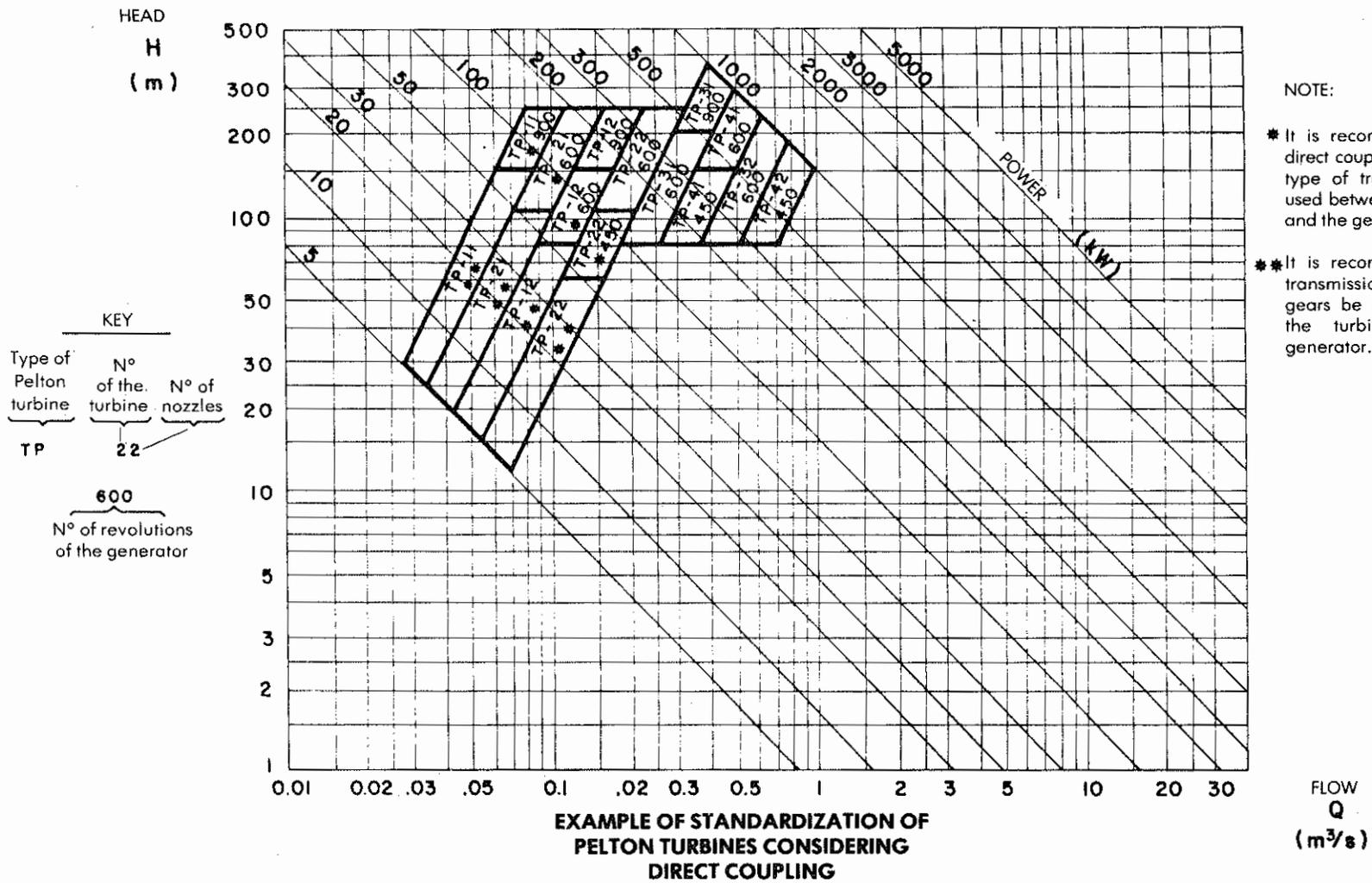


Figure 17

number of revolutions at which it will work is very close to the optimum number and in line with the synchronous speed of the generator. As a result of the application of this criterion, a series of 16 turbines can be obtained (Figure 17); this actually includes only four basic sizes in combination with the use of either one or two nozzles and different numbers of generator revolutions.

The detailed drawings for each piece of the turbine series, with the corresponding tables of dimensions, are included in Appendix N° 2 for a power capacity of up to 1000 kW, and in Appendix N° 3 for a power capacity of up to 5000 kW.

This chapter also proposes criteria for the selection of turbines from manufacturers' catalogs, as well as a method for defining possibilities for the relocation of existing turbines that would have to operate under conditions different to those for which it was originally specified, by applying criteria similar to those adopted for the standardization process.

Chapter V: **Manufacturing Recommendations**

This chapter proposes alternative metal-mechanics production processes for the fabrication of each one of the pieces that make up the Pelton turbine, most of which have to be cast.

Appendix N° 1: Practical example of the design and calculation of a Pelton turbine.

Appendix N° 2: Detailed drawings and tables of dimensions for standardized Pelton turbines.

Appendix N° 3: Tables of dimensions for standardized Pelton turbines for power outputs of up to 5000 kW.

For the sake of illustration, some drawings included in the manual are presented herewith and, in only one of the cases, the corresponding table of dimensions.

2. REGIONAL TECHNICAL COOPERATION FOR THE DEVELOPMENT OF PELTON TURBINE MANUFACTURING

This part proposes procedures to be followed in

obtaining technical assistance and documents from OLADE (Volume II of the manual), in defining the scope of such aid, and in identifying alternatives for financing.

2.1 Procedures

The initiative for requesting OLADE technical assistance in developing the manufacture of Pelton turbines can be taken by any institution or firm, but such a request must be officially submitted to OLADE by the Minister or Secretary of State responsible for energy affairs and for representing the country in OLADE.

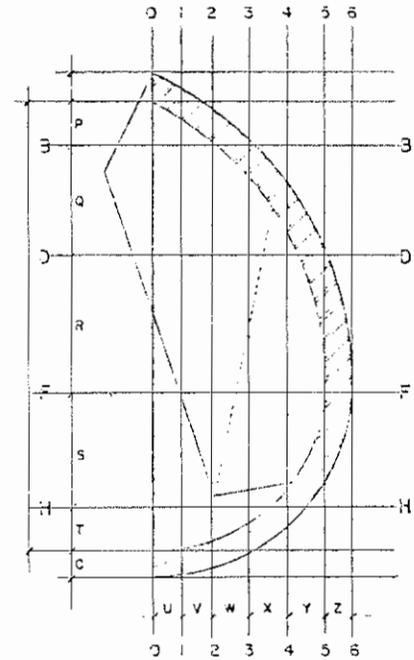
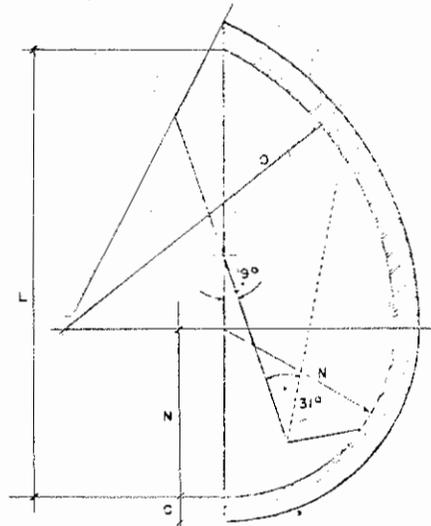
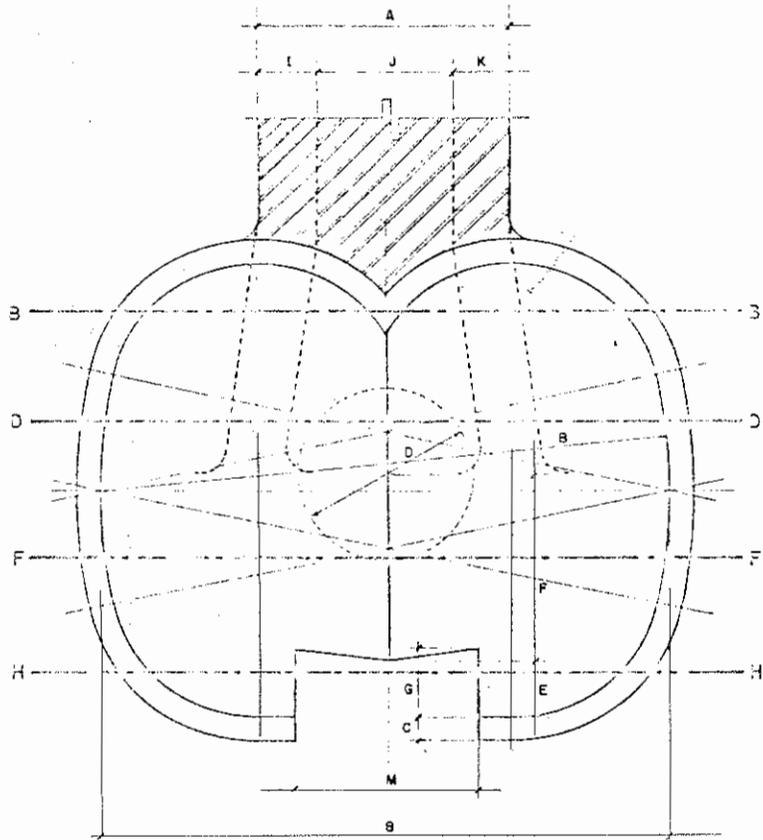
The request of the Minister or Secretary of State will be directed to the Executive Secretary of OLADE and will expressly state the following:

- a. The country's interest in developing the manufacture of Pelton turbines and the preliminary definition of the scope of the technical assistance requested (see point 2.2)
- b. The name of the institution or firm designated as beneficiary of the technical assistance from OLADE and as the depository for the technology developed by the Organization.

The request of the Minister or Secretary responsible for energy activities in the country should be accompanied by a letter of intention from the designated institution or firm, which letter should signal the following:

- a. The interest of the institution or firm in developing the production of Pelton turbines with OLADE technical assistance and technology.
- b. Its agreement, in the event that the manufacture of Pelton turbines is undertaken using OLADE technology, to provide the Organization with a copy of the manufacturing drawings elaborated as well as details on any improvements made, in benefit of the regional countries; likewise, its commitment that any turbine manufactured on the basis of the





**DESIGN MANUAL FOR
PELTON TURBINES**

PELTON TURBINE BUCKET ($D_0/d=7.5$)

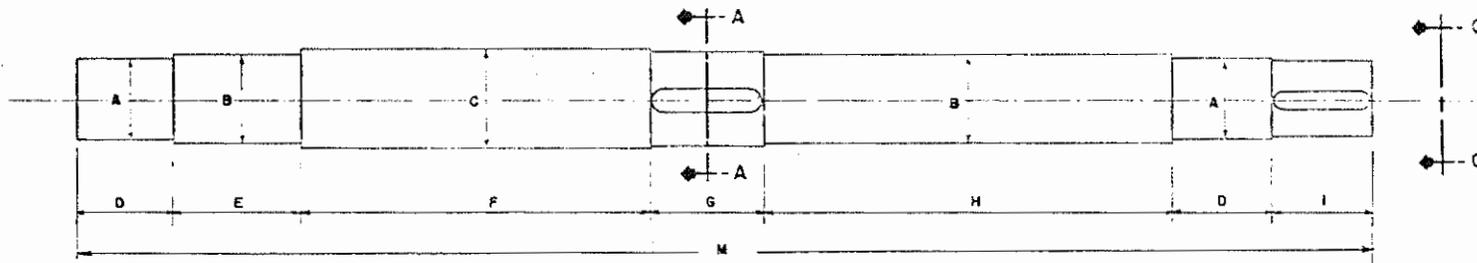
N° OF DRAWING: TP-03-05

DESIGNED BY: CARLOS HERNANDEZ B.

DRAWN BY: MARCELO BENAVIDES E.

SCALE: NONE

DATE: OCTOBER _____ /83



CORTE A - A



CORTE C - C



DESIGN MANUAL FOR
PELTON TURBINES

SHAFT

Nº OF DRAWING: TP-04-01

DESIGNED BY: CARLOS HERNANDEZ B.

DRAWN BY: MARCELO BENAVIDES E.

SCALE: NONE

DATE: OCTOBER _____ /83



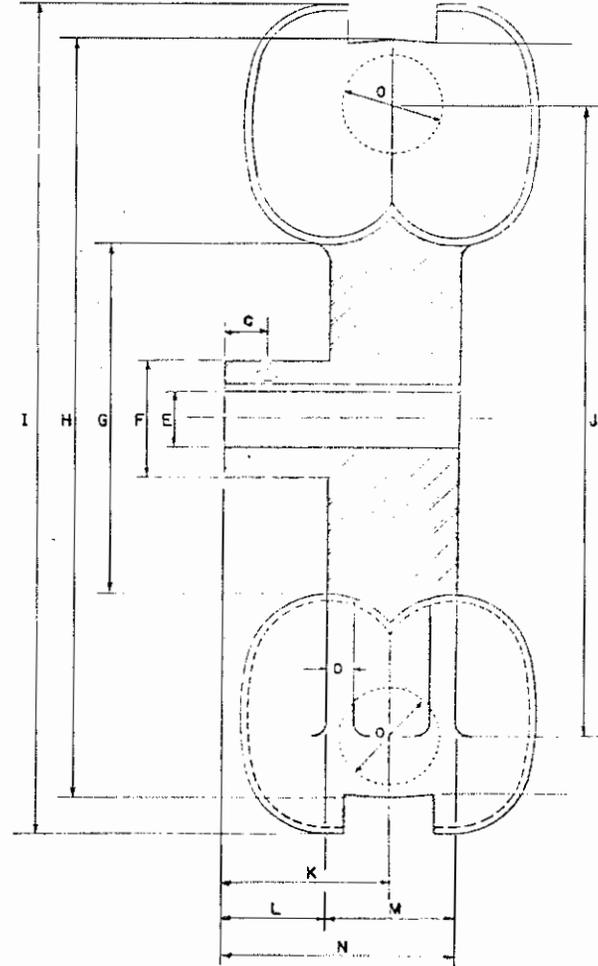
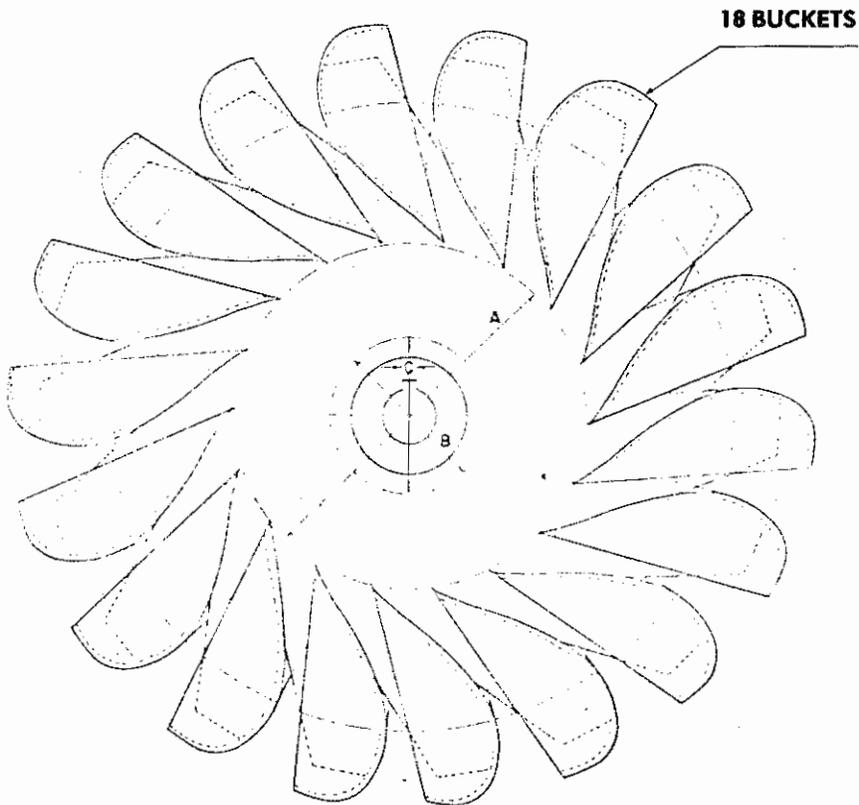
DESIGN MANUAL FOR PELTON TURBINES

TABLE OF DIMENSIONS

(mm)

DRAWING N° TP.04-01

SYMBOL	STANDARDIZED TURBINE					
	TP - 11 12	TP - 21 22	TP - 31 32	TP - 41 42	TP - 51 52	TP - 61 62
A	115	135	170	200	240	280
B	120	140	175	205	250	300
C	125	150	200	225	255	305
D	120	125	160	165	170	180
E	100	120	170	210	170	210
F	271	330	548	664	550	665
G	160	190	240	260	320	370
H	157	194	402	514	400	515
I	145	170	215	260	300	350
J	30	30	50	50	75	75
K	123	143	180	210	356	366
L	110	130	165	195	235	275
M	1073	1254	1895	2238	2080	2470



**DESIGN MANUAL FOR
PELTON TURBINES**

PELTON RUNNER CAST IN ONE PIECE

N° OF DRAWING: TP - 03 - 02	DESIGNED BY: CARLOS HERNANDEZ B.
	DRAWN BY: MARCELO BENAVIDES E.
SCALE: NONE	DATE: OCTOBER _____ /83

above-mentioned technology, will include an easily-seen phrase "Technology: OLADE" on the machine's plate.

After the request has been evaluated, a technical mission can be programmed from the Permanent Secretariat of OLADE to the beneficiary country, for the purpose of jointly preparing, with the national counterpart, the respective PLACE project, which among other aspects should contain proposals with respect to:

- Prospects for producing Pelton turbines within the country.
- Capabilities of the designated firm or institution.
- Number of copies of Volume II of the manual and full-size drawings to be sent.
- Scope of the required technical-assistance program.
- Tentative time-schedule for implementing production (at the level of prototypes or industrial models).
- Counterpart commitments.
- Funding of technical assistance.

The project formulation adopted on the occasion of the technical visit will later be sent by OLADE to the pertinent Ministry or Secretariat of State for approval.

Agreement with the execution and financing of the project must come from the Executive Secretary of OLADE as well, whether the project involves only the delivery of copies of the manual and direct technical assistance from the OLADE Secretariat staff or requires the hiring of experts to provide technical assistance or any other economic aid from PLACE funds.

Once the project has been definitely approved, OLADE and the designated firm or institution will sign a simple agreement, by means of which project implementation will be formalized, the Minister or Secretary of State responsible for the country's energy affairs being able to act as witness thereto.

Upon the culmination of the aforementioned procedures, the project will be launched and for that purpose OLADE will coordinate directly with the designated firm or institution.

2.2 Scope

The scope of the technical assistance project may vary according to the particular requirements of each country or institution, and according to the availability of technical assistance and resources from OLADE.

In the case of a country or institution with a large capacity for technological assimilation and financial resources of its own, the project can be reduced to a minimum: submission of copies of Volume II of the manual and technical assistance over a period of just a few days, in order to clarify the application of the manual and define the activities it will be necessary to undertake to implement production.

In the case of countries having greater technical needs, the aid could include some of the aspects listed below, in addition to the submission of a sufficient number of copies of Volume II of the manual:

- a. Technical assistance in some phases of implementation, such as:
 - assimilation of technology
 - definition of production processes
 - preparation of manufacturing drawings
 - definition of complementary equipment production requirements
 - modification of standardized series
- b. Design training for personnel.



- c. Advising in the establishment of criteria for market evaluation.
- d. Advising in the manufacturing and testing of prototypes.

In any of the cases that call for technical assistance from OLADE, a national technical counterpart should be available to assimilate the aid lent by OLADE, which should be as brief as possible.

2.3 Financing

Once the technical assistance project has been approved, the technological documentation (Volume II of the manual and copies of the drawings) to be handed over by OLADE to the designated firm or institution will be **totally gratis**, since it will be considered part of cooperation activities within the framework of the PLACE.

Any initial, short-term technical assistance granted by OLADE to facilitate assimilation of the technology will also be free of charge.

The rest of the activities necessary for the implementation of Pelton turbine manufacturing will usually be determined and funded by the country and the institution or firm in charge.

In given cases, depending on the criteria approved for the execution of the PLACE, it will be possible for OLADE to provide more financial assistance from PLACE resources, primarily to cover the technical assistance that might prove necessary. Also, in given cases, it would be possible to partially or totally fund prototype manufacturing.

Obviously, the scope of financing granted by OLADE in the framework of the PLACE could vary from one situation to another; in this regard, the following criteria will be taken into account, among others:

- Prospects for the development and importance of Pelton turbine manufacturing in the country.
- Relative level of development of the country.
- Economic difficulties of the country in financing technical assistance activities.
- Specific technical assistance requirements.
- Effectiveness shown in the establishment of a suitable national counterpart.
- Legal framework of the designated firm or institution.

While it falls to the Ministry or Secretariat of Energy of the interested country to designate the responsible firm or institution, the latter can be public, private, mixed, or any other kind; but any financial assistance from OLADE that entails disbursements to that firm or institution can only be made if the designated entity depends on the public sector.

3. EXTRA - REGIONAL COOPERATION

While the specific functions of OLADE are of a regional nature, limited to its member countries, it is possible for the Organization to grant assistance to institutions and firms from outside the regional framework, in a way similar to that established in points 2.1 and 2.2, insofar as procedures and scope, but with the following restrictions:

- a. Cooperation with official institutions from Third World countries.
 - This would receive a favorable response within the context of South-South cooperation.
 - The receiving institution would pay OLADE a mutually-agreed sum for the delivery of copies of Volume II of the manual in Spanish and/or English, as well as full-size copies of the drawings. The amount would work as a contribution to partially cover the costs incurred by OLADE in developing the technology, and it could be

funded directly by the beneficiary country or by an international organization that agrees to support the interested country. These conditions could be substantially modified in the framework of agreements that might be signed between OLADE and UNIDO for the development and dissemination of the manual.

- The time-schedule and scope of the technical assistance granted by OLADE would be established by mutual agreement, but limited to the sending of experts from OLADE. The beneficiary institution would pay OLADE agreed-upon technical assistance costs. Likewise, it would cover the cost of air fares and per diems for the OLADE experts for the duration of the technical assistance mission.
 - The transfer of technology and technical assistance would be agreed upon through a formal technical cooperation agreement.
- b. Cooperation with developed countries and directly with private firms:
- In general, this cooperation would take place under commercial conditions of transfer of technology, to be negotiated and mutually agreed upon in a contract.
 - In the case of research institutions in developed countries, it would be possible to undertake technical assistance and transfer of technology activities as part of a barter agreement in exchange for other technologies with an estimated equivalent value, developed by those institutions and of interest to OLADE.

MAJOR ASPECTS OF THE REGIONAL INVENTORY OF MANUFACTURERS OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR SMALL HYDRO POWER STATIONS

REGIONAL HYDROENERGY
PROGRAM OF OLADE

1. FOREWORD

The Regional Hydroenergy Program of OLADE — in the context of the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE) — is developing studies on the technological and industrial capacity existing in Latin America, since there has not as yet been any regional document containing information regarding companies that manufacture components for small hydropower stations (SHPS).

For this reason, OLADE programmed a survey of SHPS equipment and materials manufacturers in order to quantify the potential for producing equipment in Latin America and, subsequently to publish a regional directory with the information processed from the surveys received.

During the development of the survey, support was received from official and private institutions from each country in the region, which forwarded the survey to the different firms engaged in industrial production activities related to SHPS equipment and materials.

On the basis of this information, a regional directory is being structured. When this directory is distributed throughout the region, it will familiarize interested parties with the features and characteristics of the production of SHPS equipment and materials manufactured by Latin American industries. The directory will also be circulated extra-regionally, with an eye to publicizing worldwide the SHPS equipment supply potential of Latin America.

The directory will also facilitate the coordination of cooperation activities between OLADE and its member countries in terms of equipment supply; and it will make it possible to define local policies for national and regional equipment supply, and to promote activities related to the production of equipment in relatively less-developed countries.

2. SURVEY

The survey to identify SHPS equipment and materials manufacturers in the region was designed so as to obtain information in synthetic form, regarding the ranges and characteristics of existing production. In order to ensure the broadest coverage and dissemination, it was distributed in the official languages of OLADE, i.e., Spanish, Portuguese, English, and French.

The survey consists of instructions and 15 forms for data on the companies. The instructions outline recommendations regarding the correct way of filling out the survey. In the forms we have a first table with general data on the companies, including the identification of their current production; the remaining tables (2 to 15) detail the products manufactured, as well as the types and ranges of production.

For the sake of illustration, we present copies of the tables related to company identification, and to the production of turbines and speed regulators.

Those manufacturers who may wish to be listed in

the next edition of the directory should request survey forms from the following address:

Regional Hydroenergy Program
OLADE
P.O.Box 6413 C.C.I.
Quito, Ecuador

3. SURVEY RESULTS

Official agencies of the region's countries, electric light and power companies, and industrial, commercial, and export-promotion associations, collaborated in the process of disseminating the survey, which received an equally warm reception and response from the SHPS equipment and materials manufacturing industries. A total of 184 surveys had been received as of February 1984.

The following countries in our region filled out their surveys and sent them back to OLADE: Argentina, Bolivia, Brazil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Jamaica, Mexico, Panama, Peru, Trinidad and Tobago, Uruguay, and Venezuela.

As an illustration, Table N° 1 presents the distribution of companies by country and their production of SHPS equipment and materials.

4. DATA PROCESSING

In order to structure the Regional Directory and process the data from the surveys duly remitted to OLADE, it was necessary to prepare a computer program for the data base, in BASIC language, to be used in the APPLE II mini-computers that OLADE owns.

This program's treatment of data makes it possible to incorporate cross-referenced data, make corrections, add new data, and form a file of catalogs with the processed information. In the area of print-outs, the program makes it possible to respond to a series of conditions and inquiries at the regional, national, or specific level, for each type of production of the industrial firms.

5. STRUCTURE OF THE DIRECTORY

The directory has been elaborated on the basis of the reports on the industrial firms' production.

The following print-outs may be obtained, classified by products:

1. General identification of firms
2. Gates
3. Grids
4. Penstocks
5. Valves
6. Turbines
7. Speed regulators
8. Electric generators
9. Switchboards
10. Transformers
11. Electrical accessories
12. Electrical conductors
13. Insulators
14. Lightning rods
15. Other equipment and/or materials

The print-out for item N° 1 gives information on the firms regarding their address, telephone numbers, contacts to whom requests for technical and/or commercial information may be addressed, types of products manufactured, and other general data.

The reports on gates, grates, penstocks, valves, turbines, speed regulators, electric generators, switchboards, transformers, electrical accessories, electrical conductors, insulators, lightning rods, and other equipment and/or materials give information related to ranges of production (the smallest and largest units that the firms produce), type of production and technical specifications of the products.

The factors incorporated into the print-outs make it possible to select equipment and materials producers/suppliers at a regional, national, or individual level. For example, a print-out on turbines may be obtained for all of Latin America, for a given country, or for a specific firm. The print-out on turbines can also select the type or types of production, i.e., Pelton, Francis, Michell-Banki, or axial-flow models.

6. DISSEMINATION OF THE DIRECTORY

The first edition of the directory will mainly be sent to official agencies and electric power companies in the region's countries, as well as to the industrial firms that filled out the survey forms and sent them back to OLADE.

The directory may also be purchased at a modest price; it will be available by August of this year, at the following address:

Department of Information and Public Relations
OLADE -
P.O. Box 6413 C.C.I.
Quito, Ecuador





LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

REGIONAL DIRECTORY OF MANUFACTURERS OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR SMALL HYDROPOWER STATIONS

- SURVEY -

REGIONAL HYDROENERGY PROGRAM

5. TURBINE

T Y P E ⁽¹⁾	RANGE OF POWER CAPACITY (kW) ⁽²⁾	RANGE OF HEADS (m) ⁽³⁾	RANGE OF FLOWS (m ³ /s) ⁽⁴⁾	RANGE OF SPEEDS (r.p.m.) ⁽⁵⁾	RANGE OF EFFICIENCY (%) ⁽⁶⁾	R E M A R K S ⁽⁷⁾
<input type="checkbox"/> CROSS-FLOW						
<input type="checkbox"/> PELTON						
<input type="checkbox"/> FRANCIS						
<input type="checkbox"/> FIXED-BLADE PROPELLER						
<input type="checkbox"/> KAPLAN						
<input type="checkbox"/> OTHERS (specify)						

COMMENTS: _____

COUNTRY: _____ CITY: _____ FIRM: _____



LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

REGIONAL DIRECTORY OF MANUFACTURERS OF EQUIPMENT AND MATERIALS FOR SMALL HYDROPOWER STATIONS

- SURVEY -

REGIONAL HYDROENERGY PROGRAM

6. SPEED REGULATORS

T Y P E ⁽¹⁾	RANGE OF WORK CAPACITIES (Kg-m) ⁽²⁾	RANGE OF START-UP TIMES (s) ⁽³⁾	TURBINES WITH WHICH THEY CAN BE COUPLED ⁽⁴⁾	R E M A R K S ⁽⁵⁾
<input type="checkbox"/> OLEO-MECHANICAL				
<input type="checkbox"/> ELECTRIC-ELECTRONIC (with regulated flow)				
<input type="checkbox"/> ELECTRIC-ELECTRONIC (with energy dissipation)				
<input type="checkbox"/> OTHERS (specify)				

COMMENTS: _____

COUNTRY: _____ CITY: _____ FIRM: _____

TABLE N° 1

COUNTRY	GATES	GRIDS	PENSTOCKS	VALVES	TURBINES	SPEED REG.	ELEC. GENER.	SWITCH-BOARDS	TRANSFORMERS	SWITCHES	ELEC. COND.	INSULATORS	LIGHTNING RODS	OTHERS	TOTAL
1. ARGENTINA	2	2	1	2	2	1	1	1	1	-	2	-	1	3	19
2. BOLIVIA	4	3	1	1	2	-	-	1	1	1	2	-	-	1	17
3. BRAZIL	12	10	13	11	5	4	7	13	7	9	7	3	5	29	135
4. COLOMBIA	4	3	2	1	4	2	1	2	-	-	-	-	-	2	21
5. COSTA RICA	1	1	2	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	7
6. CHILE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
7. ECUADOR	1	3	4	-	1	-	-	3	2	1	1	1	-	4	21
8. EL SALVADOR	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	8
9. JAMAICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
10. MEXICO	4	3	3	3	1	-	3	12	8	9	4	4	5	13	72
11. PANAMA	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
12. PERU	2	2	6	4	2	2	2	6	3	1	1	1	-	6	38
13. TRIN. and TOBAGO	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	3
14. URUGUAY	1	-	-	1	-	-	-	3	1	-	3	2	1	2	14
15. VENEZUELA	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

TABLE N° 2

PRODUCT	TYPE OF PRODUCTION
1. Gates	Drawer-type, flat and circular
2. Grids	
3. Penstocks	Steel standardized, custom-rolled steel, asbestos - cement, PVC, polyethylene.
4. Valves	Gate, butterfly, spherical
5. Turbines	Mitchell-Banki, Pelton, Francis, Propeller, Kaplan
6. Speed regulators	Oleo-mechanical, electric-electronic: flow regulation and energy dispersion
7. Electric generators	Synchronous: single-phase and three-phase, asynchronous, single-phase and three-phase
8. Switch boards	1 - 50KW; 50 - 500 KW; 500 - 5000 KW
9. Transformers	Power, distribution, self-transformer, metering
10. Electrical switches	Switch, section switch, breaker
11. Electrical conductors	Insulated, uninsulated; copper and aluminium
12. Insulators	Guy wires, posts, suspension, pin, reel
13. Lightning rods	Auto-valvular, low tension
14. Other equipment and materials	

CORRESPONSALES TECNICOS DE LA REVISTA ENERGETICA
EN LOS PAISES MIEMBROS DE OLADE

TECHNICAL CORRESPONDENTS FOR THE REVISTA ENERGETICA
IN THE OLADE MEMBER COUNTRIES

Toda colaboración deberá ser dirigida a los coordinadores de OLADE
que a continuación se indican.

All inputs should be addressed to the OLADE
Coordinators, who are listed below. ___

LISTA DE COORDINADORES DE OLADE LIST OF OLADE COORDINATORS

Barbados

Mr. E. LeRoy Roach
Permanent Secretary
MINISTRY OF FINANCE AND PLANNING
Government Headquarters
Bay Street
Teléfono: 4298955
Telex: 2222 XTERNAL WB
St. Michael, Barbados

Bolivia

Ingeniero
Juan Gonzalo Carrasco
Director General de Hidrocarburos
MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS
Avenida Mariscal Santa Cruz 1322
Teléfono: 374050 - Ext. 22
Telex: 5366 MEM BX
Casilla: 4819
La Paz, Bolivia

Brasil

Consejero
Mauricio Magnavita
Asesor
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Esplanada dos Ministerios - Bloco J.
Teléfono: 223-7903/223-6009
Telex: 611797 MME BR
Brasilia, Brasil

Colombia

Doctora
Olga Escobar Molano
Jefe de la Oficina de Planeación
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Carrera 7ª N° 756
Teléfono: 681763
Telex: 45898 MINERCO
Casilla: 80319
Bogotá, Colombia

Costa Rica

Doctor
Jorge Blanco Roldán
Director Sectorial de Energía
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINAS
Edif. Vista Palace - Calle 25, Avenidas 8-10
Teléfono: 334533
Telex: 2363 ENERGIA CR
Casilla: 4752
San José, Costa Rica

Cuba

Licenciado
Pedro Morales Carballo
Director de Organismos Económicos Internacionales
COMITE ESTATAL DE COLABORACION ECONOMICA-CECE
Primera N° 201, Esq. B. Vedado
Teléfonos: 36661/34273/301232
Telex: 522341 CECE HAB
La Habana, Cuba

Chile

Ingeniero
Bruno Philippi Yrarrazaval
Secretario Ejecutivo
COMISION NACIONAL DE ENERGIA
Teatinos 120, piso 9
Teléfono: 81757/89262
Telex: 240948 CNE
Casilla: 14 - Correos 21
Santiago, Chile

Ecuador

Licenciado
Gustavo Rodas
Director de la Unidad Asesora de Asuntos Internacionales
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS
Santa Prisca N° 223
Teléfono: 570941
Telex: 2271 MINREC ED
Cable: MINRECURSOS
Quito, Ecuador

El Salvador

Ing. Francisco E. Grandino
Presidente
COMISION HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA - CEL
9° Calle Poniente N° 950 entre 15° y 17° Ave. Norte
Teléfono: 71-0855
Telex: 20069 CEL SAL
San Salvador, El Salvador

Grenada

Mr. Terrence Moore
Director of Planning
MINISTRY OF PLANNING, TRADE AND INDUSTRY
Teléfono: 2262/2991
Telex: 3450 PLANNING GA
Casilla: 270
St. George's, Grenada W.I.

Guatemala

Licenciado
Augusto Estrada Salazar
Director General de Minería e Hidrocarburos
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Diagonal 17, 29-78 Zona 11
Teléfono: 760679 al 82
Telex: 5516 PETGUA GU
Guatemala, Guatemala

Guyana

Mr. Anthony P. Crawford
Permanent Secretary
MINISTRY OF ENERGY AND MINES
41 Brickdam and Boyle Place
Teléfono: 02-65228
Telex: 2296 DEMWOOD GY
Casilla: 1074
Georgetown, Guyana

Haití

Señor
Michel Simon
Director General
SECRETARIA DE ESTADO DE MINAS Y ENERGIA
Teléfono: 62249
Telex: 2030246 INAREM
Puerto Príncipe, Haití

Honduras

Ingeniero
Fausto Cáceres Avila
Director General de Minas e Hidrocarburos
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES
Boulevard Centroamericana
Teléfono: 324827/324829/326193
Telex: 1110 TRT PUBLX HT
Tegucigalpa D.C., Honduras

Jamaica

Mr. Osmond St. Clare Ridsen
Permanent Secretary
MINISTRY OF MINING AND NATURAL RESOURCES
2 St. Lucia Avenue
Teléfono: 926-9170
Telex: 2374 FOREIGN JA
Casilla: 495
Kingston 5, Jamaica

México

Licenciado
Roberto Dávila Gómez Palacio
Director General de Transacciones Internacionales
SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA
PARAESTATAL
Ave. Francisco Márquez 160 Colonia Condesa 5° piso
Teléfonos: 553-9024/553-9014
Telex: 177-5690 DUIAME ME
México D.F.

Nicaragua

Ingeniero
Fernando Cuevas
Viceministro
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA
Teléfonos: 74103/72680/74105
Telex: 2344 INE
Apartado: 55
Managua, Nicaragua

Panamá

Ingeniero
Nitzia de Villarreal
Director General de Hidrocarburos
MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIA
Calle Arturo del Valle. Edificio de la Lotería
Teléfonos: 273331/640173/640750
Telex: 2256 COMERIN PA
Casilla: 9658
Panamá, Panamá

Paraguay

Señor
Julio C. Gutiérrez
Presidente de
PETROLEOS DE PARAGUAY (Petropar)
Oliva 299 - 4º piso. Esquina Chile
Telex 5153 PY
Teléfonos: 95117/95118/95119
Asunción, Paraguay

Perú

Señor
Donald Tarnawiecki
Secretario Técnico
Consejo Nacional de Energía
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Avenida Las Artes s/n, Urb. San Borja, Surquillo
Teléfonos: 410819/412825
Telex: 25731 PU MEM
Lima, Perú

República Dominicana

Ingeniero
José Ramón Acosta
Secretario Ejecutivo
COMISION NACIONAL DE POLITICA ENERGETICA

Edificio Compostela, Quinta Planta
Autopista Duarte Km. 6 (junto al Colegio Claret)
Teléfonos: 5655004/5655090
Telex: 4148 COENER DR
Casilla: 391-2
Santo Domingo, República Dominicana

Suriname

Mr. Harry S. Kensmil
Permanent Secretary
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENERGY
Dr. de Mirandastraat 19
Teléfono: 77487
Telex: 118 ALBUZA SN/323 NHESUR SN
Paramaribo, Suriname

Trinidad & Tobago

Mr. Trevor M. Boopsingh
Acting Permanent Secretary
MINISTRY OF ENERGY AND NATURAL RESOURCES
4th Floor, Salvatori Building
Independence Square
Teléfonos: (62) 38841 (62) 38846
Telex: 3321 TRINEX WG
Casilla: 96
Port of Spain, Trinidad and Tobago

Uruguay

Ingeniero
Enrique Levrero Puig
Director Nacional de Energía
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Rincón N° 723 - 3er. piso
Teléfono: 913945
Telex: 22072 MINIE
Montevideo, Uruguay

Venezuela

Licenciado
Alberto Valero
Director Oficina Asuntos Internacionales
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Torre Oeste, Parque Central, piso 17
Teléfonos: 5076310/5076311/5076307
Telex: 22594 MEM VC/21692 MEM VC
Caracas, Venezuela