

II CURSO LATINOAMERICANO DE DISEÑO DE
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS - PCH

MANUAL DE DISEÑO DE
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

VOLUMEN I
LINEAMIENTOS GENERALES

(VERSION-PRELIMINAR)

Bucaramanga, Colombia
Octubre de 1985



BID



DLADE
549
v.1

Acceso
0830

VOLUMEN I

LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

CONTENIDO

1. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LAS P.C.H.
2. COMPARACION CON SISTEMAS ALTERNATIVOS
 - 2.1 Extensión de Redes Existentes
 - 2.2 Grupos Térmicos
 - 2.3 Otras Fuentes Renovables de Energía
3. DESARROLLO DE P.C.H.
 - 3.1 Perspectivas de Aplicación
 - 3.2 Organización del Planeamiento y la Programación
 - 3.3 Evaluación Global de Recursos y Demanda
 - 3.4 Estudios de Pre-inversión
 - 3.5 Financiamiento
 - 3.6 Construcción y Puesta en Marcha
 - 3.7 Operación y Mantenimiento
4. DESARROLLO DE CAPACIDADES TECNOLOGICAS
 - 4.1 Evaluación de la Capacidad Tecnológica
 - 4.2 Equipos
 - 4.3 Desarrollo y Adaptación Tecnológica para Construcción
 - 4.4 Listado de Alternativas Tecnológicas
5. COMO ABORDAR PROYECTOS ESPECIFICOS
 - 5.1 Evaluación Específica de Demanda y Recursos
 - 5.2 Selección de Tecnología para el Proceso de Desarrollo y Diseño de Sistemas de P.C.H.
 - 5.3 Métodos de Construcción
 - 5.4 Selección de Equipos
6. COSTOS

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DE
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS**

1. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LAS P.C.H.

El máximo aprovechamiento de las ventajas propias de las P.C.H. y la superación de sus limitaciones, constituye en sí uno de los principales elementos de una política de desarrollo de esta fuente energética. A continuación señalamos algunos de los aspectos más saltantes.

VENTAJAS	LIMITACIONES
<ul style="list-style-type: none"> -Solución de problemas de costos crecientes y dificultades en el abastecimiento de combustibles, principalmente en zonas rurales y aisladas. -Elementos de impulso al desarrollo económico-social y cultural en el medio rural. -Tecnologías disponibles que sólo requieren adaptación a condiciones concretas y para reducir costos. -Reducido costo de operación. -Reducido costo y simplicidad en el mantenimiento. -Larga vida útil. -Impacto ambiental reducido o nulo; mejor control del sistema hidráulico. -Puede compatibilizarse con el uso de agua para otros fines (riego, agua potable, etc.) mejorando el esquema de inversiones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requieren elevadas inversiones unitarias por kW. instalado. -Estudios costosos en relación a la inversión total. -Aplicación condicionada a la disponibilidad de recursos hidroenergéticos, generalmente localizados en la proximidad de los puntos de demanda. -Es necesario resolver eventuales contradicciones en las prioridades del uso del agua, principalmente con respecto al riego. -La producción de energía puede ser afectada por condiciones meteorológicas y estacionales. -Su continuidad operativa depende de las características tecnológicas de las instalaciones, de una adecuada base económico-productiva para el aprovechamiento de la energía generada y de adecuados esquemas institucionales para la administración, operación y mantenimiento.

Las ventajas propias de las P.C.H. determinan enormes perspectivas de aplicación; sus desventajas se pueden agrupar en dos problemas fundamentales; los requerimientos de inversión por kW instalado y las perspectivas de continuidad operativa de las plantas instaladas. En la Fig. No. 1 se presentan en forma esquemática las causas que están en la base de los problemas mencionados y los lineamientos básicos de algunas soluciones posibles que deberán contemplarse en la definición de políticas de desarrollo.

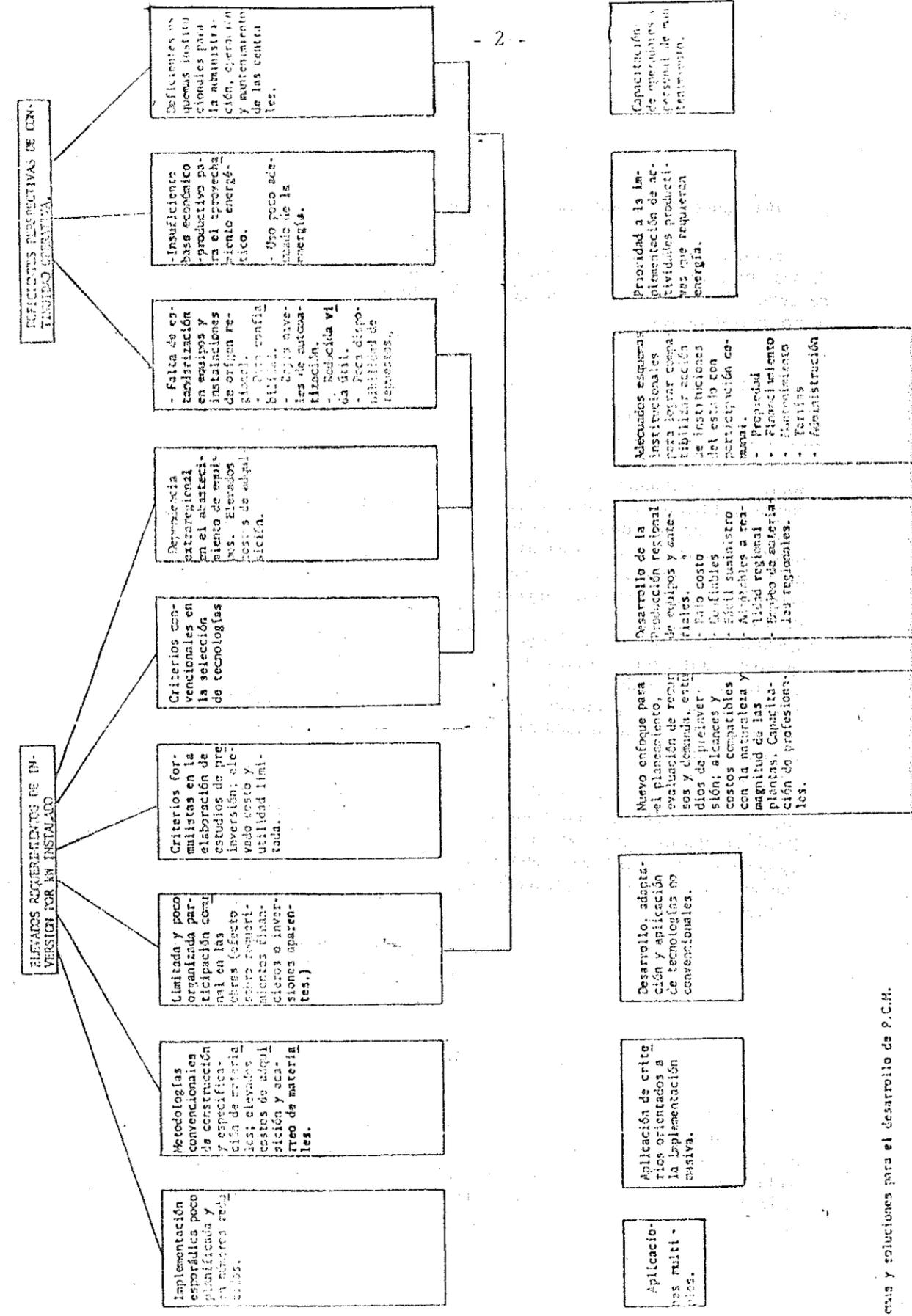


Fig. 1. Problemas y soluciones para el desarrollo de P.C.H.

2. COMPARACION CON SISTEMAS ALTERNATIVOS

En este capítulo no se pretende definir ventajas absolutas de uno u otro sistema energético, sino más bien establecer en forma cualitativa los principales elementos y criterios de comparación de las alternativas, sin llegar a proponer metodologías de análisis cuantitativo.

Frecuentemente en el análisis comparativo de las P.C.H. con respecto a otros sistemas alternativos, se asumen a priori determinadas desventajas reales o supuestas de las P.C.H. y los cálculos económicos de evaluación de alternativas, son frecuentemente distorsionados por índices excesivamente conservadores.

No se pretende demostrar que las P.C.H. sean "la mejor" solución; ya que sólo hay soluciones adecuadas para cada caso, que se determinan mediante el análisis comparativo de las diversas alternativas.

2.1 Extensión de Redes Existentes (E.R.E.)

La alternativa de instalar una P.C.H. o extender una línea de transmisión (E.R.E.) se analiza principalmente en términos de comparación económica, especialmente en cuanto a requerimientos de inversión. A continuación se señalan algunos de los elementos que deben considerarse en el análisis comparativo.

P.C.H.	E.R.E.
OBRAS CIVILES (toma, conducción, cámara de carga, tubería, casa de fuerza, Accesorios, etc.)	OBRAS CIVILES (Sub-estación, patio de llaves.)
EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO (Turbina, regulador, generador, tablero etc.)	TRANSFORMACION De alta a media tensión (transformadores, tablero, etc.)
TRANSFORMACION A media tensión; no siempre necesaria (Transformador)	LINEA DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION A media tensión desde Sub-estación hasta punto de consumo, reducción de tensión para distribución y consumo.
LINEA DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION. De la casa de máquinas al punto de consumo; distancia reducida. (Baja a media tensión, reducción de tensión para distribución y consumo).	

Las ventajas de una u otra alternativa están dadas por las características de la aplicación, o sea la mayor o menor importancia o magnitud de un parámetro dado determina las ventajas comparativas de una P.C.H. o la extensión de una red existente (E.R.E.)

PARAMETRO	VENTAJA COMPARATIVA	
	MAYOR IMPORTANCIA O MAGNITUD DEL PARAMETRO	MENOR IMPORTANCIA O MAGNITUD DEL PARAMETRO
-Distancia del punto de consumo a la red existente	P.C.H.	E.R.E.
-Distancia del punto de consumo a la localización del aprovechamiento hidráulico	E.R.E.	P.C.H.
-Cantidad de energía a suministrar	E.R.E.	P.C.H.
-Factor de Carga	P.C.H.	E.R.E.
-Requerimientos de confiabilidad en el suministro	E.R.E.	P.C.H.
-Terreno accidentado	P.C.H.	E.R.E.
-Disponibilidad de recursos hidroenergéticos en pequeña escala económicamente aprovechables	P.C.H.	E.R.E.
-Disponibilidad de energía	E.R.E.	P.C.H.
-Perspectivas de Participación comunal	P.C.H.	E.R.E.

COMPLEMENTACION DE P.C.H. Y E.R.E.

Es posible complementar las PCH y ERE en algunas situaciones como:

- Países con abundantes recursos hídricos en pequeña escala, densamente poblados y altamente electrificados.
- Aprovechamiento energético de presas para control hídrico y riego, en lugares próximos al sistema interconectado y con reducida demanda eléctrica localizada en proximidad de la presa.
- Países excesivamente dependientes de combustibles fósiles importados para generar electricidad y con abundante disponibilidad de recursos hídricos en pequeña escala.

- Desarrollo sucesivo en la electrificación de algunas localidades rurales, iniciado por la instalación de una P.C.H. y complementado posteriormente por una E.R.E. cuando el crecimiento de la demanda lo justifique.

2.2 Grupos Térmicos

Para generación eléctrica normalmente se emplean grupos Diesel y para unas Pequeñas potencias grupos con motor a gasolina (ciclo Otto).

Tradicionalmente constituyeron la principal alternativa a las M.C.H. y su uso muy difundido se debió a:

- Bajo precio de combustibles y lubricantes
- Bajo precio de adquisición
- Fácil instalación
- Operación sencilla

Al romperse el esquema energético basado en el bajo precio de los hidrocarburos, objetivamente dejan de ser en muchos casos una opción válida para abastecer energía al medio rural.

También las pequeñas plantas de vapor que operan con el ciclo Rankine pueden ser empleadas para generar electricidad, utilizando frecuentemente desechos de materiales combustibles o carbón cuando se dispone de él fácilmente.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS GRUPOS TERMICOS CON RESPECTO A P.C.H.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Menores inversiones	-Elevados gastos en combustibles y lubricantes con tendencia a incrementarse
-Fácil instalación	-Costoso mantenimiento y reparación
-Operación sencilla	-Requiere mayores calificaciones para el personal de mantenimiento y reparación
-Menores requerimientos de estudios para su instalación.	-Requiere repuestos importados de difícil obtención.
	-Pocas perspectivas de desarrollo de la producción local de motores.
	-Reducida vida útil (5-8 años)
	-Producen contaminación ambiental
	-Contribuyen a incrementar la demanda de petróleo.

En el análisis económico de las alternativas de empleo de Grupos Térmicos o P.C.H., es frecuente la presencia de factores distorcionantes introducidos por los precios del petróleo y sus derivados en los países donde están subvencionados. En estos casos, se debe corregir el análisis microeconómico con factores macro-económicos, derivados de los costos reales de los combustibles.

En la actualidad los principales casos donde resulta conveniente el empleo de pequeños grupos térmicos son:

- Como unidades de emergencia o reserva.
- En localidades aisladas donde no existen hídricos fácilmente aprovechables y donde no se justifique la extensión de líneas de transmisión.

2.3 Otras Fuentes Renovables de Energía

Las diversas fuentes renovables constituyen válidas alternativas energéticas para el desarrollo rural, sin embargo en la mayoría de los casos no constituyen sustitutos a las P.C.H., tanto en razón de las formas terminales del aprovechamiento energético (aprovechamiento de energía mecánica directa o fuentes de calor), o cuando resultan adecuadas para producir energía eléctrica, su aplicación generalmente se justifica económicamente sólo para potencias muy reducidas.

Las ventajas de las P.C.H. con respecto a las otras fuentes renovables pueden resumirse así:

- Fácil adaptación para producir energía eléctrica
- Menores costos unitarios de inversión por unidad de energía útil
- Tecnología madura y probada.

En lo que respecta a las características específicas de las principales fuentes alternas de energía se puede decir lo siguiente:

a) Energía solar directa

Su principal campo de aplicación en los países del tercer mundo está dado por requerimientos de calentamiento y secado.

En lo referente a su uso pasivo es particularmente importante su papel en el calentamiento de ambientes por medio de adecuados diseños arquitectónicos.

La producción de energía eléctrica aprovechando la energía solar directa puede realizarse, por medio de unidades térmicas que operan con el ciclo Rankine de vapor, que involucran muy elevados costos de inversión inicial, y eficiencias muy reducidas. También se emplean células fotovoltaicas para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, en nuestro medio estas aplicaciones sólo se justifican para producción de energía requerida en pequeñas cantidades y en aplicaciones muy especializadas, ya que no constituyen aún una fuente de energía barata.

b) Energía Eólica

Su mayor campo de aplicación está dado por el bombeo de agua del sub-suelo, sin embargo existen también numerosas aplicaciones, inclusive a nivel comercial de aerogeneradores para producir energía eléctrica.

En general constituyen una alternativa a las P.C.H. en los rangos de potencias inferiores a 10 KW.

c) Bioenergía

La producción de Biogas tiene grandes ventajas, no sólo como fuente energética, sino también en relación a su capacidad de producción de fertilizantes e impacto positivo sobre la salud y el medio ambiente.

Sus principales aplicaciones energéticas se orientan a aplicaciones térmicas para iluminación, cocina y afines. También pueden emplearse para operar motores de explosión adaptados al uso de biogas, sin embargo esta aplicación resulta competitiva con las P.C.H., también en el rango de las potencias menores de 10 KW.

También los procesos de pirolisis y alcohol pueden ser un interesante aprovechamiento de la bioenergía para operar pequeñas unidades térmicas.

d) Geotermia

Cuando se dispone de recursos, la Geotermia puede ser también empleada para generar electricidad aunque su aplicación más frecuente está en las centrales de mediana o grandes potencias es también posible utilizarla para generación en pequeñas unidades.

3. DESARROLLO DE P.C.H.

3.1 Perspectivas de Aplicación

Antes de realizar acciones específicas para promover el desarrollo de P.C.H. en un país dado, es necesario determinar al menos en forma cualitativa o con algunos elementos cuantitativos, la naturaleza y magnitud de los problemas que se pretenden resolver con la aplicación de P.C.H., identificar en forma preliminar la existencia de recursos hidráulicos en pequeña escala y contar con una apreciación global sobre las capacidades nacionales para impulsar su desarrollo.

PROBLEMA O NECESIDAD	ELEMENTOS DE ANALISIS
PROVEER ENERGIA PARA EL MEDIO RURAL	<p>Situación: órdenes de magnitud del problema</p> <p>Alternativas</p> <p>¿Para qué?</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mejorar condiciones de vida -Desarrollo de agro-industria -Desarrollo de pequeñas industrias (Fertilizantes, aserraderos, etc.) -Desarrollo de artesanías -Para riesgo y drenaje por bombeo -Desarrollo minero -Educación y cultura -Salud
SUSTITUCION DE HIDROCARBUROS	<p>Situación en cuanto al empleo de grupos térmicos para generación empleo de derivados del petróleo para cocina, iluminación o calefacción.</p> <p>Situación del país con respecto a la producción e importación de hidrocarburos; órdenes de magnitud, perspectivas y limitaciones de su sustitución.</p> <p>Transporte de hidrocarburos al medio rural.</p> <p>Implicancias del empleo de equipos térmicos (costo, vida útil, suministro de combustible, mantenimiento y reparación, etc.)</p> <p>Erosión</p> <p>Control hídrico</p> <p>Deforestación</p> <p>Contaminación</p>

IDENTIFICACION DE EXISTENCIA DE POTENCIAL HIDROENERGETICO EN PEQUEÑA ESCALA APROVECHABLE PARA P C H.

POTENCIAL	ELEMENTOS DE ANALISIS
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HIDROENERGETICOS	<p>Apreciación cualitativa de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Precipitaciones e hidrología (caudal) b) Terreno (saltos) c) Características Geológicas y geomorfológicas cualitativas del territorio <p>Estimación (si fuera posible) del orden de magnitud del potencial.</p> <p>Análisis por zonas o regiones.</p>
UBICACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS CON RESPECTO A LA DEMANDA	<p>Considerar que para P.C.H. aisladas o las que conforman pequeños sistemas el aprovechamiento hídrico debe ser próximo al punto de demanda. Evaluar potencial en zonas próximas a la demanda; salvo P.C.H. que se interconecten con sistemas mayores.</p>
ACCESIBILIDAD DE LOS RECURSOS DISPONIBLES	<ul style="list-style-type: none"> -Vías de comunicación -Accidentes geográficos -Clima -Salubridad
PERSPECTIVAS DE USO MULTIPLE	<ul style="list-style-type: none"> -Riego, aprovechamiento de canales existentes -Aprovechamiento de presas existentes -Proyectos múltiples (riego y energía).

APRECIACION DE LAS CAPACIDADES NACIONALES PARA IMPULSAR EL DESARROLLO DE P.C.H.

CAPACIDADES	ELEMENTOS DE ANALISIS
PLANIFICACION	Organización, experiencia
EVALUACION DE RECURSOS Y DEMANDA	Existencia de instituciones, estudios realizados, organización.
ELABORACION DE ESTUDIOS	Instituciones, consultores con capacidad de elaboración de proyectos y desarrollo de ingeniería; experiencia.
FINANCIAMIENTO	Disponibilidad, instituciones financieras, fuentes externas.
ORGANIZACION INSTITUCIONAL	Empresas eléctricas, y sus actividades en el medio rural, Empresas municipales, cooperativas. Autoproductores privados, participación comunal; tradiciones y experiencias.
CONSTRUCCION	Experiencia, pequeños constructores, empresas constructoras, materiales.
OPERACION Y MANTENIMIENTO	Organización de la operación y mantenimiento.
RECURSOS HUMANOS	Disponibilidad en todos los niveles.
TECNOLOGIA	Disponibilidad, capacidades de desarrollo y adaptación. Experiencias de adquisición de tecnologías
SUMINISTRO DE EQUIPOS	Producción existente o potencial, importación.

Luego de analizar las necesidades energéticas, la disponibilidad de recursos hidroenergéticos y las capacidades nacionales, se debe tomar la decisión política de promover o no la implementación de P.C.H., en la cual se debe considerar lo siguiente:

- Debe sustentarse con los elementos de información disponible y no esperar a la elaboración de estudios para tal fin, en consecuencia estará basada en elementos fundamentalmente cualitativos y en elementos cuantitativos muy aproximados.
- Considerar que pueden haber diferenciaciones territoriales dentro de un país en cuanto al desarrollo de P.C.H., dependiendo de la disponibilidad de recursos hídricos y necesidades energéticas por satisfacer.
- La decisión política debe ubicarse en el tiempo y en el contexto de prioridades de desarrollo con respecto a otras fuentes energéticas.
- La disponibilidad de recursos hídricos y las necesidades energéticas, son factores condicionantes absolutos de una política de desarrollo de P.C.H. Las capacidades nacionales son factores que pueden hacer más fácil o difícil el desarrollo de P.C.H. en un país pero no constituyen factores absolutos, ya que son modificables mediante políticas adecuadas.
- El desarrollo de P.C.H. requiere de acciones integradas en diversos frentes.
- De la decisión política de desarrollar las P.C.H. se deberá derivar la formulación de una estrategia de desarrollo y políticas específicas.

3.2 Organización del Planeamiento y la Programación

Una vez que se ha decidido desarrollar P.C.H. en el país se hace necesario definir:

- a) El sector gubernamental responsable (Ministerio, Secretaría, Institución Estatal, etc.)
- b) La entidad responsable de la planificación, dirección y/o coordinación del desarrollo de P.C.H., puede ser:
 - El organismo central de planificación
 - La oficina de planificación del Ministerio o Secretaría de Estado responsable
 - El departamento de planificación de una empresa o instituto responsable del desarrollo energético

En el contexto de la entidad responsable de la planificación se debe crear una unidad o sección específicamente encargada del desarrollo de P.C.H. independiente de las unidades o secciones para grandes hidroeléctricas.

Las funciones de la unidad o sección para P.C.H. pueden ser las siguientes:

- Formular planes de desarrollo
- Formular los programas periódicos de ejecución (estudios, obras y financiamiento)

- Coordinación y supervisión de las unidades responsables de los programas de evaluación de recursos y demanda, ejecución de obras y operación.
- Coordinación con instituciones y empresas responsables del financiamiento, desarrollo tecnológico, producción de equipos y capacitación.
- Definición de tarifas o criterios para su establecimiento.

El carácter obligatorio o indicativo del plan dependerá del sistema socio-económico del país, su organización política y la mayor o menor participación del sector público o privado en los diversos aspectos de la ejecución del plan.

Como actividades complementarias, la unidad encargada del planeamiento podrá asumir las siguientes funciones:

- Llevar registros de localidades sin electrificar y catálogo de recursos hídricos compatibles, preparados por la entidad responsable de la evaluación de recursos y demanda.
- Orientación de solicitudes de financiamiento e iniciativas de la población local y decidir su incorporación en los programas de ejecución.
- Negociaciones globales relativas a adquisición masiva de equipos.
- Coordinación con instituciones y organizaciones comunales que promuevan el desarrollo de P.C.H. en sus localidades.
- Proponer necesidades de desarrollo tecnológico a las instituciones competentes y evaluar la aplicación de tecnologías no convencionales.
- Proponer esquemas institucionales para la construcción y operación de P.C.H.
- Coordinar la cooperación técnica internacional.

En un país donde se inicien acciones sistemáticas para desarrollar las P.C.H., se debe preparar en primera instancia un "Plan a corto plazo", con la finalidad de realizar acciones concretas mientras se elabora un "Plan de Desarrollo", el cual necesitará de estudios de evaluación de requerimientos energéticos, de disponibilidad de recursos, de establecimiento de prioridades y también deberá promover acciones consistentes en diversos frentes relacionados con la tecnología, la producción de equipos, la capacitación y el financiamiento.

A partir del plan a corto plazo, se desarrollará un programa de ejecución para uno o dos años, en el cual se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Terminación de obras inconclusas.
- Obras abandonadas (centrales con obras civiles avanzadas, con equipos adquiridos sin instalar, etc.)
- Relocalización de equipos existentes en plantas abandonadas.
- Necesidades identificadas (obras nuevas, o con estudios).
- Existencia de obras que pueden disminuir el costo (irrigaciones, presas, etc.) e implican reducidos tiempos de implementación.
- Instalación de Plantas piloto para evaluar alternativas tecnológicas y capacidades de ejecución.

El desarrollo del plan a corto plazo y sus respectivos programas de implementación tienen las siguientes ventajas:

- Permite iniciar acciones de desarrollo de P.C.H. sin que la necesidad de elaborar un plan integral coherente se constituya un factor de retraso; recíprocamente permite disponer de tiempo suficiente para la elaboración del plan de desarrollo.
- Permite adquirir experiencias que serán asumidas por el plan de desarrollo.
- Permite desarrollar proyectos maduros.
- Constituye un elemento demostrativo de las P.C.H.
- Estimula el desarrollo de iniciativas comunales.

Simultáneamente con la elaboración de ejecución del plan a corto plazo y sus programas de ejecución, la unidad de planeamiento deberá iniciar la preparación del "Plan de desarrollo de P.C.H." para el que se requieren un conjunto de estudios y evaluaciones previas que constituirán la base objetiva del plan.

ESTUDIOS Y EVALUACIONES REQUERIDOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN

- Identificación de centros poblados, aislados y microregiones que requieren desarrollo energético.
(Estudio encargado a la Unidad de Evaluación de Recursos y Demanda o contratado).
Evaluación de recursos por cuencas y hoyas hidrográficas (primera aproximación) y evaluación aproximada de recursos potencialmente aprovechables en las zonas próximas a centros poblados aislados y microregiones (segunda aproximación); estudios encargados a la Unidad de Evaluación de recursos y demanda o contratados.
- Inventario de P.C.H. existentes, evaluación de su estado y situación operativa.

- Estimación de potencialidades y fuentes financieras.
- Evaluación de tecnología disponibles y perspectivas de desarrollo, adaptación o adquisición.
- Evaluación de potencialidades de suministro de equipos y materiales de origen nacional e importado; capacidad industrial para fabricar equipos.
- Evaluación de las capacidades disponibles de estudios e ingeniería.
- Recopilación de indicadores de costos de inversión y operación.
- Evaluación de la situación institucional y capacidades de construcción y operación de P.C.H.; perspectivas de participación comunal.

Asimismo, el plan deberá ubicarse en el contexto de determinadas políticas que puedan configurar una estrategia de desarrollo. A continuación se sugieren algunas políticas y sus posibles características, las cuales deberán adecuarse a las condiciones de cada país.

POLITICA DE DESARROLLO ENERGETICO RURAL

- Incremento de valor agregado de la producción mediante el impulso de la industria rural.
- Desarrollo de actividades productivas de energía.
- Mejorar condiciones de vida.
- Salud, cultura, recreación.
- Bombeo de agua.
- Aprovechamiento complementario de presas.
- Desarrollo de pequeños sistemas eléctricos rurales.
- Interconexión de P.C.H. con redes nacionales o desarrollo de localidades aisladas.

POLITICA INSTITUCIONAL

- Ubicación en el contexto del desarrollo rural.
- Participación de entidades o empresas de electrificación y participación comunal; formas organizativas y empresariales; empresas municipales, mixtas, cooperativas privadas).
- Distribución de responsabilidades institucionales en los varios aspectos de desarrollo de P.C.H.

POLITICA DE CONSTRUCCION

- Implementación gradual tendiente a la implementación masiva futura de P.C.H.
- Empleo intensivo de materiales y mano de obra locales.
- Empleo de técnicas de construcción no convencionales.

POLITICA DE FINANCIAMIENTO

- Proporciones básicas en las asignaciones de recursos para P.C.H.
- Criterios de financiamiento; inversiones a fondo perdido y operación financiada con tarifas.
- Evaluación de aportes comunales en trabajo y materiales.
- Modalidades de captación de financiamiento externo.

POLITICA DE EQUIPAMIENTO

- Origen de suministros; prioridad a suministros nacionales.
- Promoción del desarrollo de producciones nacionales.
- Condicionamiento de la ingeniería de los proyectos en función de las disponibilidades nacionales de equipos y materiales.
- Calidad y criterios de aceptación.
- Perspectivas de estandarización.
- Definición de equipos que se obtendrán de la producción industrial local y aquella que serán importadas.

POLITICA TECNOLOGICA

- Promoción del desarrollo y adaptación de tecnologías de equipamiento y materiales.
- Definir canales de transferencia de tecnología desarrollada hacia la industria.
- Promoción del desarrollo de tecnologías no convencionales para la construcción.
- Definir canales de difusión de tecnologías de construcción hacia las unidades de proyectos y las comunidades.
- Definición de equipos que serán desarrollados con tecnologías propias y aquellos que requerirán la adquisición de tecnología.
- Definición de condiciones no aceptables para contratos de adquisición de tecnología.
- Hacer accesible la energía a los pobladores de zonas apartadas con escasos recursos económicos.
- Asegurar la continuidad operativa de P.C.H. mediante fondos provenientes de tarifas.
- Proporciones básicas de los sistemas tarifarios nacionales; subvenciones.

POLITICA DE CAPACITACION

POLITICA DE MANTENIMIENTO Y REPARACION

- Promocionar el uso nacional de la energía eléctrica.
- Promover el empleo de la energía eléctrica para fines productivos.
- Formación de cuadros profesionales y técnicos para la investigación, estudios e ingeniería de proyectos, construcción y operación de P.C.H.
- Tecnología de equipos empleados tomando en consideración la vida útil del equipo, simplicidad del mantenimiento preventivo, minimizar los requerimientos de mantenimiento y reparaciones, fabricación nacional de componentes y repuestos, mantener un stock de repuestos, etc.
- Organización regional de áreas de mantenimiento.
- Capacitar a los operadores rurales en mantenimiento preventivo.
- Crear talleres para reparar y reconstruir equipos.
- Promover la participación de mano de obra local en el mantenimiento de obras civiles.

3.3 Evaluación Global de Recursos y Demanda

Es uno de los principales elementos por considerar para promover la implementación de P.C.H. en un país, al constituir el marco de referencia principal para la elaboración de planes de desarrollo y programas de ejecución.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA EVALUACION GLOBAL DE RECURSOS Y DEMANDA PARA P.C.H.

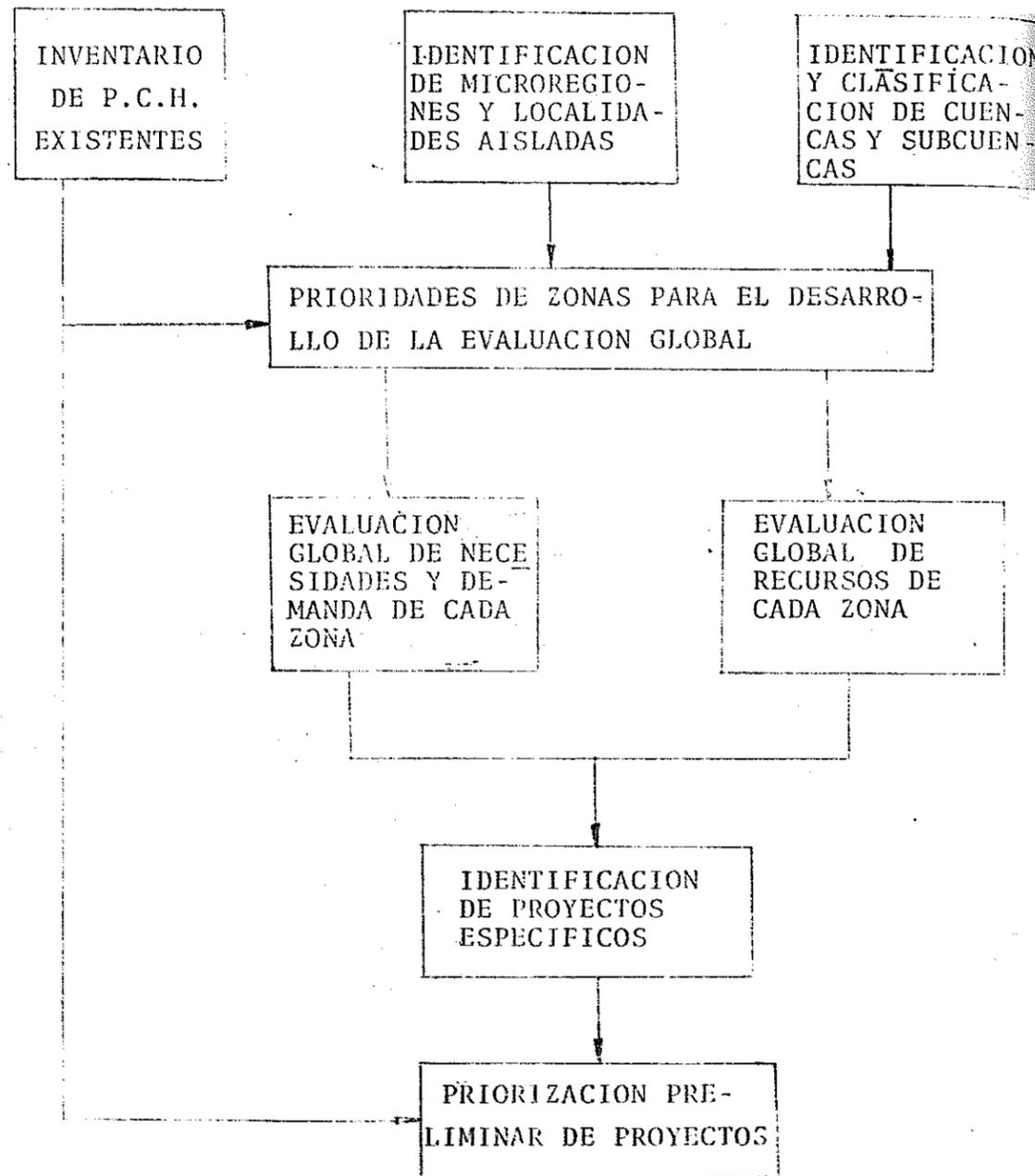
- Las evaluaciones globales se orientan al estudio de la demanda y recursos por microregiones y cuencas y no profundizan los estudios de proyectos específicos.
- Al considerar el desarrollo de P.C.H. en microregiones o localidades aisladas, no debe olvidarse que la evaluación global de la demanda de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

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

DIFERENCIAS ENTRE LA EVALUACION GLOBAL Y LAS EVALUACIONES PARA PROYECTOS ESPECIFICOS

GLOBAL	ESPECIFICA
--Se requiere para la formulación de planes y programas de desarrollo de P.C.H.	--Se requiere para los estudios de proyectos individuales.
--Estudio de las necesidades energéticas globales de una microregión o conjuntos de poblaciones en una área determinada.	--Estudio de las necesidades energéticas de una localidad o un conjunto de poblaciones que se espera atender con proyectos específicos.
--Estudio de los recursos aprovechables en una cuenca u hoya con identificación preliminar de proyectos específicos.	--Estudio de los recursos para un proyecto específico.
--Estudios generales, extensivos y multidisciplinarios para evaluar los recursos entre ellos: Hidrología Ecología Geología Geomorfología Geotecnia Disponibilidad de Agregados	--Estudios de detalle de un proyecto, reducidos al mínimo necesario para no incrementar los costos de pre-inversión Aforos Geotecnia (puntual y aproximada) Topografía
--La evaluación de la demanda global de un área deberá tener un carácter integral y estadístico.	--La evaluación de la demanda debe realizarse mediante la investigación detallada de las localidades vinculadas al proyecto

A continuación se presenta un flujograma típico de las actividades de evaluación global.



a) Inventario de P.C.H. Existentes

Consiste en la identificación de las plantas existentes y en proyecto.

Se recomienda la preparación de formularios especiales de evaluación que permitan registrar los siguientes datos:

- Datos de localización
- Datos hidrológicos y aforos de la cuenca
- Especificaciones básicas de la central y equipos principales (potencias, salto, caudal, tipo de turbinas, tuberías, generadores, etc.)
- Estado de conservación (para plantas existentes)
- Datos sobre el servicio y la población atendidas, incluyendo características de la demanda y tipos de consumo.

El inventario constituye una herramienta útil para orientar los planes y programas, tanto en la evaluación del estado de desarrollo de las P.C.H., como en la determinación de acciones a corto plazo para reacondicionamientos, reubicaciones y continuación de proyectos, así como en la determinación de índices de referencia propios del país.

b) Identificación y clasificación de cuencas y sub-cuencas

Es una primera aproximación basada en trabajos de gabinete sobre cartas geográficas y evaluaciones hidrográficas existentes.

Incluye la determinación aproximada de los parámetros hidrográficos y físicos de las cuencas y sub-cuencas del país, sea basándose en mediciones y estudios realizados o en inferencia por medio de modelos matemáticos.

De este estudio se derivarán necesidades de elaboración de estudios hidrológicos para determinadas cuencas y sub-cuencas donde los datos hidrológicos requieran mayor confiabilidad.

Es necesario establecer criterios de correlación geográfica con respecto a las microregiones y localidades aisladas que se identifiquen.

c) Identificación de Micro-Regiones y Localidades Aisladas

Es una primera aproximación a la determinación de necesidades energéticas, basado principalmente en datos estadísticos existentes que se puedan obtener de censos y estudios regionales.

Es necesario preparar ficheros diseñados adecuadamente donde se puedan registrar los datos principales de las microregiones y localidades rurales en cuanto a población, actividades productivas y producción, vías de comunicación, disponibilidades, requerimientos aproximados de energía, etc. Los datos de esta evaluación preliminar deben restringirse al mínimo indispensable.

En el proceso de agrupación de localidades en micro-regiones se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Proximidad física
- Comunicaciones
- División político-administrativa del país
- Ubicación con respecto a sub-cuencas y hoyas hidrográficas
- Vinculación económica y social.

d) Priorización de zonas o microregiones para el desarrollo de la evaluación global

Con la información obtenida de las tres etapas anteriores, se tienen los elementos básicos para priorizar las zonas donde se realizarán estudios de evaluación global, considerando que difícilmente será posible o justificable evaluar simultáneamente la totalidad del territorio de un país.

Esta actividad consiste en el establecimiento de una relación priorizada de zonas para la elaboración de estudios de evaluación de recursos hídricos en pequeña escala, de las sub-cuencas y hoyas hidrográficas de la zona y la evaluación global de necesidades y demanda energética de las localidades ubicadas en la misma.

Para definir prioridades, es necesario establecer criterios de evaluación ponderados que deben ser coordinados con la unidad de planificación. Se pueden considerar los siguientes parámetros, cuyos pesos y valores serán establecidos en relación con las prioridades definidas por los planes nacionales y las políticas de los gobiernos.

PARAMETROS DE PRIORIZACION DE ZONAS PARA LA EVALUACION GLOBAL DE RECURSOS Y NECESIDADES

- Por población susceptible de ser atendida
- Por existencia de recursos hídricos
- Por la existencia de condiciones favorables para implementar P.C.H. en la medida que se hayan podido determinar en los estudios preliminares
- Por las posibilidades de desarrollo económico de la zona y empleo de la energía para fines productivos.
- Interconexión física entre localidades de la zona y empleo de la energía para fines productivos
- Interconexión física entre localidades de la zona y con otras regiones (red vial)
- Perspectivas de interconexión con sistemas mayores
- Otras alternativas energéticas
- Perspectivas de aprovechamiento múltiple

e) Evaluación global de recursos de cada zona

La evaluación global se centrará en las sub-cuencas y hoyas que presenten mejores perspectivas y en estrecha vinculación con las localidades que potencialmente se requiera atender, en consecuencia deberá desarrollarse en forma paralela e integrada con el estudio de evaluación de demanda y necesidades a que hace referencia el literal siguiente.

Tal como se mencionó anteriormente, los estudios de evaluación global de recursos de cada zona y para cada sub-cuenca que se requiera analizar, podrán comprender estudios de Hidrología, Ecología, Geología, Geomorfología, Geotecnia y disponibilidad de agregados, cuyos posibles alcances se describen en los párrafos siguientes. Sin embargo, no está demás reiterar que estas evaluaciones permitirán identificar proyectos específicos, pero no constituyen acciones que se deban realizar para cada proyecto, a fin de evitar gastos de pre-inversión excesivos para los proyectos individuales. Asimismo, la profundidad y grado de detalle de la evaluación dependerá del potencial hidroenergético y las necesidades de energía, pudiendo en muchos casos restringirse a evaluaciones cualitativas o aproximadas.

f) Evaluación global de necesidades y demanda económica de cada zona

Como se señaló en el literal anterior, este estudio debe desarrollarse en forma integrada con la evaluación de recursos hidroenergéticos de la zona considerada, a fin de asegurar su relevancia y permitir la formulación posterior de proyectos específicos de P.C.H.

Esta etapa requiere profundizar y detallar los datos obtenidos mediante la identificación preliminar de microregiones y zonas aisladas, por medio de trabajos de evaluación de campo, los cuales, sin embargo, deben mantener su carácter general y estadístico en cuanto a la descripción de las características de cada localidad.

Es necesario contar con una ficha de datos ampliada para cada localidad y preparar fichas a nivel de micro-regiones o conjuntos de localidades susceptibles de integrarse en un pequeño sistema.

ALCANCES DEL ANALISIS SOCIOECONOMICO DE LOCALIDADES

POBLACION	Número, tamaño de familias, distribución por actividades, niveles de ingreso, nivel cultural, etc. Tipificación de posibles niveles de satisfacción de necesidades energéticas. Información histórica sobre crecimiento (o estancamiento); migraciones. Previsiones de crecimiento (tasas), previsión de elevación de los índices de requerimientos energéticos (tasas).
ACTIVIDADES ECONOMICAS	Descripción de actividades productivas y de apoyo existentes; impacto económico. Potencial de la zona. Identificación de proyectos en actividades consumidoras de energía. Requerimientos para el desarrollo de proyectos: plazos.
TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	Sistemas de transporte (personal y carga); carreteras, correo, telecomunicaciones, etc.

SERVICIOS Agua potable, desagüe, disponibilidades de energía; comercio.

EDUCACION Escuelas y actividades culturales; necesidades educacionales y sus requerimientos energéticos específicos.

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA LOCALIDAD Ubicación geográfica, distancia, descripción física (calles, distancias, tipos de construcción, etc.)

Del análisis socioeconómico se deberán obtener los datos básicos de cada localidad, a fin de que mediante la aplicación de indicadores se puedan determinar requerimientos y potencial consumo eléctrico y los requerimientos de capacidad instalada.

g) Identificación de proyectos específicos

La interacción entre las alternativas de proyectos de P.C.H. que se pueden identificar de la Evaluación Global de Recursos, con la Evaluación de Necesidades y Demanda del conjunto de localidades de una zona, permite determinar y especificar en términos aproximados los conjuntos de proyectos que pueden satisfacer las necesidades energéticas básicas de la población con un costo mínimo. Para esto es necesario considerar los siguientes factores:

CONSIDERACIONES PARA LA IDENTIFICACION DE PROYECTOS DE P.C.H.

- Hasta donde sea económicamente justificable agrupar conjuntos de localidades para formar pequeños sistemas interconectados a media tensión, en función de sus radios de alcance y las características topográficas de la zona.
- Seleccionar los proyectos de mayor potencia relativa que puedan sustituir económicamente varios de menor importancia.
- De acuerdo con la topografía y características del recurso, seleccionar el tipo de central en cuanto al salto, considerando que los saltos elevados son más ventajosos en cuanto a menores inversiones y mayor economía de agua, estando sin embargo sujetos a mayor desgaste y determinando mayores pérdidas de nivel en el recurso hidráulico.
- Tomar en cuenta incremento en los requerimientos de capacidad instalada, sea sobredimensionando las instalaciones o previendo ampliaciones.
- Prever problemas constructivos en la definición de proyectos.
- Identificar soluciones y proyectos alternativos.
- La definición debe sustentarse a través de verificaciones de campo.

No está demás precisar que el objetivo de esta etapa es tratar de definir el universo de Proyectos que podrían cubrir las necesidades energéticas básicas de la zona bajo estudio, buscando optimizar las combinaciones, más no así establecer prioridades de ejecución, que forma parte de la etapa siguiente.

h) Priorización Preliminar de Proyectos

Constituye la base fundamental para la definición del "Plan de Desarrollo" y sus "Programas de Ejecución".

Es necesario establecer criterios ponderados de evaluación para determinar las prioridades, considerando factores económicos, técnicos y sociales; en líneas generales se proponen los siguientes:

FACTORES PARA ESTABLECER LAS PRIORIDADES EN LA EJECUCION DE PROYECTOS

- Tamaño y costo, incluyendo el costo de las líneas de transmisión
- Población a servir
- Utilización de la energía en las actividades productivas, con relación a la energía producida.
- Disponibilidad y permanencia del recurso hídrico
- Perspectivas de complementación en el marco de proyectos múltiples o posibilidades de interferencia con el empleo del agua para otros fines.
- Perspectivas de empleo de mano de obra y materiales locales en la construcción.
- Perspectivas de participación organizada de la comunidad con aportes de mano de obra y materiales.
- Disponibilidad de vías de acceso y conexión vial.
- Perspectivas de generación de empleo local.
- Perspectivas de continuidad del servicio, autofinanciamiento de la operación y apoyo de la comunidad.
- Perspectivas de abastecimiento de equipos preferentemente de origen nacional
- Requerimientos y problemas de ingeniería involucrados en el Proyecto.

Esta evaluación permitirá la preparación de listados priorizados de Proyectos, los cuales servirán para las actividades de planeamiento y programación, pero no determinan su inclusión automática en los programas, ya que la Unidad de Planeamiento tendrá que establecer otras series de prioridades en cuanto a cuestiones de desarrollo regional y políticas sectoriales.

3.4 Estudios de Pre-inversión

En este numeral nos referiremos principalmente a los estudios de pre-inversión de proyectos específicos, considerando que aquellos referentes al análisis global de recursos y demanda han sido tratados en el numeral 3.3, sin embargo no siempre es fácil trazar una línea divisoria precisa, ya que los estudios de proyectos específicos pueden estar relacionados con el proceso de identificación y priorización de proyectos.

Los estudios para un proyecto específico cumplen dos finalidades fundamentales:

- Justificación Técnico-económica
- Orientación para la ejecución del Proyecto.

Se puede afirmar que los estudios de pre-inversión constituyen uno de los aspectos que más caracterizan la diferencia entre las P.C.H. y las de tamaños mayores y por esta razón la elaboración de estudios para P.C.H. frecuentemente presentan los siguientes problemas:

PROBLEMAS MAS FRECUENTES DE LOS ESTUDIOS PARA P.C.H.

- Elevados costos de estudios, frecuentemente alcanzan valores que varían entre el 30 o/o y el 50 o/o de las inversiones.
- Términos de referencia formales y no siempre orientados a las necesidades del proyecto.
- Exceso de información y procesamiento de datos poco significativos y ausencia de elementos relevantes; divorcio entre el estudio y la realidad del proyecto.
- Limitado valor práctico para determinar las inversiones requeridas y orientar la construcción de la planta.

Los defectos señalados pueden atribuirse a las siguientes causas:

ASPECTOS

- Traslado mecánico de términos de referencia normalmente empleados para grandes proyectos hidroeléctricos.
- Adopción formal de etapas sucesivas de estudios (pre-factibilidad, factibilidad e ingeniería de detalle) sin tomar en consideración el objeto del estudio.
- Exigencias formalista y requerimientos excesivos de datos originados por las instituciones financieras.
- Falta de definición de metas que establezcan proporciones entre los costos de los estudios y la inversión total de un proyecto.
- Ausencia de estudios globales de recursos y demanda por cuencas y microregiones respectivamente.
- Limitada información directa y excesivo procesamiento de datos inferidos o estimados.
- Falta de manuales técnico-económicos para la elaboración de proyectos.
- Ausencia de estudios globales de recursos y demanda por cuencas y microregiones respectivamente.
- Limitada información directa y excesivo procesamiento de datos inferidos o estimados.
- Deficiencias en esquemas de consultoría y limitaciones en las capacidades de elaboración estudios por parte de las instituciones públicas.
- Para consideración a alternativas tecnológicas.
- Poca consideración a las perspectivas de participación de la población local en el proyecto.

Para cada país se deben establecer metas definidas de costo máximo de estudios de pre-inversión con respecto a las inversiones totales en una P.C.H., los cuales a su vez darán los límites a los alcances de dichos estudios.

POTENCIA EN KW

o/o MAXIMO DEL COSTO TOTAL
CORRESPONDIENTE A ESTUDIOS

10
100
1000

15
11
8

Los alcances de los estudios están íntimamente ligados con las proporciones que se quiere alcanzar entre sus costos y las inversiones, así como de la ubicación del proyecto en el contexto de la planificación del desarrollo de P.C.H., o sea si se cuenta o no con información global de cuencas y zonas para conjuntos de proyectos y según la profundidad de los estudios que han determinado las especificaciones de los proyectos identificados en las evaluaciones globales.

Con estas consideraciones en mente, en los párrafos siguientes proponemos algunos lineamientos generales para la elaboración de estudios de pre-inversión en los tres niveles convencionales, pre-factibilidad, factibilidad e ingeniería de detalle.

a) Pre-factibilidad - Estudios de Reconocimiento

En el caso de P.C.H. es conveniente plantear un mínimo de exigencias a este nivel pudiendo sustituirse el concepto de estudio "Pre-factibilidad" por el de "Estudio de Reconocimiento" que implica alcances más restringidos.

En sentido opuesto, es conveniente asegurar que en este nivel de estudio se tengan los elementos suficientes para decidir la inversión a fin de obviar, de ser posible, la instancia de elaboración de estudios de factibilidad.

La aproximación al estudio de pre-factibilidad variará si el proyecto en cuestión es o no independiente del proceso de planificación y la evaluación global, tal como se muestra en el cuadro resumen siguiente:

CARACTERISTICAS DE LOS ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD SEGUN SU RELACION CON LA PLANIFICACION Y EVALUACION GLOBAL

PROYECTOS UBICADOS EN EL CONTEXTO DEL PLAN Y EVALUACIONES GLOBALES DE RECURSO DEMANDA

— La decisión de ejecución de estudios ha sido tomada a nivel de la programación y basada en las evaluaciones globales, queda al estudio de pre-factibilidad analizar alternativas, definir especificaciones de la planta, definir los alcances de la ingeniería del proyecto y evaluar sus perspectivas de factibilidad.

— La evaluación global podrá contener datos suficientes en cuanto a hidrología y evaluación del recurso, así como con respecto a la demanda de energía y requerimientos de capacidad instalada, requiriéndose sólo evaluar estos datos en un reconocimiento de campo, realizar algunos aforos y complementar o detallar información.

PROYECTOS INDEPENDIENTES FUERA DEL CONTEXTO DE PLANES Y EVALUACIONES GLOBALES

— Si el proyecto muestra características favorables en un reconocimiento preliminar, el estudio de pre-factibilidad podrá tener los alcances de los proyectos programados, en caso contrario se deberán definir alternativas, aproximar sus especificaciones y requerimientos de inversión y evaluar la conveniencia de continuar con los estudios.

— La evaluación del recurso y el análisis de la demanda forman parte de los trabajos a realizarse en el contexto del estudio.

PROBLEMAS FRECUENTES DEL FINANCIAMIENTO DE P.C.H.

- Elevados requerimientos de inversiones por kW instalado.
- Elevados requerimientos de moneda extranjera.
- Elevados costos de estudios y poca relevancia de los mismos para el funcionamiento y ejecución del proyecto.
- Los proyectos individuales son de pequeña envergadura, presentan poco interés para su financiamiento y representan un alto costo de trámite y evaluación financiera.
- Poca experiencia en sistemas de financiamiento de conjuntos de proyectos.
- Dificultades para incorporar ingeniería nacional en los estudios de pre-inversión.
- Deficientes esquemas para la financiación de suministros nacionales.
- Sub-estimación de los potenciales aportes de la comunidad en mano de obra y materiales.
- Ausencia de políticas de financiamiento de P.C.H.
- Deficiente capacidad económica de las comunidades rurales.
- Deficientes concepciones de "Electrificación Rural" basadas en la generación espontánea de actividades productivas insumidoras de energía.

Ante los problemas típicos que se presentan, en el cuadro siguiente se resumen algunas recomendaciones que merecen tomarse en cuenta para el planteamiento de esquemas, muchas de las cuales se comentan en mayor detalle en el presente numeral.

ORIENTACIONES GENERALES PARA MEJORAR LAS PERSPECTIVAS DE FINANCIAMIENTO DE P.C.H.

- Reducir los requerimientos de inversiones y divisas mediante la aplicación de tecnologías no convencionales, estandarización, empleo de equipos de fabricación nacional y materiales de obtención local, participación comunal en las obras.
- Lograr que los estudios de pre-inversión tengan una mayor relevancia y menor costo mediante acciones de evaluación global de recursos y demanda por zonas y cuencas, preparación de guías para la formulación de proyectos y manuales de diseño, etc.
- Financiar conjuntos de proyectos homogéneos.
- Ampliar la participación comunal en la construcción y operación de las plantas.
- Ampliar la incorporación de la ingeniería nacional en los proyectos, fortaleciendo las capacidades de ingeniería de los institutos responsables de la ejecución de proyectos de P.C.H. y otorgando preferencia al empleo de capacidades de consultoría nacional idónea, con respecto a la contratación de consultores extranjeros.
- Desarrollar sistemas de financiamiento de suministros nacionales.
- Incentivar la participación comunal en la ejecución de proyectos mediante una elevada ponderación en el análisis de prioridades, desarrollando sistemas adecuados de evaluación financiera de los aportes comunales y dirección técnica.
- Definir una política nacional del financiamiento de P.C.H.
- Promover el desarrollo paralelo de actividades productivas insumidoras de energía.
- Desarrollo de guías de orientación para el uso racional de la energía.

Los alcances y profundidad de los estudios de ingeniería también estarán condicionados por la magnitud de las inversiones previstas cuyas tendencias cualitativas se pueden presentar en la siguiente forma:

CARACTERISTICAS DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA SEGUN EL TAMAÑO DE LAS P.C.H.

POTENCIAS MENORES	POTENCIAS MAYORES
-Menor grado de detalle en los diseños, a ser complementados durante la ejecución de la obra.	-Mayor detalle en los diseños
-Mayores factores de seguridad para el diseño	-Menores factores de seguridad para el diseño.
-Mayor incidencia de empleo de materiales locales	-Menor incidencia del empleo de materiales locales
-Planos adaptados al nivel de calificación de un maestro de obras.	-Planos adaptados al nivel de calificación de un ingeniero civil.
-En la selección definitiva de los equipos tendrán una ponderación elevada los factores relativos a precio y simplicidad.	-En la selección definitiva de los equipos tendrán una ponderación elevada los factores relativos a confiabilidad y vida útil.
-Mayor incidencia de tecnologías no convencionales.	-Mayor incidencia de tecnologías convencionales.
-Mayor incidencia de diseños modulares semi-estandarizados.	-Mayor incidencia de diseños "a medida".

3.5 Financiamiento

En este numeral se tratarán los problemas generales del financiamiento de las inversiones para el desarrollo de P.C.H., haciéndose hincapié en las perspectivas de reducir las inversiones o sus componentes monetarios y los requerimientos de divisas.

Los alcances y profundidad de los estudios de ingeniería también estarán condicionados por la magnitud de las inversiones previstas cuyas tendencias cualitativas se pueden presentar en la siguiente forma:

CARACTERISTICAS DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA SEGUN EL TAMAÑO DE LAS P.C.H.

POTENCIAS MENORES	POTENCIAS MAYORES
-Menor grado de detalle en los diseños, a ser complementados durante la ejecución de la obra.	-Mayor detalle en los diseños
-Mayores factores de seguridad para el diseño	-Menores factores de seguridad para el diseño.
-Mayor incidencia de empleo de materiales locales	-Menor incidencia del empleo de materiales locales
-Planos adaptados al nivel de calificación de un maestro de obras.	-Planos adaptados al nivel de calificación de un ingeniero civil.
-En la selección definitiva de los equipos tendrán una ponderación elevada los factores relativos a precio y simplicidad.	-En la selección definitiva de los equipos tendrán una ponderación elevada los factores relativos a confiabilidad y vida útil.
-Mayor incidencia de tecnologías no convencionales.	-Mayor incidencia de tecnologías convencionales.
-Mayor incidencia de diseños modulares semi-estandarizados.	-Mayor incidencia de diseños "a medida".

3.5 Financiamiento

En este numeral se tratarán los problemas generales del financiamiento de las inversiones para el desarrollo de P.C.H., haciéndose hincapié en las perspectivas de reducir las inversiones o sus componentes monetarios y los requerimientos de divisas.

PROBLEMAS FRECUENTES DEL FINANCIAMIENTO DE P.C.H.

- Elevados requerimientos de inversiones por kW instalado.
- Elevados requerimientos de moneda extranjera.
- Elevados costos de estudios y poca relevancia de los mismos para el funcionamiento y ejecución del proyecto.
- Los proyectos individuales son de pequeña envergadura, presentan poco interés para su financiamiento y representan un alto costo de trámite y evaluación financiera.
- Poca experiencia en sistemas de financiamiento de conjuntos de proyectos.
- Dificultades para incorporar ingeniería nacional en los estudios de pre-inversión.
- Deficientes esquemas para la financiación de suministros nacionales.
- Sub-estimación de los potenciales aportes de la comunidad en mano de obra y materiales.
- Ausencia de políticas de financiamiento de P.C.H.
- Deficiente capacidad económica de las comunidades rurales.
- Deficientes concepciones de "Electrificación Rural" basadas en la generación espontánea de actividades productivas insumidoras de energía.

Ante los problemas típicos que se presentan, en el cuadro siguiente se resumen algunas recomendaciones que merecen tomarse en cuenta para el planteamiento de esquemas, muchas de las cuales se comentan en mayor detalle en el presente numeral.

ORIENTACIONES GENERALES PARA MEJORAR LAS PERSPECTIVAS DE FINANCIAMIENTO DE P.C.H.

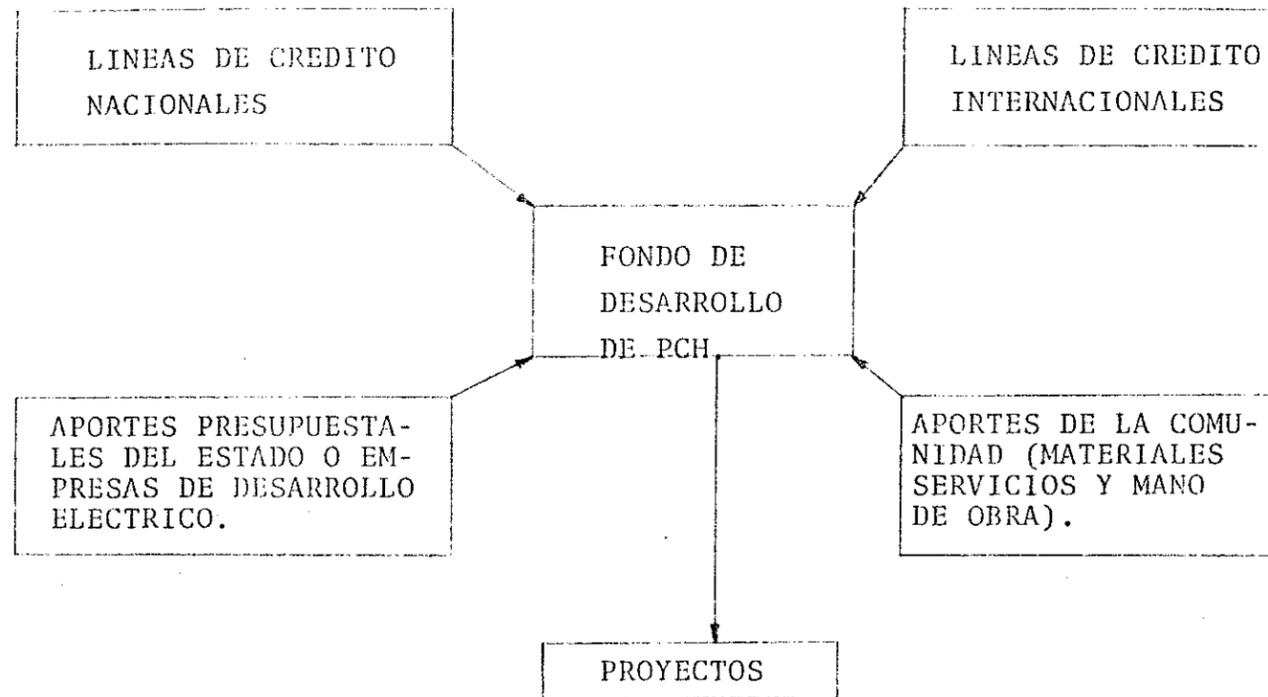
- Reducir los requerimientos de inversiones y divisas mediante la aplicación de tecnologías no convencionales, estandarización, empleo de equipos de fabricación nacional y materiales de obtención local, participación comunal en las obras.
- Lograr que los estudios de pre-inversión tengan una mayor relevancia y menor costo mediante acciones de evaluación global de recursos y demanda por zonas y cuencas, preparación de guías para la formulación de proyectos y manuales de diseño, etc.
- Financiar conjuntos de proyectos homogéneos.
- Ampliar la participación comunal en la construcción y operación de las plantas.
- Ampliar la incorporación de la ingeniería nacional en los proyectos, fortaleciendo las capacidades de ingeniería de los institutos responsables de la ejecución de proyectos de P.C.H. y otorgando preferencia al empleo de capacidades de consultoría nacional idónea, con respecto a la contratación de consultores extranjeros.
- Desarrollar sistemas de financiamiento de suministros nacionales.
- Incentivar la participación comunal en la ejecución de proyectos mediante una elevada ponderación en el análisis de prioridades, desarrollando sistemas adecuados de evaluación financiera de los aportes comunales y dirección técnica.
- Definir una política nacional del financiamiento de P.C.H.
- Promover el desarrollo paralelo de actividades productivas insumidoras de energía.
- Desarrollo de guías de orientación para el uso racional de la energía.

La reducción del monto de las inversiones requeridas incluyendo los estudios de pre-inversión y la reducción de los requerimientos de divisas, merece una consideración particular.

LINEAMIENTOS GENERALES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE INVERSION Y REQUERIMIENTOS DE DIVISAS

- Evaluación global de demanda y recursos por zonas y cuencas, reduciendo así los costos de los estudios individuales y logrando mejores economías de escala en el estudio multi-disciplinario de áreas que puedan involucrar varios proyectos.
- Siempre que sea posible pasar del análisis de prefactibilidad directamente al estudio de ingeniería de detalle.
- Simplificación de términos de referencia de los estudios; preparación de guías para su formulación.
- Preparar manuales de diseño.
- Considerar la aplicación de tecnologías no convencionales y el empleo intensivo de materiales locales desde las etapas de estudios de pre-inversión.
- Empleo de equipos y materiales de fabricación nacional de ser posible con tecnologías desarrolladas o adaptadas en el país, no sujetas al pago de regalías al suministro de excesivas proporciones de componentes importados.
- Empleo de equipos estandarizados, para las potencias menores considerar alternativas de menor costo y menores expectativas de vida útil.
- Semi-estandarización y tipificación de obras civiles.
- La incorporación de ingeniería nacional en los proyectos permite economías en divisas, menores costos relativos y mejores posibilidades de adaptarse a las condiciones concretas del país.
- La participación comunal permite reducir las inversiones aparentes por lo tanto requiriéndose menores recursos financieros en moneda nacional.

Para promover el desarrollo de proyectos de P.C.H. es necesario definir políticas adecuadas, mediante la creación de un "Fondo de desarrollo de P.C.H." que puede ser administrado por una institución financiera del Estado o por la empresa eléctrica responsable.



La captación de recursos financieros para P.C.H. deberá ser promovida en la siguiente forma:

a) Líneas de crédito internacionales

—Es necesario una clara diferenciación entre las líneas de crédito sustancialmente no atadas a determinados suministros, provenientes de algunas instituciones financieras internacionales, con aquellas provenientes de entidades financieras de países interesados en promover sus ventas de equipos e ingeniería mediante la promoción financiera.

—Los créditos atados a suministros resultan aceptables siempre que se refieran a aquellos elementos que no se producen en el país y que luego de un análisis que incluya las características técnicas, precios y las condiciones financieras, se determine que resulta la alternativa más conveniente. Es frecuente el error de adquirir equipos excesivamente costosos o poco adecuados bajo la seducción de condiciones “blandas” de financiamiento.

—Conviene negociar la apertura de líneas de crédito específicas, definiendo algunas condiciones de financiamiento, para luego negociar la financiación de conjuntos de proyectos.

—Es importante acordar criterios y términos de referencia para la elaboración de estudios sobre bases realistas, preferiblemente mediante la publicación de guías para la elaboración y evaluación de proyectos.

b) Líneas de Crédito Nacionales

—Principalmente para financiar suministros de equipos y materiales de fabricación nacional.

—Se pueden gestionar con instituciones financieras de fomento industrial.

—Se pueden gestionar con instituciones financieras de fomento rural para las obras.

c) Aportes presupuestales del Estado o Empresas de Desarrollo Eléctrico.

—En función de los planes de desarrollo y sus programas anuales de implementación, se pueden asignar recursos que guarden cierta proporción con el financiamiento que se pueda conseguir.

—Pueden constituir una parte de los recursos invertidos a “fondo perdido”.

—Pueden establecer como un porcentaje de las utilidades de las empresas de electricidad.

d) Aportes de la Comunidad

—Deben definirse desde la etapa de realización de estudios.

—Es conveniente considerar el aporte de la comunidad como parte de las inversiones, para lo cual se requiere una adecuada valorización.

—Los aportes de la comunidad normalmente consisten en mano de obra no calificada para la construcción, materiales, (principalmente agregados para las obras civiles), y servicios (acarreo local, transporte local, almacenamiento, vigilancia, etc.)

En la medida que se adopten criterios de recuperación parcial de las inversiones, el fondo de financiamiento tendría el carácter de un fondo rotatorio.

Por otra parte, independientemente del esquema de recuperación de inversiones y aún para el caso de “Fondo perdido integral”, es necesario considerar que los proyectos deben generar fondos mínimos suficientes para cubrir sus propios gastos de operación y mantenimiento ya que si no se asegura esto, es muy probable que la planta quede paralizada ante el primer problema operativo que se presente o quede amenazada la integridad de las instalaciones, considerando que sería difícil concebir un esquema de aportes no recuperables en forma permanente, paralelamente a un crecimiento sostenido de la implementación de P.C.H.

Las proporciones del financiamiento, aportes presupuestales y aportes comunales deben ser definidas en sus lineamientos generales. Algunos países han adoptado un criterio “tripartito” que consiste en dividir la inversión en tres partes aproximadamente iguales, a ser financiadas con créditos, aportes presupuestales y aportes comunales respectivamente.

a) “Fondo perdido” integral

En el cual no se contempla ninguna recuperación de inversiones; en este caso los aportes presupuestales y el financiamiento son asumidos por el Estado o la empresa

de desarrollo eléctrico, adoptándose sistemas tarifarios para cubrir sólo gastos operativos y de mantenimiento.

Si bien este esquema permite desarrollar P.C.H. en zonas donde la población tiene muy bajos ingresos, dada una limitada capacidad de financiación, será más reducido el número de P.C.H. que se puedan construir.

b) "Fondo perdido" parcial

En este caso es frecuente considerar los aportes presupuestales y los aportes comunales como parte del fondo perdido, debiendo recuperarse mediante el sistema tarifario los aportes obtenidos con créditos.

c) Recuperación Integral de la Inversión

Si bien sería ideal del punto de vista financiero, en general no resulta aplicable para el desarrollo energético rural, restringiendo considerablemente las posibilidades de implementación a aquellos casos donde los ingresos que se puedan obtener del servicio eléctrico cubran la amortización e intereses del capital en un período dado.

Esquemas de este tipo son aplicables a P.C.H. que se instalen para dedicarlas principalmente a actividades productivas rentables (minería empresas agro-industriales, etc.)

3.6 Construcción y Puesta en Marcha

Trataremos principalmente los problemas y metodologías para el desarrollo de la construcción que comprende excavaciones, obras civiles e instalaciones electromecánicas, así como cuestiones relativas a la puesta en operación de la planta.

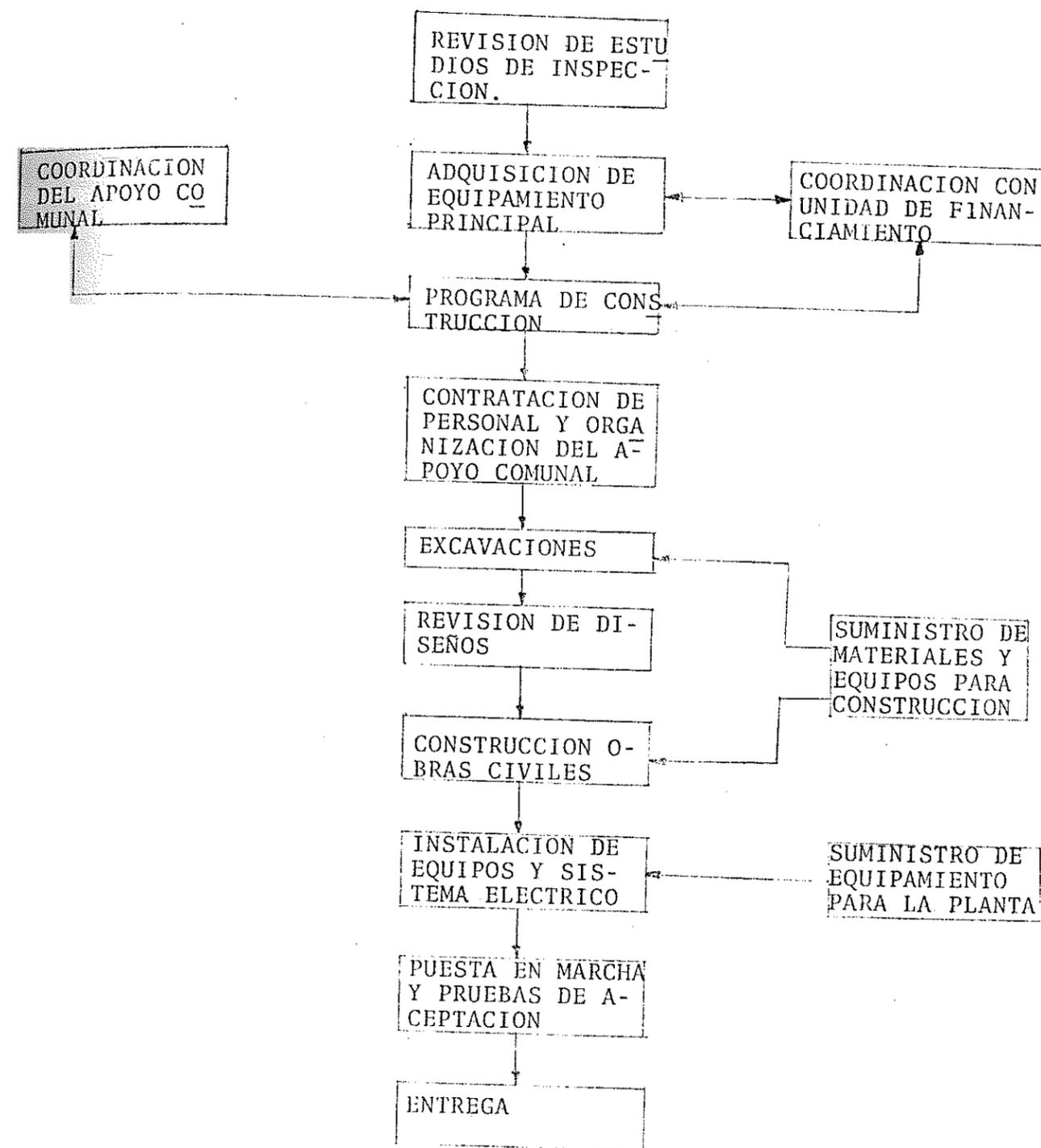
Entre todas las fuentes alternas de energía, las P.C.H. son las que presentan las mayores exigencias en cuanto a construcción, debido a la relativa amplitud de las obras e instalaciones.

Los procesos de construcción variarán de acuerdo con:

- Potencia por instalar
- Características del terreno
- Ubicación de la obra
- Utilización aislada o interconectada de la Planta
- Disponibilidad y nivel de calificación de la mano de obra
- Tecnología de construcción
- Facilidad de acceso y transporte
- Nivel tecnológico de los equipos
- Condiciones climáticas
- Efectos en proyectos de uso múltiple

En términos simplificados, el proceso de construcción puede ser representado por el diagrama de flujo que se presenta a continuación, cuyos elementos son analizados seguidamente:

En términos simplificados, el proceso de construcción puede ser representado por el diagrama de flujo que se presenta a continuación, cuyos elementos son analizados seguidamente:



3.7 Operación y Mantenimiento

En este numeral se presentan algunas consideraciones sobre la fase siguiente del desarrollo de P.C.H.; o sea, su utilización y continuidad operativa, cuya importancia es decisiva, ya que proyectos bien conducidos en sus fases de implementación, pueden fracasar cuando no se establezcan esquemas organizativos y modalidades de operación que garanticen el mejor aprovechamiento de las inversiones.

PROBLEMAS FRECUENTES EN LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE P.C.H.

- Esquemas empresariales, organizativos y financieros poco adecuados
- Insuficiente vinculación de la comunidad local y sus organizaciones con la gestión de la planta.
- Limitaciones en la capacidad de gestión y operación de las plantas en las comunidades rurales.
- Costos de operación y mantenimiento excesivamente elevados en relación con la energía producida.
- Excesiva burocratización en la gestión centralizada de plantas pequeñas.
- Los operadores no nativos de la comunidad constituyen un importante elemento de costo y problemas de ajuste social.
- Los operadores de la misma localidad frecuentemente tienen insuficiente nivel de capacitación.
- Tarifas excesivamente elevadas que no constituyen un factor de desarrollo en el medio rural.
- Tarifas muy reducidas e insuficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento.
- Falta de apoyo técnico para el mantenimiento y reparación de unidades.
- Poca estandarización de componentes y falta de stocks de repuestos.

La operación y mantenimiento de una P.C.H. son en sí problemas sencillos.

Las mayores dificultades están relacionadas con aspectos institucionales y sus elementos derivados en relación a organización empresarial y gestión, así como a los problemas del origen y calificación de los operadores y el personal de mantenimiento.

Entre los diversos esquemas empresariales que se pueden adoptar para la gestión de P.C.H. presentamos tres esquemas típicos:

- a) Dependencia directa de una Empresa Estatal o Regional de Servicio Eléctrico

Ventajas

- Posibilidad de centralizar acciones de mayor complejidad técnica y aprovechar ventajas de economías de escala derivadas del manejo de conjuntos de plantas.
- Elevados niveles de calificación del personal
- Buen respaldo financiero y técnico.

Desventajas

- Cada planta es una unidad excesivamente pequeña en el contexto de una gran organización, pudiendo quedar relegada. Existen largas líneas de jerarquía para tomar decisiones.
- Costos de operación elevados, derivados de altos gastos generales, elevados costos de operadores y costoso mantenimiento.
- Desvinculación de la empresa y consecuentemente de la planta, de los problemas de la comunidad local.
- Problemas para compatibilizar las necesidades de agua para fines de riego y generación.
- Dificultades para movilizar el apoyo de la comunidad para trabajos de mantenimiento de las obras civiles.

- b) Empresa Comunal de Energía, que puede tomar la forma de Empresa Municipal, Cooperativa u otras formas de asociación:

Ventajas

- Acciones centralizadas a un nivel que facilita las decisiones relativas al servicio.
- Amplia perspectivas de movilizar el apoyo de la comunidad en tareas de mantenimiento.
- La solución de las contradicciones con respecto al empleo del agua se resuelven al interior de la comunidad.
- Reducidos costos operativos.

Desventajas

- Poca experiencia y conocimientos de gestión empresarial
- Poca calificación de operadores
- Deficiencias en la cobranza de tarifas y el uso de reservas de reposición y mantenimiento, en ocasiones puedan ser indebidamente empleados para otros fines.
- Deficiente mantenimiento.
- Deficiente economías de escala.

- c) Empresa Privada de Energía

Este esquema, aún en países de economía de mercado, tiene dificultades en su aplicación a P.C.H. de servicio público en el medio rural, considerando que en general, no representan opciones de inversión con márgenes adecuados de utilidad, sino más bien constituyen herramientas para impulsar el desarrollo. Sus mejores perspectivas de aplicación generalmente están dadas en el contexto de autoprodutores que re-

quieren energía para sus actividades productivas (agro-industrias, aserraderos, minería, etc.) y que pueden vender excedentes de energía para el servicio público de las localidades vecinas.

La adopción del esquema empresarial depende del sistema socioeconómico del país, la magnitud del desarrollo de las P.C.H., la capacidad y naturaleza de las empresas de desarrollo eléctrico, el tamaño y nivel de aislamiento de las plantas, tradiciones y experiencias de trabajo comunal, así como de sus capacidades de gestión.

Sin pretender proponer un esquema único, en muchos casos es posible adoptar un modelo combinado de empresa comunal, municipal o cooperativa asociada con la empresa estatal de desarrollo eléctrico.

**LINEAMIENTOS GENERALES DE UN ESQUEMA DE EMPRESA ASOCIADA
A UNA EMPRESA DE DESARROLLO ELECTRICO**

- La empresa se constituye en función de los aportes para su implementación considerándose como aporte comunal el valor de la mano de obra, materiales y servicios empleados.
- La empresa cuenta con un directorio integrado por un representante de la Empresa de Desarrollo Eléctrico y de los órganos representativos o asociativos de la comunidad local y/o autoridades municipales locales.
- La empresa tendrá el mínimo personal necesario para su gestión, a fin de cubrir cuatro necesidades básicas: Administración de fondos, 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 ó 100 kW, el único personal puede ser uno o dos operadores que se hacen cargo de las actividades administrativas, cobranzas además de sus labores de operación y mantenimiento preventivo. En plantas de mayor tamaño que atienden un pequeño sistema, se podrán tener además un administrador y un cobrador.
- Todo el personal de la empresa deberá ser preferentemente de origen local, entrenado por la empresa de servicio eléctrico estatal o regional.
- La empresa de servicio eléctrico entrenará al personal de operadores para el mantenimiento preventivo y dará apoyo técnico para reparaciones mediante "Brigadas Volantes de Mantenimiento", para atender conjuntos de plantas a nivel regional.
- La empresa comunal cobrará y administrará los fondos recaudados de las tarifas, manteniendo una reserva para financiar reparaciones y reposiciones y de ser posible ampliaciones, además de cubrir sus costos de operación normal y pago del personal.
- La empresa comunal será responsable de que los fondos se empleen sólo para los fines establecidos en relación al desarrollo energético local. La empresa de servicio eléctrico estatal o regional será responsable de la supervisión y control contable con respecto al manejo de fondos.
- La empresa comunal y la empresa de servicio eléctrico estatal o regional definirán su cooperación mediante convenio o contrato.
- Los aportes directos en las inversiones por parte de la empresa de desarrollo eléctrico y por la comunidad no serán devueltos ni percibirán utilidades. El funcionamiento recibido podrá ser alternativamente asumido por la empresa de desarrollo eléctrico o devuelto parcial o totalmente por la empresa comunal, con la operación de la planta.

4. DESARROLLO DE CAPACIDADES TECNOLOGICAS

4.1 Evaluación de la Capacidad Tecnológica

El desarrollo tecnológico de un país debería iniciarse con un inventario de los recursos humanos y el potencial industrial con que dispone. En el caso del desarrollo tecnológico para la construcción y equipamiento de P.C.H.

Para los materiales o equipos que no produce el país, se debe analizar la posibilidad de desarrollar tecnología para la producción de dichos equipos o adquirir tecnología extranjera en el caso que el mercado nacional o regional lo justifique; en caso contrario quedará como alternativa la importación de los mismos.

**IDENTIFICACION DE PRODUCCION DE MATERIALES Y EQUIPOS
UTILIZADOS EN P.C.H.**

A. Materiales para Obras Civiles

- Materiales granulares; arcilla y limo
- Cemento
- Varillas de acero de construcción
- Tuberías de presión (acero, PVC, polietileno, Asbesto-cemento)
- Válvulas de compuerta y mariposa
- Rejillas y compuertas
- Madera
- Cables de acero
- Ladrillos
- Tejas
- Clavos
- Explosivos
- Malla de alambre galvanizado

B. Producción de equipos y herramientas para Obras Civiles

- Picos
- Palas
- Carretillas
- Motobombas
- Mezcladoras, etc.

C. Producción de Materiales Electromecánicos

- Cobre y aleaciones
- Acero estructural
- Acero inoxidable
- Ejes
- Rodamientos

- Conductores eléctricos
- Postes y accesorios
- Materiales eléctricos

D. Producción de Equipos Electromecánicos

- Turbinas hidráulicas
- Reguladores de velocidad
- Generadores eléctricos y Regulador de Tensión
- Instrumentos de medición (voltímetro, amperímetro, cosfímetro, frecuencímetro, kilovatímetro y medidores de energía, manómetros).
- Sistemas de transmisión mecánica (engranajes, fajas y acoplamientos)
- Transformadores de medición y de potencia.

E. Industrias de:

- Fundición
- Metalmecánica
- Mecánica fina
- Electromecánica y afines

4.2 Equipos

a) Capacidad de Fabricación

Una vez identificados los materiales y equipos para P.C.H. producidos en el país, se debe realizar un análisis para determinar la conveniencia de producir aquellos equipos que no se fabrican. A continuación se presentan algunos requerimientos que se deben tomar en cuenta para la producción de equipos de P.C.H.

REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCION DE EQUIPOS DE P.C.H.

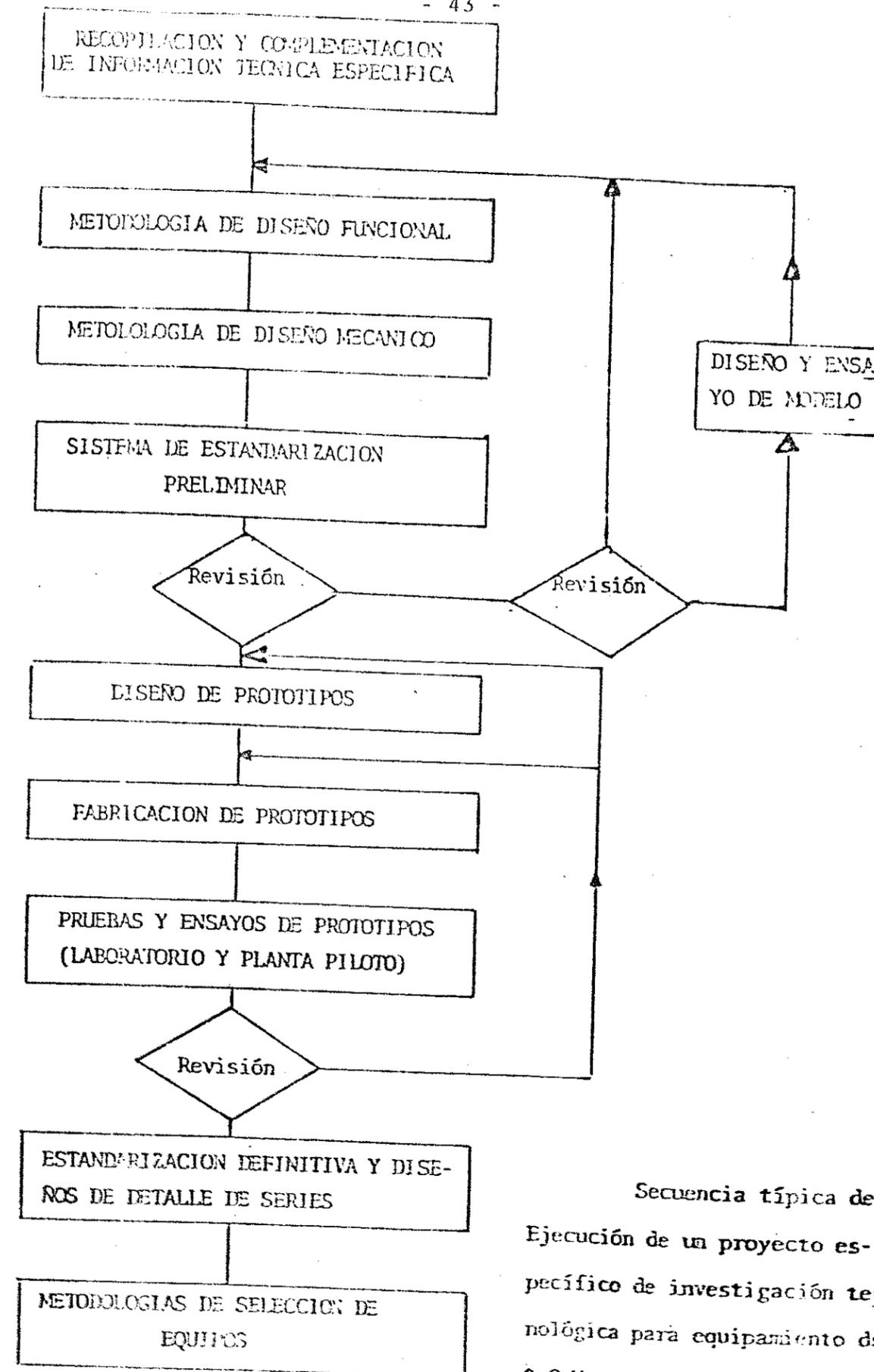
- Es necesario contar con la información técnica adecuada para la producción. Existiendo las siguientes alternativas de fuentes de obtención de tecnología.
 - Investigación propia del fabricante
 - Investigación realizada por centros e institutos del país
 - Compra de tecnología a fabricantes y centros de investigación extranjeros.
- Para complementar los requerimientos para la producción de equipos, se debe orientar hacia aquellos elementos cuyos tamaños o tipos se adecuen a la infraestructura productiva de cada país.
- Se debe maximizar la utilización y adaptación de materiales de origen nacional o regional.
- Los equipos que se produzcan deben ser estandarizados.
- Deben constituir líneas de producción asociadas con las de equipos afines, por no justificarse la producción exclusiva de equipos para P.C.H. por lo limitado de su mercado.
- Debe contemplarse la producción de repuestos, principalmente de aquellos sujetos a desgaste, manteniendo un stock permanente de los mismos.

INDUSTRIAS AFINES PARA LA PRODUCCION DE ALGUNOS EQUIPOS Y MATERIALES DE P.C.H.

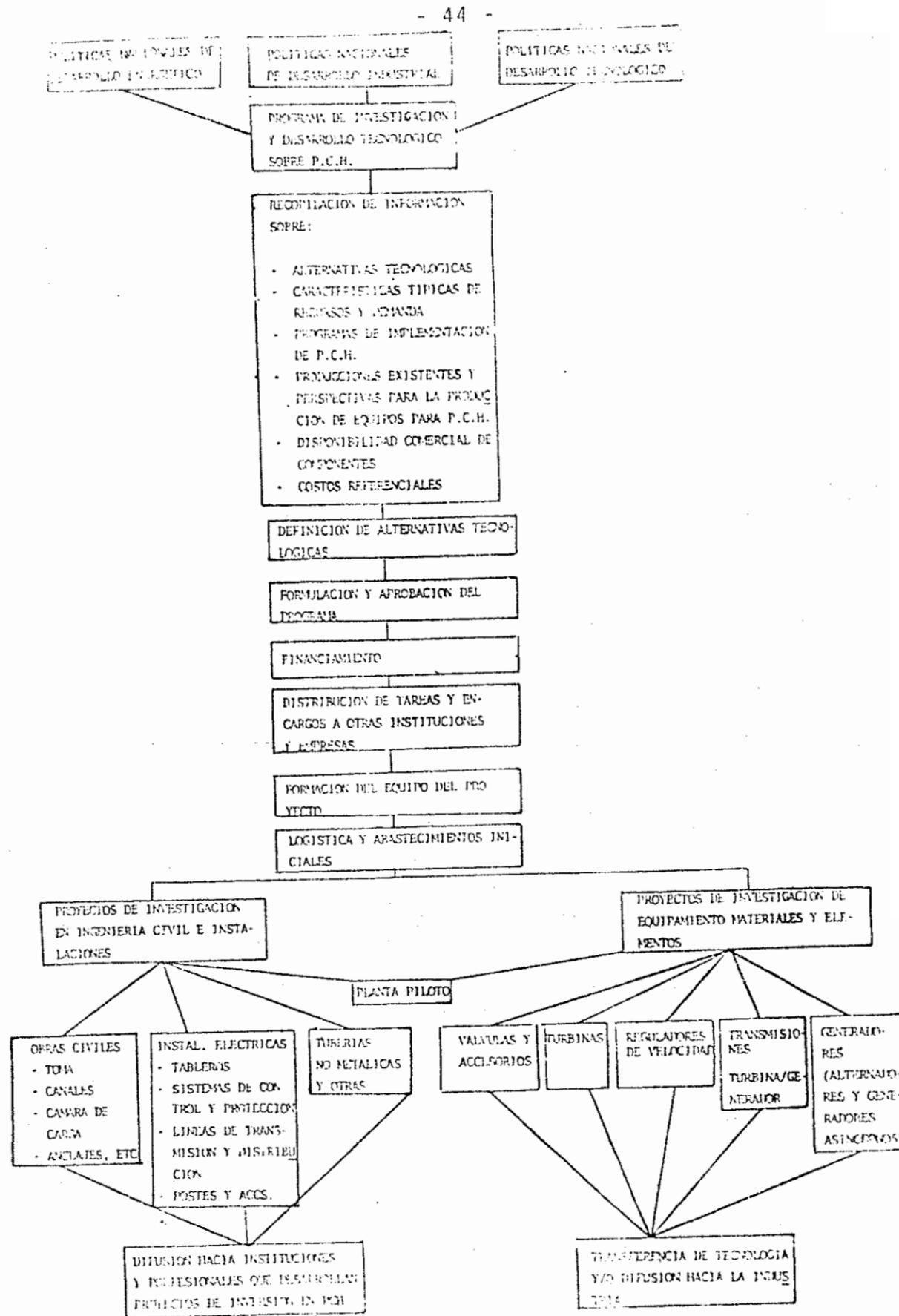
EQUIPO O MATERIAL	INDUSTRIA AFIN
TUBERIAS DE PRESION	Fábricas de tuberías cuyo mercado lo determina la demanda nacional y no las P.C.H.
TURBINAS HIDRAULICAS Y REGULADORES DE VELOCIDAD	Empresas metal-mecánicas, fábricas de bombas centrífugas, válvulas, equipos de vacío, ventiladores, mezcladoras, empresas de fundición.
GENERADORES ELECTRICOS	Fábricas de alternadores para grupos electrógenos térmicos. Fábricas de motores eléctricos.
TRANSFORMADORES, MATERIALES Y ACCESORIOS ELECTRICOS	Industrias de máquinas electromecánicas.

RECOMENDACIONES PARA GARANTIZAR PROGRAMAS DE DESARROLLO Y ADAPTACION TECNOLOGICA PARA P.C.H.

- Desde la etapa de definición del programa es necesario tener una perspectiva de financiamiento bien definida para evitar la frustración de proyectos por falta de fondos.
- Para lograr una correcta administración del programa debe existir un seguimiento operativo en cuanto a resultados alcanzados, tiempo de ejecución y utilización de fondos.
- Desde la etapa inicial del programa es necesario definir claramente la forma y características de los resultados, los cuales pueden ser a través de difusión y/o transferencia de tecnología (Ver figura 6.2).
- Se pueden adoptar diversos criterios institucionales para la realización del programa, el cual puede ejecutarse a través de Universidades, Institutos de Investigación, Empresas Industriales, y/o Entidades de electrificación.
- Normalmente el programa se ejecuta a través de líneas de investigación o conjuntos de proyectos relacionados entre si. Cada uno de ellos requiere de una breve pero clara formulación específica previa a su inicio.
- El programa se puede dividir en dos tipos de actividades:
 - Aspectos de obras civiles e instalaciones
 - Aspectos de diseño y producción de equipos y materiales
- Cada proyecto debe tener bien definida su secuencia de ejecución; en la figura 6.3 se muestra una metodología típica.
- El equipo de ejecutores del programa no necesariamente debe estar integrado por "expertos", requiriéndose sólo uno o dos profesionales con experiencia, los demás pueden ser profesionales jóvenes con un buen nivel académico.
- Se deben establecer pautas para la elaboración de documentos e informes en cada etapa del proyecto, en donde se deben incluir los aspectos positivos, negativos y fracasos sufridos, a fin de asegurar la continuidad y acumulación de conocimientos útiles para el programa, se evita así que dependa de la presencia de cada ejecutor.
- Es necesario durante la ejecución del programa que la entidad ejecutora mantenga una estrecha relación entre la industria y la empresa encargada de electrificación con el fin de obtener resultados de aplicación práctica.
- La difusión de los resultados puede hacerse a través de manuales y/o folletos en el caso de instalación y construcción de Obras Civiles.
- En el caso del equipamiento los resultados se pueden transferir a la industria para la producción industrial de los mismos, dándole a la empresa toda la información técnica que se requiera.
- El desarrollo y adaptación de tecnología en lo que respecta al equipamiento debe orientarse al desarrollo de tecnologías no convencionales, teniendo como referencia la capacidad industrial de cada país.



Secuencia típica de Ejecución de un proyecto específico de investigación tecnológica para equipamiento de P.C.H.



ESQUEMA DEL PROCESO DE DEFINICION DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA P.C.H.

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA EQUIPOS UTILIZADOS EN P.C.H.

EQUIPO	TIPO	RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO
Turbina Hidráulica	PELTON, MICHELL-BANKI, FRANCIS, KAPLAN O FLUJO AXIAL	<ul style="list-style-type: none"> -Seleccionar dos tipos de turbinas de acuerdo a las características de los recursos y demanda del país. -Desarrollo de diseños hidráulicos y mecánicos. -Estudio de aspectos constructivos y materiales para cada pieza de acuerdo con las características de producción industrial del país. -Establecer metodologías de selección de turbinas. -Establecer metodologías de montaje y desmontaje del equipo. -Establecer recomendaciones para la operación y mantenimiento.
Regulador de Velocidad	OLEO-MECANICO ELECTRICO-ELECTRONICO, POR DISIPACION DE ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> -Selección del tipo de regulador más adecuado de acuerdo a las características de operación y capacidad industrial del país. -Diseño funcional y mecánico. -Estandarización de acuerdo a las turbinas estandarizadas. -Elaboración de manuales de fabricación. -Estudios de aspectos constructivos y materiales. -Establecer metodologías de selección. -Establecer recomendaciones para la operación y mantenimiento.
Generadores Eléctricos	ALTERNADORES PARA P.C.H., MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> -Estudio para adaptar alternadores de grupos electrógenos térmicos para que operen con turbinas hidráulicas principalmente en lo referente a protección por embalamiento. -Adaptar motores eléctricos para que operen como generadores autónomos. -Establecer recomendaciones de operación y mantenimiento. -Diseño general de generadores y proceso de fabricación más adecuada.

Transformadores Eléctricos	POTENCIA, MEDICION	<ul style="list-style-type: none"> -Estudios de sus diseños y formas constructivas de acuerdo a la capacidad industrial del país. -Estandarización -Establecer recomendaciones de operación y mantenimiento.
Equipos Eléctricos	TABLEROS DE CONTROL, CONDUCTORES, AISLADORES, PARARAYOS	<ul style="list-style-type: none"> -Estudio para producir estos equipos previa estandarización. -Establecer metodologías de selección -Establecer recomendaciones para su instalación y mantenimiento.

c) Adquisición de Tecnología

Depende del nivel de desarrollo de cada país con respecto a su capacidad de generar tecnologías utilizables, a sus posibilidades de ejecución de proyectos y a sus perspectivas de implementación de la producción de equipamiento, en mayor o menor grado, podrá ser necesaria la adquisición de tecnología de otros países.

Se pueden considerar como compra de tecnología las diversas modalidades de adquirir conocimientos utilizables en la producción, que van desde asistencia técnica y suministro de información, hasta la compra de paquetes tecnológicos para implementar líneas de producción que incluyen planos detallados, instrucciones de fabricación, montaje y servicios técnicos.

En P.C.H. la adquisición de tecnología se relaciona principalmente con el equipamiento electrónico y accesorios.

A continuación se presentan algunas consideraciones y recomendaciones que se deben tomar en cuenta para la adquisición de tecnología:

-Con el fin de lograr un desarrollo tecnológico acorde con las características y capacidad industrial de un país, es conveniente limitar la adquisición de tecnología para aquellos casos en que no se considera de interés el desarrollo de tecnología o cuando los trabajos de investigación no presentan perspectivas de aplicación de resultados en plazos inferiores a los requeridos para su correspondiente implementación industrial.

-La adquisición de tecnologías deberá realizarse a través de un proceso de selección de alternativas y debe limitarse a aquellas partes en que el desarrollo tecnológico alcanzado permita implementarlas totalmente y de acuerdo con las prioridades que se hayan establecido para el desarrollo tecnológico nacional.

-Deben evitarse restricciones que obliguen a importar piezas o partes que puedan producirse localmente; por el contrario deberá fomentarse la fabricación local de componentes y el empleo de materiales disponibles en el país.

-El análisis de alternativas previo a cualquier proceso de transferencia de tecnología, debe ser lo más completo y cuidadoso posible. Debe asegurarse la inclusión del mayor número de alternativas bajo los mismos términos de referencia, y establecerse previamente al análisis, los criterios de evaluación.

-Los contratos de compra de tecnología deberán hacerse con plazos fijos de duración, al término de los cuales cesen las obligaciones de pagos de regalías, las cuales deben establecerse sólo con base en un porcentaje de las ventas, evitando incluir obligaciones de pagos mínimos.

-Para mejorar la capacidad de negociación de las empresas nacionales para la adquisición de tecnología, es importante que se definan políticas claras en materia de adquisición de tecnología y que la legislación tienda a limitar la imposición de cláusulas restrictivas por los proveedores de tecnología.

d) Importación de equipos

Si las características particulares de un país en cuanto a sus políticas industriales o capacidad de producción determinan que no se justifique la fabricación local de algunos tipos o tamaños de equipos, se debe recurrir a su importación. Para estos casos, es necesario contar con personal capacitado para el análisis y selección de alternativas, así como el equipo técnico necesario para la realización de pruebas de aceptación. Es importante el apoyo que puedan brindar en este campo las instituciones dedicadas a la investigación tecnológica.

Para abordar la compra de equipos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

-La capacidad de fabricación y reparación de componentes y repuestos en el país.

-Las características de mantenimiento y operación adecuadas a las condiciones de aplicación.

-Capacidad de soportar situaciones derivadas de errores de operación.

-Facilidad de montaje y desmontaje de piezas y accesorios.

A los proveedores de equipos, adicionalmente a los requerimientos de cumplimiento de especificaciones técnicas, garantías, costos y plazo de entrega de los equipos, se les debe solicitar:

-Planos de ensamble del equipo

-Indicaciones sobre los materiales de los principales componentes del equipo, sujetos a reparaciones

-Listas de repuestos

-Instrucciones de montaje, desmontaje y reparación

-Asistencia técnica para la capacitación de personal local encargado del mantenimiento y reparación del equipo.

Cuando se realizan concursos de precios o licitaciones se recomienda previamente haber identificado una lista de posibles proveedores, de los cuales se deben tener antecedentes respecto a:

- Contabilidad y eficiencia de sus equipos
- Índice de costos
- Facilidades de crédito
- Durabilidad de los equipos
- Cumplimientos de plazo de entrega
- Facilidad de adaptación de sus equipos a la industria local para la fabricación de repuestos.

4.3 Desarrollo y adaptación Tecnológica para Construcción

Es indispensable recalcar la necesidad de investigar tanto sobre metodologías de construcción en sí como sobre la aplicación de materiales no convencionales. La investigación deberá estar ligada con proyectos de inversión por medio de plantas piloto.

Es muy importante organizar el desarrollo de tecnologías, la producción de elementos prefabricados para las obras civiles.

Las instituciones que realizan investigación sobre materiales y otros elementos, deben coordinar sus acciones con las unidades que realizan ingeniería en el terreno y que pueden estar investigando dentro de programas de inversión durante la construcción y después de la misma.

En general existen dos alternativas tecnológicas en cuanto a obras civiles: una convencional basada en la utilización de concreto, acero y refuerzo y acero estructural y separación de elementos y, otra, que considera un mínimo de utilización de dichos materiales y procura concentrar obras y utilizar infraestructura existente. Desde el punto de vista de los tipos de construcción, se puede hablar de aquella con base principalmente en el empleo intensivo de mano de obra (con participación de la comunidad en el caso óptimo) y de aquellos basados en el empleo intensivo de maquinaria, así como de casos mixtos.

Las tecnologías para construcción deben difundirse mediante manuales para diseño y ejecución de obras.

4.4 Listado de Alternativas Tecnológicas

A continuación se presenta una selección de posibles áreas de interés para el desarrollo tecnológico.

a) Construcción

A continuación se analizan los diferentes que tienen aplicación en P.C.H., en cuanto a construcción civil se refiere. Es importante insistir que dentro de las tecnologías no convencionales se considera lo siguiente: utilización y mejora de tomas y canales de riego existentes; cámara de carga instalada en línea sobre el canal e incluyendo el desarenador; tuberías de presión en materiales no metálicos, presas de tipo artesanal,

reducción al mínimo de la utilización de materiales costosos como el concreto y empleo de materiales no convencionales como ferro-cemento, suelo-cemento y otros.

Se recomienda especificar los materiales tomando en consideración la aplicación de normas nacionales y cuando estas no estén disponibles usar normas o estándares apropiados extranjeros. Es importante promover el desarrollo de estándares y normas nacionales para el empleo de materiales en P.C.H. en lo que respecta a formatos de los planos de construcción adecuadas especificaciones y un buen control de calidad.

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS DE MATERIALES

MATERIAL	APLICACION	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Arcilla y Limos	Presas o cortinas	Grado alto de impermeabilidad	Posibilidad de Fracturación
Granulares	Presas o cortinas	Bajo grado de impermeabilidad	Mejor comportamiento a solicitaciones exteriores
Madera	Presas, tuberías, casa de máquinas, compuertas	Precio reducido	Corta duración
Gaviones	Presas, canales, protección de taludes	Bajo costo. Se acomodan fácilmente al terreno	Permeables durante el período inicial
Concreto	Presas, canales y anclajes, cámara de carga, casa de máquinas	Durabilidad. Resistencia a la compresión alta	Costo elevado. Mal comportamiento en obras torrenciales
Ferro-cemento	Revestimiento, cortinas, desarenador cámara de carga	Bajo costo. Alta resistencia en general	Reducida resistencia a las cargas de punta, construcción cuidadosa
Suelo-cemento	Revestimientos, presas	Bajo costo	Poca durabilidad, baja resistencia
P.V.C.	Tubería de presión	Bajo costo, reducido peso, rápida instalación, fácil adaptación al perfil, reducidas pérdidas de carga	Relativa fragilidad, conviene que sean enterrados. Poca resistencia a la radiación solar
Poliétileno	Tubería de presión	Tramos continuos, soportan considerables deformaciones, fácil transporte e instalación. Buena resistencia al impacto y a la radiación solar	Las uniones requieren coples especiales de acero de instalación cuidadosa, elevadas pérdidas de carga en los coples
Asbesto-cemento	Tubería de presión	Menor costo que las de PVC buena adecuación al perfil del salto, no requieren juntas de expansión, reducidas pérdidas de carga	Relativo mayor peso y fragilidad que exigen que sean enterradas. Mayor costo de transporte

B. Equipos

A continuación se presenta un listado de los principales equipos utilizados en P.C.H. y algunas recomendaciones para orientar el desarrollo tecnológico de los mismos.

TURBINAS HIDRAULICAS

TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES
PELTON	<ul style="list-style-type: none"> -Es una turbina de acción, de flujo tangencial, formada por una o más toberas y un rodete provisto de un determinado número de cucharas. -El rango de aplicación de las turbinas Pelton está delimitado a velocidades específicas bajas. Cabe decir, aprovecha grandes saltos y caudales reducidos, pudiéndose obtener eficiencias del orden del 85 o/o. -Para su fabricación requiere de una planta industrial que cuente con: fundición, equipos de soldadura y corte, máquinas herramientas básicas (torno, cepillo y taladro). Generalmente se fabrica el rodete y las toberas por fundición.
MICHELL-BANKI	<ul style="list-style-type: none"> -Es una turbina de acción de flujo transversal, entrada radial y admisión parcial, formada por un inyector y un rodete provistos de un número determinado de álabes curvos. -El rango de aplicación de esta turbina está comprendido entre las Pelton de doble tobera y la turbina Francis rápida, trabajando principalmente con saltos y caudales medianos, pudiendo obtener eficiencias del orden del 80 o/o y generando potencias hasta de 1.000 KW. -Posee una geometría que facilita su fabricación y que la caracteriza como la turbina de más bajo costo. -Para su fabricación se requiere de una planta industrial que cuente con equipo de soldadura y corte y máquinas herramientas básicas (torno, cepillo y taladro), se puede fabricar a base de planchas soldadas.
FRANCIS	<ul style="list-style-type: none"> -Su aplicación está delimitada a velocidades específicas medias, operando al igual que la turbina Michell-Banki, con saltos y caudales medianos la eficiencia está comprendida entre 83 o/o y 90 o/o. -Para su fabricación se requiere de una planta industrial que cuente con fundición, equipos de soldadura, corte y máquinas herramientas.
AXIAL	<ul style="list-style-type: none"> -Es una turbina de reacción de flujo axial estando su sistema de regulación de velocidad incorporado en el rodete en el caso de la variante denominada Kaplan. -Su rango de aplicación está delimitado a velocidades específicas bastante altas. Operando con saltos muy pequeños y grandes caudales. Pudiendo alcanzar eficiencias de hasta 90 o/o. -Para su fabricación se requiere de una planta industrial que cuente con fundición, equipos de soldadura, corte, y máquina herramienta.

REGULADORES DE VELOCIDAD PARA TURBINAS HIDRAULICAS

TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES
ELECTRO-ELECTRONICO CON REGULACION DE FLUJO	<ul style="list-style-type: none"> -Está formado por un dispositivo electrónico, encargado de captar la variación de velocidad de la turbina en base a la variación de frecuencia de generación que ocurre al presentarse una variación de carga, un motor eléctrico que acciona un mecanismo produciendo la apertura o cierre de la válvula reguladora de flujo de la turbina, al girar en un sentido u otro. -Su fabricación es de bajo costo, considerando que dispositivo electrónico es único e independiente de la potencia, siendo el costo variable el derivado del motor eléctrico. -Para su fabricación se requiere una planta electromecánica con taller de electrónica.
OLEO-MECANICO (Con regulación positiva de flujo)	<ul style="list-style-type: none"> -Está formado por un órgano sensible a la variación de velocidad que generalmente es un péndulo centrífugo, un órgano de distribución y fuerza provisto una válvula distribuidora de aceite a presión y un servomotor, un sistema de compensación y retroceso cuyo objetivo es dar estabilidad a la velocidad del grupo; una bomba de engranaje o paletas deslizantes y dispositivos de maniobra para accionar la válvula reguladora de caudal de la turbina. -Su costo de fabricación es comparativamente más que el regulador eléctrico-electrónico requiriendo para su producción una planta industrial que cuente con equipos de soldadura y corte y máquina herramientas de precisión.
ELECTRICO-ELECTRONICO CON DISIPACION DE ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> -Está formado por un dispositivo electrónico, encargado de captar la variación de velocidad de la turbina en base a la variación de frecuencia de generación que ocurre al presentarse una variación de carga y un sistema de resistencias eléctricas que aumentan o disminuyen la carga a la turbina, trabajando esta siempre con plena apertura. -El dispositivo electrónico es similar al del regulador eléctrico-electrónico, con regulación positiva de flujo. -Para la fabricación se requieren de una planta electromecánica con taller de electrónica.

GENERADORES ELECTRICOS

TIPO	CARACTERISTICAS GENERALES
ALTERNADORES	<ul style="list-style-type: none"> —Son generadores sincronos diseñados con regulador de tensión y refuerzos en las bobinas para que estén en capacidad de soportar velocidades de embalamiento de la turbina. —Por razones económicas, en P.C.H. se recomienda la utilización de alternadores de 2 ó 4 polos. —Para su fabricación se requiere una planta industrial electromecánica que cuente con equipos para embobinar soldadura y corte y máquinas herramientas universales.
GENERADORES DE INDUCCION	<ul style="list-style-type: none"> —Son motores de inducción que operan como generadores en forma autónoma o en paralelo con un alternador. —Para su fabricación sólo se requiere una adaptación de motores eléctricos existentes, que la puede hacer la misma fabricante.

5. COMO ABORDAR PROYECTOS ESPECIFICOS

5.1 Evaluación Específica de Demanda y Recursos

a) Demanda

Es importante anotar que la demanda estimada en la etapa de planeamiento servirá para la etapa de proyectos específicos.

Se estima mediante una evaluación de las condiciones locales y regionales.

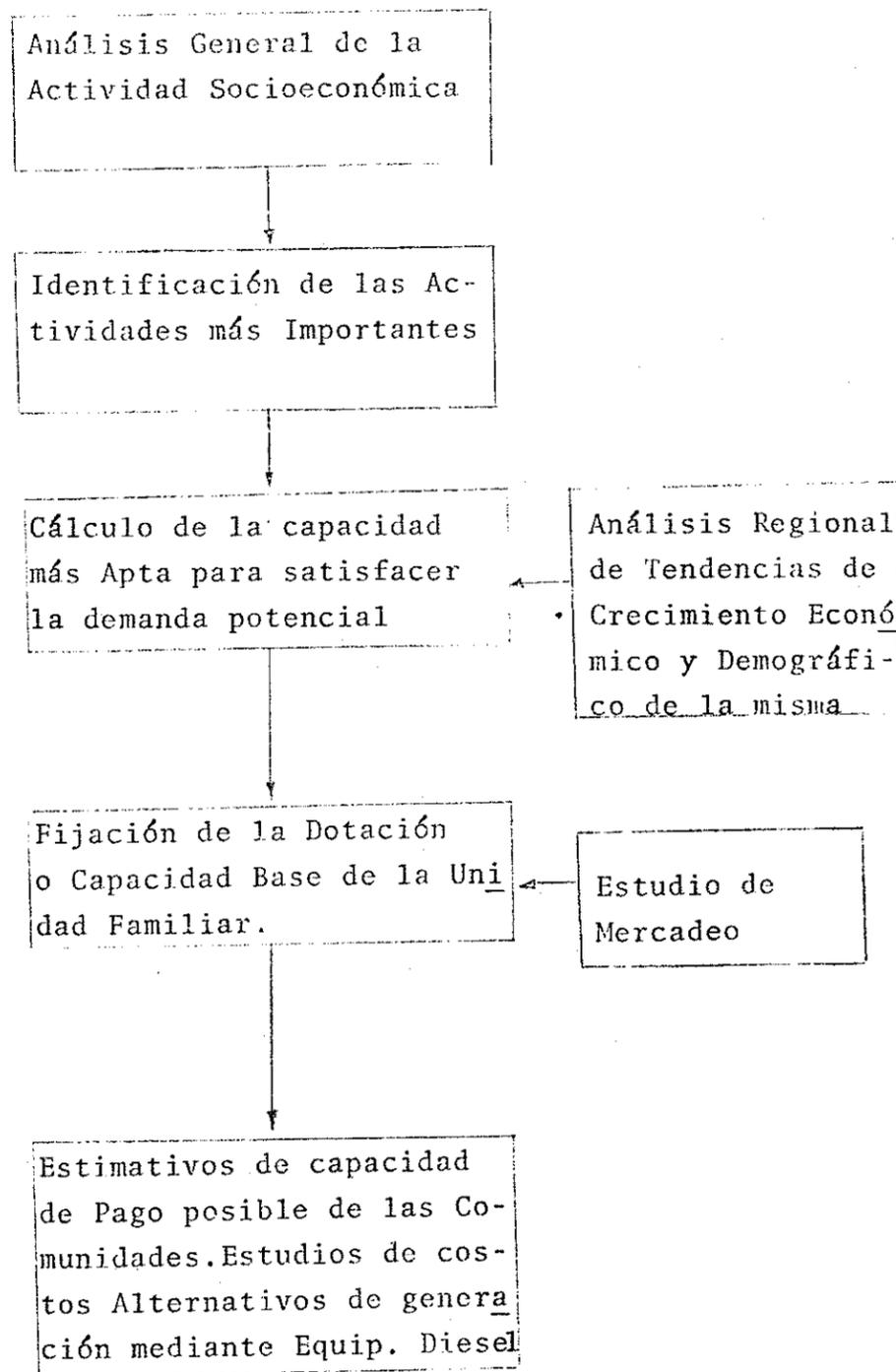
Se calcula la demanda potencial actual de energía eléctrica y se verifica un estimativo global del crecimiento de dicha demanda hacia el futuro, para lo cual se establece un horizonte de planeamiento con un período equivalente al estimativo de posibilidad de abastecimiento por línea de interconexión.

Para estos análisis se realizan investigaciones de campo y procesamiento de información recopilada.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR PARA EVALUACION ESPECIFICA DE DEMANDA

- Identificación del polo de desarrollo más importante de la zona.
- Identificación y reconocimiento del área de influencia de dicho polo.
- Inventario de actividades socioeconómicas.
- Identificación de los posibles factores de crecimiento futuro en la zona.
- Análisis de información obtenida en el trabajo de campo y en otras fuentes.

Se sugiere el siguiente diagrama de bloques para establecer la secuencia en la estimación de la demanda:



b) Recursos

Esta evaluación se fundamenta en la recopilación y análisis de las informaciones cartográficas, geológica, geomorfológica, hidrológica y ecológica existentes, complementadas mediante reconocimientos de campo, aforos de las fuentes y levantamientos topográficos.

Con base en la información de los habitantes de la región se identifican las posibles fuentes. Se realiza una investigación de las fuentes atractivas en las cercanías de las poblaciones situadas en las cuencas objeto del estudio (aproximadamente 15 Km.) y se aforan las fuentes con el fin de obtener información sobre el orden de magnitud de los caudales transportados por las mismas.

Mediante métodos topográficos simples se determina la caída disponible. Para los saltos reducidos es conveniente utilizar un alfiler de precisión. En ambos casos también es posible utilizar un nivel de albañil o de carpintero.

5.2. Selección de Tecnología para el Proceso de Desarrollo y Diseño de Sistemas de P.C.H.

CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO

- Características de la región tales como facilidades de acceso en relación con posibilidad de emplear equipo para la construcción.
- Disponibilidad de materiales de construcción en la zona del proyecto.

a) Obras de Toma

CRITERIOS PARA LA LOCALIZACION DE LA OBRA DE TOMA

- Búsqueda del máximo estrechamiento del cauce de la corriente de agua con el fin de minimizar la longitud de la presa vertedero y consecuentemente las excavaciones y los volúmenes estructurales.
- Búsqueda de ubicación según condiciones de sedimentos.
- Búsqueda de la mejor fundación para la estructura, preferentemente sobre afloramiento de roca con el fin de asegurar su estabilidad.
- Selección de la mínima longitud de canal en contacto con las aguas máximas con el fin de reducir los volúmenes de concreto reforzado.

b) Canal de Conducción

CRITERIOS PARA PROYECTAR EL CANAL DE CONDUCCION

- Diseño geométrico en planta, adecuado, para minimizar excavaciones.
- Velocidad mínima del agua cercana a 1.0 m/s para evitar sedimentación.
- Búsqueda de una sección transversal próxima de la óptima hidráulica.
- Es necesario verificar la infiltración con el fin de decidir sobre el revestimiento de las paredes y el fondo del canal. En general la relación de costos de canal revestido o no revestido es de 1 a 1.

c) Desarenador - Cámara de Carga

CRITERIOS PARA PROYECTAR EL DESARENADOR-CAMARA DE CARGA

- Verificación de su capacidad para que asegure de manera conveniente la alimentación de la tubería de carga, la absorción y la amortiguación de las oscilaciones de apertura y cierre de válvulas de admisión, debidas a las variaciones de carga en las turbinas, y la regulación del nivel de agua al comienzo de la tubería de carga.
- Con base en un estudio de granulometría de los sedimentos y en las recomendaciones acerca del diámetro de las partículas por sedimentar se adopta un tamaño de partícula límite para el diseño del desarenador.
- Se adopta una profundidad tal en el desarenador, que se eviten las perturbaciones producidas por corrientes ascendentes o descendentes producidas por los cambios de temperatura.

d) Tubería de Presión

CRITERIOS PARA DISEÑO DE LA TUBERIA DE PRESION

- Pueden usarse diferentes materiales
- = Pueden usarse diferentes tipos y tamaños combinados con el fin de obtener soluciones óptimas

A continuación se muestra el rango de aplicación de los diferentes materiales en relación con el salto en m:

ACERO	hasta 800 metros
HIERRO DUCTIL	hasta 400 metros

PLASTICO REFORZADO	hasta 150 metros
ASBESTO CEMENTO	hasta 150 metros
P.V.C.	hasta 100 metros
POLIETILENO	hasta 100 metros
MADERA	hasta 100 metros

Con el fin de soportar el golpe de ariete máximo permitido en Centrales las tuberías deben poseer una presión nominal del orden de un 30 o/o más del salto bruto. Esta sobrepresión debida al golpe de ariete se puede controlar fijando un tiempo de cierre apropiado en el regulador.

- Los costos de construcción, que no sólo aumentan con las condiciones del terreno, sino también con el diámetro, se comparan con la pérdida de energía en la tubería, que disminuye la producción de energía. Mediante esta comparación se encuentra el diámetro óptimo.
- Para el diseño de los anclajes se tienen en cuenta factores de seguridad con respecto al volcamiento, deslizamiento y capacidad portante. También se debe analizar la tubería para tres hipótesis de carga: tubería de presión caso dinámico, tubería de presión caso estático y tubería vacía. Se considera necesario además el diseño de un filtro a lo largo de toda la tubería de carga con el fin de drenar las posibles infiltraciones de la tubería.

c) Casa de Máquinas

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA CASA DE MAQUINAS

- El área de construcción se determina en función de las necesidades de la planta, según el salto, el caudal y el número de unidades. Es conveniente asignar un área residencial para el operador, si el nivel de las inversiones lo permiten.
- Es conveniente considerar servicio de acueducto y sistema de desague, mediante tanque séptico y campo de infiltración.
- Perimetralmente a la casa de máquinas es conveniente diseñar drenes y u otro sistema con el fin de interceptar las aguas superficiales y mantener bajo el nivel freático.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA LINEA DE TRANSMISION

VARIANTES DE DISEÑO:

- Tensión de la línea
 - Potencia
 - Factor de potencia
 - Longitud
 - Altura sobre el nivel del mar
 - Temperatura promedio, máxima y mínima del medio ambiente
 - Velocidad del viento
-

5.3 Métodos de Construcción

A continuación se hacen algunas consideraciones sobre las diferentes alternativas de construcción para los diferentes elementos que componen una P.C.H.

DIFERENTES ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION PARA LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE UNA P.C.H.

Presa, umbral, cortina o barrera

Los gaviones se instalan fácilmente y su costo es reducido. Los problemas de infiltración que se puedan presentar al comienzo se resuelven mediante pantallas de concreto o de madera. El problema se puede tornar crítico en el caso de caudales mínimos cuando no se puede permitir la pérdida de caudales significativos.

Siempre que se encuentren materiales adecuados en la región merece considerarse la alternativa de concreto ciclópeo o ladrillo. El concreto ciclópeo tiene la ventaja de la utilización de la roca proveniente de las excavaciones. Esta solución es más adecuada para niveles elevados de agua; cuando la altura de agua es menor de 2-0 m. los problemas de cimentación son bastante menores. La mayor desventaja consiste en que por tratarse de una estructura rígida se pueden presentar fisuraciones por asentamientos diferenciales. Cuando existan facilidades de transporte para materiales y equipo, puede ser conveniente analizar alternativas de estructuras conjuntas para presa y bocatoma en concreto reforzado siempre que las dimensiones de la estructura sean reducidas.

Para caudales reducidos derivados de un curso de agua considerablemente más caudaloso, es posible emplear construcciones artesanales de piedras y rocas para la captación a "filo de agua" sujetas a reconstrucción estacional.

Desviación

Para el manejo de agua se consideran varias alternativas así:

Cuando existan lechos antiguos es posible mediante excavación ampliarlos, lo que permite desviar las aguas y trabajar casi completamente en seco durante la construcción de la captación.

Una segunda alternativa consistiría en la utilización de tablestacas, construyendo inicialmente la bocatoma, la esclusa y el canal, posteriormente se construiría el vertedero, dejando pasar el agua por la esclusa y la bocatoma. Esta alternativa requiere una longitud apreciable de tablestacado además de reducir el espacio disponible para las labores durante la construcción. El caudal máximo que permite la esclusa aumenta el riesgo por daños debidos a las crecientes.

La primera alternativa puede ser más favorable si el costo de excavación puede justificar la disminución de riesgos y molestias implícitas en la segunda alternativa.

Desarenador

Puede ser localizado inmediatamente después de la obra de toma y entonces se aprovecha de manera económica la cercanía de la corriente en cuanto a la limpieza de los sedimentos. El agua también estaría libre de sedimentos a lo largo del canal de construcción, sin embargo estos pueden presentarse en el recorrido de la construcción a cielo abierto.

Otra alternativa contempla el desarenador integrado con el tanque de carga. Es evidente la economía en este segundo caso a pesar de que se requiere mayor velocidad de circulación en el canal de conducción con el fin de evitar la sedimentación en el mismo. Este caso generalmente está asociado con el empleo de canales de tierra y resulta aplicable en los casos de M.C.H. de menor tamaño, frecuentemente asociados con el riego.

Tubería de Carga

La tubería de acero representa costos elevados no sólo por el material sino también por la instalación.

La tubería de asbesto-cemento es más económica y de fácil consecución a pesar de que en algunos sitios hay limitaciones en cuanto a los diámetros máximos comerciales. La excavación para enterrar la tubería puede ser difícil y costosa en terrenos rocosos.

Casa de Máquinas

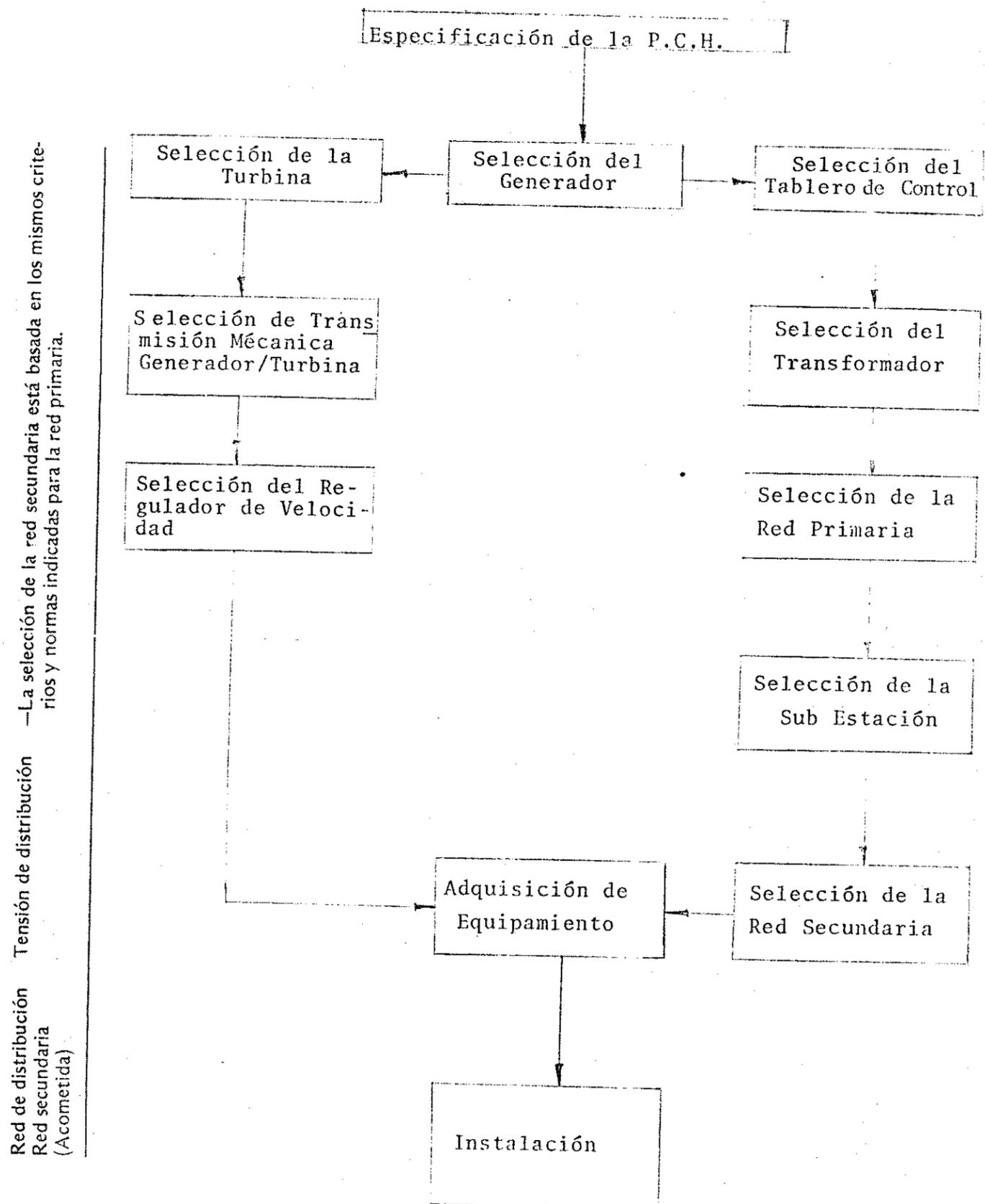
En esta estructura más que en ninguna otra obra civil es posible considerar la utilización de elementos prefabricados con el fin de abaratar los costos. Es muy importante tener en cuenta los materiales de la región no sólo desde el punto de vista económico sino también en cuanto a estética y comportamiento a los sismos se refiere.

5.4 Selección de Equipos

La selección de equipos para P.C.H. debe realizarse en base a los catálogos comerciales proporcionados por los fabricantes de equipos. Asimismo los criterios de selección deben estar orientados principalmente a utilizar equipos confiables, de bajo costo y de preferencia estandarizados.

A continuación se detalla un procedimiento para seleccionar los diversos equipos, utilizados en P.C.H.

EQUIPO	DATO PARA LA SELECCION	PROCEDIMIENTO DE SELECCION
Rejilla de Limpieza	Tamaño de la partícula	—De acuerdo a las especificaciones del material de turbina, sección de flujo, pueden considerarse para regulación automática o manual.
Válvula	Diámetro nominal de la tubería y salto de la Central	—Puede utilizarse, válvulas de compuerta, mariposa o esférica, se selecciona de acuerdo al diámetro nominal de la tubería, diámetro de entrada de la turbina, salto al que va a operar y el tiempo de cierre requerido.
Turbina	Salto Caudal Potencia	—Conociendo las características de las turbinas explicadas en la página 52 del presente manual y conociendo el número de revoluciones de giro del generador, se asume un número de revoluciones de la turbina y se determina el tipo de turbina más adecuada con ayuda de la metodología explicada en el anexo B del presente manual, teniendo presente que cuanto mayor es el número de revoluciones de la turbina, menor es su costo. —Seleccionado el tipo de turbina, se ubica en los catálogos comerciales de turbinas estandarizadas, aquella que satisfaga las condiciones de salto, caudal y potencia, determinando con ellos el número de revoluciones a las que girará, cuyo valor no se diferenciará mucho del asumido, alternativamente se determinarán las especificaciones para el diseño de turbina a medida.
Regulador de velocidad	Potencia Frecuencia	—Con el tipo de turbina seleccionada, se determina automáticamente su regulador de velocidad el cual puede ser oleomecánico o eléctrico-electrónico.
Transmisión Turbina Generador	Potencia Salto	—La transmisión mecánica entre el generador y la turbina teniendo en cuenta la relación de velocidades entre ambos equipos y que la transmisión por fajas se utiliza para bajas reducciones y la de engranajes para altas reducciones cuando sea posible igualar las velocidades de ambos equipos, se utilizará acoplamiento directo.
Generador	Potencia	—Teniendo como referencia las normas eléctricas para generadores de cada país se determinan la tensión y frecuencia de generación. —Con estos datos se selecciona el tipo de generador más adecuado, tomando como referencia lo indicado en el capítulo 6 del presente manual. —En los catálogos comerciales se identifica el generador adecuado para la potencia, frecuencia y tensión de generación. Seleccionando el número de revoluciones del generador, considerando que a mayores revoluciones se obtiene generadores de bajo costo.
Tablero de control para la Casa de Máquinas	Potencia Tensión Frecuencia	—El tablero se selecciona de acuerdo con las especificaciones de potencia máxima del generador, tensión y frecuencia. Debiéndose tratar de utilizar un mínimo de instrumentación que permita un eficaz control.
Transformadores	Potencia Tensión	—De acuerdo a las normas eléctricas de cada país se selecciona el valor de la tensión de transmisión y con el dato de potencia se determina en los catálogos comerciales el transformador a utilizarse. Teniendo en cuenta que las corrientes de corto circuito sean 5 ó 6 veces la nominal.
Red de transmisión o Red primaria	Potencia Tensión de transmisión	—De acuerdo a las normas eléctricas para conductores de cada país y un análisis económico se selecciona la sección óptima teniendo en cuenta una mínima caída de tensión y una mínima pérdida de potencia.
Sub-estación	Potencia	—De acuerdo a las normas de cada país se determina la tensión de distribución y con ellas se obtiene la relación de transformación de voltaje, para luego seleccionar en catálogos los componentes de la sub-estación.



6. COSTOS

En este numeral se presentan algunos lineamientos cuantitativos para estimar costos de una P.C.H. para fines de planeamiento y determinación de órdenes de magnitud solamente ya que es imposible determinar previsiones confiables de costos para proyectos específicos a partir de indicadores globales, requiriéndose en cada caso de un análisis particularizado de la estructura de los costos, en función de las características específicas del proyecto.

En los gráficos que se muestran más adelante se dan indicadores de costos unitarios para las inversiones totales en P.C.H., así como para sus tres principales componentes; estudios de pre-inversión, equipamiento y obras civiles. Las curvas han sido preparadas a partir de la información disponible en varios países de América Latina, en consecuencia sería recomendable que la Unidad Planificación de P.C.H. de cada país, prepare las curvas correspondientes a su propia realidad, lo cual puede ser aproximado con algunos puntos experimentales que determinen factores de corrección a los gráficos que se presentan en este manual.

a) Costos unitarios de la inversión total de P.C.H.

En la Fig. 6.1 se muestran costos unitarios totales de P.C.H. en dólares por kW instalado de la planta para diversas potencias y saltos.

FIG. 6.1 INDICADORES REFERENCIALES DE COSTOS UNITARIOS DE INVERSION

NOTA: El proceso de selección puede también iniciarse con la turbina.

CONCLUSIONES DE LAS CURVAS DE COSTOS TOTALES UNITARIOS

- Los costos de P.C.H. pueden variar entre 1000 y 5000 US\$/kW instalado.
- Los costos unitarios incrementan rápidamente para las potencias menores.
- Las centrales con saltos reducidos son más costosas que las de saltos mayores.
- El empleo de Tecnologías no convencionales para obras civiles y equipos de fabricación y tecnología, nacional, determinan costos unitarios menores que los correspondientes a tecnologías convencionales y equipos importados. Esta ventaja tiende a disminuir para potencias mayores.

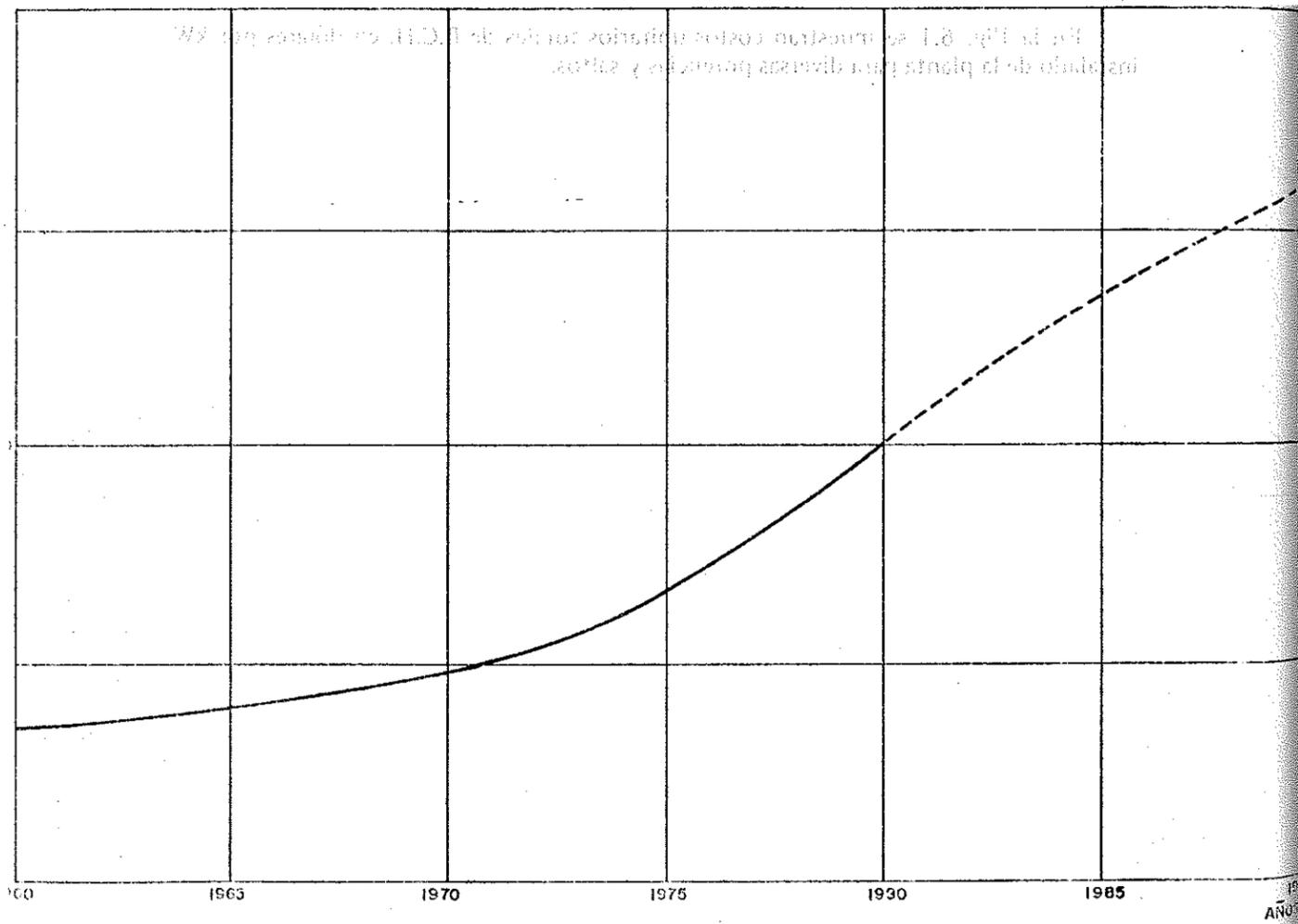


FIG. 6.2 INDICE DE AUMENTO DE COSTOS DE BIENES (AÑO BASE 1980 = 100)

b) Costos Unitarios de Estudios de Pre-inversión

Frecuentemente se incide en costos de estudios desproporcionados con la inversión total, siendo conveniente establecer límites de costos de estudios como un porcentaje del costo total del proyecto.

Como elemento de orientación referencial, en la Fig. 6.3 se proponen valores máximos deseables de costos de estudios.

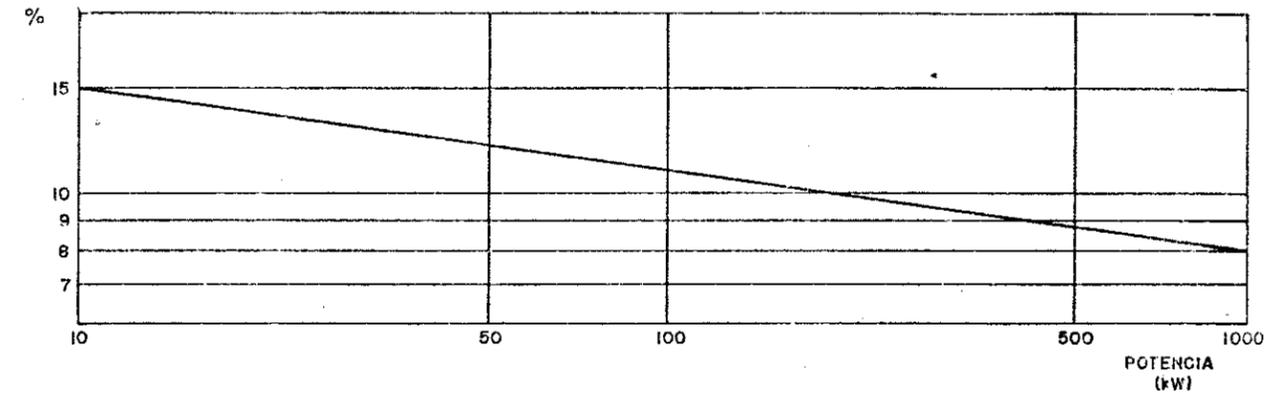


FIG. 6.3 PORCENTAJE MÁXIMO DEL COSTO TOTAL CORRESPONDIENTE A ESTUDIO

c) Costos Unitarios de Equipamiento Electromecánico

En las Figuras 6.4 y 6.5 se muestran los costos unitarios del Equipamiento electromecánico para equipos importados de fabricantes de países desarrollados y equipos de fabricación nacional con tecnologías desarrolladas o adaptadas en el país y no sujetas al pago de regalías.

ELEMENTOS INCLUIDOS EN EL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

- Turbina
- Regulador de velocidad
- Generador
- Tablero eléctrico e instrumentación
- Instalación (sin incluir anclajes)

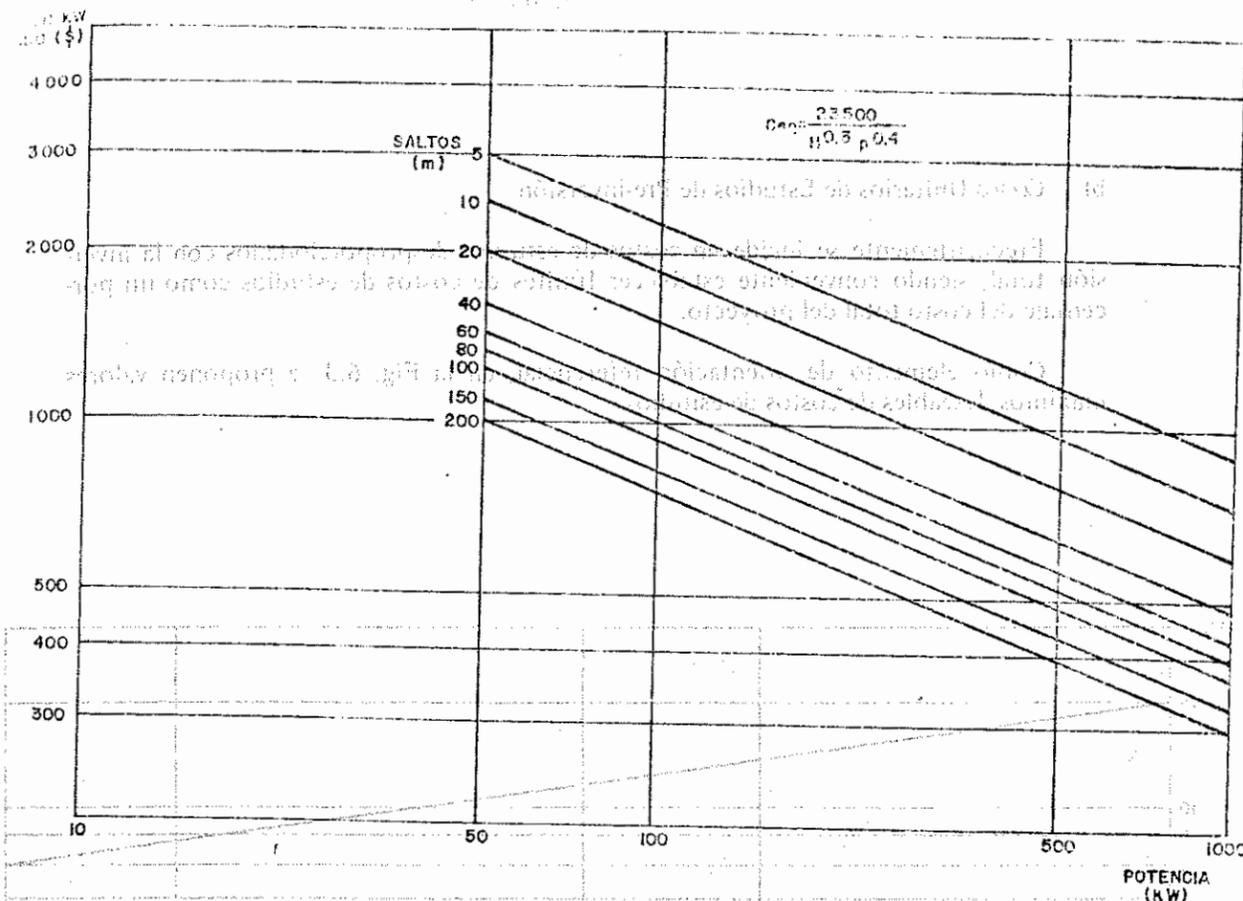


FIG. 6.4 COSTO POR KW INSTALADO DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO IMPORTADO

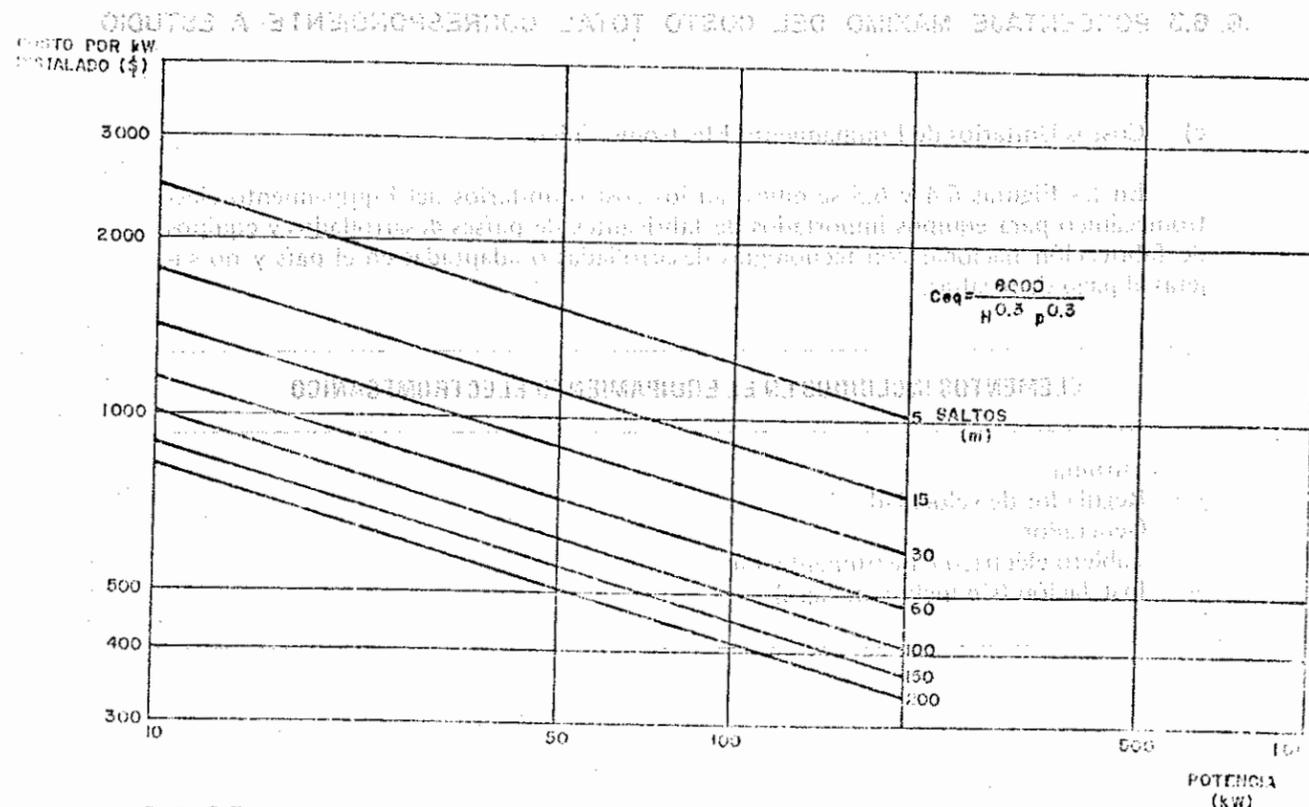


FIG. 6.5 COSTO POR KW INSTALADO DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO CON TECNOLOGIA Y FABRICACION NACIONAL

De las figuras 6.4 y 6.5 se pueden extraer algunas conclusiones generales de orientación en la selección del equipamiento.

CONCLUSIONES DE LAS CURVAS DE COSTOS UNITARIOS DE EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

- Los costos unitarios del equipamiento electromecánico para M.C.H. pueden variar entre 300 y 3000 US\$/kW instalado.
- Los costos unitarios se incrementan rápidamente para las potencias menores.
- Los costos unitarios se incrementan rápidamente para los saltos menores en proporción de tres a uno para saltos de 5m y 200 m respectivamente.
- En general, los equipos de fabricación y tecnologías nacionales pueden costar la mitad de sus equivalentes importados.

d) Costos Unitarios de las Obras Civiles

En la Fig. 6.6. Se muestran indicadores de costos unitarios de las obras civiles los cuales tienen un carácter solamente referencial, como lo veremos más adelante.

ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LAS OBRAS CIVILES

Excavaciones, senderos y construcción para:

- Presas y toma
- Canal
- Cámara de carga
- Desarenador
- Tubería y anclajes
- Accesorios (compuertas, rejillas, etc.)
- Casa de máquinas y anclajes del equipamiento.
- Canal de fuga.

Cabe precisar que estos elementos de costo no incluyen los sistemas de transmisión y distribución eléctrica.

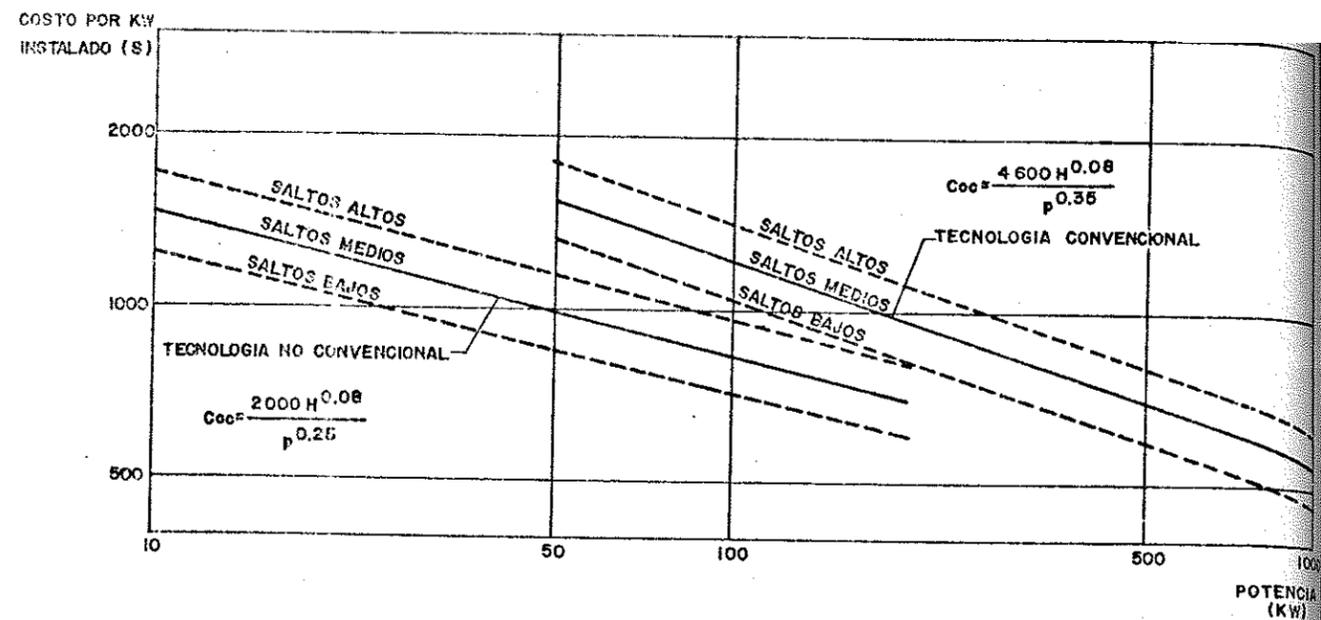


FIG. 6.6 COSTO POR KW INSTALADO DE LAS OBRAS CIVILES PARA P.C.H.

I. 02 EVALUACION DE LA DEMANDA

De la Fig. 6.6 se pueden extraer algunas conclusiones generales que orientan sus límites de aplicación y las tendencias encontradas.

CONCLUSIONES DE LAS CURVAS DE COSTOS UNITARIOS DE LAS OBRAS CIVILES

- Son válidas solamente para fines de estimación aproximada a nivel de planeamiento; los metrados físicos de las obras constituyen los elementos adecuados de aproximación a nivel de proyectos específicos.
- Los costos unitarios de las obras civiles pueden variar entre 450 y 1800 US\$/kW instalado.
- Los costos unitarios se incrementan para las potencias menores pero no tan rápidamente como para el equipamiento electromecánico.
- Los costos unitarios se incrementan para los saltos más elevados, pero en forma más atenuada e inversa que para el caso del equipamiento.
- A iguales condiciones, el empleo de tecnologías no convencionales tiene un costo menor que el correspondiente al empleo de tecnologías convencionales, siendo más significativa la ventaja de las tecnologías no convencionales en las potencias menores.

Rubén Aquino Albino

EVALUACION DE LA DEMANDA

CONTENIDO

1.	CONSIDERACIONES GENERALES	
2.	METODOLOGIA	
2.1	Pronóstico de la Población	
2.2	Pronóstico del Número de Viviendas	
2.3	Pronóstico del Número de Abonados Domésticos	
2.4	Pronóstico del Número de Abonados Comerciales	
2.5	Pronóstico del Consumo de Energía Eléctrica por parte de los Sectores Doméstico y Alumbrado Público	
2.6	Pronóstico del Consumo Comercial	
2.7	Pronóstico del Consumo Neto Industrial	
2.8	Pronóstico del Consumo de Cargas Especiales	
2.9	Pronóstico del Consumo Neto Total	
2.10	Pronóstico del Consumo Bruto Total	
2.11	Pronóstico de la Máxima Demanda de Potencia	
3.	BIBLIOGRAFIA	
4.	LAMINAS	
	Lámina 1	
	Lámina 2	
	Lámina 3	
	Lámina 4	
	Lámina 5	
	Lámina 6	
	Lámina 7	
	Lámina 8	
	Lámina 9	
5.	ANEXOS	
	—Anexo A: Glosario	
	—Anexo B: Formulario de Encuesta	
	—Anexo C: Caso Práctico	

EVALUACION DE LA DEMANDA

1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Los lineamientos que se plantean en el desarrollo del presente tema están encuadrados dentro del marco referencial que requiere el desarrollo de un estudio de mercado eléctrico correspondiente a lo que según la clasificación adoptada por OLADE vendría a ser una pequeña central hidroeléctrica, es decir con una potencia instalada entre 50 y 5,000 Kw.

En términos generales, la construcción de una planta de estas características cumple un aspecto social muy importante, además de promover el desarrollo económico de centros poblados, por lo general pequeños. Dado que en este tipo de localidades mayormente la información histórica necesaria para la evaluación de la demanda y para el estudio de los recursos hídricos no existe, y si la hay esta es deficiente y/o incompleta; es muy importante a fin de que la cantidad de dinero que se asigne por este concepto no sea una carga demasiado significativa dentro del monto total de la inversión del proyecto. Es con esta perspectiva que la profundidad y amplitud que se les de, debe estar estrechamente relacionado con la inversión total estimada.

La gráfica de la Lámina No. 1 nos permite calcular en forma bastante aproximada el monto en que se puede incurrir por este concepto.

La experiencia de firmas consultoras especializadas en este tipo de proyectos recomiendan subdividir el monto hallado mediante la Lámina No. 1 de la siguiente forma:

- Estudio de Factibilidad: 20 o/o
- Estudio Definitivo: 50 o/o
- Supervisión: 30 o/o

2.- METODOLOGIA

La metodología utilizada se basa en la que actualmente emplea la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas del Perú; quien recomienda su aplicación para el caso de localidades con una población estimada en menos de 20,000 habitantes.

Las diferencias que se presentan entre ella y la acá planteada, radica fundamentalmente en que el valor de los parámetros, relaciones y/o factores que se utilizan en este último, se adoptan tomando en consideración el grado de desarrollo socio económico que a nivel departamental posee la zona geográfica materia del Estudio; agrégase a esto, las apreciaciones recogidas por los profesionales integrantes del grupo de trabajo que con dicho fin visitan la zona, utilizando para dicha misión los formularios de encuesta que contiene el Anexo B.

A fin de poder desarrollar un ejemplo práctico de Evaluación de la Demanda se explica a continuación en forma secuencial, los criterios y premisas adoptadas en el caso del departamento de Cajamarca.

2.1 Pronóstico de la Población

Tomando como base la información poblacional proporcionada por el Censo Nacional realizado en 1972 y utilizando las tasas de crecimiento proporcionado por el Departamento de Demografía de la Oficina Nacional de Estadística ONE; se proyectó en forma exponencial la población de cada una de las localidades, para todo el período de análisis del estudio.

2.2 Pronóstico del Número de Viviendas

El número de viviendas existentes viene dado por la relación:

$$\frac{\text{Número de habitantes}}{\text{Habitantes por vivienda}}$$

El valor del denominador es igualmente el que aparece en los Censos Nacionales de 1972; se consideró que su valor permanece inalterable durante todo el período de análisis.

2.3 Pronóstico del Número de Abonados Domésticos

El número de abonados domésticos resultó de multiplicar la cantidad de viviendas anteriormente calculadas, por un coeficiente de electrificación valor este, que se estima de las curvas que aparecen en la Lámina No. 2.

La selección de una cualquiera de estas curvas se realizará teniendo en cuenta la información de los registros estadísticos y/o apreciaciones personales obtenidas durante la visita realizada por el equipo de trabajo a cada una de las localidades en estudio.

Las curvas gráficas indican lo siguiente:

- Curva C₂: representa el comportamiento que tendría el coeficiente de electrificación en una localidad que a la fecha no cuenta con servicio eléctrico.
- Curva C₁: se diferencia del caso anterior, en que para el período señalado el crecimiento del coeficiente de electrificación es más acelerado, debido a que estas localidades poblacionalmente corresponden a una del tipo B.
- Curva B₂: representa el comportamiento que tendría el coeficiente de electrificación en una localidad que actualmente cuenta con servicio eléctrico restringido y con una oferta igual o menor a la demanda existente; lo cual no permite la incorporación de nuevos abonados.
- Curva B₁: se diferencia del caso anterior, en que para el período señalado, es posible incorporar nuevos abonados, aunque en forma limitada.
- Curva A: representa el comportamiento que tendría el coeficiente de electrificación en una localidad que actualmente cuenta con servicio eléctrico y cuyo coeficiente de electrificación actual es igual o mayor a 0.5.

2.4 Pronóstico del Número de Abonados Comerciales

La Lámina No. 3, elaborada a partir de información histórica disponible respecto al suministro de electricidad a localidades que registran consumo de tipo comercial, muestra la relación existente entre el número de abonados domésticos y el número de abonados comerciales. Al igual que en el caso anterior los valores a ser adoptados dependerán de la información estadística obtenida y/o apreciaciones objetivas hechas durante el trabajo de campo.

Las curvas de la Lámina No. 3 permiten apreciar que la relación mencionada se encuentra más comunmente entre 4 y 7, valores considerados como límites normales dentro de los cuales esta relación se mantiene constante durante el período de análisis. De encontrarse que la relación de abonados inicialmente esté fuera de intervalo señalado como el más común, se utilizaron las variaciones alternativas a las que allí se muestran.

2.5 Pronóstico del Consumo de Energía Eléctrica por parte de los Sectores Doméstico y Alumbrado Público

El consumo de energía eléctrica por parte de los sectores doméstico y alumbrado público para localidades con las características de las estudiadas se calcula en forma conjunta dado que en la mayoría de ellas una fracción importante del consumo neto total está constituido por ambos tipos de consumo.

Mediante el método de los mínimos cuadrados se halla que la función matemática de mejor ajuste resulta ser la de tipo potencial. Es decir una de la forma:

$$Y = a X^b$$

en donde

$$Y = \frac{\text{Consumo Anual del Sector Doméstico y Alumbrado Público}}{\text{Número de Abonados Domésticos}}$$

$$X = \text{Número de Abonados Domésticos}$$
$$a, b = \text{Parámetros de la ecuación}$$

Para las localidades que forman parte del Sector Eléctrico Norte dentro del cual está comprendido el departamento de Cajamarca le corresponden 2 ecuaciones estimativas del comportamiento de la demanda.

Superior: $Y_s = 83.839 X^{0.3996}$
 $r = 0.80$ (coef. de correlación)
 $N = 100$ (tamaño de la muestra)
 $DS = 0.172$ (desviación estandar)

Inferior: $Y_i = 88.1418 X^{0.27161}$
 $r = 0.39$ (coef. de correlación)
 $N = 278$ (tamaño de la muestra)
 $DS = 0.263$ (desviación estandar)

Las cuales gráficamente aparecen en la Lámina No. 4.

Dado que las presentes ecuaciones son muy genéricas, en el sentido de que su aplicación es viable en forma indistinta a cualquiera de los departamentos del Sector Eléctrico Norte (Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Cajamarca y Amazonas) se ha creído conveniente en el presente estudio utilizar un juego de ecuaciones con parámetros tales que siempre hagan que las expresiones matemáticas correspondientes, tengan como límites extremos las funciones inicialmente presentadas.

El criterio para lograr tal fin ha sido fundamentalmente la clasificación de las localidades en 3 tipos: A, B y C en función a la cantidad de habitantes que tendrían el año 2003, último año del período de análisis y a consideraciones de tipo socio económico, peculiar de cada localidad en estudio; obteniéndose lo que a continuación se muestra:

Localidades	Número de Ab. Urbanos (año 2003)
A	Más de 3,000
B	De 1,000 a 3,000
C	Menos de 1,000

No siendo el departamento de Cajamarca el de mayor desarrollo económico entre los departamentos antes citados, ni tampoco el menos desarrollado; es razonable dejar de considerar las funciones matemáticas que representen estos extremos y más bien tomar valores intermedios entre ellos.

De esta manera se obtienen las siguientes ecuaciones:

Localidades	Ecuación
A	$Y = 78.3997 X^{0.3844}$
B	$Y = 75.3152 X^{0.3627}$
C	$Y = 74.9688 X^{0.3293}$

En estas ecuaciones se puede apreciar que el consumo eléctrico de estos 2 sectores se obtiene directamente para cualquier año, reemplazando en ella el valor del número de abonados domésticos correspondiente.

2.6 Pronóstico de Consumo Comercial

El consumo neto de energía eléctrica del Sector Comercial en cada localidad resulta de multiplicar el consumo unitario comercial por el número de abonados comerciales. El número de abonados comerciales se obtiene según se explica en el punto 2.4; y la Lámina No. 5 permite estimar el valor unitario del consumo comercial.

Es fácil poder apreciar que estos gráficos son aplicables a cualquier localidad del país, motivo por el cual, siguiendo el criterio indicado en el punto anterior, ha sido necesario adoptar los valores que consideramos serán los más representativos para la zona en estudio.

Localidades	No. Ab. Doméstico	C. Unitario Comercial
	No. Ab. Comercial	C. Unitario Dom. A.P.
A	5	1.25
B ₁	6	1.10
B ₂	6	1.05
C ₁	7	1.05
C ₂	7	1.00

2.11 Pronóstico de la Máxima Demanda de Potencia

La máxima demanda coincidente resulta de la suma aritmética de la máxima demanda de cada una de las localidades que conforman una microregión. Se calcula a partir del consumo bruto de energía y el número de horas de utilización (basado en la duración diaria del Servicio Eléctrico y de la importancia relativa que tenga cada localidad) de la máxima demanda.

Para el estudio se han asumido los siguientes valores:

Localidades	Horas de Utilización
A	De 2,740 a 3,500
B	De 2,430 a 3,000
C	De 2,125 a 2,600

Estos valores son crecientes linealmente durante el período de análisis.

Los diagramas de carga elaborados a partir de registros existentes en localidades de la zona en estudio y/o de otras características similares han permitido construir los perfiles de los diagramas de carga unitarios correspondientes. Las Láminas No. 6, 7 y 8 corresponden a las localidades típicas A, B y C respectivamente. La Lámina No. 9 muestra el perfil del diagrama de carga unitario del Sector Industrial de una localidad del tipo A que cuenta con cargas relativamente importantes en este sector.

3.- BIBLIOGRAFIA

- "V PROYECTO DE ENERGIA ELECTRICA DEL PERU" Montreal Engineering (Overseas) Limited - MONENCO
- "CODIGO ELECTRICO DEL PERU" Dirección General de Electricidad Ministerio de Energía y Minas
- "ANUARIO DE ESTADISTICA ELECTRICA" Dirección General de Electricidad Ministerio de Energía y Minas
- "CENSOS NACIONALES DE POBLACION Y VIVIENDA - 1972" Oficina Nacional de Estadística - ONE
- "FUENTES DE ENERGIA PARA LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL PERU" VIII Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural

2.7 Pronóstico del Consumo Neto Industrial

La demanda de energía eléctrica se ha calculado como un porcentaje de la suma del Consumo Doméstico y Alumbrado Público más el Consumo Comercial.

El tamaño de la población, así como las características socio económicas encontradas en las localidades de tipo B y C; permiten considerar que estas localidades no tendrían una demanda de energía eléctrica por este tipo de consumo. En el caso de las localidades de tipo A, se estima que este valor será de un 5 o/o de la suma antes indicada; considerándose que este porcentaje se mantiene constante durante todo el período de análisis. De lo expuesto, tenemos:

Localidades	o/o (Consumo Dom. y A.P. Cons. Comercial)
A	5
B	—
C	—

Lo anterior no rige en aquellas localidades del tipo A, sobre todo las capitales de provincias, que cuentan actualmente con cargas industriales incipientes. Por tal motivo se les ha dado un tratamiento especial a cada una de ellas en lo que a la determinación de sus necesidades de energía eléctrica se refiere.

2.8 Pronóstico del Consumo de Cargas Especiales

Se considera como cargas especiales la demanda eléctrica correspondiente a colegios, hospitales, comisarías, cinemas, iglesias, estaciones de radio y/o televisión (retransmisoras) etc. Para los 3 tipos de localidades consideradas se ha hallado que este rubro representa aproximadamente un 3 o/o de la suma del Consumo Doméstico y Alumbrado Público más el Consumo Comercial.

En las localidades tipo A con Sector Industrial relativamente desarrollado este porcentaje sube hasta 10 o/o.

2.9 Pronóstico del Consumo Neto Total

Resulta de la suma de los pronósticos anteriormente estimados.

2.10 Pronóstico del Consumo Bruto Total

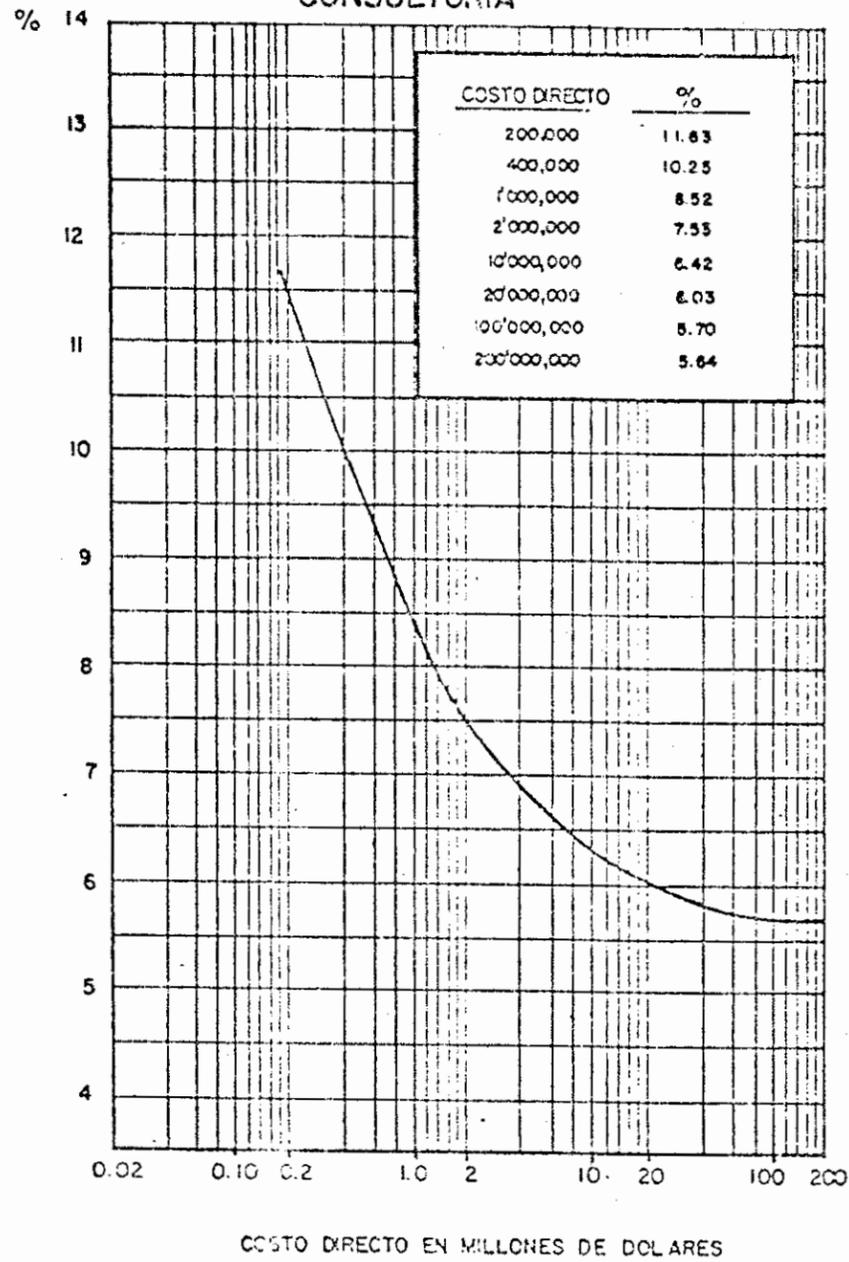
Resulta de adicionar al Consumo Neto Total las correspondientes pérdidas de energía. Estas pérdidas al nivel de distribución han sido estimadas como un porcentaje del Consumo Neto Total; considerándose los siguientes valores:

Localidades	o/o de Pérdidas en Energía
A	15
B	12
C	10

En todos los casos se estima un factor de pérdidas constante durante todo el período de análisis.

LAMINAS

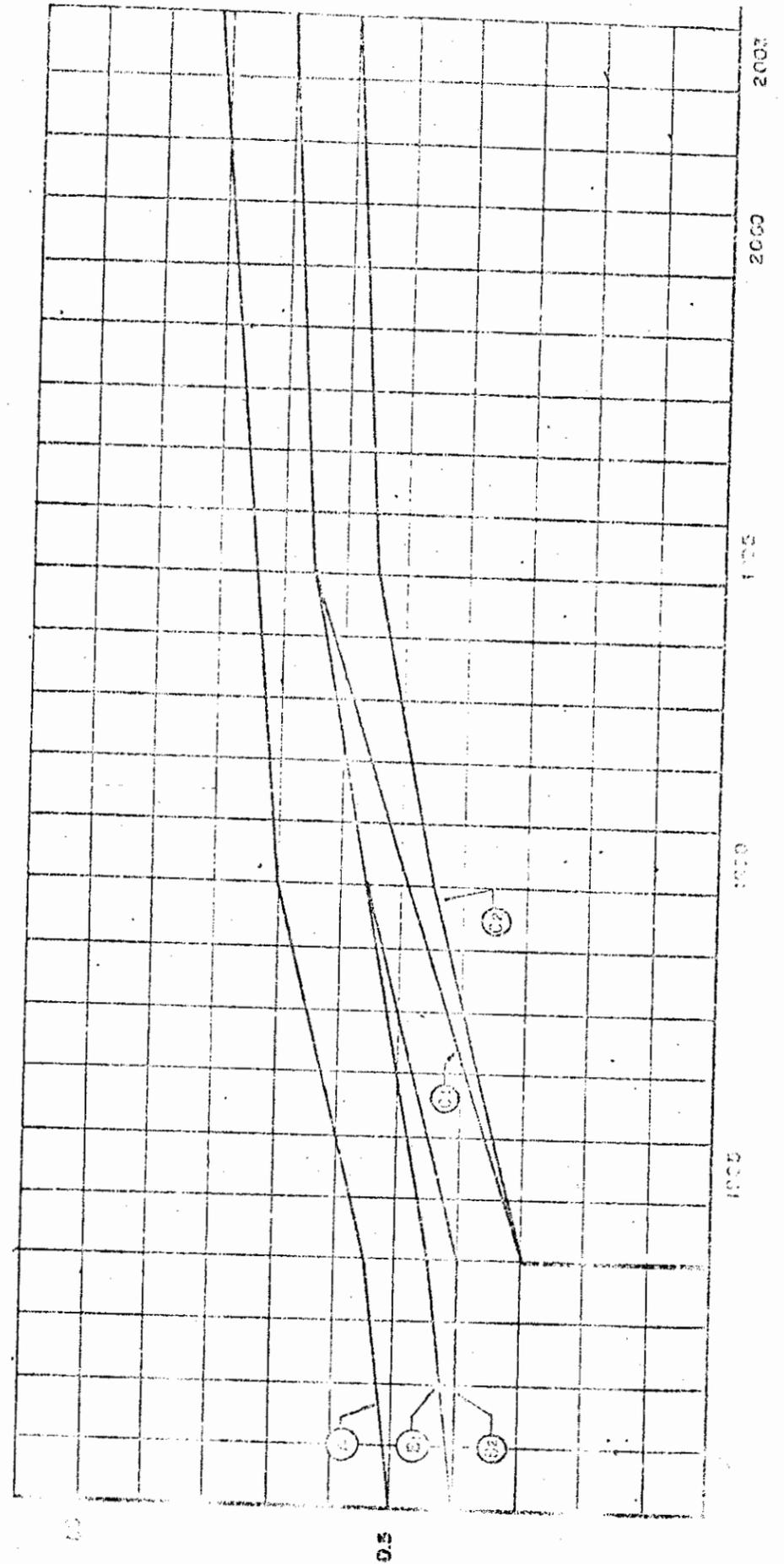
COSTO PROMEDIO POR SERVICIOS BASICOS DE CONSULTORIA



Fuente: ASCE - American Association Civil Engineering

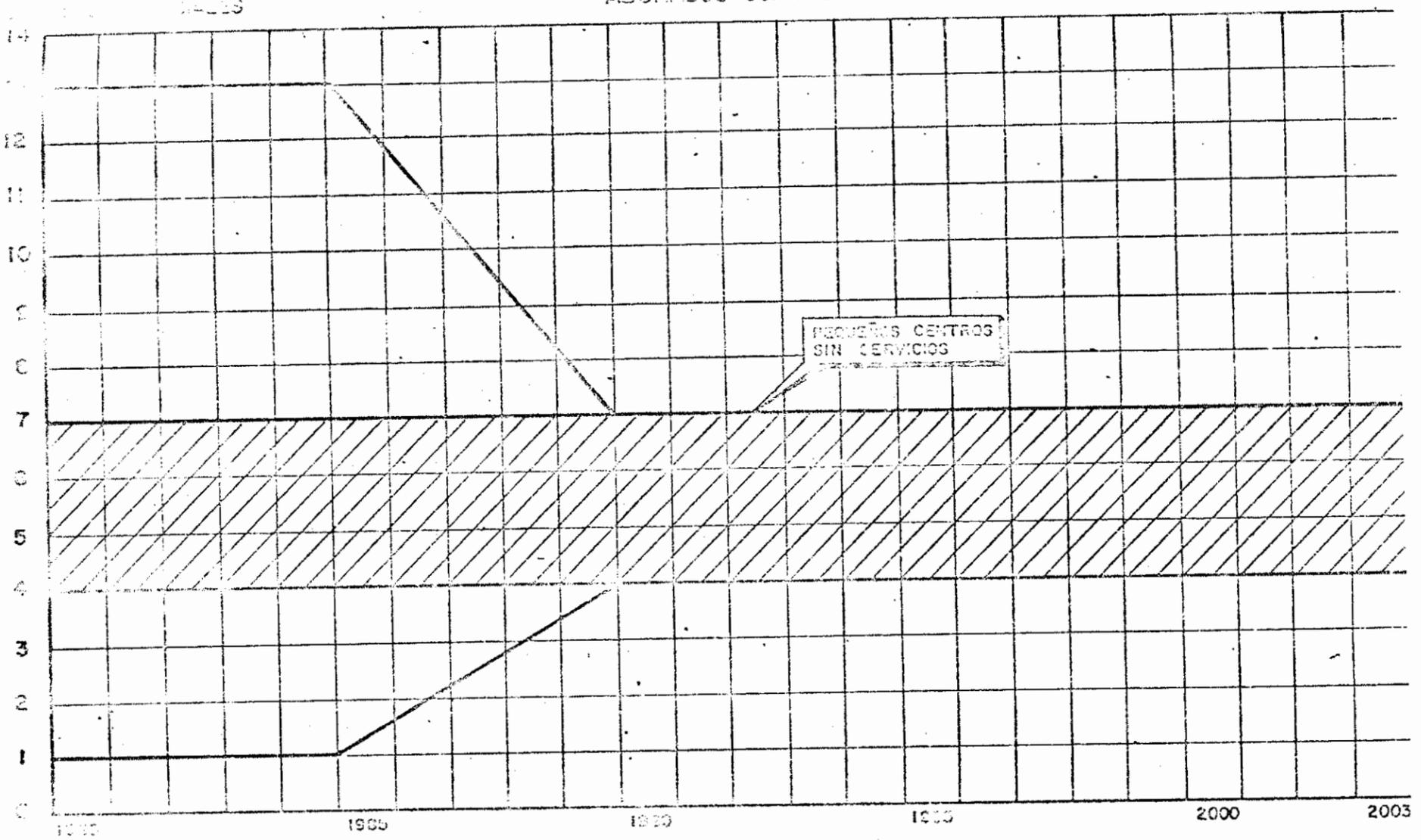
LAMINA No 2

PRONOSTICO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION



PRONOSTICO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION

PROYECTIVO DE LA RELACION ENTRE EL NUMERO DE SERVICIOS DOMESTICOS Y EL NUMERO DE ABONADOS COMERCIALES

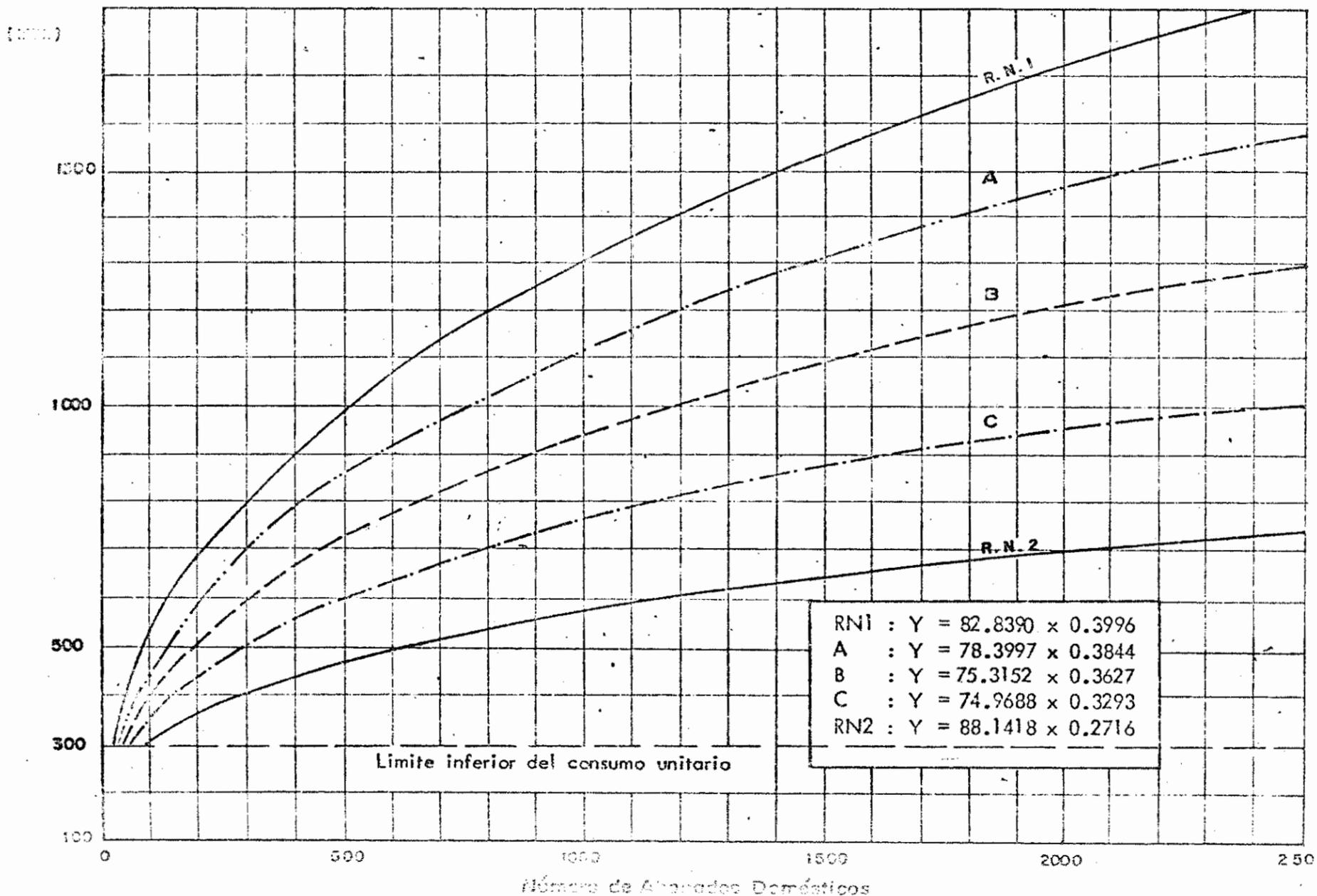


FUENTE: Direccion General de Electricidad

LAMINA N° 4

CONSUMO UNITARIO DOMESTICO Y ALIMENTADO PUBLICO VS. NUMERO DE ABONADOS DOMESTICOS

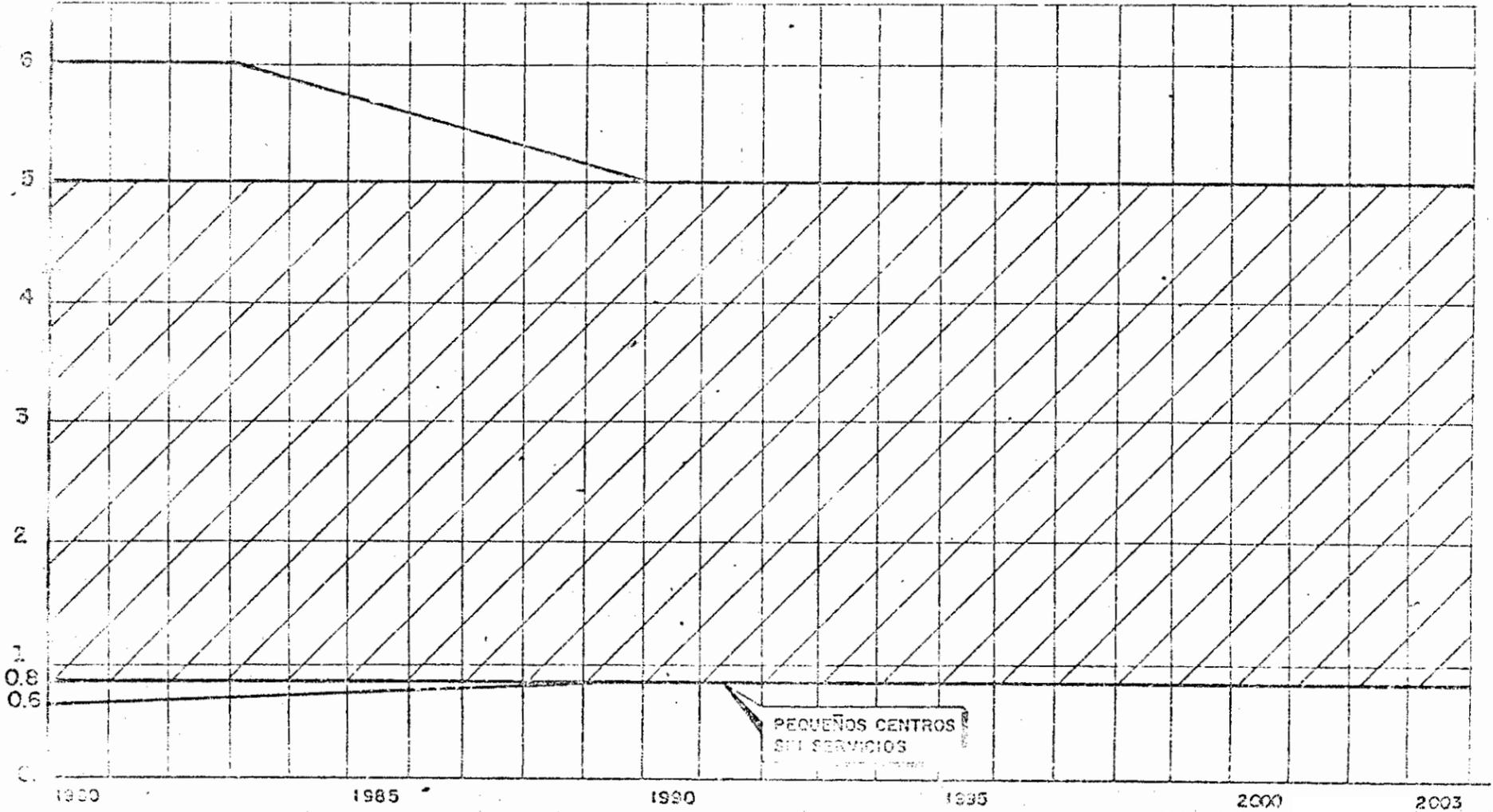
CONSUMO UNIT. DOM. Y ALUMB. PUBLICO



LAMINA N° 5

PRONOSTICO DE LAS RELACIONES ENTRE LA VENTA MEDIA
 POR ABONADO COMERCIAL Y LA VENTA MEDIA POR
 ABONADOS DOMESTICOS Y DE ALUMBRADO PUBLICO

GRUPO UNITARIO COMERCIAL
 DEL SISTEMA DE TRONCO Y A. PUBLICO



FUENTE: Dirección General de Electricidad

4/

LAMINA N° 6

DIAGRAMA DE CARGA UNITARIO
 LOCALIDAD TIPO "A"
 $f_c = 0.40$

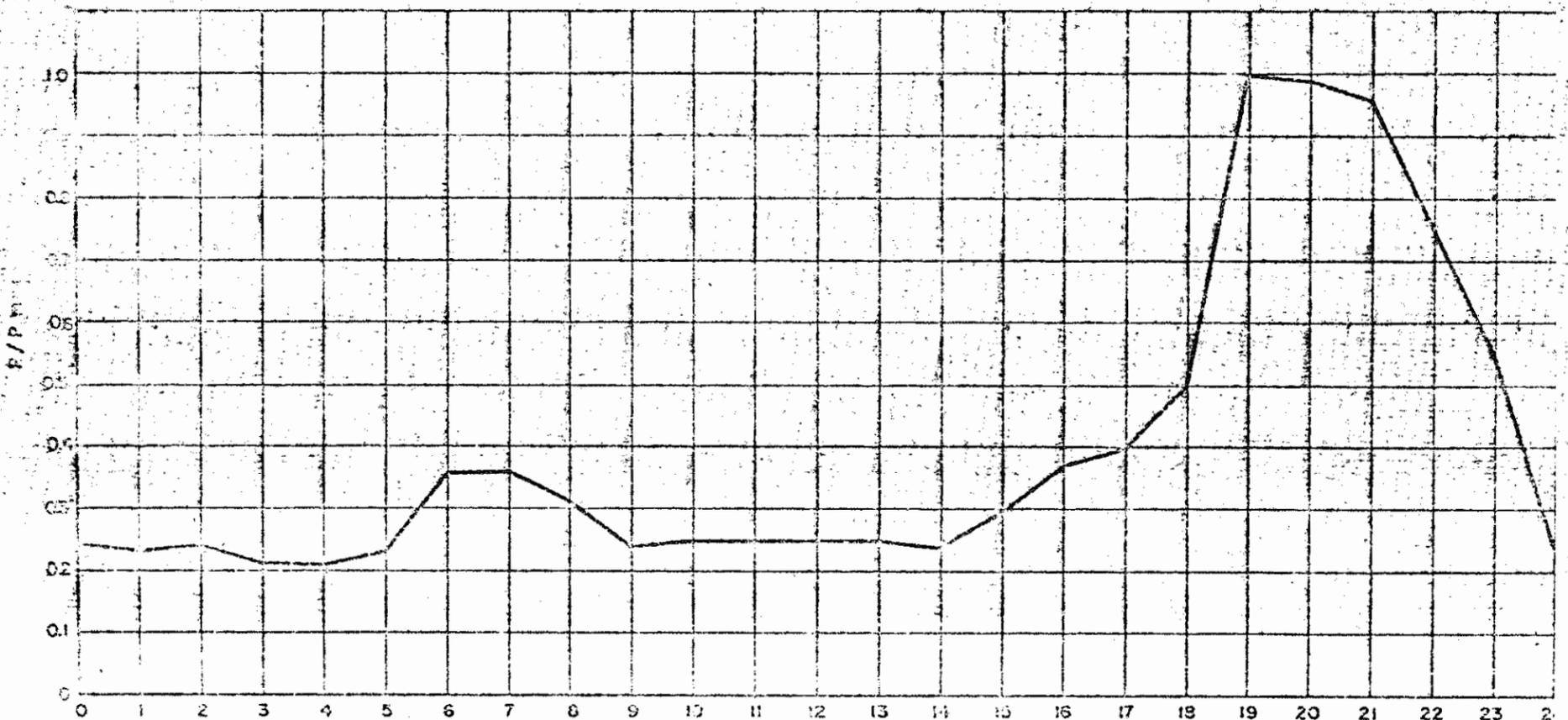


DIAGRAMA DE CARGA UNITARIO
LOCALIDAD TIPO "B"
 $f_c = 0.342$

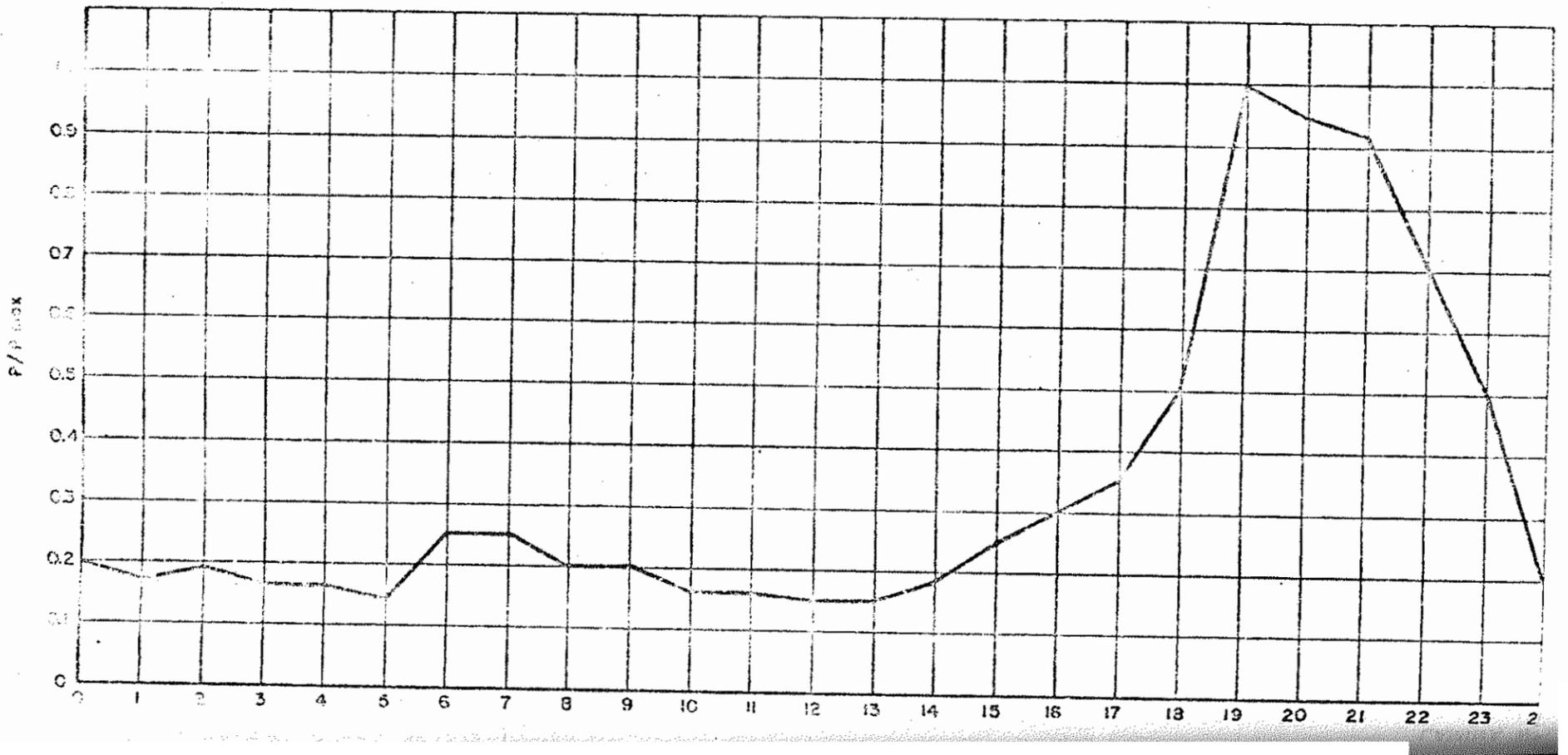


DIAGRAMA DE CARGA UNITARIO
LOCALIDAD TIPO "C"
 $f_c = 0.30$

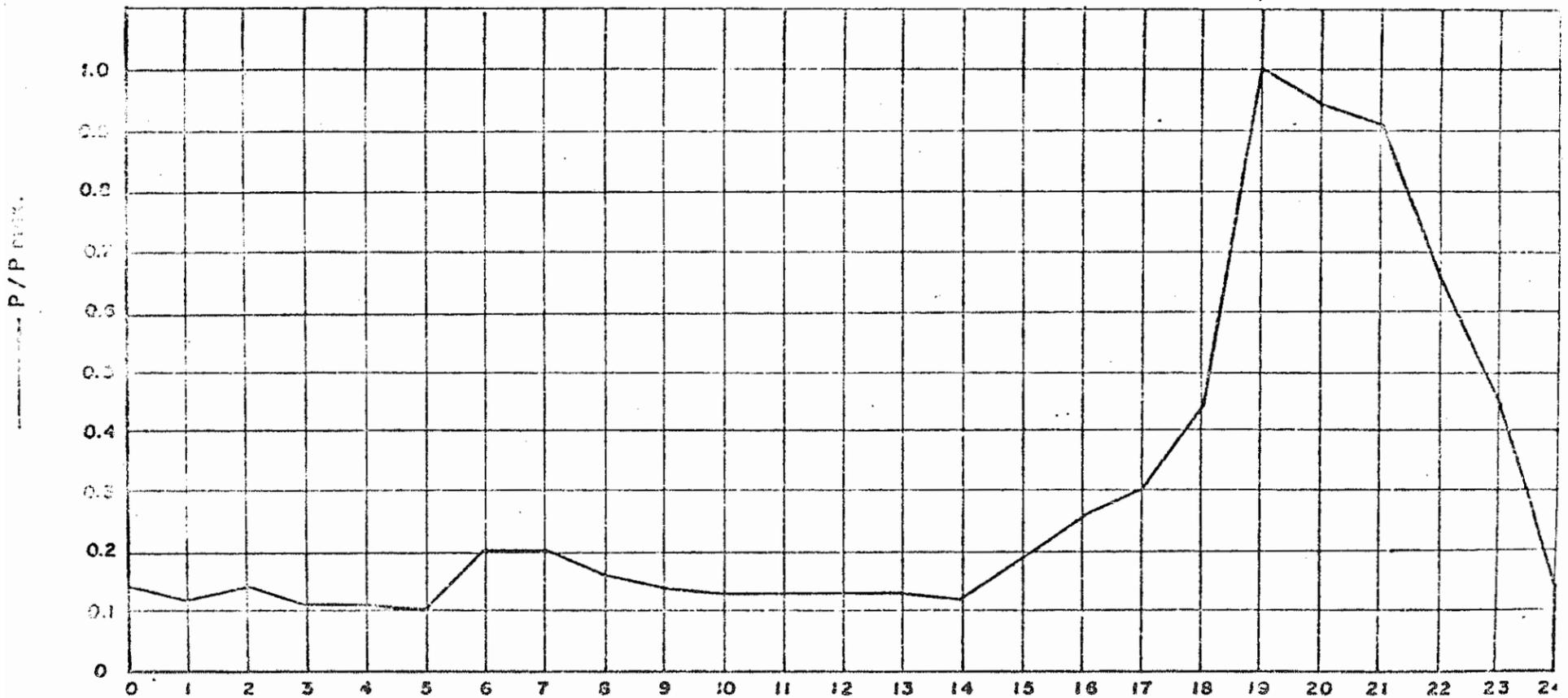
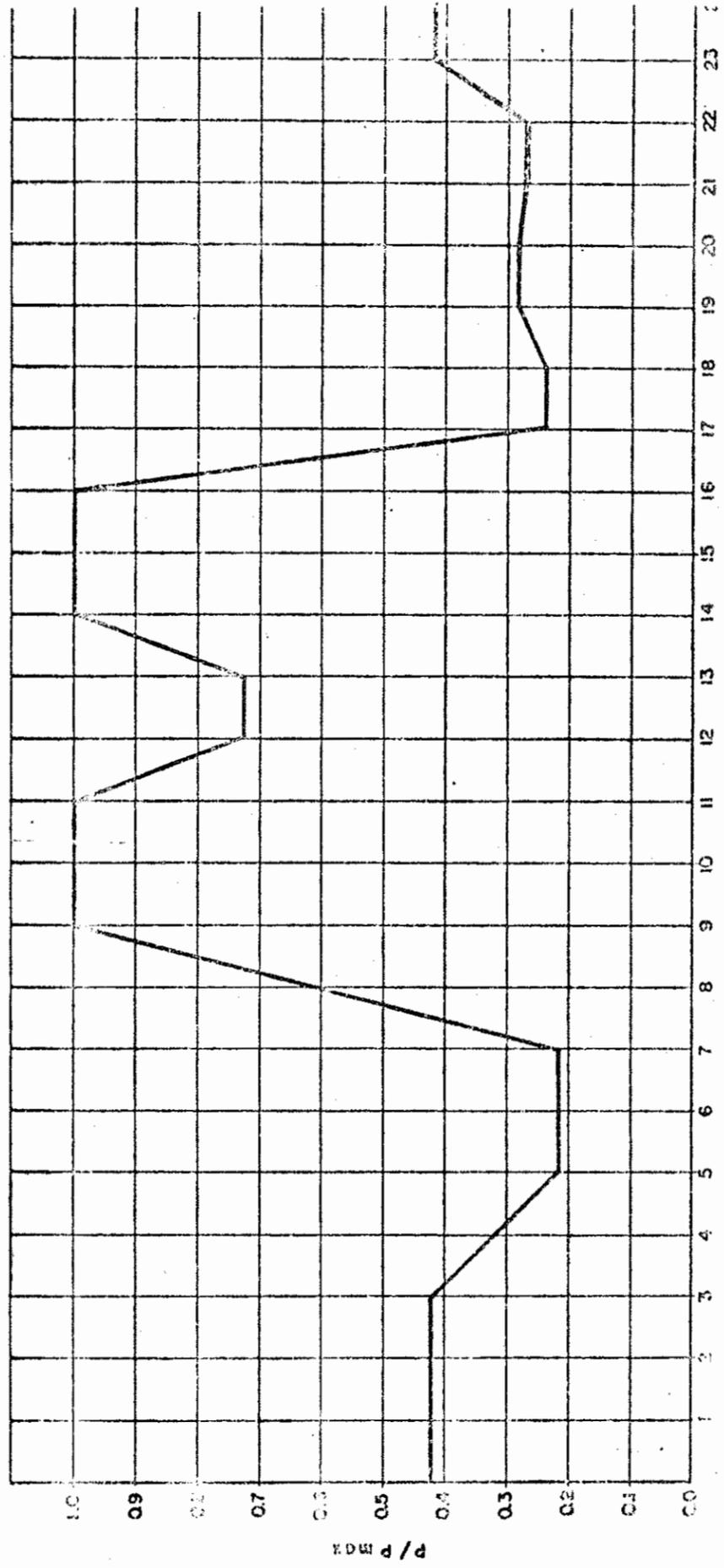


DIAGRAMA TIPICO DE CARGA INDUSTRIAL



ANEXO A

GLOSARIO

Actividad Económica.- Es el conjunto de operaciones o tareas que realiza una persona, a fin de producir bienes y servicios económicos.

Area Urbana.- Es toda aglomeración, cuyas viviendas en número mínimo de 100, se hallan equipadas contiguamente. Por excepción se consideró como Urbana a todas las Capitales de Distrito. La aglomeración puede contener uno o más Centros Poblados con viviendas contiguas.

Area Rural.- Es la parte del territorio de un distrito, que se extiende desde los linderos de los centros poblados en área urbana, hasta los límites del mismo distrito.

Autoproductores.- Empresas de los diferentes sectores económicos que además de sus actividades principales generan energía eléctrica para satisfacer sus propias necesidades.

Carga.- Refiriéndose a la potencia desarrollada o absorbida de fuerza, se emplea este término para indicar la parte de la potencia que está absorbiendo o desarrollando. (Ejemplo: media carga, tres cuartos de carga o plena carga).

Refiriéndose a la intensidad de corriente en amperios que está circulando por una máquina o circuito eléctrico, este término se emplea para indicar la mayor o menor intensidad referida a la máxima corriente admisible en el circuito.

Central Hidroeléctrica.- Central en la cual es convertida en energía eléctrica, la energía hidráulica.

Central, Planta o Usina Generadora.- Es el conjunto de equipos utilizados para la generación de energía eléctrica, incluyendo la maquinaria motriz y las obras civiles necesarias.

Central Termoelectrica.- Central en la cual es convertida en energía eléctrica, la energía térmica producida por combustión, externa o interna.

Centro Poblado.- Es todo lugar o sitio del territorio nacional, identificado mediante un nombre, en el que viven, con ánimo de permanencia, por lo general varias familias, y por excepción, una familia y hasta sólo una persona. Las casas que ocupan las personas pueden estar distribuidas en calles, plazas, a lo largo de los caminos o estar dispersas. Se considera centro poblado a la ciudad, villa, pueblo, anexo, pago, hacienda, fundo, estancia, etc.

Comercialización.- Es la actividad de compra-venta de energía eléctrica y de calor obtenido en procesos combinados por Empresas de Servicio Público de Electricidad.

Consumo de Energía Eléctrica.- Se entiende por consumo de energía eléctrica de una zona, la energía suministrada a la misma durante un cierto período.

Puede ser bruto o neto, según se incluyan o no las pérdidas y el consumo propio del sistema.

Diagrama de Carga.- Es un diagrama que permite visualizar la distribución de la carga (en Kw) de la red (o de la central, o de un grupo) en el curso del día, de la semana, del mes, o del año.

Distribución.- Es la conducción y entrega de energía eléctrica a los centros de consumo, generalmente a tensión inferior a 15 Kv.

Empresa de Servicio Público de Electricidad.- Es la encargada del suministro de energía eléctrica para uso colectivo.

Equipo.- Es un término general que incluye artefactos, aparatos y dispositivos usados en una instalación eléctrica.

Equipo Electromecánico.- Maquinaria motriz, generadores de electricidad, transformadores, aparellaje eléctrico para el control, mando, señalización, protección y medición, y circuitos eléctricos, que forman parte de un sistema eléctrico.

Estaciones de Transformación.- Equipo compuesto por transformadores de potencia, aparellaje eléctrico para control, protección, mando y medición. Instalados en un edificio o al exterior.

Factor de Carga.- El factor de carga de una central eléctrica, es la relación entre la potencia media suministrada por esta y la máxima demanda registrada durante cierto período.

Factor de Demanda.- El factor de demanda de cualquier sistema o parte de él, es la razón de la máxima demanda de potencia eléctrica del sistema o parte de él, a la carga total conectada en la parte del sistema que considera.

Factor de Planta.- Se define el factor de planta de una central eléctrica como la relación entre la potencia media suministrada por una central durante un cierto período y la potencia instalada en la misma.

Factor de Simultaneidad.- Es el cociente entre la demanda máxima combinada y la suma de las demandas máximas individuales.

Generación o Producción de Energía.- Se entiende por generación de energía eléctrica en Kwh, la energía eléctrica producida por una central, durante un período dado.

Intercambio de Energía.- Es la compra-venta de energía entre los titulares de derechos de dos sistemas eléctricos interconectados.

Líneas de Transmisión de Energía Eléctrica.- Son las destinadas al transporte o conducción de energía eléctrica, generalmente a gran distancia y a tensión igual o superior a 15 Kv mediante líneas aéreas o subterráneas.

Máxima Demanda.- Es la máxima potencia, en Kw entregada por una central o un conjunto de centrales interconectadas en un período dado (día, mes, año) con persistencia de una hora.

Máquina Motriz.- Motor, turbina, rueda hidráulica o máquina similar, que impulsa a un generador eléctrico.

Número de Horas de Utilización.- Es un concepto que se puede emplear en lugar del factor de carga. La duración de la utilización se calcula como el número de horas que la (o las) planta (s) debe funcionar con carga máxima constante para generar la energía eléctrica que resulta en el diagrama de carga.

Pérdidas.- En términos generales aplicado tanto a la energía (Kwh), como a la potencia (Kw) en la operación de una parte o del total de un sistema eléctrico, es la correspondiente a la diferencia entre la energía o potencia entregada y la utilizada.

Población Inicial.- Es la cantidad de habitantes: urbana, rural o total que posee un centro poblado a una fecha referencial dada.

Población Final.- Es la cantidad de habitantes: urbana, rural o total que se estima tenga un centro poblado a una fecha futura. Para su determinación se aplica a la población inicial la tasa intercensal.

Potencia Instalada.- La potencia eléctrica instalada de una central, es la suma de las potencias de cada una de las unidades generadoras que conforman la central. Si se expresa en Kw, es igual a la suma de los productos de la potencia aparente de placa (KVa) por el factor de potencia nominal ($\cos \phi$) correspondiente de los generadores.

Para los motores primarios la potencia instalada se mide en el eje y se expresa en Kw o HP.

Sectores de Utilización.- De acuerdo al uso de energía eléctrica, por las distintas actividades de los consumidores se les ha clasificado en las siguientes categorías:

ALUMBRADO PUBLICO.- Es el consumo de energía eléctrica en iluminación de calles, plazas, parques y vías de uso público de las ciudades.

DOMESTICO o RESIDENCIAL.- Comprende iluminación interior, consumo de energía en calefacción, artefactos electrodomésticos, en viviendas, incluyendo las ubicadas en áreas rurales.

COMERCIAL.- Corresponde a los consumos de las oficinas y establecimientos comerciales.

INDUSTRIAL.- Corresponde al consumo de energía en establecimientos industriales, excepto los mineros y pesqueros.

CARGAS ESPECIALES.- Se incluye bajo este rubro, los consumos de energía eléctrica no asimilables a las clasificaciones anteriores.

Sistema Eléctrico.- Conjunto de equipos de generación, transmisión, transformación, distribución y otros, conectados físicamente y operados como una unidad integral, bajo un solo control, dirección o supervisión.

Sistema Interconectado.- Conexión mediante línea (s) eléctricas entre dos o más sistemas eléctricos que permite la transferencia de energía eléctrica en cualquier sentido.

Tasa Intercensal.- Es la tasa de crecimiento demográfico promedio que relaciona los datos de dos o más Censos Poblacionales.

Transformadores.- Aparato para la transformación, sin cambio de frecuencia de energía eléctrica de un nivel de tensión (primario) a otro (secundario).

ANEXO B

FORMULARIO DE ENCUESTA

FORMATO DE ENCUESTA

1.- INFORMACION GENERAL

- 1.1 Nombre de la Localidad
- 1.2 Ubicación Geográfica
 - Departamento
 - Provincia
 - Distrito
- 1.3 Vías de Acceso
- 1.4 Número de Habitantes
- 1.5 Número de Viviendas
- 1.6 Habitantes/Vivienda
- 1.7 Número de Manzanas
- 1.8 Viviendas/Manzana
- 1.9 Area promedio de cada Vivienda
- 1.10 Plano (Croquis) de la Localidad

2.- DEMANDA POTENCIAL

2.1 Sector Comercial

- Mercado
- Cinema
- Bodega
- Restaurant
- Zapatería
- Panadería
- Sastrería
- Oficina
- Farmacia
- Hotel
- Camal
- Bazar
- Otros (especificar)

2.2 Sector Industrial

- Taller de Mecánica
- Taller de Carpintería
- Aserradero
- Quesería
- Molino
- Fábrica de aguas gaseosas
- Hilandería
- Otros (especificar)

2.3 Cargas Especiales

- Hospital
- Pasta Médica
- Centro Escolar
- Iglesia
- Centro Social
- Puesto Policial
- Central Telefónica
- Estación de Radio
- Campo Deportivo
- Otros (especificar)

Cuadro No. 4
CALCULO DEL COSTO DEL Kwh

Tasa de actualización:	8 o/o		
Valor presente de los Costos	(US\$ x 1000)		
— Inversión:	534.9	=	534.9
— Operación (11.655-1.783) 9		=	88.8
			623.7
Valor Residual			- 8.2
VP Costos:			615.5
Kwh actuales:	8'583,000		
Precio:	$\frac{615,500}{8'583,000}$	=	0.07 US\$ el Kwh.

Resultados de la evaluación económica:

VPN (5 o/o)	=	US\$ 142,000
TIR	=	7.2 o/o
Costo del Kwh	=	US \$ 7

Estos indicadores se pueden considerar aceptables y por lo tanto el proyecto sería factible para las condiciones asumidas.

3. INSTALACIONES ELECTRICAS EXISTENTES

3.1 Potencia Instalada

— Grupos Hidroeléctricos

Grupos Termoeléctricos

Grupo	Motor		Alternador			Fecha de Instalación	Condición de Func.
No.	Marca	HP	Marca	KVA	Cosφ		

- Potencial Total

Grupos	Cantidad	KVA	KW
Hidroeléctricas			
Termoeléctricas			
Total			

3.2 Combustible Utilizado por las Centrales Térmicas

Nombre de la Central	Petróleo Crudo (galones)	Petróleo Diesel (galones)	Petróleo Residual (galones)	Gas (pies ³)	Bagazo (Tn)

3.3 Destino de la Energía Disponible

DESTINO	ENERGIA ELECTRICA (Kwh)
Alumbrado Público	
Servicio Doméstico	
Servicio Comercial	
Servicio Industrial	
Cargas Especiales	
CONSUMO NETO	
Consumo Propio de la Central	
Pérdidas en L. Transmisión	
CONSUMO BRUTO	

CASO PRACTICO DE EVALUACION DE LA DEMANDA

MICROREGION BAMBAMARCA

De acuerdo a la metodología establecida, los centros poblados que conforman esta microregión, se clasifican de acuerdo a su población estimada el año 2003, en las siguientes categorías:

Localidad	Categoría
Bambamarca (capital de Distrito)	A
San Antonio de Camaca (caserío)	B
Cuñacales (caserío)	B
Pomagón (caserío)	C
Llaucán (caserío)	C

1.- SECTOR DOMESTICO Y ALUMBRADO PUBLICO

1.1 Pronóstico de la Población

Se obtiene de proyectar en forma exponencial durante todo el período de análisis; los datos de población que indica el Censo Nacional de 1972, con las tasas de crecimiento medio anual en el período intercensal 1961-72 proporcionados por el Departamento de Demografía de la ONE. A continuación se muestra para algunos años, los valores así obtenidos:

Localidad	Tasa (o/o)	1984	1990	2003
Bambamarca	1.4	10,208	11,080	13,232
San Antonio	1.4	1,756	1,914	2,308
Cuñacales	1.4	947	1,032	1,244
Pomagón	1.4	353	384	460
Llaucán	1.4	253	275	329

1.2 Pronóstico del Número de Viviendas

El número de viviendas de cada localidad, se obtiene a partir de la siguiente relación.

$$\frac{\text{Número de habitantes}}{\text{Habitantes por vivienda}}$$

En donde el denominador, igualmente es dato de los resultados del Censo Nacional de 1972. Los valores hallados para algunos años son:

Localidad	1984	1990	2003
Bambamarca	2,303	2,499	2,985
San Antonio	351	383	462
Cuñacales	237	258	311
Pomagón	88	96	115
Llaucán	63	69	82

1.3 Pronóstico del Número de Abonados Domésticos

El número de abonados domésticos de cada localidad resulta de multiplicar la cantidad de viviendas anteriormente estimadas, por su respectivo coeficiente de electrificación; valor este que se estima utilizando la curva que corresponde a cada localidad según los criterios expuestos en el punto 2.3 referente al desarrollo de la meto-

ANEXO C

CASO PRACTICO

Localidad	Coefficiente de Electrificación
Bambamarca	0.55
San Antonio	0.30
Cuñacales	0.30
Pomagón	0.30
Llaucán	0.30

1.4 Consumo Neto de Energía en los Sectores Doméstico y Alumbrado Público

Se calcula a partir del número de abonados doméstico (X), utilizando para tal fin las siguientes ecuaciones:

Localidades	Ecuación
Bambamarca	$Y = 78.3997 X^{0.3844}$
San Antonio	$Y = 75.3152 X^{0.3627}$
Cuñacales	$Y = 75.3152 X^{0.3627}$
Pomagón	$Y = 74.9688 X^{0.3293}$
Llaucán	$Y = 74.9688 X^{0.3293}$

Un resumen de los valores obtenidos se muestran a continuación:

Localidades	1984	1990	1995	2003
Bambamarca	1'548,274	2'341,668	2'797,920	3'682,980
San Antonio	42,735	93,874	142,494	182,096
Cuñacales	25,063	54,810	83,106	106,395
Pomagón	5,694	11,137	15,455	19,668
Llaucán	3,762	7,192	9,789	12,502

2.- SECTOR COMERCIAL

2.1 Pronóstico del Número de Abonados Comerciales

A partir de la lámina No. 3 se puede definir el comportamiento de la relación existente entre el número de abonados domésticos, ya calculado, y el número de abonados comerciales, existente en cada una de las localidades en estudio.

Así tenemos:

Localidades	No. de Abonados Doméstico	No. de Abonados Comerciales
Bambamarca	5	
San Antonio	6	
Cuñacales	6	
Pomagón	7	
Llaucán	7	

2.2 Consumo Unitario Comercial

La tendencia de la relación existente entre el consumo unitario comercial y el consumo unitario doméstico más alumbrado público se puede apreciar en la lámina No. 5, de donde se obtiene:

Localidades	C. Unitario Comercial C. Unitario Dom. y A.P.
Bambamarca	1.25
San Antonio	1.05
Cuñacales	1.05
Pomagón	1.00
Llaucán	1.00

2.3 Consumo Neto de Energía en el Sector Comercial

Resulta de multiplicar el consumo unitario comercial por el número de abonados comerciales de cada localidad.

Localidades	1984	1990	1995	2003
Bambamarca	387,069	585,417	699,480	920,745
San Antonio	6,410	14,081	21,374	27,314
Cuñacales	3,759	8,222	12,466	15,959
Pomagón	797	1,559	2,164	2,754
Llaucán	527	1,007	1,370	1,750

3.- SECTOR INDUSTRIAL

De las 5 localidades que conforman la microregión Bambamarca, sólo el distrito del mismo nombre cuenta con cargos de este tipo. A continuación se presenta una relación detallada de todas las instalaciones que al año 2003 conformarían este Sector; y que ha motivado que sus requerimientos de energía eléctrica no se estimen como un simple porcentaje de los consumos domésticos y alumbrado público más el comercial.

Carga	Cantidad	Máxima Demanda (kW) Unitario	Total
Molino	4	10	40
Heladería	2	5	10
Carpintería	8	5	40
Aserradero	1	12	12
Taller de Soldadura	3	5	15
Pequeña Fáb. de Tejidos	5	12	60
Fábrica de Cal	1	40	40
Quesería	18	10	180
Ebanistería	4	5	20
Fáb. Agua Gaseosa	1	30	30
Ladrillera	2	10	20
Panadería	20	3	60
			<hr/> 527

Los requerimientos de máxima demanda de potencia y consumo de energía eléctrica de este Sector serán estimados a partir de su diagrama de carga correspondiente; para tal fin se ha seguido el procedimiento que a continuación se explica:

—En base a la actividad productiva de cada instalación se estima para cada caso la demanda máxima y su diagrama de carga.

—Se calcula la máxima demanda no diversificada, asumiendo un factor de simultaneidad de 1 entre cargas, éste valor es razonable por ser pocas las instalaciones en cada tipo de actividad.

—Aplicando un factor de simultaneidad de 0.75 entre todas las cargas, se obtiene la máxima demanda diversificada de todo el Sector. Luego es posible construir el diagrama de carga respectivo.

—La máxima demanda bruta o potencia requerida en generación se obtiene sumando algebraicamente a la máxima demanda neta las pérdidas en potencia P, la cual se calcula a partir de la expresión:

$$P = \frac{E}{f_p \times 24} \text{ (kW)}$$

En la que:

E: Pérdidas en energía (15 o/o)

f_p: factor de pérdidas obtenido del diagrama de carga neto.

—Se obtiene así el diagrama de carga en la generación, mediante el cual se puede hallar:

- . la energía diaria (kWh)
- . las horas de utilización diaria
- . máxima demanda (kW)
- . porcentaje de la máxima demanda del sector a la hora de punta del sistema.

—En el caso de Bambamarca la máxima demanda el año 2003, es:

$$527 \times 0.75 + 90 = 485 \text{ kW}$$

y la energía anual, considerando 303 días útiles es:

$$6,211 \times 303 = 1'881,800 \text{ kWh}$$

—Definida la demanda de energía en el año 2003, la proyección para los otros años se obtiene en forma regresiva, considerando una tasa de crecimiento del 5 o/o anual.

—La máxima demanda de potencia en cada año se obtiene haciendo variar las horas de utilización a intervalos de 40 horas/año.

—Por facilidad se ha considerado que el porcentaje de máxima demanda de este Sector en la hora de punta del Sistema sea constante durante todo el período de análisis.

4. SECTOR CARGAS ESPECIALES

Se estima que la demanda eléctrica por este concepto será en este caso para la localidad tipo A un 10 o/o del Consumo Doméstico y Alumbrado Público más el Consumo Comercial; correspondiéndole un 3 o/o para las localidades de tipo B y C.

Localidades	1984	1990	1995	2003
Bambamarca	193,534	292,909	349,740	460,373
San Antonio	1,474	3,239	4,916	6,282
Cuñacales	865	1,981	2,867	3,671
Pomagón	195	381	529	673
Llaucán	129	246	335	428

5. CONSUMO NETO TOTAL DE ENERGIA

Resulta de la suma aritmética de los consumos netos anteriormente estimados.

6. CONSUMO BRUTO TOTAL DE ENERGIA

Resulta de adicionar al consumo neto total las correspondientes pérdidas de energía. Estas pérdidas al nivel de distribución han sido estimadas como un porcentaje del consumo neto total; considerándose los siguientes valores:

Localidades	o/o de pérdidas en energía
Bambamarca	15
San Antonio	12
Cuñacales	12
Pomagón	10
Llaucán	10

en todos los casos se estima un factor de pérdidas constante durante todo el período.

Los resultados obtenidos para algunos años se muestran a continuación:

Localidades	1984	1990	1995	2003
Bambamarca	3'192,901	4'700,722	5'697,888	7'705,513
San Antonio	56,693	124,537	189,038	241,575
Cuñacales	33,249	72,714	110,252	141,148
Pomagón	7,355	14,385	19,963	25,405
Llaucán	4,860	9,290	12,643	16,148

7. MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA

Se calcula a partir del consumo bruto de energía y el número de horas de utilización de la máxima demanda, de cada una de las localidades. Los rangos en que se considera variará linealmente los valores de las horas de utilización son:

Localidades	Horas de Utilización
Bambamarca	2,740 -- 3,500
San Antonio	2,430 -- 3,000
Cuñacales	2,430 -- 3,000
Pomagón	2,125 -- 2,600
Llaucán	2,125 -- 2,600

De acuerdo a esas consideraciones se obtiene los valores de máxima demanda que de forma resumida:

Localidades
 Bambamarca
 San Antonio
 Cuñacales
 Pomagón
 Llaucán

1984
 962
 23
 14
 3
 2

1990
 1,329
 48
 28
 6
 4

1995
 1,493
 68
 40
 8
 5

2003
 1,803
 81
 47
 10
 6

CUADRO CONSOLIDADO : MICROREGION BAMBAMARCA

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
A.- Consumo Doméstico y A. Público	1'623,528	1'754,757	1'917,100	2'071,287	2'230,756	2'407,467	2'508,681	2'613,451	2'713,016	2'813,777
Consumo Comercial	398,562	532,252	468,775	505,674	545,485	586,759	610,286	634,751	658,924	683,174
Cargas Especiales	196,197	212,503	230,244	248,220	267,476	287,406	298,466	310,063	321,373	332,683
SUB TOTAL NETO (Kwh)	720,287	799,714	866,119	925,331	978,667	1'021,612	1'069,033	1'113,565	1'157,313	1'200,134
Pérdidas	330,079	398,157	388,414	419,290	452,273	486,547	506,236	526,732	547,917	569,101
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	2'550,366	2'757,866	3'004,563	3'244,671	3'500,890	3'768,179	3'973,689	4'084,945	4'240,310	4'409,268
Horas de Utilización	0,311	0,314	0,320	0,324	0,328	0,333	0,337	0,341	0,345	0,349
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	936	1,003	1,073	1,143	1,217	1,292	1,369	1,446	1,521	1,597
Consumo Industrial	647,558	679,937	713,933	749,630	787,111	826,457	867,790	911,160	956,739	1'003,671
Pérdidas	97,134	101,991	107,090	112,445	118,067	123,970	130,169	136,677	143,511	150,666
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	744,692	781,927	821,023	862,074	905,178	950,427	997,959	1'047,837	1'100,250	1'154,337
Horas de Utilización	3,120	3,160	3,200	3,240	3,280	3,320	3,360	3,400	3,440	3,480
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	239	247	257	266	276	286	297	308	319	330
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	68	71	74	76	79	82	85	88	92	96
TOTAL Consumo Bruto de Energía (Kwh)	3'295,058	3'539,793	3'825,586	4'106,745	4'406,068	4'718,616	4'971,618	5'137,832	5'340,380	5'591,411
A + B	1,004	1,074	1,147	1,219	1,296	1,374	1,414	1,454	1,494	1,534

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
A.- Consumo Doméstico y A. Público	2'943,716	3'048,764	3'156,652	3'266,079	3'370,063	3'489,147	3'618,898	3'748,015	3'873,224	4'003,111
Consumo Comercial	711,396	736,854	763,021	789,538	817,510	846,143	878,266	905,499	934,875	964,411
Cargas Especiales	345,977	358,387	371,149	384,094	397,587	411,721	425,957	440,455	455,890	471,326
SUB TOTAL NETO (Kwh)	4'001,089	4'144,005	4'290,822	4'439,711	4'595,148	4'757,011	4'923,121	5'090,219	5'255,079	5'431,858
Pérdidas	590,965	612,102	633,824	655,836	678,803	702,815	726,978	752,094	778,133	804,207
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	4'592,054	4'756,107	4'924,646	5'095,547	5'273,951	5'459,826	5'650,099	5'842,313	6'034,212	6'236,065
Horas de Utilización	0,354	0,360	0,363	0,368	0,373	0,377	0,381	0,386	0,391	0,394
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	1,479	1,512	1,547	1,582	1,617	1,654	1,692	1,729	1,767	1,804
Consumo Industrial	1'054,805	1'107,545	1'162,923	1'221,059	1'282,172	1'346,278	1'413,539	1'484,216	1'558,427	1'636,341
Pérdidas	158,221	166,132	174,438	183,160	192,318	201,934	212,031	222,632	233,714	245,281
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	1'213,026	1'273,677	1'337,361	1'404,229	1'474,440	1'548,162	1'625,570	1'705,848	1'792,150	1'881,362
Horas de Utilización	3,520	3,560	3,600	3,640	3,680	3,720	3,760	3,800	3,840	3,880
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	345	358	371	386	401	416	432	449	467	484
Más Dem. Por (Kwh) a la Hora de Punta	99	102	106	110	115	119	124	128	134	139
TOTAL Consumo Bruto de Energía (Kwh)	5'805,080	6'029,794	6'262,007	6'499,796	6'748,391	7'007,988	7'275,619	7'548,141	7'826,402	8'104,724
A + B	1,578	1,614	1,653	1,692	1,732	1,773	1,814	1,856	1,897	1,941

BAMBAMARCA

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
A.- Consumo Doméstico y A. Pública	1'248,274	1'676,158	1'813,310	1'953,197	2'102,730	2'258,039	2'341,668	2'432,290	2'515,002	2'676,552
Consumo Comercial	357,069	419,040	453,335	488,299	525,683	564,512	582,417	607,323	628,751	651,634
Cargas Especiales	193,534	209,520	226,668	244,150	262,841	282,256	292,709	303,661	314,375	325,819
SUB TOTAL NETO (Kwh)	2'128,877	2'304,718	2'493,313	2'685,646	2'891,254	3'104,816	3'219,794	3'340,274	3'458,128	3'654,005
Pérdidas	319,332	345,708	374,001	402,847	433,688	465,722	482,969	501,041	518,719	537,601
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	2'448,209	2'650,426	2'867,314	3'088,493	3'324,942	3'570,538	3'702,763	3'841,315	3'976,847	4'191,606
Horas de Utilización	2,740	2,780	2,820	2,860	2,900	2,940	2,980	3,020	3,060	3,100
Máx. Dem. Pot. (kw) a la Hora de Punta	894	953	1,017	1,080	1,147	1,214	1,243	1,272	1,300	1,350
B.- Consumo Industrial	647,558	679,937	713,933	749,630	787,111	826,467	867,790	911,180	956,739	1'004,577
Pérdidas	27,134	30,971	34,070	37,445	41,067	44,920	49,169	53,677	58,511	63,687
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	744,692	781,927	821,023	862,074	905,178	950,437	997,959	1'047,857	1'100,250	1'155,263
Horas de Utilización	3,120	3,160	3,200	3,240	3,280	3,320	3,360	3,400	3,440	3,480
Máx. Dem. Pot. Industrial (Kw)	239	247	257	266	276	286	297	308	320	332
Máx. Dem. Pot. Inds. (kw) a la Hora de Punta	68	71	74	76	79	82	85	88	92	95
TOTAL Consumo Bruto de Energía (Kwh)	3'192,901	3'432,353	3'688,337	3'950,567	4'230,120	4'520,975	4'700,722	4'889,172	5'077,097	5'276,869
A + B Máx. Demanda a la Hora de Punta	962	1,024	1,091	1,156	1,226	1,296	1,328	1,360	1,392	1,445

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
A.- Consumo Doméstico y A. Pública	2'700,844	2'797,920	2'897,872	2'999,124	3'104,790	3'215,556	3'327,222	3'441,925	3'562,070	3'688,511
Consumo Comercial	675,211	699,480	724,456	749,781	776,198	803,189	831,906	860,481	890,505	921,111
Cargas Especiales	337,606	349,740	362,228	374,821	388,097	401,915	415,293	430,241	445,252	460,311
SUB TOTAL NETO (Kwh)	3'713,661	3'847,140	3'984,556	4'123,726	4'269,087	4'421,390	4'574,931	4'732,647	4'897,778	5'064,933
Pérdidas	557,649	557,071	597,676	618,562	640,363	663,209	686,240	709,872	734,622	759,615
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	4'270,710	4'424,211	4'582,182	4'742,365	4'909,450	5'084,599	5'261,171	5'442,544	5'632,445	5'823,548
Horas de Utilización	3,140	3,130	3,220	3,260	3,300	3,340	3,380	3,420	3,460	3,500
Máx. Dem. Pot. (kw) a la Hora de Punta	1,360	1,391	1,423	1,454	1,482	1,522	1,557	1,591	1,623	1,654
B.- Consumo Industrial	1'054,805	1'107,545	1'162,923	1'221,065	1'282,322	1'346,328	1'413,539	1'484,216	1'558,427	1'636,346
Pérdidas	158,221	166,132	174,438	183,160	192,318	201,934	212,031	222,632	233,764	245,452
SUB TOTAL BRUTO (Kwh)	1'213,026	1'273,677	1'337,361	1'404,229	1,474,440	1'548,162	1'625,570	1'706,848	1'792,190	1'881,798
Horas de Utilización	3,520	3,560	3,600	3,640	3,680	3,720	3,760	3,800	3,840	3,880
Máx. Dem. Pot. Industrial (Kw)	345	358	371	386	401	416	432	449	467	485
Máx. Dem. Pot. Inds. (kw) a la Hora de Punta	99	102	105	110	115	119	124	128	134	139
TOTAL Consumo Bruto de Energía (Kwh)	5'483,736	5'697,888	5'919,543	6'146,594	6'383,890	6'632,761	6'886,741	7'149,392	7'424,635	7'705,346
A + B Máx. Demanda a la Hora de Punta	1,459	1,493	1,528	1,564	1,597	1,641	1,681	1,719	1,757	1,803

SAN ANTONIO DE CAMACA

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Consumo Doméstico y A. Pública	42,735	49,608	57,771	65,808	74,576	83,764	93,874	103,716	115,010	126,928
Consumo Comercial	6,410	7,441	8,666	9,871	11,186	12,565	14,081	15,557	17,242	18,876
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	1,474	1,711	1,993	2,270	2,573	2,870	3,239	3,578	3,968	4,345
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	50,619	58,760	68,430	77,949	88,335	99,219	111,194	122,851	136,230	149,216
Pérdidas	6,074	7,051	8,212	9,354	10,600	11,906	13,343	14,742	16,348	17,906
CONSUMO BRUTO TOTAL	56,693	65,811	76,642	87,303	98,935	111,125	124,537	137,593	152,578	167,124
Horas de Utilización	2,430	2,460	2,490	2,520	2,550	2,580	2,610	2,640	2,670	2,700
MAX. DEMANDA DE POTENCIA (KW)	23	27	31	35	39	43	48	52	57	62

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Consumo Doméstico y A. Pública	137,880	142,494	147,160	151,836	156,400	161,240	165,856	171,690	176,418	182,026
Consumo Comercial	20,683	21,374	22,074	22,763	23,460	24,186	24,878	25,754	26,463	27,314
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	4,757	4,916	5,077	5,240	5,396	5,563	5,722	5,923	6,086	6,282
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	163,320	168,784	174,311	179,839	185,256	190,989	196,456	203,367	208,967	215,692
Pérdidas	17,597	20,254	20,917	21,599	22,231	22,919	23,575	24,404	25,076	25,866
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	182,927	189,038	195,228	201,438	207,487	213,908	220,031	227,771	234,043	241,558
Horas de Utilización	2,730	2,760	2,790	2,820	2,850	2,880	2,910	2,940	2,970	3,000
MAX. DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	67	68	70	71	73	74	76	77	79	81

CUÑACALES

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Consumo Doméstico y A.Público	25,063	28,993	33,616	38,412	43,354	48,952	54,810	60,792	62,014	73,947
Consumo Comercial	3,759	4,349	5,042	5,762	6,503	7,343	8,222	9,119	10,052	11,092
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	865	1,000	1,160	1,325	1,496	1,689	1,891	2,097	2,312	2,551
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	29,687	34,342	39,818	45,499	51,353	57,984	64,923	72,008	79,378	87,590
Pérdidas	3,562	4,121	4,778	5,460	6,162	6,958	7,791	8,641	9,525	10,511
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	33,249	38,463	44,596	50,959	57,515	64,942	72,724	80,649	88,903	98,101
Horas de Utilización	2,430	2,460	2,490	2,520	2,550	2,580	2,610	2,640	2,670	2,700
MAX.DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	14	16	18	20	23	25	28	31	33	36

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Consumo Doméstico y A.Público	80,494	83,106	85,750	88,426	91,134	93,874	96,646	100,156	103,716	106,276
Consumo Comercial	12,074	12,466	12,863	13,264	13,670	14,081	14,497	15,023	15,557	15,959
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	2,777	2,867	2,958	3,051	3,144	3,239	3,334	3,432	3,528	3,611
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	95,345	98,439	101,571	104,741	107,948	111,194	114,477	118,634	122,851	126,025
Pérdidas	11,441	11,813	12,189	12,569	12,954	13,343	13,737	14,236	14,742	15,123
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	106,786	110,252	113,760	117,310	120,902	124,537	128,214	132,870	137,593	141,148
Horas de Utilización	2,730	2,760	2,790	2,820	2,850	2,880	2,910	2,940	2,970	3,000
MAX.DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	39	40	41	42	42	43	44	45	46	47

POMAGON

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Consumo Doméstico y A.Público	5,624	6,583	7,520	8,470	9,102	10,120	11,137	11,835	12,864	13,974
Consumo Comercial	797	922	1,053	1,186	1,274	1,417	1,559	1,657	1,801	1,956
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	195	275	257	290	311	346	381	405	440	478
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	6,616	7,780	8,830	9,946	10,687	11,883	13,077	13,897	15,105	16,408
Pérdidas	669	773	883	995	1,069	1,188	1,308	1,390	1,511	1,641
CONSUMO BRUTO TOTAL	7,355	8,503	9,713	10,941	11,756	13,071	14,385	15,287	16,616	18,049
Horas de Utilización	2,125	2,150	2,175	2,200	2,225	2,250	2,275	2,300	2,325	2,350
MAX.DEMANDA DE POTENCIA (KW)	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Consumo Doméstico y A.Público	15,066	15,455	15,792	16,188	16,933	17,340	17,690	18,459	18,889	19,266
Consumo Comercial	2,109	2,164	2,211	2,266	2,371	2,428	2,477	2,584	2,643	2,754
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	515	529	540	554	579	593	605	631	646	673
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	17,690	18,148	18,543	19,008	19,883	20,361	20,772	21,674	22,169	23,093
Pérdidas	1,769	1,815	1,854	1,901	1,988	2,036	2,077	2,167	2,217	2,310
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	19,459	19,963	20,397	20,909	21,871	22,397	22,849	23,841	24,386	25,405
Horas de Utilización	2,375	2,400	2,425	2,450	2,475	2,500	2,525	2,550	2,575	2,600
MAX.DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10

LLAUCAN

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Consumo Doméstico y A. Público	3,762	4,284	4,853	5,400	5,994	6,583	7,192	7,821	8,126	8,784
Consumo Comercial	527	600	679	756	839	972	1,007	1,095	1,138	1,230
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	129	147	166	185	205	225	246	267	278	300
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	4,418	5,031	5,698	6,341	7,038	7,730	8,445	9,183	9,542	10,314
Pérdidas	442	503	570	634	704	773	845	918	954	1,031
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	4,860	5,534	6,268	6,975	7,742	8,503	9,290	10,101	10,496	11,345
Horas de Utilización	2,125	2,150	2,175	2,200	2,225	2,250	2,275	2,300	2,325	2,350
MAX. DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Consumo Doméstico y A. Público	9,424	9,787	10,128	10,455	10,794	11,137	11,484	11,835	12,190	12,502
Consumo Comercial	1,319	1,370	1,417	1,464	1,511	1,559	1,608	1,657	1,707	1,750
Consumo Industrial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cargas Especiales	327	335	346	358	369	381	393	405	417	428
CONSUMO NETO TOTAL (Kwh)	11,065	11,494	11,883	12,277	12,674	13,077	13,485	13,897	14,314	14,683
Pérdidas	1,107	1,149	1,188	1,228	1,267	1,308	1,349	1,390	1,431	1,468
CONSUMO BRUTO TOTAL (Kwh)	12,172	12,643	13,071	13,505	13,941	14,385	14,834	15,287	15,745	16,148
Horas de Utilización	2,325	2,400	2,425	2,450	2,475	2,500	2,525	2,550	2,575	2,600
MAX. DEMANDA DE POTENCIA (Kw)	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6

I.03 ANALISIS FINANCIERO ECONOMICO Y SOCIAL DE PROYECTOS PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

(Enfoque Práctico)

Hernán Bustamante Dawson

ANALISIS FINANCIERO ECONOMICO Y SOCIAL DE PROYECTOS
PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

ANALISIS FINANCIERO ECONOMICO Y SOCIAL DE PROYECTOS
PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

INTRODUCCION

1. CONSIDERACIONES GENERALES

2. NECESIDAD DE EVALUAR LOS PROYECTOS

 Criterios de Evaluación

3. ANALISIS BENEFICIO-COSTO

 El Excedente del Consumidor

 Beneficios de la Electricidad

 Costos

 Los Proyectos

 La Evaluación

 Los Indicadores del Análisis Beneficio-Costo

CASO PRACTICO: Evaluación de una Pequeña Central Hidroeléctrica de 300 Kw.

INTRODUCCION

El tema que a continuación se va a desarrollar con un enfoque pragmático, también podría titularse "Evaluación Socio-Económica de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)" ya que en él se pretende delinear de un modo general una de las formas de analizar y evaluar proyectos, que en este caso se puede dirigir a las PCH. Después de definir algunas consideraciones generales se explicará las razones y la necesidad de evaluar los proyectos, así como las diferentes formas y criterios que se pueden emplear para dicho análisis, a la vez que se explica la utilidad que podría obtenerse de este importante aporte, que podría decirse es hasta imprescindible y que debe incluirse en todo proyecto antes de llegar a su fase de implementación. A continuación se presentarán las principales características del análisis Beneficio-Costo en valor presente, técnica ésta que cada día cobra mayor importancia por la validez de sus resultados prácticos y la utilidad de los indicadores que, mediante su aplicación se pueden obtener. Asimismo se tratará de explicar en una forma práctica y simplificada como el análisis Beneficio-Costo se puede usar en cada uno de los niveles de la evaluación, incidiendo especialmente en el Financiero, Económico y Social.

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Los Proyectos en general según su período de maduración, desde las etapas de prefactibilidad, factibilidad e ingeniería, requieren de mayor profundidad en los estudios conforme se va avanzando, hasta que se llega a decidir el inicio de su ejecución. Esto también se produce en la medida en que el tamaño del proyecto lo exija, así conforme es mayor se precisa mayor detalle, para asimismo poder obtener mayor seguridad sobre la decisión de realizar la inversión e iniciar su ejecución. En el presente caso de las PCH, esto también se cumple y quizás la necesidad de evaluación sea mayor ya que se trata de proyectos que incidirán por lo general en grupos poblacionales asentados en el medio rural donde con frecuencia el nivel de ingresos es más bajo que el promedio nacional. Por esta razón será necesario dejar claramente establecido el tipo de rentabilidad que los proyectos de PCH debe producir, ya que en muchos casos debe usarse criterios de evaluación nacionales o sociales más que buscar la rentabilidad comercial o monetaria.

2. NECESIDAD DE EVALUAR LOS PROYECTOS

A pesar que aparentemente sería obvia la necesidad de evaluar todos los proyectos, es importante aclarar el porqué de esa importancia y la forma que dicha evaluación puede llevarse a cabo. Quizá la razón más evidente de evaluar sea la necesidad de priorizar los proyectos de inversión, principalmente por el hecho de que en los países subdesarrollados el recurso más escaso es el capital y debemos realizar esfuerzos importantes a fin de elevar el grado de seguridad de que las inversiones que se realicen sean las más convenientes para la economía nacional.

Es por todos conocida la existencia de muchas metodologías y son más aún las interpretaciones a estas metodologías que se aplican para realizar la evaluación de los proyectos y esta variedad de formas de evaluar dificulta la comparación entre los resultados y efectos que los distintos proyectos pueden producir en las economías donde éstos se van a desarrollar. Es por tanto, de suma importancia definir metodologías uniformes y divulgar su aplicación, de tal manera que los resultados obtenidos de dichos análisis puedan ser fácilmente comparables, lo que permitiría priorizar los proyectos con el resultado inmediato de decidir realizar inversiones con un mayor grado de seguridad sobre su bondad en cuanto a otras alternativas de inversión.

Criterios de Evaluación

Los enfoques que puede tener una evaluación son muchos pero en el caso que nos ocupa de PCH podemos identificar claramente dos de ellos, uno el enfoque privado o empresarial y el otro el enfoque nacional o social. Las formas más conocidas del punto de vista privado vendrían a ser las evaluaciones de tipo comercial, financiero y monetario. En cambio bajo el punto de vista de la economía en su conjunto el enfoque puede depender también de los objetivos nacionales, de tal manera que un proyecto puede ser más o menos importante según su efecto coadyuve en mayor o menor grado al desarrollo nacional o regional, ya sea por su efecto sobre el crecimiento a través de su incidencia en el ahorro, o por su aporte al mejoramiento en la distribución del ingreso entre los diferentes grupos sociales que son afectados directa o indirectamente por el proyecto. Dentro de éstos criterios es posible indentificar dos niveles de evaluación, uno es el económico en términos de medir la eficiencia en el uso de los recursos que intervienen en el proyecto y el otro es el nivel netamente social proveniente de medir el efecto de crecimiento del producto y el de su distribución.

Desde un punto de vista práctico cabe mencionar la necesidad de que en la etapa de formulación de los estudios debe prepararse la información de tal manera que se facilite la realización de la evaluación económica y aún social arriba descrita, ya que es importante identificar en forma cuantitativa algunos rubros que serán motivo de especial tratamiento tales como, mano de obra calificada, no calificada, moneda extranjera, productos nacionales o importados negociables y no negociables. Asimismo será necesario conocer los principales parámetros, indicadores y factores de ajuste, que deben aplicarse a dichos rubros a fin de conocer en forma cuantitativa, cual es su verdadero costo (costo de oportunidad) para la economía nacional y de esta manera encontrar no sólo la rentabilidad general o monetaria de un proyecto sino su rentabilidad social o nacional.

3. EL ANALISIS BENEFICIO-COSTO

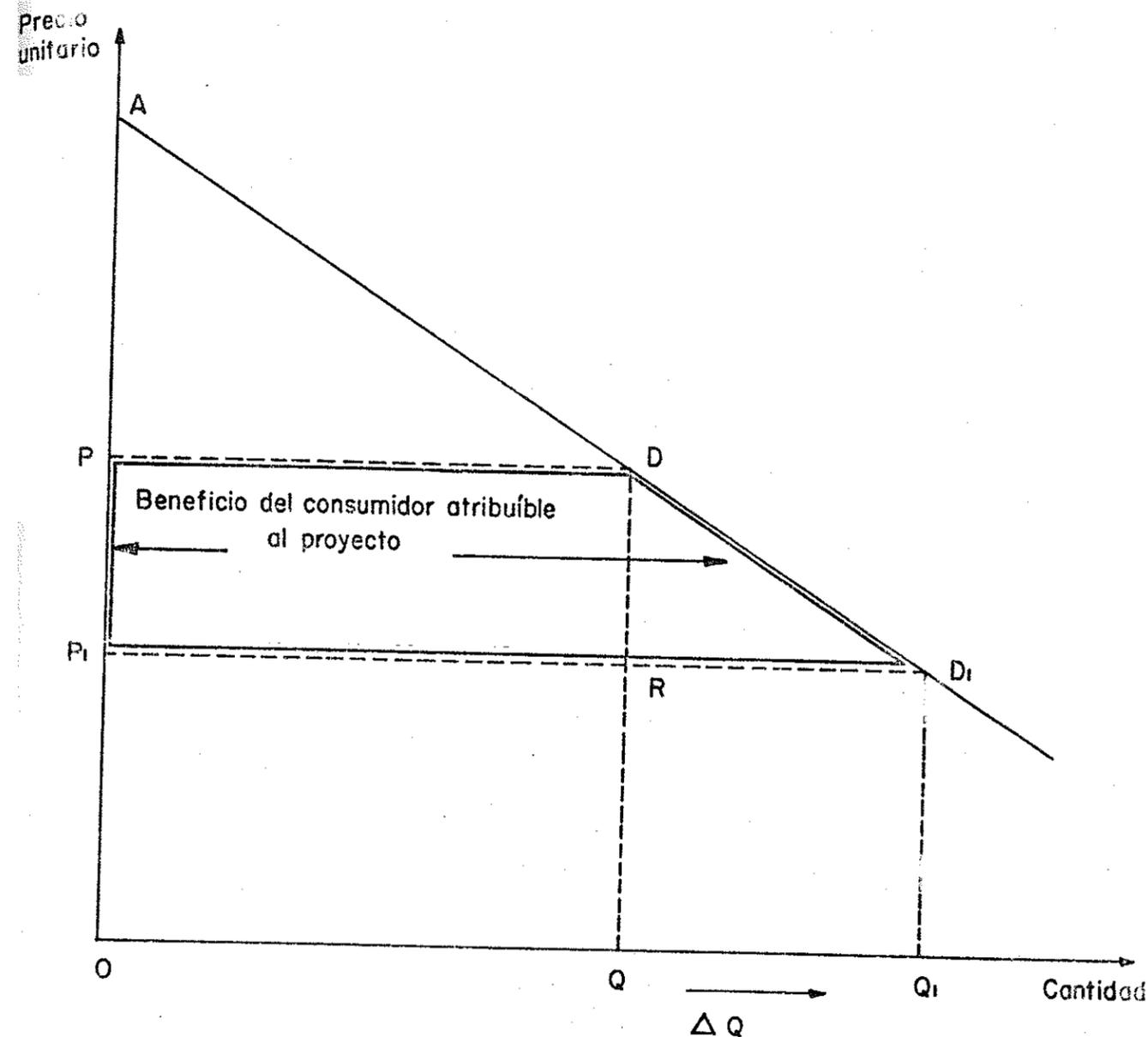
La técnica del Análisis Beneficio-Costo se viene utilizando hoy día con mayor frecuencia ya que constituye un medio simple y claro para ayudar a determinar la bondad de un proyecto, sobretodo teniendo en cuenta que, lo que puede ser considerado como un beneficio o una pérdida para una parte de la economía, o para una o más personas o grupos, no necesariamente cuenta como un beneficio o una pérdida para la economía en su conjunto. Y en el análisis Beneficio-Costo se trata con la economía como un todo, con el bienestar de una sociedad definida y no con una pequeña parte de ella.

El Excedente del Consumidor

En economía se establece que el valor de un bien está determinado simplemente por lo que una persona esté dispuesta a pagar por ese bien. Si un jefe de familia está llano a pagar US\$ 0.50 por litro de leche pero su precio es de sólo 0.40 entonces la compra de un litro de leche la proporciona un excedente o beneficio del consumidor de 0.5 menos 0.4 o sea US\$ 0.1 por litro de leche. En otras palabras se puede definir que el excedente del consumidor es el máximo que una persona pagaría por una cierta cantidad de un bien menos la cantidad que él realmente paga.

Basándose solamente en un elemental principio de que, si el precio de un bien tiende a bajar, la demanda por ese mismo bien tiende a hacerse mayor y vice versa, en la figura No. 1 se representa una curva de demanda que por simplicidad la asumimos es una línea recta ADD_1 . Si el precio por razones de mercado queda fijado en el nivel OP la distancia horizontal $PD = OQ$ mide la máxima cantidad que el consumi-

Fig. N° 1



ΔQ = Incremento en la oferta de energía debido a la entrada en operación del proyecto.

El comprador comprará a ese precio y el área OADQ representa el máximo valor de OQ unidades que la sociedad le da a esa cantidad. Sustrayendo al máximo valor que los compradores le otorgan a la cantidad OQ y que se representa por el área OADQ lo que ellos tienen que pagar OPDQ nos queda el total asumible al excedente (beneficio) para el consumidor que es igual al área del triángulo APD.

Para el presente caso, donde nos estamos ocupando de evaluar los proyectos de PCH se tratará de identificar los beneficios que se originarían a partir del hecho de incrementar la producción de energía en el área de influencia del proyecto. La expresión gráfica de este evento la podemos ver en la misma figura No. 1 donde, de un nivel de producción Q, se pasará a un nivel mayor Q_1 siendo la diferencia ($Q_1 - Q$) el incremento atribuible a la producción de electricidad del proyecto que se analiza. El nuevo volumen de producción Q_1 intercepta a la curva de demanda en el punto D_1 lo que origina una reducción en el precio al nivel P_1 . En esta forma el beneficio del consumidor que originalmente fue el correspondiente al área APD se transformaría en un área mayor AD_1P_1 siendo el incremento la diferencia de las dos áreas o sea el trapecio PDD_1P_1 . De esta manera el área del trapecio representa el beneficio del consumidor atribuible al proyecto. Asimismo, es interesante notar que este incremento del beneficio del consumidor se puede descomponer en dos partes, una corresponde al ahorro en costo por sólo la disminución en el precio y considerando el mismo volumen original de producción representada por el Área $PDRP_1$ y la otra atribuible al mayor volumen de consumo generado por el proyecto (área DD_1R) que puede corresponder a un mayor volumen de consumidores o a un mayor consumo unitario de electricidad por persona (Kwh/hab.).

Beneficios de la Electricidad

Aunque los beneficios que pueden ser obtenidos de la electricidad son obvios, por razones prácticas es necesario identificarlos y además intentar cuantificar su efecto positivo el cual principalmente se da cuando se habla de energía rural, en tres diferentes niveles. En el de la familia, en la villa y en la economía en su conjunto.

Existe una cercana relación entre el nivel de uso de la electricidad y el nivel de los beneficios que de ese uso se derivan, en el sentido de que cuando el uso es bajo, sólo poca gente puede obtener un beneficio marginal del servicio, y vice versa cuando el uso es alto.

Los beneficios más frecuentemente mencionados y que se derivan del uso rural de la electricidad son:

- a) Incremento en la productividad y producción en áreas rurales por la reducción en los costos de la energía lo que hace se incremente la rentabilidad de pequeñas haciendas, agroindustrias y comercio.
- b) Mejoras en el nivel de vida en los hogares de la villa y comunidades.
- c) Contribución a desanimar la migración de áreas rurales a las ciudades.

A pesar de que el último efecto relacionado con la disminución en la migración no es muy evidente, se puede decir que en gran número de pequeños centros poblados que se encuentran en proceso de modernización la población crece y el resultado final es que la demanda por electricidad y el rango de sus usos si tiende a crecer. Para explicar el comportamiento en el consumo energético de las pequeñas haciendas agroindustrias y comercio hay normalmente una sustentación cuando aparece la oferta pública de electricidad, ya que ésta comienza a desplazar el uso de pequeños grupos electrógenos, motores diesel y a gasolina, que son usados para muchos propósitos, los que incluyen "molinos, bombas para irrigación, fuerza animal, refrigeración, etc."

En otras actividades, además, la electricidad es bastante más barata o de mejor calidad, lo que resulta en un incremento de producción. El valor neto de los beneficios derivados de estos incrementos pueden ser íntegramente atribuibles a la electricidad.

En la práctica por lo tanto será necesario confinar el análisis Beneficio-Costo a lo que puede ser medida en términos cuantitativos. Los beneficios que pueden ser medidos generalmente son: beneficios directos a los hogares reflejados en ingresos; beneficios directos a las pequeñas haciendas agroindustrias y comercio, también reflejados en ingresos y adicionales beneficios para las haciendas agroindustrias y comercio, reflejados en los efectos netos sobre las utilidades y volumen de producción, por aplicación de la electricidad a esas actividades.

En el caso particular de las PCH que se construyen en la mayor parte de las áreas andinas, es necesario anotar el beneficio que puede ser obtenido por el agua, que después de turbinada puede ser empleada para irrigación de áreas agrícolas que se encuentran aguas abajo de la central.

Es por lo tanto de suma importancia establecer claramente que los beneficios del uso de la electricidad no están plenamente medidos por el valor de la tarifa que normalmente se cobra.

Los beneficios de que, en horas de la noche las calles están iluminadas, en los hogares se pueda trabajar y estudiar en mejores condiciones, la posibilidad de instalar servicios médicos, etc., son beneficios muy difíciles de cuantificar, pero llegado el momento de tener que enfrentarlos a altos costos, debe intentarse el uso de factores que pueden llegar a duplicar o triplicar el valor del beneficio cuantificable.

Costos

El siguiente punto importante y que necesita algún análisis es el relativo a los costos. ¿Qué costos identificar? ¿Costos para quién?. Es necesario identificar los diferentes tipos de costos que afectan al proyecto, ya sean si son costos financieros o si son meras transferencias o verdaderos costos sociales.

Así también debe estudiarse los grupos que pagarán esos costos ya se trate de una empresa, una comunidad o el país en su conjunto. Cabe el contraste entre la empresa que paga los costos en moneda, sea nacional o extranjera con el país que afronta los costos de la creación de una nueva actividad económica (o sea un proyecto) en términos de producción dejada de realizar. Es así como se puede llegar a determinar cual es el verdadero costo para la economía en su conjunto del uso de un recurso, sea éste mano de obra (recursos humanos), tierra (recursos naturales), o capital (recursos financieros). Ese costo tiene un nombre pero con varias acepciones, tales como "costo de oportunidad", "Precio sombra", "precio de cuenta", etc. Una de sus definiciones más fácil de entender es la que dice que "costo de oportunidad" es el valor de la producción perdida por el uso alternativo de un recurso", o en otras palabras, "es el valor de lo que un recurso deja de producir al cambiar su uso u ocupación a otra actividad".

Así en el caso de desarrollar un proyecto en una región o país donde el grado de desempleo es alto, el costo de oportunidad de la mano de obra, principalmente la mano de obra no calificada podría llegar a ser cero, ya que bajo el punto de vista de la economía nacional el costo de esa mano de obra no estaría representado por el salario que va a percibir, sino por el valor real de la producción que ese tipo de trabajador dejaría de realizar al cambiar su actividad, de la usualmente agrícola a nivel de subsistencia, a prestar servicios en el proyecto, ya sea en la etapa de construcción o en la de operación.

Los Proyectos

Para realizar el análisis Beneficio-Costo hay que estudiar detalladamente el documento donde se formula el proyecto. Según el manual de la ONU los capítulos centrales de un proyecto pueden ser: Mercado, Ingeniería, Tamaño y Localización, Presupuesto de ingresos y gastos, Financiamiento y Organización, pero además se incluye un capítulo especial donde se realiza la Evaluación del proyecto. Sin embargo cuando formulamos un proyecto PCH podemos distinguir las siguientes partes principales:

a) **Análisis de la micro-región.**- En este punto se describe lo relacionado a geografía, recursos naturales, ubicación y accesos. Además se analiza la situación socio-económica y el potencial de la micro-región. También es conveniente incluir lo relacionado a infraestructura y servicios.

b) **Estudio de mercado.**- Esta parte crucial de todo proyecto de PCH, debe intentar un enfoque energético de la oferta y demanda micro-regional, incidiendo principalmente en el uso de la leña y combustibles, pensando en su posible sustitución por el empleo de energía eléctrica. También debe realizar una proyección de la demanda eléctrica identificando principalmente el consumo doméstico, alumbrado público, consumo comercial, industrial y cargas especiales.

c) **Ingeniería.**- En este capítulo se debe tratar lo relacionado al recurso hidro-eléctrico y geomorfología. Describiendo las alternativas de solución para el abastecimiento eléctrico. Debe indicarse las principales características y una estimación preliminar de sus costos. Esto permitiría escoger la solución más conveniente y desarrollar el proyecto a nivel de construcción, incluyendo especificaciones, planos y presupuestos.

d) **Evaluación.**- La evaluación de un proyecto para PCH debe ser realizada con un enfoque nacional utilizando la técnica del análisis Beneficio-Costo en valor presente, incidiendo principalmente en los criterios económicos y sociales.

La Evaluación

El documento que contiene la formulación del proyecto incluye por lo general los cuadros de Fuentes y Usos de fondos y los de Flujo de Caja. Estos cuadros sirven por lo general de base para iniciar el análisis Beneficio-Costo. Usualmente el cuadro de Fuentes y Usos de fondos incluye los siguientes rubros:

Fuentes: Ventas, aportes estatales, otros aportes y préstamos, también puede incluir valor residual y capital de trabajo.

Usos: Inversión (construcción), operación y mantenimiento, intereses, amortización.

Sin embargo, es conveniente aclarar que debido a la poca magnitud de los proyectos PCH, éstos normalmente se financian agrupándolos (por lo general por regiones), lo que hace poco frecuente el poder contar con cuadros de Fuentes y Usos de fondos individuales para cada proyecto PCH.

A partir de la información arriba descrita se debe elaborar un cuadro de Flujo Interno, que permita analizar el proyecto en sí mismo, independientemente de sus condiciones financieras, a fin de analizar su comportamiento en función de sus propios beneficios y costos o sea las condiciones internas del proyecto. Esto significa dejar de lado las transferencias tales como impuestos y subsidios, los intereses, amortizaciones, depreciaciones y también escalamiento. De esta forma se evita la posibilidad de la doble contabilización y se identifica claramente los reales efectos del uso de los recursos por parte del proyecto a nivel nacional.

El siguiente paso dentro de lo que comúnmente se conoce como evaluación económica, es traer a valor presente los beneficios y los costos identificados en el Flujo de Caja Interno, arriba descrito. Para realizar esta operación es necesario utilizar como mínimo dos tasas de descuento. La elección de estas tasas, sobre todo cuando son aplicadas a proyectos de PCH, debe ser enfocada con un criterio no empresarial, propendiendo a usar tasas que reflejen el costo de oportunidad del capital para proyectos de interés social más que tendiendo a tasas que reflejen el costo del capital para las empresas.

Cuando las condiciones y disponibilidad de indicadores socio-económicos lo permiten, es conveniente completar el análisis o evaluación social del proyecto; pero esto según la metodología de NNUU (J.R. Hansen) se debe proceder de la siguiente manera:

1. Descomponer los Beneficios y los Costos en los rubros de: Mano de Obra, Importaciones y Material Nacional.
2. Ajustar los precios de mercado a costos de oportunidad.
3. Realizar el ajuste por moneda extranjera.

Los Indicadores del Análisis Beneficio-Costo

Los resultados que se pueden obtener al actualizar los valores del Flujo de Caja Interno mediante el uso de varias tasas de descuento o tasas de actualización, usualmente se concentran en tres tipos de indicadores, éstos son el Valor Neto Presente, la Relación Beneficio-Costo y la Tasa Interna de Retorno.

El valor Neto Presente viene a ser la diferencia del total de beneficios menos el total de los costos durante todo el período de vida del proyecto, incluyendo construcción y operación, pero actualizados a una misma tasa de descuento. El resultado es por lo tanto una cifra monetaria que significa que, a una determinada tasa de descuento, el proyecto origina un saldo positivo o negativo como resultado final de su realización. La Relación Beneficio-Costo viene a ser la división o cociente de beneficio entre costos, también actualizados a una misma tasa de descuento. El resultado por lo tanto es un coeficiente que si su valor es mayor que uno, significa que los beneficios que origina el proyecto son mayores que los costos y si es menor que uno, los costos son mayores que los beneficios.

La Tasa Interna de Retorno se puede definir como aquella tasa mediante la cual los costos igualan a los beneficios y por lo tanto representa el tipo de interés o rendimiento que los beneficios que se van obteniendo del hecho de haber realizado la inversión en el proyecto, solamente cubren dicha inversión, y por lo tanto no se obtiene ninguna utilidad adicional.

El uso de cada uno de estos tres indicadores queda a criterio del evaluador para determinar su importancia y aplicabilidad en cada caso específico, sin embargo se puede presentar los siguientes comentarios. El Valor Neto Presente, por el hecho de representar una cifra monetaria, da una idea de la magnitud de los beneficios o las pérdidas del proyecto, lo que puede ser confrontado con el monto invertido. La Relación Beneficio-Costo solamente da una idea de proporción entre beneficios y costos; mientras que la Tasa Interna de Retorno nos permite relacionar el rendimiento propio del proyecto con los intereses reales de la economía, independiente de los efectos de inflación.

CASO PRACTICO
EVALUACION DE UN PROYECTO PCH

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PCH:

- 1) Instalaciones consideradas (condiciones promedio):
 - Boca Toma
 - Canal
 - Desarenador y Cámara de Carga
 - Obras de Arte
 - Conducto Forzado
 - Casa de Máquinas
 - Equipo Hidroeléctrico
 - Línea de Transmisión

- 2) Capacidad Instalada: 300 Kw

- 3) Costo de Construcción: US\$ 600,000
2,000 / Kw

- 4) Población a servir: 4,000 a 5,000 Habitantes

- 5) Financiamiento
 - Externo: US\$ 450,000 (5 o/o y 10 años)
 - Interno: 150,000

- 6) Período analizado: 35 años

- 7) Costos de Operación y Mantenimiento
 - Personal: US\$ 600 (3 a 4 personas)
 - Materiales: 150

TOTAL: 750 mensual

US\$ 750 x 12 = 9,000 anual

- 8) Precio referencial del Kw h: US\$ 6

- 9) Intensidad de Producción

	Factor de Carga	Horas de funcionamiento por año
Inicial	0.2	1752
Final (Año 35)	0.5	4380

EVALUACION ECONOMICA

Aunque hay autores que no estarían de acuerdo con este título, por razones prácticas y de uso común, lo adoptamos para realizar la primera aproximación de la evaluación que no es social.

El proyecto a evaluarse ha sido descrito en forma muy resumida, líneas arriba, mediante sus características generales.

Su comportamiento a través de la vida útil se puede apreciar en el Cuadro No. 1 de Fuentes y Usos de Fondos, donde figuran las principales variables que usualmente aparecen en este tipo de esquemas. Allí podemos notar que el Balance final es positivo con US\$ 1,224. Sin embargo éste es un valor de difícil interpretación porque estamos invirtiendo "hoy" y la recuperación es en 35 años. Por esta razón es necesario usar los valores presentes tanto de los Beneficios como de los Costos.

Para lograr esto se ha preparado el Cuadro No. 2 "Flujo de Caja Interno" donde se incluyen los Beneficios y Costos reales, correspondientes a los diferentes valores del Consumo de electricidad, el cual se considera creciente a través del tiempo. (Ver Cuadro No. 3).

Se usaron dos tasas de descuento (10 o/o y 5 o/o) para obtener los Valores Presentes.

El Valor Presente Neto (VPN), que es la diferencia de los Beneficios Presentes menos los Costos Presentes fue negativo: -194,000 al 10 o/o, pero positivo a la tasa de 5 o/o: US\$ 142,000.

Con estos valores se calculó gráficamente la Tasa Interna de Retorno que fue TIR: 7.2 o/o (Ver Figura No. 2).

En base a estos resultados se pudo hallar el costo del Kw h, que como se puede ver en el detalle correspondiente (Cuadro No. 4), resulta ser del orden de los 7 centavos de Dolar Americano.

Resultados de la evaluación económica:

VPN (5 o/o)	=	US\$ 142,000
TIR	=	7.2 o/o
Costo del Kw h	=	US\$ 7

Estos indicadores se pueden considerar aceptables y por lo tanto el proyecto sería factible para las condiciones asumidas.

Cuadro No. 1

CUADRO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS
(En US\$ x 1000)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-35	Total
FUENTES:	300	300	28	28	28	28	42	42	42	57	57	57	71	2691
- Ventas energía	-	-	28	28	28	28	42	42	42	57	57	57	71	1971
Valor residual														120
Préstamo	200	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(último año)
Aporte (gobierno)	100	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450
														150
USOS:	300	300	67	67	67	67	67	68	67	67	67	65	9	1467
Inversión (Construc.)	300	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600
O + M	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	297
Intereses	-	-	22	21	19	17	15	13	10	8	5	3		
Amortización			36	37	39	41	43	46	48	50	53	53		
BALANCE ANUAL	-	-	(39)	(39)	(39)	(39)	(25)	(26)	(25)	(10)	(10)	(8)	62	1224

* Los costos negativos pueden ser financiados por la partida de Capital de Trabajo bajo el rubro Fuentes

Cuadro No. 2

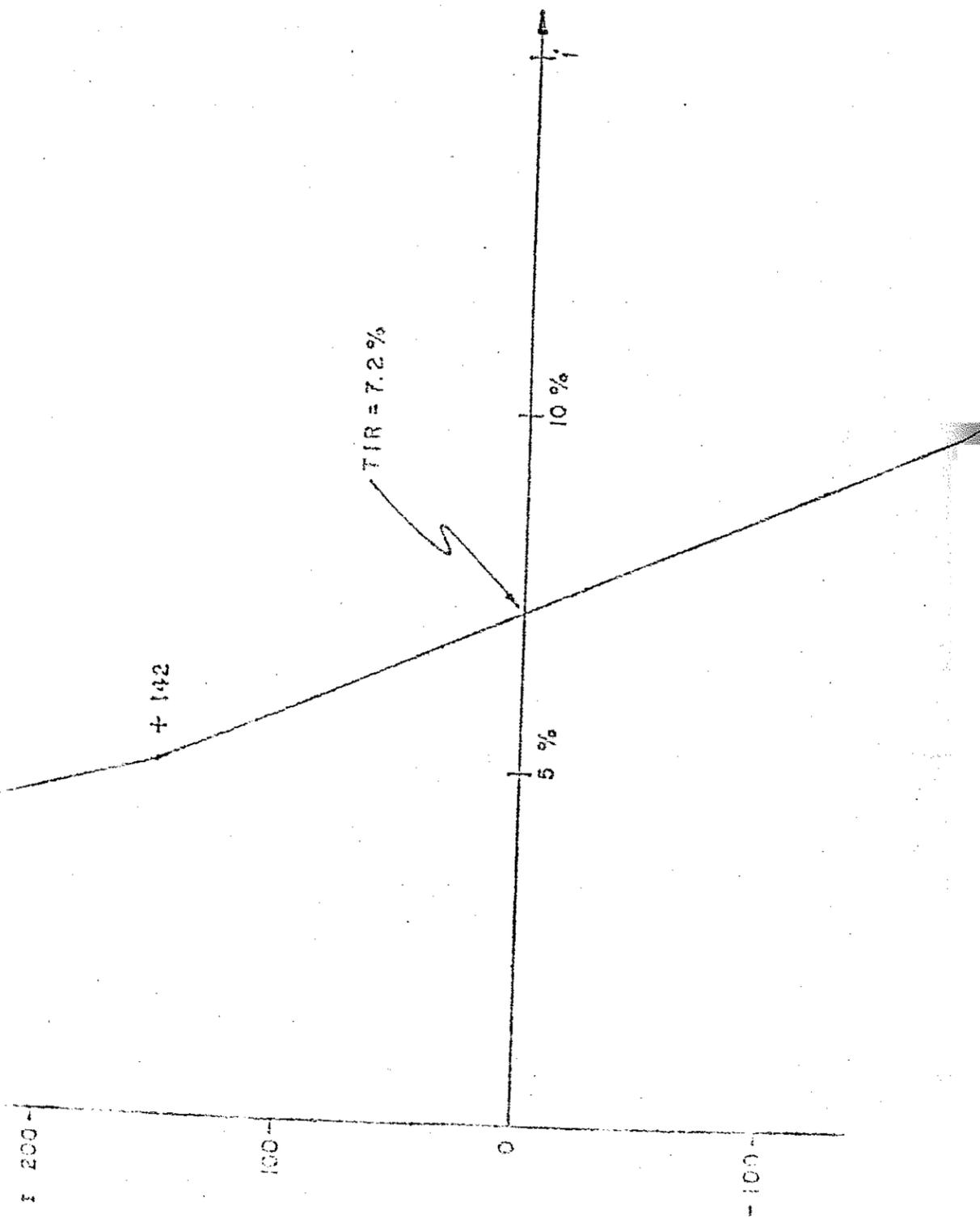
FLUJO DE CAJA INTERNO
(US\$ x 1000)

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-35	Total
Consumo (Mwh)	-	-	473	473	473	473	709	709	709	946	946	946	1183	32'883
Beneficios:														
- Valor Residual (20 o/o)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	(últ. año)
- Ventas \$ 6	-	-	28	28	28	28	42	42	42	57	57	57	71	1'971
Costos:														
- Costo Construcción	300	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600
- O + M	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	297
Benef. Costos	(300)	(300)	19	19	19	19	33	33	33	48	48	48	62	1'047
Factor de Act. 10 o/o	.909	.826	.751	.683	.621	.564	.513	.467	.424	.386	.350	.319	2.83	
VPN (10 o/o)	(273)	(248)	14	13	12	11	17	15	14	18	17	15	175+4	(194)
F. de Act. 5 o/o	.952	.907	.864	.823	.784	.746	.711	.677	.645	.614	.585	.557	7.507	
VPN (5 o/o)	(286)	(272)	16	16	15	14	23	22	21	29	28	27	465+22	142
F. de Act. 8 o/o	.926	.857	.794	.735	.681	.63	.583	.54	.5	.46	.429	.397	4.119	
Mwh (PV) 8 o/o	-	-	375	348	322	298	413	383	354	435	406	375	873	8'583
Costos VP 8 o/o	278	257	9 x (11.655-1.783) = 88.8											624

Cuadro No. 3

Factor de Carga (o/o)	Horas de Servicio por Año	Generación (Mw h)	Consumo (10 o/o Pérdidas) (Mw h)
10	876	263	237
20	1752	526	473
30	2628	788	709
40	3504	1051	946
50	4380	1314	1183
60	5256	1577	1419
100	8760	2628	2365

CALCULO GRAFICO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)



PCH : 300 Kw
Kwh : US \$ 6
I : US \$ 2000 por Kw

FIGURA N° 2

I-04 IDENTIFICACION, FINANCIAMIENTO Y EVALUACION DE PROYECTOS

Gustavo Calderón

IDENTIFICACION, FINANCIAMIENTO Y EVALUACION DE PROYECTOS

1. El Banco Interamericano de Desarrollo: Antecedentes

a) Misión y objetivos

El Banco Interamericano de Desarrollo es una institución financiera internacional establecida en 1959 para contribuir al desarrollo económico y social en América Latina, tiene su sede en Washington, D.C.

Inicialmente, el Banco contaba con 20 países miembros del Hemisferio Occidental. Más tarde, con el ingreso de otros siete países regionales y de 16 países extrarregionales el número de miembros ha aumentado a 43 países.

b) Préstamos del Banco. Período 1961-1980

En sus 21 años de operaciones, el Banco se ha convertido en un importante elemento catalizador en la movilización de recursos para el desarrollo de América Latina. Ha contribuido al financiamiento, obtención y organización del financiamiento de proyectos que representan en total una inversión de más de US\$66 billones. Gracias a su asociación con países industrializados también ha podido diversificar considerablemente las fuentes de fondos para el desarrollo de América Latina.

Los proyectos del Banco se pueden agrupar en los diversos sectores de actividad que, en general, corresponden a las principales categorías utilizadas por los países en la planificación de su desarrollo. Durante el período 1961-1980, la cartera de préstamos del Banco se distribuyó como sigue: energía, 24,5 o/o; agricultura, 23,3 o/o; industria y minería, 15,4 o/o; medio ambiente y salud pública, 9,5 o/o; educación, 4,5 o/o y desarrollo urbano, 3,1 o/o. Además, se dedicó un 4,6 o/o a líneas de crédito correspondientes a programas de financiamiento de exportaciones y a préstamos para turismo y preinversión.

c) El nuevo decenio

El decenio de 1980 comienza en condiciones de incertidumbre. En todos los países, sus habitantes y sus gobiernos se inquietan ante la perspectiva de un mundo amenazado por la malnutrición, la pobreza y el desempleo. América Latina no está a salvo de esas amenazas que, pese a los considerables progresos realizados durante los dos últimos decenios, siguen pesando sobre sectores importantes de su población, especialmente en las zonas rurales.

En esas condiciones, la Asamblea de Gobernadores del Banco aprobó, en julio de 1980, el quinto aumento de capital de la institución, que elevará sus recursos totales a US\$27.300 millones en un cuatrienio. Al aprobar dicho aumento, los países miembros manifestaron su inquietud ante las tres necesidades más apremiantes para el desarrollo de la región en este decenio, a saber: la lucha contra la pobreza, el aumento del suministro de energía y el fortalecimiento del sector externo.

Habida cuenta de ello, el 50 o/o del programa de préstamos del Banco se orientará de manera directa al beneficio de los grupos de más bajos ingresos, principalmente mediante proyectos con los que se trata en particular de crear empleos productivos en las zonas rurales y urbanas.

El resto del programa de préstamos se orientará a proyectos de energía destinados al aprovechamiento, tanto de fuentes convencionales como no convencionales de energía, y los encaminados a reducir la deuda exterior de los países mediante el aumento de las exportaciones y sustitución de las importaciones.

INDICE

1. El Banco Interamericano de Desarrollo. Antecedentes
 - a) Misión y objetivo
 - b) Préstamo del Banco 1961-1980
 - c) El nuevo decenio
2. Proyectos de Energía Financiados por el BID
3. Formulación del Programa de Operaciones
4. El Programa de Actividades sobre la Base de un Documento de Estrategia de País y de los Resultados de las Misiones de Programación
5. Modalidades de Operación
6. Metodología de Análisis
7. Potencial para Proyectos de Energía Renovable en América Latina y el Caribe
8. Problemas que Plantean la Ejecución y el Financiamiento de Proyectos de Energía No-Convencional en América Latina y El Caribe
9. Propuestas para la Promoción de Proyectos de Energía No-Convencional en el BID

2. Proyectos de Energía Financiados por el BID

Desde su fundación, el Banco Interamericano de Desarrollo ha reconocido el papel fundamental que la energía desempeña para el desarrollo social y económico de los países. En consecuencia, el Banco reconoce especialmente en su labor de apoyo la prioridad concedida por los países de América Latina a la construcción eléctrica, sistemas urbanos y rurales de electrificación y otros proyectos que permitan mejorar el suministro de energía en la región y ampliar la distribución de ésta.

A fines de 1980, los proyectos de energía en América Latina habían recibido financiamiento del Banco por un total superior a US\$4.000 millones, es decir, casi la cuarta parte de la cartera de préstamos del Banco. Los proyectos hidroeléctricos con apoyo financiero del Banco representan una capacidad instalada adicional de 25.000 megavatios, lo que equivale a la tercera parte del total de la capacidad hidroeléctrica instalada con que cuenta la región actualmente. Los proyectos de transmisión, distribución y electrificación rural financiados por el Banco han permitido la construcción de 200.000 Km. de líneas de transmisión y distribución. Pueden citarse como ejemplos los siguientes proyectos financiados por el Banco.

—En América Central y Panamá se desarrolla un programa en gran escala de aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de la subregión mediante la construcción de ocho plantas generadoras.

—En la extensa cuenca del Río de la Plata, de superficie equivalente a la comprendida entre las montañas Rocosas y los Montes Apalaches (EE.UU.), el Banco ha colaborado en el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico mediante proyectos que involucran a varios ríos y a cuatro países vecinos (Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay). Dos de los proyectos principales, el complejo de Salto Grande (1,6 millones de kilovatios) y la planta hidroeléctrica de Yacyreta (2,7 millones de kilovatios) se encuentran en ejecución con aporte financiero del Banco.

—En Brasil, el Banco ha hecho préstamos por un valor aproximado de US\$1.200 millones. De esa suma, US\$500 millones corresponden a proyectos para la región nordeste que suministrarán electricidad a más de 1.500 ciudades de diversa importancia, y el resto, US\$700 millones, a otras zonas del país para proyectos como las plantas hidroeléctricas de Salto Santiago, Foz de Areia y el Sistema de Transmisión E.H.V. (segunda fase) en el sur del país, que permitirá llevar a esta región la parte que se le ha asignado de la producción de la planta hidroeléctrica de Itaipú.

—Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Chile han recibido también préstamos para la construcción de plantas hidroeléctricas y para redes de transmisión y distribución, tanto urbanas como rurales.

—El Banco se ha interesado también por los pequeños sistemas de energía basados en la utilización de fuentes renovables. Por ejemplo, el financiamiento de tecnologías intermedias en América Central ha comprendido subprogramas de aprovechamiento de biomasa como combustible en las granjas y de instalación de pequeños secadores de cereales que emplean energía solar. Por último, el Banco ha participado también en un proyecto de aprovechamiento de energía solar en la República Dominicana y en otro de energía geotérmica en Costa Rica.

3. Formulación del Programa de Operaciones

En estrecha colaboración con los países miembros, el Banco procura con especial empeño que sus programas de préstamo y cooperación técnica contribuyan de la manera más eficaz y eficiente al logro de los objetivos de desarrollo económico y social establecidos por el gobierno de cada país.

La programación de las operaciones del Banco se debe considerar como un proceso continuo de preparación y reajuste cuyo objetivo es conseguir que el monto, la naturaleza y la composición de las operaciones de préstamo y cooperación técnica se orienten hacia los objetivos del Banco y el país.

Cada año, el Banco prepara un programa trienal de actividades de préstamo y cooperación técnica. Para elaborar ese programa, a principios del último trimestre de cada año se reúnen grupos de trabajo interdepartamentales. Un asesor de programas se encarga de convocar y dirigir los grupos de trabajo para cada país. La Asesoría de Programas publica guías, prodecimientos y planes para las reuniones interdepartamentales, de manera que el programa de actividades esté listo para presentación al Directorio durante el primer mes de cada año.

4. El Programa de Actividades sobre la Base de un Documento de Estrategia de País y de los Resultados de las Misiones de Programación

El Documento de Estrategia de País (DEP) se basa en estudios socioeconómicos minuciosos de alcance nacional, en las políticas y el orden de prioridades del país de que se trate, y en estudios sectoriales y regionales, teniendo en cuenta además, la experiencia del Banco en dicho país, en la ejecución de los proyectos amparados por los préstamos y cooperaciones técnicas otorgados. También son elementos principales en la preparación del DEP las actividades y políticas de otros organismos de financiamiento y cooperación técnica internacional. La principal finalidad de los Documentos de Estrategia de Países es establecer un marco de referencia para todos los préstamos y actividades de cooperación técnica del Banco que contribuya a la realización de los planes o al logro de las metas de desarrollo de los países.

Por otra parte, el principal objetivo de las misiones de programación es consultar con los gobiernos interesados sobre lo siguiente: a) el establecimiento del marco general de referencia del Banco para sus actividades en el país; y, b) el nivel y la composición de los préstamos para los próximos tres años y un inventario de operaciones de cooperación técnica de dos años. Se procede del siguiente modo:

a. El estudio por las misiones de programación del programa y del inventario de proyectos es un ejercicio continuo, integrado (préstamos y cooperaciones técnicas) y cíclico, en el que los "pipelines" futuros se estudian con un año de antelación como mínimo.

b. Las misiones de programación son el instrumento para el Banco mediante el cual ingresan los proyectos al inventario de operaciones de préstamos o de cooperación técnica.

De ordinario se envía a cada país una misión de programación al año, de preferencia durante los tres primeros trimestres. Durante el último trimestre, el Departamento de Operaciones prepara y presenta al Vicepresidente Ejecutivo del Banco, el plan de misiones de programación para el siguiente año fiscal. Este plan se revisa y reajusta trimestralmente para mantener así un ciclo continuo de programación de por lo menos 12 meses.

En resumen, i) la actividad de coordinación, así como la organización y los procesos decisivos de las misiones de programación son el resultado de consultas y acuerdos interdepartamentales, y ii) los inventarios de operaciones de préstamo y cooperación técnica constituyen el conjunto de proyectos, entre los que el Banco selecciona operaciones específicas para aprobación. Basándose en los documentos de estrategia de país, en las misiones de programación y en las reuniones de retroinformación, el Banco prepara cada año inventarios integrados de operaciones de préstamo y cooperación técnica.

a. El inventario de operaciones de préstamo

Este inventario abarca como mínimo tres años y comprende tres categorías de proyectos elegibles:

- A. En la categoría A figuran los proyectos cuya aprobación es muy probable durante el primer año. Para incluir un proyecto en la categoría A, la alta administración del Banco tiene en cuenta la disponibilidad de lo siguiente:
 - i) Una solicitud presentada en debida forma por el futuro prestatario y una comunicación oficial del gobierno del país de que se trate, indicativa de la prioridad del proyecto en los planes y políticas nacionales de desarrollo;
 - ii) Un estudio de factibilidad;
 - iii) Un dictamen preliminar del Departamento de Análisis de Proyectos sobre la factibilidad técnica, institucional, económica y financiera del proyecto.
- B. A la categoría B se incluyen otros proyectos posibles para el primer año del ciclo que pueden pasar a la categoría A, siempre y cuando se cumplan los requisitos precitados o se den otras circunstancias que mejoren su "grado de preparación".
- C. En esta categoría se incluyen los proyectos en las primeras fases de identificación y que presentan probabilidades de ser elegibles a los dos años siguientes del ciclo de programación.

b. El inventario de operaciones de cooperación técnica

El inventario de cooperación técnica abarca por lo menos dos años y comprende también tres categorías de proyectos, a saber:

- A. Los que se han identificado adecuadamente para el primer año del ciclo de programación;
- B. Otros proyectos posibles para el primer año;
- C. Proyectos en las primeras fases de identificación que son posibles en el segundo año. Para determinar si un proyecto está debidamente identificado, la alta dirección del Banco tiene en cuenta, entre otras cosas, la existencia de una solicitud presentada en debida forma, la indicativa de la prioridad del proyecto y la importancia del proyecto para la estrategia del país en su desarrollo económico y social.

La Asesoría de Programas deberá cerciorarse de que la composición del inventario está de acuerdo con las políticas y metas del Banco sobre la distribución de las operaciones por tipos de fondos y por grupos de países o sectores, establecidas por el mismo durante la preparación del programa de trabajo antes descrito.

Para examinar y coordinar los programas de préstamo y cooperación técnica por sectores y por países y para identificar posibles puntos de coincidencia o duplicación, el Banco celebra cada año reuniones interorganismos con el Banco Mundial (BIRF), La Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA). Además, se mantiene estrecho contacto y coordinación con entidades subregionales como el Banco de Desarrollo del Caribe (BDC) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

El Documento de Estrategia de País y los inventarios de proyectos que resultan del programa de trabajo antes descrito, constituyen las bases para la presentación que hace el Banco en esas reuniones.

En lo que respecta a proyectos de energía no convencionales (en los que los programas de pequeñas hidroeléctricas se han incluido) se han previsto medidas complementarias a los procedimientos normales del Banco anteriormente expuestos. Esas medidas consisten principalmente en visitas o misiones especiales del personal profesional de la Sección de Energía No Convencional, para examinar lo actuado por los países en la preparación de ese tipo de proyectos y, al mismo tiempo, identificar aquellos que presenten buenas posibilidades para un financiamiento del Banco. Una vez identificados estos proyectos, se los promoverá, de manera que el gobierno tome medidas apropiadas para concederles prioridad y puedan ser incluidos en la lista que ha de someterse a las misiones de programación del Banco.

5. Modalidades de Operación

La colaboración del Banco en el financiamiento de proyectos de desarrollo en los países miembros de la región se efectúa con arreglo a las siguientes modalidades generales:

- a. Operaciones de préstamo
- b. Operaciones de cooperación técnica
- c. Asistencia en la obtención de recursos financieros adicionales del extranjero para atender las necesidades del proyecto (líneas de crédito complementarias).

a. Operaciones de préstamo

Préstamos para proyectos específicos. Estos préstamos son para financiar uno o varios proyectos o subproyectos específicos que estén perfectamente definidos en el momento de la aprobación del préstamo por el BID.

Préstamos globales para programas de obras múltiples. Estos préstamos son para financiar grupos de obras similares pero físicamente independientes entre sí, cuya factibilidad no depende de que realice un número determinado de ellas.

Préstamos globales para instituciones de desarrollo. Estos préstamos se conceden a instituciones nacionales de financiamiento del desarrollo o a organismos análogos, a fin de que cuenten con fondos para proyectos específicos cuyas necesidades financieras el Banco no considera lo bastante importantes para justificar su participación directa.

Líneas de crédito complementarias. Con el fin de ampliar los recursos disponibles para financiamiento de proyectos, el Banco puede establecer líneas de crédito complementarias. Este sistema suele aplicarse a proyectos productivos que, debido a su naturaleza, pueden atraer la participación de otras instituciones financieras en el mercado internacional de capitales.

b. Cooperaciones Técnicas

El Banco financia operaciones de cooperación técnica (CT) cuyo objetivo es: i) la transferencia de tecnología y conocimientos especializados, para completar y mejorar la capacidad técnica de las organizaciones de los países miembros en desarrollo; y, ii) facilitar la preparación de proyectos específicos. Estas operaciones pueden tener las siguientes formas: i) Cooperaciones Técnicas con recursos no reembolsables al Banco; ii) Cooperaciones Técnicas con recursos reembolsables al Banco; y, iii) Cooperaciones Técnicas con recursos condicionalmente reembolsables (de recuperación contingente).

6. Metodología de Análisis

En los análisis de proyectos específicos, el Banco efectúa evaluaciones técnica, institucional y financiera, y socioeconómicas. Básicamente, el alcance de cada una de ellas es el que a continuación se indica:

a. Evaluación técnica

El objeto de esta evaluación es: a) determinar la factibilidad general del proyecto; b) verificar si el proyecto se adapta a las circunstancias locales; c) cerciorarse de que no se presentan limitaciones técnicas excesivas que impidan lograr una eficiencia razonable en la ejecución del proyecto y/o en el suministro de los equipos o materiales; y, d) comprobar el alcance del proyecto, su diseño, sus costos, la duración de las obras y sus condiciones de ejecución.

b. Evaluación institucional y financiera

La evaluación institucional y financiera permite comprobar la capacidad de la entidad ejecutora en el momento en que ésta entable relación con el Banco y asegurarse de que la misma puede desarrollar eficaz y activamente el programa financiado; la evaluación financiera revela también si, además del préstamo del Banco, se dispondrá de los recursos financieros que puedan necesitarse durante la ejecución del proyecto.

c. Evaluación socioeconómica

Esta evaluación permite asegurarse de que la acción del Banco promoverá al máximo el crecimiento económico. Además, tiene en cuenta los efectos sociales, inclusive la repercusión del proyecto en la distribución del ingreso, el empleo, etc. El método beneficio/costo utilizado en estas evaluaciones consiste en comparar los beneficios económicos o las contribuciones al ingreso nacional con los costos económicos. Además, también se comparan otras posibles alternativas al proyecto propuesto, su alcance, su localización y oportunidad de ejecución a fin de verificar si el proyecto propuesto es el que tiene la mejor tasa interna de retorno o valor neto actual.

7. Potencial para Proyectos de Energía Renovable en América Latina y el Caribe.

El Banco ha efectuado una evaluación de las necesidades y la disponibilidad futuras de energía en la región, a base de un análisis detallado de cada uno de los países miembros. Conforme a esa evaluación, se han establecido dos perspectivas para tasas altas y bajas de crecimiento económico y dos tendencias de precios del petróleo en el período 1979-1990.

Conforme a esas estimaciones, el consumo total de energía en la región, en 1990, oscilará entre 434,1 mtoe y 506,5 mtoe, que se comparan con 235,1 mtoe en 1978. Además, debido al crecimiento económico de la región, las necesidades energéticas también aumentarán durante el período, consecuencia en parte del desarrollo de actividades industriales de uso intensivo de energía, como son las industrias del acero y el cemento, etc., y en parte al rápido aumento que se espera de la urbanización.

En el estudio se consideró el potencial existente y aprovechamiento de las distintas fuentes de energía, para establecer proyecciones del suministro futuro.

La producción de energía se calculó para atender la demanda prevista aprovechando al máximo las fuentes nacionales, es decir, tratando de eliminar la actual dependencia del petróleo.

Los resultados indican que, para la región en general, la producción de energía aumentará desde 317,2 mtoe en 1978 hasta 576,8-684,0 mtoe a fines del decenio.

Según un estudio del PNUD/OLADE sobre las necesidades futuras de energía no convencional en América Latina, la utilización de fuentes como la energía solar, la eólica, el biogas, la geotérmica, la leña, los desechos agrícolas y el carbón vegetal, podría aumentar desde un total que se calcula en 57 mtoe en 1975 hasta alrededor de 120 mtoe en 1990. Habrá una contribución importante de la energía solar, seguida del biogas y la leña, además de la producción de alcohol y la geotérmica. En vista del rápido agotamiento de las fuentes de energía convencional y de la diferencia creciente entre la demanda y el suministro, las nuevas fuentes de energía renovable son fundamentales para atender las necesidades del consumo a largo plazo.

8. Problemas que Plantean la Ejecución y el Financiamiento de Proyectos de Energía No Convencional en América Latina y el Caribe.

La rápida evolución de las nuevas tecnologías, la falta de información sobre sus costos probables y la incertidumbre en cuanto al momento y la penetración del mercado son sólo algunos de los factores que impiden hacer una estimación de las necesidades probables de inversión y, en consecuencia, del desarrollo de estos tipos de proyectos en América Latina.

Sin embargo, no cabe duda de que el elevado costo de la energía influye en la balanza de pagos de cada país y limita las importaciones para otros proyectos de inversión y actividades productivas. En consecuencia, es preciso dar solución consistente en elevar considerablemente las inversiones en la producción de energía en general, y en las fuentes de energía no convencionales en particular. Por otra parte, también harán falta considerables inversiones en lo que se refiere a conservación de energía.

9. Propuestas para la Promoción de Proyectos de Energía No Convencional en el BID^{1/}

a. Dado que las energías no convencionales parecen muy prometedoras para la región, éstas deben ocupar un lugar importante en los programas de los organismos internacionales para el futuro. Las acciones se deben coordinar principalmente con la disponibilidad de las diversas tecnologías para su aplicación en América Latina y al aumento de la capacidad de esos organismos para apoyar programas de investigaciones y de desarrollo tecnológico. En otras palabras, los organismos internacionales deberían estudiar la posibilidad de financiar, por ejemplo, instalaciones experimentales/comerciales basadas en las tecnologías que ya han resultado viables en pequeñas plantas piloto. Evidentemente, esas instalaciones se deben construir en países cuyos recursos potenciales y/o emplazamientos específicos garanticen el buen éxito de una planta experimental/comercial.

b. Los criterios estrictos de análisis aplicados a menudo en la evaluación de fuentes de energía convencionales **habrán de ser ampliados** para alcanzar el importante objetivo del aprovechamiento de las nuevas fuentes.

c. Novedosos métodos y requisitos de análisis deben ser definidos y aplicados, para cuya efectividad deberán ser comunicados a los países miembros.

^{1/} Estas propuestas corresponden a la opinión del autor y no reflejan la posición del BID sobre el particular.

**I-05 REQUERIMIENTOS Y ALCANCES DE ESTUDIOS DE
PRE-INVERSION Y FINANCIAMIENTO**

Luis García Núñez

INDICE

-REQUERIMIENTOS Y ALCANCES DE LOS ESTUDIOS DE PRE-INVERSION

1. Estudios de Pre-Inversión
 - 1.1 Estudios de reconocimiento/pre-factibilidad
 - Alcances
 - Metodología
 - Características técnicas
 - Metodología
 - 1.2 Estudios de factibilidad/ingeniería de detalle modalidades de ejecución de los Estudios de pre-inversión

-CARACTERISTICAS, PROBLEMAS Y ORIENTACIONES PARA EL FINANCIAMIENTO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

- I Financiamiento
- II Lineamientos generales para reducir costos y requerimientos de divisas .
- III Líneas de financiamiento

-REQUERIMIENTOS Y ALCANCES DE LOS ESTUDIOS DE PRE-INVERSION

Para un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales hidroenergéticos y la satisfacción de la demanda de manera eficaz y oportuna es necesario formular planes, programas y proyectos de electrificación rural.

La planificación de la electrificación rural a nivel de un país significa un gran esfuerzo técnico-económico de Estado que busca racionalizar la inversión pública, orientar acertadamente el financiamiento externo, estandarizar las soluciones técnicas y priorizar adecuadamente los proyectos.

El sector energético es el responsable de implementar la planificación de la electrificación rural, y la realiza a partir de la estructuración de pequeños sistemas eléctricos que satisfagan la demanda de determinados ámbitos regionales o micro-regionales ubicados en áreas prioritariamente deprimidas del territorio nacional.

Los pequeños sistemas eléctricos en una primera etapa no están necesariamente interconectados al sistema nacional, funcionan independientemente a partir de una o más pequeñas centrales hidroeléctricas y aprovechan al máximo los recursos hidroenergéticos existentes en el ámbito rural.

1. Estudios de Pre-inversión

Los estudios de pre-inversión de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) constituyen una etapa de implementación de los planes y programas de electrificación rural que lleva a cabo el ente rector de la electrificación. Dichos estudios tienen dos etapas secuenciales: Reconocimiento/Pre-factibilidad y Factibilidad/Ingeniería de Detalle. La primera etapa tiene a su vez dos fases; en la primera se realiza un análisis regional del potencial hidro-energético rural, y en la segunda o pre-factibilidad se analizan las variables topográficas, hidrológicas y geológicas en el campo, lo que permite seleccionar aquellos proyectos alternativos más atractivos resultantes del reconocimiento. En la segunda etapa: factibilidad e ingeniería de detalle se analiza profundamente el o los proyectos prioritarios seleccionados en la primera etapa.

Estas etapas deben ser concebidas como un conjunto coherente, de manera que la decisión de construir que es el objetivo final de la realización de los estudios de pre-inversión, se lleve a ejecución tomando en consideración todas las variables técnicas económicas y sociales que estén presentes en la concretización de proyectos de electrificación rural.

Cada una de estas etapas de los estudios de pre-inversión son importantes porque permitirán establecer una dimensión precisa del esfuerzo que debe realizar el ente rector para cubrir la demanda eléctrica del ámbito rural. Una sub-evaluación de esta demanda conducirá evidentemente a un esfuerzo financiero inmediato muy reducido pero posteriormente conducirá ya sea a importantes gastos de refuerzo del P.S.E. o a frenar el desarrollo económico y social. Al contrario una sobre evaluación conducirá a comprometer los escasos recursos del Estado por ser este un tipo de inversión fundamentalmente social, de forma desproporcionada, limitando el número de proyectos a emprender.

1.1 Estudios de reconocimiento / pre-factibilidad

Alcances

La fase de reconocimiento se lleva a cabo por espacios regionales coincidentes con los límites departamentales o distritales. El objetivo fundamental de esta fase es lograr una primera aproximación del balance oferta-demanda eléctrica rural por regiones. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

- a) La ubicación y dimensionamiento de las fuentes de generación de energía eléctrica; y

b) La determinación de la demanda eléctrica

La segunda fase: pre-factibilidad, permite seleccionar aquellos proyectos alternativos más atractivos resultantes del reconocimiento. Estos estudios deben tener el grado de detalle y precisión suficiente para permitir la elaboración de planes o programas de PCH el objetivo específico de esta fase es la optimización del proyecto, optimización que se materializa en la determinación de los parámetros básicos de los aprovechamientos esto es: las alturas de presa, las potencias a ser instaladas y los niveles de operación. En conclusión esta etapa nos debe dar las pautas de adecuación de tamaño y producción de la PCH, permitiendo una apreciación sobre la conveniencia de someterlas a estudios más detallados.

Por otro lado garantiza que cada proyecto de PCH planteado para una región, esté integrado en forma óptima con otros proyectos realizados o por realizarse en dicha zona, permitiendo a su vez una apreciación sobre la prioridad relativa de los mismos.

Para que los resultados buscados en esta etapa sean representativos del potencial de aprovechamiento de cuencas fluviales, deben basarse en datos de campo preliminares. De esta manera al finalizar esta etapa se puede proponer las mejores posibilidades de aprovechamiento para la etapa de factibilidad.

-- Características Técnicas

Para cumplir con los objetivos de los estudios que se realizan en esta etapa los datos mínimos requeridos son los siguientes:

Topografía. Para la correcta elaboración de esta etapa es indispensable contar con una documentación cartográfica completa de la región o micro-región en estudio. La escala más adecuada para la realización de este trabajo es 1:25,000; aunque para las zonas que no han sido cubiertas por el organismo responsable de los estudios aerofotográficos, tiene que utilizarse los datos que estén disponibles. Para profundizar el análisis topográfico en la fase de pre-factibilidad son necesarios los siguientes datos:

-- Perfiles de río obtenidos por nivelamiento taquimétrico.

-- Diseño de planimetrías por métodos fotogramétricos expeditivos, aharcando los tramos más interesantes de valles fluviales para la pre-localización de las presas y el cálculo de las curvas cubo área - volumen de los embalses.

-- Levantamiento de secciones transversales convenientemente espaciadas en los lugares destinados a obras hidráulicas.

Hidrología. Para poder realizar una primera evaluación de los recursos hídricos es necesario contar con estimados de la serie de caudales y del registro fluvio-métrico del área de estudio.

Geología. Las investigaciones geológicas están limitadas a reconocimiento de superficie. En base a esto, especialistas en geología pueden sacar conclusiones preliminares sobre las características tectónicas relevantes para la factibilidad técnica de obras hidráulicas en la zona estudiada. Además se debe incluir un análisis preliminar de los materiales de construcción disponibles sobre todo en cuanto a su calidad.

-- Metodología

Para la fase de reconocimiento:

a. Determinación preliminar de la demanda eléctrica.

En base al listado de localidades que figuran en los Censos Nacionales de Población se procede a seleccionar todos aquellos centros poblados prioritarios por el número de sus habitantes o por sus potencialidades productivas.

Los centros poblados seleccionados se ubican en las cartas nacionales a escala 1: 25,000 y se procede a conformar pequeños sistemas considerando aspectos topográficos, distancias, continuidad de valles y proximidad a recursos hidroenergéticos. Finalmente se estima la demanda eléctrica proyectada por sistema urbano conformado.

b. Ubicación de las fuentes de generación de energía eléctrica.

Utilizando las cartas nacionales al 1: 25,000 se determinan de manera preliminar las posibilidades hidroenergéticas de la región, ubicando las posibles fuentes y estimando su capacidad de generación (El tamaño de los P.S.E estructurados a partir de una o más P.C.H. se establece en razón a limitaciones técnico económicas como la distancia máxima económica de transmisión para abastecer un determinado centro de carga).

c. Dimensionamiento de las fuentes de generación de energía eléctrica.

Luego de ubicar las fuentes de generación de energía eléctrica, es necesario realizar visitas de inspección a los sitios de interés para verificar las fuentes detectadas y obtener la información geológica, topográfica e hidrológica, que permitirá seleccionar y dimensionar las fuentes de generación.

d. Estructuración de Pequeños Sistemas Eléctricos.

Determinada la demanda eléctrica proyectada y ubicadas, seleccionadas y dimensionadas las fuentes de generación, es posible estructurar los P.S.E. El tamaño de las P.S.E. diseñados a partir de una o más P.C.H. se establece en razón a limitaciones técnico-económicas, como la distancia máxima económica de transmisión para abastecer un determinado centro de carga.

1.2 Estudios de Factibilidad/Ingeniería de Detalle

Una vez determinados y priorizados los Pequeños Sistemas Eléctricos que satisfarán la demanda de energía eléctrica de la zona de estudio, se deberá someter cada una de las P.C.H. y sus correspondientes líneas de transmisión y redes de distribución a una etapa de factibilidad/Ingeniería de Detalle. Estos estudios deben tener solidez suficiente para el cumplimiento de los siguientes objetivos.

a. Conformar la factibilidad técnica de los Proyectos conformantes de los P.S.E. seleccionados en la etapa anterior.

b. Demostrar la rentabilidad de las inversiones desde un punto de vista del Estado, lo que significa evaluar los efectos multiplicadores de la energía eléctrica en el área rural que se manifiesta en la utilización de la electricidad con fines de desarrollo socio-económico.

c. Determinar el esquema financiero del proyecto, ya sea incluyendo en los presupuestos oficiales, como promoviendo gestiones para financiamiento externo.

Por tratarse de la última etapa de los estudios de pre-inversión, sus resultados deben ser lo suficientemente precisos y seguros para poder basar en ellos los compromisos financieros que deberán ser asumidos.

La etapa de factibilidad debe ser desarrollada para todas las P.C.H. que hayan sido seleccionadas en la primera etapa. El nivel de profundidad en estos estudios es el mismo para P.C.H. de hasta 1 MW de capacidad si la central hidroeléctrica sobrepasa este rango se deberá incidir con mayor detalle en las investigaciones básicas de campo (Perforaciones geológicas, levantamiento topográfico, ensayos de laboratorio, etc.)

Para lograr solidez de esta etapa es indispensable realizar investigaciones completas de campo, análisis y estudios técnicos, económicos y sociales.

Topografía.- Las investigaciones topográficas deben abarcar levantamientos de los sitios de obra y de las áreas céntricas.

Hidrología.- Deben realizarse estudios hidrológicos: determinación de las series de caudales, hidrogramas de crecidas y estudios sedimentométricos. Estos estudios deben estar preferiblemente actualizados, aunque se debe usar con una antigüedad máxima de 2 años.

Geología.- Se deben ejecutar perforaciones e investigaciones geofísicas que permitan una definición adecuada de las cimentaciones, Además, deben realizarse estudios de detalle en cuanto a la calidad y cantidad de materiales de construcción.

Estudios de ingeniería.- Se debe llegar a soluciones definitivas tanto en cuanto a la disposición general, como al tipo de los principales elementos estructurales. El objetivo de esta etapa es la preparación del presupuesto y cronograma constructivo y financiero del proyecto.

Estimaciones del Costo.- Este análisis deberá incluir estudios de composición de precios unitarios para los principales rubros constructivos, tomándose en cuenta eficiencia y costos de la mano de obra local, y desempeño de equipos de construcción y el costo del suministro y manejo de materiales. Deberá darse consideración especial a los factores locales que afectan la construcción tales como meteorológicas y las condiciones de acceso.

Evaluación del Proyecto.- La evaluación de estos proyectos deberá realizarse el punto de vista del Estado, en el mismo reflejará la incidencia socioeconómica del proyecto en el ámbito rural donde está ubicado.

En el aspecto socio-económico los objetivos de los proyectos de electrificación rural en general, están encuadrados dentro de los lineamientos de política del Sector que orientan el uso de la electricidad con fines productivos. Las repercusiones más importantes que se esperan de estos proyectos de electrificación rural se ubican dentro de las siguientes variables:

a. Desarrollo Agro-Industrial (Pequeña Empresa)

El equipamiento de energía eléctrica en pequeños centros poblados ubicados en el área rural del país abrirá la posibilidad de implementar actividades, transformando las que insuma la producción agropecuaria de la zona (Comercio, Industria, Artesanía).

b. Generación de empleo rural

La implementación de actividades productivas insumidoras de energía eléctrica, generarán la creación de puestos de trabajo en áreas comúnmente expulsoras de población.

c. Utilización de recursos naturales

Con la construcción de las P.C.H. se aprovecha al máximo los ingentes recursos hidroeléctricos del país.

d. Economías externas

En muchos casos los proyectos de P.C.H. utilizan la derivación de los recursos

hídricos de pequeñas irrigaciones o en otros casos su derivación de aguas usada para implementación de piscigranjas o para la agricultura.

En estos casos el costo de las aguas derivadas que serán usadas para distintos fines, es una economía externa para el proyecto desde el punto de vista del Estado.

Modalidades de Ejecución de los Estudios de Pre-inversión

La etapa de Reconocimiento/Pre-factibilidad es realizada únicamente por el Estado porque en ella se deben concretar los Lineamientos de Política a nivel nacional sobre Electrificación Rural y se deben priorizar los proyectos en relación a consideraciones integrales de desarrollo rural.

La etapa de factibilidad/Ingeniería de Detalle se realiza generalmente en 2 formas:

- a) A nivel central: A través de los Organismos Centrales del Planeamiento Eléctrico.
- b) A Nivel Regional: Bajo la modalidad de contratación de servicios a Consultoras Privadas u Oficinas descentralizadas de desarrollo regional especializadas en el área eléctrica.

-CARACTERISTICAS, PROBLEMAS Y ORIENTACIONES PARA EL FINANCIAMIENTO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

Conociendo que la construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, especialmente en áreas rurales no electrificadas, puede incidir en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, permitiendo la instalación de pequeñas industrias, escuelas, centros de salud, comunicaciones, pequeño comercio, etc., es importante analizar aspectos relacionados con su financiamiento.

La inversión inicial por KW instalado en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas es en general elevada con relación a su rentabilidad económica y tiende a crecer mientras más pequeña sea la central. Además las elevadas inversiones determinan que el principal costo operativo sea su amortización y pago de intereses, por esta razón, la viabilidad de desarrollar programas de construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas está vinculada a la reducción de los costos de las inversiones requeridas y su financiamiento.

La estrategia financiera global de la electrificación encuentra en los argumentos anteriormente señalados un problema singular que requiere de un análisis especial.

I Financiamiento

Son los recursos Económicos y financieros destinados a la implementación y Puesta en Marcha de un Proyecto de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Problemas y Recomendaciones para Solucionarlos

- Elevados costos de inversión por KW instalado

El costo unitario de una pequeña central puede variar de US\$1,600 y US\$6,000 por KW instalado con base en costos referidos a fines del año 1980, dependiendo de la capacidad de la planta, de la tecnología empleada, de las características del terreno y su accesibilidad de la magnitud de la obra y del aporte de mano de obra suministrado localmente.

La recomendación a este problema es de reducir los requerimientos de inversiones y divisas mediante la aplicación de tecnologías no convencionales, empleo de equipos y materiales de fabricación nacional y la participación comunal en las obras.

- Elevados requerimientos de moneda extranjera

El desarrollo tecnológico, debe orientarse al diseño de equipos de bajo costo, principalmente para bajas potencias, se debe orientar al uso de tecnologías no convencionales, empleo de equipos, insumos y materiales de fabricación nacional, la simplificación y estandarización relativa de obras civiles a fin de lograr el incremento del componente nacional y la reducción del componente importado.

- Elevados costos de estudios y poca relevancia de los mismos

Lograr que los estudios tengan una mayor relevancia y menor costo mediante acciones de evaluación global de recursos y demanda por zonas y cuencas, preparación de guías para la formulación de proyectos y manuales de diseño.

Los proyectos individuales, son de pequeña envergadura, reflejan poco interés para su financiamiento y representan un alto costo de trámite y evaluación financiera. La solución a este problema es de buscar recursos económicos y financieros para un paquete de proyectos homogéneos.

- Dificultad para incorporar ingeniería nacional en los estudios

leciendo las capacidades de ingeniería de los institutos responsables de la ejecución de proyectos y otorgando preferencia al empleo de capacidades de consultoría nacional idónea.

- Deficientes esquemas para la financiación de suministros nacionales

Se buscará desarrollar e implementar sistemas de financiamiento de suministros nacionales, asegurando un mercado interno y vegetal que justifique los esfuerzos de la industria nacional.

- Ausencia de políticas de financiamiento

Se deberá buscar una definición de la política nacional del financiamiento de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. En este sentido es necesario que los Gobiernos fijen pautas de concertación de créditos blandos y que deduzcan de los fondos de inversión comercial, recursos para inversión social.

- Sub estimación de los potenciales aportes de la comunidad en mano de obra y en materiales

Se incentivará la participación comunal en la ejecución de proyectos mediante una elevada ponderación en el análisis de prioridades, desarrollando sistemas adecuados de evaluación financiera de los aportes comunales y dirección técnica. En este sentido el programa de Minicentrales deberá contar con un espacio político adecuado que impulse su desarrollo.

II Lineamientos Generales para Reducir Costos y Requerimientos de Divisas

Los principales lineamientos generales para reducir costos y Demanda de Divisas son:

-Evaluación global de demanda y recursos por zonas y cuencas reduciendo los estudios individuales y logrando mejores economías de escala en el estudio multidisciplinario de áreas que pueden involucrar varios proyectos.

-Siempre que sea factible pasar del análisis de prefactibilidad directamente al estudio de ingeniería de detalle.

-Simplificación de términos de referencia de los estudios, preparación de guías de su formulación y manuales de diseño.

-Considerar la aplicación de tecnologías no convencionales y el empleo intensivo de equipos y materiales de fabricación nacional con tecnologías adaptadas al país, no sujetas al pago de regalías o al suministro de excesivas proporciones de componentes importados.

-Empleo de equipos estandarizados, Semi-estandarización y tipificación de obras civiles.

-La inclusión de la ingeniería nacional permite economías en divisas, menores costos, mayor componente nacional y la reducción del componente importado.

III Líneas de Financiamiento

Para promover el desarrollo de proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas es necesario definir políticas adecuadas, mediante la creación de un "Fondo de Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas" que pueda ser administrado por una institución financiera del estado o por la empresa eléctrica responsable.

La captura de recursos financieros para el desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas deberá ser promovida en la forma siguiente:

Créditos internacionales

En esta vía de financiamiento, resulta imperioso establecer una clara distinción entre las líneas de crédito provenientes de entidades financieras interesadas en promover sus ventas de equipos e ingeniería mediante la promoción financiera, con aquellas líneas de crédito no atadas a determinados suministros, provenientes de algunas instituciones financieras internacionales.

—Es conveniente considerar el aporte de la comunidad como parte de las inversiones, para lo cual se requiere una adecuada valorización.

—Los aportes de la comunidad normalmente consisten en mano de obra no calificada para la construcción, materiales, (principalmente agregados para las obras civiles), y servicios (acarreo local, transporte local, almacenamiento, vigilancia, etc.).

En la medida que se adopten criterios de recuperación parcial de las inversiones, el fondo de financiamiento tendrá el carácter de un fondo rotatorio.

Por otra parte, independientemente del esquema de recuperación de inversiones y aún para el caso de "Fondo perdido integral", es necesario considerar que los proyectos deben generar fondos mínimos suficientes para cubrir sus propios gastos de operación y mantenimiento y pues si no se asegura esto, es muy probable que la planta quede paralizada ante el primer problema operativo que se presente o quede amenazada la integridad de las instalaciones, considerando que sería difícil concebir un esquema de aportes no recuperables en forma permanente, paralelamente a un crecimiento sostenido de la implementación de M.C.H.

Las proporciones del financiamiento, aportes presupuestales y aportes comunales deben ser definidas en sus lineamientos generales. Algunos países han adoptado un criterio "tripartito" que consiste en dividir la inversión en tres partes aproximadamente iguales, a ser financiadas con créditos, aportes presupuestales y aportes comunales respectivamente.

Los criterios para la recuperación de inversiones también deben formar parte de la política de financiamiento, dependiendo de las posibilidades tarifarias y los objetivos de desarrollo energético rural.

A continuación señalamos tres casos típicos, pudiendo adoptarse soluciones intermedias.

a) "Fondo perdido" integral

En el cual no se contempla ninguna recuperación de inversiones; en este caso los aportes presupuestales y el financiamiento son asumidos por el estado o la empresa de desarrollo eléctrico, adoptándose sistemas tarifarios para cubrir sólo gastos operativos y de mantenimiento.

Si bien este esquema permite desarrollar M.C.H. en zonas donde la población tiene muy bajos ingresos, dada una limitada capacidad de financiación, será más reducido el número de M.C.H. que se puedan construir.

b) "Fondo perdido" parcial

En este caso es frecuente considerar los aportes presupuestales y los aportes comunales como parte del fondo perdido, debiendo recuperarse mediante el sistema tarifario los aportes obtenidos con créditos

c) Recuperación integral de la Inversión

Si bien sería ideal del punto de vista financiero, en general no resulta aplicable para el desarrollo energético rural, restringiendo considerablemente las posibilidades de implementación a aquellos casos donde los ingresos que se puedan obtener del servicio eléctrico cubran la amortización e intereses del capital en un período dado.

Esquemas de este tipo son aplicables a M.C.H. que se instalen para dedicarlas principalmente a actividades productivas rentables (minería empresas agro-industriales, etc.).

Los créditos internacionales atados a suministros resultan aceptables siempre que se refieran a aquellos elementos que no se producen en el país y que luego de un análisis que incluya las características técnicas, precios y condiciones financieras, se decida que es la alternativa más conveniente. Es frecuente el error de adquirir equipos excesivamente costosos o poco adecuados bajo la reducción de condiciones "blandas" de financiamiento.

Conviene negociar la apertura de líneas de crédito específicos, definiendo algunas condiciones de financiamiento, para luego negociar la financiación en conjunto de proyectos.

Créditos Nacionales

Está destinada esta fuente de financiamiento para proporcionar principalmente suministros de equipos y materiales de fabricación nacional.

Es también necesario indicar que existen líneas de crédito no atadas a determinados suministros, como aquellas provenientes de entidades financieras nacionales interesadas en promover sus ventas de equipos e ingeniería mediante la promoción financiera.

Se pueden gestionar con instituciones financieras de fomento industrial, como con instituciones financieras de fomento rural para obras.

Aportes presupuestales del Estado

En función de los planes de desarrollo y sus programas anuales de implementación, se pueden asignar recursos que guarden cierta proporción con el financiamiento que se pueda conseguir.

Pueden constituir una parte de los recursos invertidos a "Fondo Perdido".

Aportes de la comunidad

—Deben definirse desde la etapa de realización de estudios.

I-06 LOS COSTOS EN LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

Juan Mata

LOS COSTOS EN LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

1. Consideraciones Generales

La estructura general que se debe tener en cuenta cuando se trata de determinar los costos de una Pequeña Central Hidroeléctrica es la que se indica en el Anexo No. 1. Esta estructura puede, por razones prácticas que se explicarán más adelante, ser modificada en el ordenamiento.

Indudablemente los ingenieros debemos dar mayor énfasis a los costos de inversión y sobre todo a la parte relativa al activo fijo que es el campo donde trabajamos. Estos costos del activo fijo se determinan en base a los metrados y los costos unitarios referidos a los precios unitarios de la mano de obra, materiales, equipo y herramientas y su incidencia dentro de cada una de las partidas de obras civiles y el montaje de equipo electromecánico.

Dado que las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas generalmente se hacen con pequeños contratistas, ya que no son atractivas para las grandes compañías, muchas veces se tienen que ejecutar por separado las obras civiles, las redes, el suministro y montaje del equipo electromecánico. El proyecto también es desarrollado por ingenieros de distinta especialidad, por lo tanto resulta práctico que el presupuesto así como el proyecto quede dividido en:

- a.- Obras civiles
- b.- Obras electromecánicas (montaje y líneas)
- c.- Costos indirectos
- d.- Resumen

En Anexo II se proporciona un modelo completo de presupuesto.

a.- Presupuesto para obras civiles

Metrados.- Podemos considerar dos tipos de mediciones: las que se realizan en el campo y las de gabinete. Las primeras se refieren a los movimientos de tierra, para lo cual, en el momento de realizar la topografía deben medirse cuidadosamente las secciones transversales de la zona de la Bocatoma, canal, cámara de carga. Eje de la caída y casa de máquinas y obras complementarias. Es importante tener cuidado en la clasificación del tipo de terreno (tierra, roca y sus diferentes clases). Las segundas se refieren a los volúmenes de los concretos, revestimientos, paredes, es decir obras de superestructura.

Costos Unitarios.- Para fijar los costos de las excavaciones, concretos, encofrados, losas, revestimientos, paredes, etc. es indispensable analizar el costo de los materiales puestos en situ, rendimiento de maquinaria y mano de obra. En el Anexo III se indican las principales fórmulas empleadas. Indudablemente estos no son universales pero pueden asumirse como representativas.

b.- Presupuesto para obras electromecánicas y redes eléctricas

Metrados.- En estos dos rubros es relativamente sencillo elaborar los metrados, el cual se realiza en gabinete en casi su totalidad. Se podría indicar además como recomendación la necesidad de considerar en el momento de elaborar el diseño, la utilización de materiales existentes en el mercado nacional (ferretería, tipo de aisladores, interruptores, etc.).

INDICE

1. Consideraciones Generales	
2. Previsión de Costos de Operación	
ANEXO I	
Estructura de Costos para la Instalación de una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH)	
I. Costo de Inversión	
II. Costo de Operación	
III. Costo de Mantenimiento	
ANEXO II	
Metrado-Presupuesto (Tablas)	
Resumen de las Obras Civiles	
Metrado-Presupuesto (Equipamiento Electromecánico)	
Resumen de equipamiento electromecánico	
ANEXO III	
Costos Unitarios de Edificación	

Precios Unitarios.- Para la fijación de precios unitarios es indispensable recurrir a los costos en el mercado nacional y luego calcular costos de transporte e instalación, además de no pasar por alto los costos de las pruebas de los equipos e instalaciones o lo que se llama prueba de laboratorio.

Es recomendable asimismo separar los capítulos de maquinaria y equipo; líneas de transmisión; red primaria y redes secundarias.

c.- Costos indirectos

En este rubro se incluyen gastos generales como campamentos, imprevistos, utilidades del contratista y otros gastos misceláneos no discriminados, y que no inciden directamente en la obra.

d.- Resumen

Finalmente se elaborará un resumen total de los capítulos anteriores lo que determinará el valor del activo fijo de la obra. Queda a criterio de cada entidad la elaboración por los economistas del cálculo de costos del activo intangible, y que es recomendable su realización a fin de evitar distorsiones en la valoración real del costo de una Pequeña Central Hidroeléctrica.

2. Previsión de Costos de Operación

Una de las ventajas principales de un aprovechamiento hidroeléctrico es justamente el bajo costo de su operación. Indudablemente el costo de operación depende de la capacidad de la central.

Debemos distinguir tres rubros:

- Costos de administración general
- Costos de operación
- Costos de mantenimiento

a. Costos de administración general

Se refieren a los costos generales principalmente de personal administrativo que no se opera, los equipos de la central, gastos de oficina, comisiones de cobranza (si las hubiere). El personal diferente al que opera depende del sistema que se adopte v. gr. en las cobranzas. En algunos casos deberá considerarse secretariado, almacenero, etc. Debe subdividirse en: gastos de personal, sus beneficios sociales, otros beneficios, y útiles de escritorio, de limpieza, etc. referidos a dicho personal.

b. Costos de operación

Están determinados principalmente por los gastos del personal encargado directamente, de la generación y distribución de energía eléctrica, tales como: tornero, operador, mecánico, jefe de planta, electricista. En casos de PCH, cuanto menor es su potencia estas funciones pueden ser asumidas por menor número de personas y hasta concentrar dichas funciones en una sola persona.

Igualmente se tendrán en cuenta los salarios, leyes sociales y otro tipo de beneficios del personal que opera la PCH.

En el Anexo III se presenta un cuadro referencial del personal necesario de acuerdo al tamaño de la central.

c. Costos de mantenimiento

En este rubro se consideran los gastos en:

—Técnicos: que periódicamente deben realizar operaciones de verificación y cambio de piezas desgastables, y que también en las obras civiles es necesario un mantenimiento periódico y eventual (derrumbes y otros).

—Reposición de postes, previa una evaluación de acuerdo al tipo y calidad de los mismos.

—Gastos de lubricantes y grasa.

**ESTRUCTURA DE COSTOS PARA LA INSTALACION DE
UNA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA (PCH)**

I. COSTOS DE INVERSION

A. Activo Fijo

1. Obras civiles

- Obras preliminares
- Bocatomas
- Canal de conducción y/o aducción
- Desarenador
- a. Costos Directos
 - Reservorio
 - Cámara de carga
 - Tubería forzada
 - Canal de descarga
 - Obras complementarias
 - Casa de máquinas
- b. Costos Indirectos
 - Movilización y apoyo logístico
 - Campamentos e instalaciones
 - Equipos no incluidos en costo directo
 - Gastos misceláneos
 - Gastos generales
 - Supervisión de obras
 - Imprevistos y contingencias
 - Escalonamiento de precios

2. Adquisición de maquinaria y equipo electromecánico

- Tubería forzada
- Turbinas, generadores y accesorios
- Línea de sub-transmisión
- Centros de transformación
- Red de distribución primaria

3. Montaje e instalación de equipo electromecánico

- a. Costos Directos
 - Instalación de tuberías
 - Instalación de turbinas y generadores y accesorios
 - Instalación de línea de sub-transmisión
 - Instalación de redes de distribución primaria
 - Fletes de transporte
 - Instalación de los centros de transformación
 - Otros
- b. Costos Indirectos
 - Movilización y apoyo logístico
 - Gastos misceláneos
 - Gastos generales
 - Supervisión de instalación
 - Imprevistos
 - Contingencias
 - Escalonamiento de precios

B. Activo Intangible

- Ingeniería del Proyecto
- Diseño definitivo

ANEXO I

- Asesoría técnica
- Intereses durante la construcción
- Gastos misceláneos
- Prueba de ensayo para puesta en marcha
- Gastos de administración
- Supervisión del proyecto

C. Capital de Trabajo

II. COSTOS DE OPERACION

- Lubricantes y grasas
- Materiales de limpieza
- Enseres y vestuario
- Implementos de seguridad
- Utiles de escritorio
- Gastos de personal
- Tributación
- Cargas diversas de gestión
- Provisiones y reservas
- Gastos misceláneos

III. COSTOS DE MANTENIMIENTO

- Materiales y repuestos de generación
- Materiales y repuestos de transmisión
- Materiales y repuestos de transformación
- Pinturas y barnices
- Herramientas
- Otros

ANEXO II

CENTRALES HIDROELECTRICAS TIPICAS

PART	DESCRIPCION	UN.	CANT.
OBRAS DE INGENIERIA CIVIL			
1. Obras Preliminares			
1.1	Vías de acceso	Est.	
1.2	Trozado, estacado y ejecución de plataforma	Est.	
Total Obras Preliminares			
2. Obras de Captación: Barraje y Captación			
2.1	Movimiento de tierras		
2.1.1	Corte en tierra	m ³	114.00
2.1.2	Acarreo de material excedente	Est.	
2.1.3	Nivelación interior — Apisonado	Est.	
2.2	Concreto simple		
2.2.1	Muro lateral de C'S 1:3:5 con 30 o/o de p.g. (muro de contención).	m ³	46.00
2.2.2	Muros laterales de captación de C'S 1:3:5 con 25 o/o de p.m.	m ³	26.50
2.2.3	Losa de canal de captación de 0.40 mts. de espesor de C'S 1:3:6	m ³	38.20
2.2.4	Barraje parcial con perfil OGEE hecho de C'S 1:3:5 con 30 o/o de p.g.	m ³	22.20
2.2.5	Canal desrripiador, muros laterales de 0.20 mts. de espesor hecho de C'S 1:3:5	m ³	4.00
2.2.6	Losa de canal desrripiador de 0.20 mts. de espesor hecho de C'S 1:3:6	m ³	1.40
2.2.7	Solera de manpostería de rebose de captación, hecho de piedra unida con mortero 1:4 y emboquillada con cemento, arena, 1:2	m ²	6.00
2.3	Concreto armado		
2.3.1	Pasarelas para maniobras y ubicación de compuerta. Concreto F'C 175 Kg/cm ²	m ³	1.10
	Encofrado	m ²	8.00
	Acero	Kg	43.00
2.3.2	Rejilla de protección contra piedras hecha de platina de fierro de 1/8" x 1/2" con espaciamento de 1" entre ejes, con marco de 1.5 x 0.8 mts.	U	1
2.4	Compuertas		
2.4.1	Compuerta de fierro de 1.5x0.9 mts. con izaje de tornillo, marco y accesorios completos	U	1
2.4.2	Compuerta de fierro del canal desrripiador de 1.1 x 0.9 mts. con izaje de tornillo, marco y accesorios completos	U	1
2.5	Encofrados	m ²	125
2.6	Enlucidos		
	hecho de cemento, arena 1:2 (espesor 5 mm) aplicado sobre una capa de enfoscado 1:6 (espesor 1 cm)	m ²	145
Total Obras de Captación			
3. Desarenador			
3.1	Movimiento de Tierras		
3.1.1	Corte en tierra	m ³	110.0
3.1.2	Acarreo del material excedente	Est.	
3.1.3	Nivelación interior y apisonado	Est.	
3.2	Concreto Simple		
	Transición del canal a taza del desarenador desarenador		
3.2.1	Muros laterales trapeziales de 0.30 mts. de espesor y altura variable, de C'S 1:3:5	m ³	2.00
3.2.2	Loza de 0.30 mts. de espesor que forma el piso de transición hecho de C'S 1:3:5	m ³	1.00
3.2.3	Enlucido en los muros y peso de la transición en tarrajeo de cemento, arena 1:2 (espesor 5 mm) aplicada sobre una capa de enfoscado 1:6 (1 cm. de espesor).	m ²	10.00
	. Taza de desarenador		
3.2.4	Muros trapeziales de C'S 1:3:5 con 0.30 mts. de espesor y altura variable.	m ³	18.50
3.2.5	Losa con un espesor de 0.30 m. que forma el piso de la taza, hecho de C'S 1:3:5	m ³	9.00
3.2.6	Enlucido de muros y losa de la taza en tarrajeo cemento-arena 1:2 (espesor 5 mm) aplicado sobre una capa de enfoscado 1:6 (1 cm. de espesor)	m ²	95.00
	. Rebose		
3.2.7	Muro de rebose de cresta viva hecho de C'S 1:3:5	m ³	3.00
3.2.8	Muros laterales de transición hacia canal de aducción en C'S 1:3:5	m ³	2.00
3.2.9	Losa de transición hacia canal de aducción C'S 1:3:5 de 0.30 m. de espesor	m ³	1.50

3.2.10	Enlucido de muros y losa de transición hacia canal de aducción en tarrajeo cemento-arena 1:2 (espesor 5 mm) sobre una capa de enfoscado 1:6 (1 cm. de espesor)	m2	13.00
3.2.11	Losa de la canalera de limpia de 0.20 m. de espesor hecho de C'S 1:3:6	m2	6.00
3.3	<u>Compuerta</u> Compuerta de fierro de 0.8 x 0.60 m. izaje de tornillo, marco y accesorios completos	U	1
3.4	<u>Encofrado</u>	m2	150.00
Toral Desarenador			
4. Canal de Aducción			
4.1	Limpieza del canal existente	Est.	
4.2	Excavación en tierra	m3	1.500.00
4.3	Excavación en roca	m3	80.00
4.4	Relleno de piedra unidas con mortero de cemento 1:4	m3	60.00
4.5	Base y muros laterales de C'S 1:3:6 de 0.15m. de espesor	m3	305.00
4.6	Tapa de madera de forma trapezoidal de 1.2x2.0 m. de altura media	U	1
Total Canal de Aducción			
5. Cámara de Carga y/o Desarenador			
5.1	Excavación en tierra	m3	175.00
5.2	Cimientos y muros de concreto ciclópeo 1:3:6 con 30 o/o de p.g.	m3	60.00
5.3	Losa de fondo de 0.20 m. de espesor de concreto 1:3:6	m2	60.00
5.4	Revestimiento con mortero de cemento, arena 1:3 de la losa de fondo y de los parámetros interiores	m2	160.00
5.5	Tapa de madera de forma trapezoidal de 0.60 x 1.2 m. de altura media	U	1
5.6	Compuerta de fierro de .50 x .55 con sus elementos de izaje	U	1
5.7	Compuerta de fierro de .85 x .99 con sus elementos de izaje	U	1
5.8	Rejilla de fierro de 1.20x2.5 m.	U	1
5.9	Tapa de madera rectangular de 0.75 x 1.5 m.	U	1
. Canal de Alivio			
5.10	Excavación en tierra	m3	10.00
5.11	Revestimiento con concreto 1:3:6 de 0.15 m. de espesor	m2	20.00

. Canal de Descarga			
5.12	Excavación en tierra	m3	6.00
5.13	Revestimiento concreto 1:3:6 de 0.15 m de espesor	m2	6.00
Total Cámara de Carga			
6. Sustentación Conducto Forzado			
6.1	Excavación en tierra	m3	170.00
6.2	Anclaje y apoyos de concreto ciclópeo 1:3:6 con 30 o/o de p.g.	m3	54.50
Total Sustentación Conducto Forzado			
7. Conducto Forzado			
7.1 Tubería			
7.1.1	Tubería a presión, de acero, de 16" Ø de diámetro, hecho de planchas de acero soldable del tipo A7.50 T. de las siguientes características: - Diámetro: 16" - Espesor: 3/16" - Tramos: 5 m. - La tubería será soldada eléctricamente y llevará refuerzos de acero tanto longitudinal como transversal en cada cambio de dirección (codos)		
7.1.2	Tubería de admisión de 2.5 m. de longitud en su eje, de las siguientes características: - Embocaduras tronco - cónica: . Longitud en su eje: 1.50 m. . Longitud mayor del sesgo: 0.55 m. . Longitud de la arista mayor: 1.70 m. . Longitud de la arista menor: 1.32 m. . Diámetro de salida: 16" . Espesor de la plancha: 3/16" - Segmento de tubería recta de 16" Ø x 1.00 m. de longitud con brida soldada en su extremo libre	U	1
7.1.3	Juntas de dilatación	U	3
7.1.4	Válvulas de compuerta de .40 m Ø	U	1
7.1.5	Codos de 16" de diámetro, 3/16" de espesor	U	3
Total Tubería a Presión			mts. 118.30
7.2 Mano de Obra			
Por montaje de la tubería y accesorios			Est.

7.3	<u>Transporte</u>		
	Por transporte de material a la obra	Est.	
7.4	Instalación, pintado y prueba in situ	Est.	
	Total Conducto Forzado		
	<u>8. Edificaciones: Casa de Máquinas</u>		
8.1	Limpieza del terreno	m ²	140.00
8.2	Excavación en tierra	m ³	95.00
8.3	Cimientos de concreto ciclópeo 1:3:6 con 30 o/o de p.g.	m ³	28.50
8.4	Sobrecimientos a) Encofrado	m ²	41.00
	b) Concreto 1:8 con 25 o/o p.m.	m ³	5.00
8.5	<u>Concreto Armado:</u>		
8.5.1	Vigas y dinteles		
	—encofrado	m ²	34.00
	—acero estructural	Kg	345.00
	—concreto	m ³	3.50
8.5.2	Columnas:		
	—encofrado	m ²	22.00
	—acero estructural	Kg	280
	—concreto	m ³	3.00
8.6	Piso de concreto 1:3:6 de 6" de espesor	m ²	55.00
8.7	Fundación de la maquinaria concreto 1:2:4	Est.	
8.8	Muros de ladrillos, asentados de cabeza	m ²	71.00
8.9	Cobertura de calamina sobre tijerales de madera	m ²	85.00
8.10	Veredas de concreto 1:3:6 de 1m. de ancho y 6" de espesor	m ²	20.00
8.11	Puertas de madera con sus elementos de cerrajería y colocación	Est.	
8.12	Ventanas de madera con sus respectivos elementos de cerrajería y colocación:		
	a) con malla metálica	m ²	8.60
	b) con vidrio	m ²	2.70
8.13	Tarrajeo de las paredes con mortero cemento: arena 1:5 tanto exterior como interior	m ²	142.00
8.14	Pintura al temple de las paredes exteriores e interiores	m ²	142.00
8.15	Pintura al temple en puertas y ventanas	m ²	24.00
8.16	Zócalo interior y exterior de mortero 1:3 tanto exterior como interior	m	142.00
8.17	Instalación eléctrica tipo visible con cable empotrado	pto.	8
8.18	Juego de baño con sus respectivos aparatos sanitarios y accesorios	Jgo.	1
8.19	Instalaciones sanitarias	Est.	
8.20	Cámara amortiguadora de la tubería de aspiración, de concreto 1:3:6	m ³	8.00

8.21	Canaletas para cables con cobertura de plancha estriada de acero de 1/4":		
8.21.1	. de .20 m. de ancho x .30 m. de profundidad	m	3.00
8.21.2	. de .25 m. de ancho x .30 m. de profundidad	m	2.55
8.21.3	. de .30 m. de ancho x .35 m. de profundidad	m	1.60

Total Edificaciones

9. Canal de Descarga

9.1	Excavación en tierra	m ³	50.00
9.2	Revestimiento con concreto 1:3:6 de 0.15 de espesor	m ²	100.00

Total Canal de Descarga

10. Obras Complementarias

10.1	Alcantarillado		
10.2	Puente losa		
10.3	Reservorio		

RESUMEN DE LAS OBRAS CIVILES

COSTOS DIRECTOS:

- 1.- Obras preliminares
- 2.- Obras de captación: Barraje y Toma
- 3.- Desarenador
- 4.- Canal de aducción
- 5.- Cámara de carga y/o desarenador
- 6.- Sustentación del conducto forzado
- 7.- Conducto forzado
- 8.- Edificaciones: casa de máquinas
- 9.- Canal de descarga
- 10.- Obras complementarias

COSTOS INDIRECTOS:

- 1.- Movilización y apoyo logístico
- 2.- Campamento e instalaciones
- 3.- Equipos no incluidos en costo directo
- 4.- Supervisión de obras
- 5.- Gastos generales y misceláneos
- 6.- Imprevistos y contingencias
- 7.- Escalonamiento de precios

EQUIPAMIENTO ELECTRO-MECANICO

1. Maquinaria

1.1 Unidades Generadoras

1.1.1 Una unidad generadora de 250 Kva de potencia efectiva en el lugar de instalación, equipada con:

a) Turbina Hidráulica

Del tipo Pelton, eje horizontal, descarga simple y regulación automática exterior, diseñadas para operar bajo las siguientes condiciones:

- Salto neto 153 m.
- Caudal turbinable 175 lts/seg
- Velocidad 900 R.P.M.

b) Generador Eléctrico

Trifásico, de 250 Kva. 220/.380 V, 60 c/seg. 900 R.P.M.

c) Accesorios

- Válvula de admisión del tipo "ma-riposa"
- Tubo de ensamblaje entre la válvula de admisión y la turbina.
- Acoplamiento directo y elástico entre la turbina y generador
- Volante especial para servicios eléctricos.
- Regulador automático de velocidad operado con válvula de gobierno y servomotor
- Herramientas normales y especiales
- Repuestos

Costo FOB Global

Costo FOB de las Unidades Generadoras

1.2 Transportes, Seguros y Gastos de Aduana

- 1.2.1 Transporte marítimo y seguros
- 1.2.2 Gastos de Aduana
- 1.2.3 Transporte local y seguros

Total Transportes, Seguros y Gastos de Aduana

1.3 Instalación y Puesta en Servicio

- 1.3.1 Instalación y puesta en servicio de las unidades generadoras

Total Instalación y Puesta en Servicio

COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA

2. Equipo Eléctrico

2.1 Celdas

- 2.1.1 Celda de mando, control y protección de la unidad generadora Eqpos. 1
- 2.1.2 Celda de interrupción de 10 Kv. Eqpos. 1
- 2.1.3 Celda de reserva Eqpos. 1

Total Celdas

2.2 Transformador de Potencia de 75 Kva.

- 2.2.1 Transformador trifásico de 75 Kva. 0.380/10 Kv. 60 c/seg Eqpos. 1

Total Transformador de Potencia de 75 KVA.

2.3 Cableado

- 2.3.1 Cables de fuerza y accesorios mts.
- 2.3.2 Cables de control, mando y medición incluidos accesorios de instalación

Total Cableado

2.4 Transportes y Seguros

- 2.4.1 Transporte y seguro de todo el equipo eléctrico hasta el lugar de instalación

Total Transportes y Seguros

2.5 Instalación y Puesta en Servicio

- 2.5.1 Instalación y puesta en servicio de todo el equipo eléctrico

Total Instalación y Puesta en Servicio

COSTO TOTAL DEL EQUIPO ELECTRICICO

3. Línea de Sub-Transmisión

3.1 Materiales

- 3.1.1 Postes de concreto de 11 mts./200 Kgs. de longitud Pzas. 3
- 3.1.2 Crucetas de concreto para postes de alineamiento Pzas. 1
- 3.1.3 Crucetas de concreto para postes de ángulo Pzas. -
- 3.1.4 Accesorios para postes de alineamiento Jgos. 1

3.1.5	Accesorios para postes de ángulo	Jgos.	1
3.1.6	Retenidas (vientos) consistentes de: -Cable de acero de 3/8" Ø ó 1/2" Ø -4 grampas de 3 pernos -1 guardacable -1 templador de 18" -1 abrazadera de 2" x 14" -1 varilla de anclaje de 3/4" Ø x 2.85mts. -1 bloque de cemento	Jgos.	2
3.1.7	Subidas a poste, consistentes de: -11 mts. de conductor de cobre calibre 2 AWG -1 electrodo de fierro galvanizado de 1" Ø x 8' de largo -conector	Jgos.	1
3.1.8	Conductor cableado de cobre calibre No. 6 AWG	mts.	210
3.1.9	Alambre de amarre cobre sólido temple suave No.10 AWG	mts.	8
3.1.10	Manguitos de empalme para conductores cobre	Pzas.	3
3.1.11	Aisladores del tipo Pin clase 55-5	Pzas.	3
3.1.12	Pines de 3/4" Ø para aisladores	Pzas.	3
3.1.13	Cadena de aisladores de anclaje y accesorios de fijación	Pzas.	12

TOTAL MATERIALES

3.2 Transporte y Seguros

3.2.1	Transporte de los postes hasta el lugar de instalación	Global
3.2.2	Transporte de los conductores	Global
3.2.3	Transporte del material eléctrico restante	Global
3.2.4	Seguros	Global

TOTAL TRANSPORTES Y SEGUROS

3.3 Instalación

3.3.1	Instalación de los postes crucetas y aisladores	Pzas.	3
3.3.2	Instalación del conductor cobre No. 6 AWG	mts.	210
3.3.3	Instalación de vientos	Jgos.	2
3.3.4	Instalación de las subidas a postes	Jgos.	1

TOTAL INSTALACION

TOTAL LINEA DE TRANSMISION

4. Subestaciones de Distribución Aérea

4.1 Equipo

4.1.1	Transformador trifásico de 75 Kva. 10/0.230 Kv. 60 c/seg	Eqpos.	1
4.1.2	Transformador trifásico de 37.5 Kva, 10/0.230 Kv. 60 c/seg.	Eqpos.	1
4.1.3	Seccionadores - fusible - tipo cut-out unipolares 15 Kv.	Eqpos.	6
4.1.4	Estructura de dos postes de concreto de 11 mts/200 Kgs. para subestación aérea, incluye 2 crucetas concreto de 1.20 mts. 2 losas soporte del transformador 1 palomilla concreto	Jgo.	2
4.1.5	Pararrayos tipo autovalvular de 15 KV para subestación aérea	Eqpo.	6
4.1.6	Tablero de distribución de baja tensión de madera prensada forrada con plancha de fierro galvanizado de 1/32" y dimensión de 0.80 x 1.20 x 0.40 mts. y accesorios completos	Cjto.	2
4.1.7	Puesta a tierra completo	Jgo.	2

Total Subestaciones Distribución Aérea

4.2 Transporte y Seguros

4.2.1	Transporte de los transformadores hasta el lugar de instalación	Global
4.2.2	Transporte del material eléctrico restante	Global
4.2.3	Seguros	Global

Total Transportes y Seguros

4.3 Instalación

4.3.1	Instalación de los transformadores trifásicos	Pzas.	2
4.3.2	Instalación de la estructura de dos postes y tablero de distribución	Cjto.	2

TOTAL INSTALACION

5. Red de Distribución Primaria

5.1 Materiales

5.1.1	Poste de concreto de 11 mts/200 Kgs/120 mm/285 mts. de longitud	Pzas.	12
5.1.2	Crucetas de concreto de 1.20 mts. para postes de alineamiento	Pzas.	19
5.1.3	Crucetas de concreto 1.20 mts. para postes de cambio de dirección	Pzas.	—
5.1.4	Retenidas (vientos) consistentes de: -Cable de acero de 3/8" Ø ó 1/2" Ø -4 grampa de 3 pernos -1 guardacable -1 templador de 18" -1 abrazadera de 2" x 14" -1 varilla de anclaje de 3/4" Ø x		

	2.85 mts.		
	—1 Bloque de cemento	Jgo.	2
5.1.5	Conductor de cobre desnudo cableado del No. 6 AWG (13.3. mm2)	mts.	2.000
5.1.6	Alambre de amarre cobre sólido temple suave No. 10 AWG	mts.	100
5.1.7	Aisladores del tipo Pin. clase 55-5 10 RV y accesorios	Pzas.	45
5.1.8	Pines de 5/8" para aisladores tipo Pin clase 55-6	Pzas.	45
5.1.9	Varillas de armar	mts.	45
5.1.10	Puesta a tierra, consistentes de: —15 mts. de cable de cobre No. 4 AWG temple semi duro —1 varilla de cobre de 5/8" x 2.50 mts de longitud —Un conector de cobre para conductor No. 4 AWG	Jgo.	3

TOTAL MATERIALES

5.2 Transportes y Seguros

5.2.1 Transporte y seguros de todo el equipo eléctrico hasta el lugar de instalación

TOTAL TRANSPORTES Y SEGUROS

5.3 Instalación

5.3.1 Instalación de todo el equipo eléctrico

TOTAL INSTALACION

RESUMEN DE EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

COSTOS DIRECTOS

- 1.- Maquinaria
- 2.- Equipo Eléctrico
- 3.- Línea de Sub-transmisión
- 4.- Subestaciones de Distribución Aérea
- 5.- Redes de Distribución Primaria

COSTOS INDIRECTOS

- 1.- Movilización y Apoyo Logístico
- 2.- Campamento e Instalaciones
- 3.- Equipos no Incluidos en Costo Directo
- 4.- Supervisión de Obras e Instalaciones
- 5.- Gastos Generales y Misceláneos
- 6.- Imprevistos y Contingencias
- 7.- Escalonamiento de Precios

COSTOS UNITARIOS EN EDIFICACION

PARTIDA :Excavación de Zanjas

ESPECIFICACION: Excavación de zanjas para cimientos y canales, en terreno conglomerado o tierra compacta, libre de capa de agua, realizada con pico y lampa.
Zanjas hasta 1.00 m. de profundidad

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h	0.20
— Peón	h.h	2.00

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 4.00 m³

Rendimiento Horario

Peón 8: 4.00 = 2.00 hh.
Capataz 10 o/o de 2.00 = 0.20 hh.

PARTIDA :Excavación de Zanjas

ESPECIFICACION: Excavación de zanjas para cimientos y canales, en terreno conglomerado o tierra compacta, libre de capa de agua, realizada con pico y lampa.
Zanjas hasta 1.40 m de profundidad

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	0.28
— Peón	h.h.	2.29

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 3.50 m³

Rendimiento Horario

Peón 8: 3.50 = 2.29 hh
Capataz 10 o/o de 2.29 = 0.23 hh

PARTIDA:Excavación de Zanjas

ESPECIFICACION: Excavación de zanjas corridas para cimientos y canales, en terreno conglomerado o tierra compacta, libre de capa de agua, realizada con pico y lampa.
Zanjas hasta 1.70 m de profundidad.

ANEXO III

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	0.27
— Peón	h.h.	2.67

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 3.00 m³

Rendimiento Horario

Peón 8: 3.00 = 2.67 hh
Capataz 10 o/o de 2.67 = 0.27 hh

PARTIDA: Acarreo Material Excavado

ESPECIFICACION: El excedente de excavaciones, traslado hasta máximo 30 m.

COSTO POR; m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	0.13
— Peón	h.h.	1.33

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 6.00 m³

Rendimiento Horario

Peón 8: 6.00 = 1.33 hh.
Capataz 10 o/o de 1.33 = 0.13 hh.

PARTIDA: Relleno y Apisonado de Zanjas

ESPECIFICACION: De 1.00 m de profundidad en capas de 0.30 m

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	0.20
— Peón	h.h.	2.00

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 4.00 m³

Rendimiento Horario

Peón 8: 4.00 = 2.00 hh
Capataz 10 o/o de 2.00 = 0.20 hh

PARTIDA: Terraplen y Reglado de Falso Piso

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	0.16
— Clavos	kg.	0.01

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.01
— Oficial (2)	h.h.	0.13
— Peón (2)	h.h.	0.13

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 Oficiales

120 m²

2 peones

Rendimiento Horario

Oficial 2 x 8: 120 = 0.13 hh
Peón 2 x 8: 120 = 0.13 hh
Capataz 10 o/o de 0.13 = 0.01 hh

PARTIDA: Falso piso de espesor 4"

ESPECIFICACION: Sobre terraplen ya ejecutado, mezcla cemento-hormigón 1:8.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Concreto 1:8	m ³ /m ²	0.105

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.02
— Operario (3)	h.h.	0.20
— Peón (8)	h.h.	0.53

EQUIPO:

— Mezcladora h.m. 0.07

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

3 Operarios
8 peones 120.00 m²

Rendimiento Horario

Operario 3 x 8: 120 = 0.20 hh.
Peón 8 x 8: 120 = 0.53 hh.
Capataz 10 o/o de 0.20 = 0.02 hh.

PARTIDA: Cimientos Corridos

ESPECIFICACION: De mezcla cemento-hormigón 1:10 con 30 o/o de piedra grande.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES	Unidad	Cantidad
— Cemento	bls.	2.66
— Hormigón	m ³	0.91
— Piedra base	m ³	0.49
— Agua	m ³	0.16

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.06
— Operario (2)	h.h.	0.64
— Oficial (2)	h.h.	0.64
— Peón (8)	h.h.	2.56

EQUIPO:

— Mezcladora h.m. 0.32

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios
2 oficiales
8 peones 25.00 m³

Rendimiento Horario

Operario 2 x 8: 25 = 0.64 hh
Oficial 2 x 8: 25 = 0.64 hh
Peón 8 x 8: 25 = 2.56 hh
Capataz 10 o/o de 0.64 = 0.06 hh

PARTIDA: Sobrecimientos

ESPECIFICACION: De mezcla cemento-hormigón 1:8 con 25 o/o de piedra mediana; no se incluye encofrado.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Cemento	bls.	3.65
— Hormigón	m ³	0.97
— Piedra	m ³	0.41
— Agua	m ³	0.16

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.13
— Operario (2)	h.h.	1.28
— Oficial (2)	h.h.	1.28
— Peón (8)	h.h.	5.12

EQUIPO:

— Mezcladora h.m. 0.64

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios
2 oficiales
8 peones 12.5 m³

Rendimiento Horario

Operario 2 x 8: 12.5 = 1.28 hh
Oficial 2 x 8: 12.5 = 1.28 hh
Peón 8 x 8: 12.5 = 5.12 hh
Capataz 10 o/o de 1.28 = 0.13 hh

PARTIDA: Muro ladrillo K.K. cabeza arcilla

ESPECIFICACION: Asentado con mezcla cemento-arena 1:5 con juntas de 1.5 cm.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Ladrillo	un.	59
— Mortero 1:5	m ³ /m ²	0.054

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.12
— Operario (1)	h.h.	1.18
— Peón (3/4)	h.h.	0.89

EQUIPO:

Andamio

-	Madera	pie ²	0.46
-	Clavos	kg.	0.02

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario		
1/2 peón		
1/4 peón acarreo		
<hr/>		
380 ld.	=	6.80 m ²
56 ld. x m ²		

Rendimiento Horario

Operario 8:	6.8 =	1.18 hh
Peón 4:	6.8 =	0.59 hh
Peón Acarreo 2:	6.8 =	0.30 hh
		<hr/>
		0.89 hh
Capataz 10 o/o de	1.18 =	0.12 hh

PARTIDA: Muro ladrillo K. K. soga arcilla

ESPECIFICACION: Asentado con mezcla cemento-arena 1:5 con juntas de 1.5 cm.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:

-	Capataz	h.h.	0.08
-	Operario (2)	h.h.	0.80
-	Oficial (1)	h.h.	0.40
-	Peón (12)	h.h.	4.80

EQUIPO:

-	Mezcladora	h.m.	0.40
-	Vibrador	h.m.	0.40
-	Winche eléctrico	h.m.	0.40

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios		
1 oficial		20.0 m ³
12 peones		

Rendimiento Horario

Operario 2 x 2:	20.0 =	0.80 hh
-----------------	--------	---------

Oficial 1 x 8:	20.0 =	0.40 hh
Peón 12 x 8:	20.0 =	4.80 hh
Capataz 10 o/o de	0.80 =	0.08 hh

PARTIDA: Concreto 140 kg/cm² en muros de sostenimiento y cisternas

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
- Concreto 140/kg/cm ²	m ³	1.05

MANO DE OBRA:

-	Capataz	h.h.	0.16
-	Operario (2)	h.h.	1.60
-	Oficial (1)	h.h.	0.80
-	Peón (12)	h.h.	9.60

EQUIPO:

-	Mezcladora	h.m.	0.80
-	Vibrador	h.m.	0.80

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios		
1 oficial		10.0 m ³
12 peones		

Rendimiento Horario

Operario 2 x 8:	10.0 =	1.60 hh
Oficial 1 x 8:	10.0 =	0.80 hh
Peón 12 x 8:	10.0 =	9.60 hh
Capataz 10 o/o de	1.60 =	0.16 hh

PARTIDA: Columnas y escalera

ESPECIFICACION: Concreto de 140 kg/cm²

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
- Concreto 140 Kg/cm ²	m ³	1.05

MANO DE OBRA:

-	Capataz	h.h.	0.16
-	Operario (2)	h.h.	1.60
-	Oficial (1)	h.h.	0.80

— Peón (12)	h.h.	9.60
EQUIPO:		
— Mezcladora	h.m.	0.80
— Vibrador	h.m.	0.80
— Winche eléctrico	h.m.	0.80

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios	
1 oficial	10.0 m ³
12 peones	

Rendimiento Horario

Operario 2 x 8:	10.0 = 1.60 hh
Oficial 1 x 8:	10.0 = 0.80 hh
Peón 12 x 8:	10.0 = 9.60 hh
Capataz 10 o/o de	1.6 = 0.16 hh

PARTIDA: Concreto 140 Kg/cm² para zapatas

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Concreto 140 Kg/cm ²	m ³	1.05

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.07
— Operario (2)	h.h.	0.64
— Oficial (1)	h.h.	0.32
— Peón (8)	h.h.	2.56

EQUIPO:

— Mezcladora	h.m.	0.32
— Vibrador	h.m.	0.32

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

2 operarios	
1 oficial	25.0 m ³
8 peones	

Rendimiento Horario

Operario 2 x 8:	25.0 = 0.64 hh
Oficial 1 x 8:	25.0 = 0.32 hh
Peón 8 x 8:	25.0 = 2.56 hh
Capataz 10 o/o de	0.64 = 0.07 hh

PARTIDA: Encofrado sobrecimientos

ESPECIFICACION: Sobrecimientos de altura 0.30 m

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie 2	3.35
— Alambre No. 8	Kg.	0.20
— Clavos	Kg.	0.16

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.05
— Operario (1)	h.h.	0.50
— Oficial (1)	h.h.	0.50
— Habilitamiento	Estimado	

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	16.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	16.0 = 0.50 hh
Oficial 8:	16.0 = 0.50 hh
Capataz 10 o/o de	0.50 = 0.05 hh

PARTIDA: Encofrado columnas

ESPECIFICACION: Hasta el 4to. nivel

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie2	4.25
— Clavos	kg	0.30
— Alambre	kg	0.30

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.08
— Operario	h.h.	0.80
— Oficial	h.h.	0.80
— Habilitamiento	Estimado	

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	10.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	10.0 = 0.80 hh
Oficial 8:	10.0 = 0.80 hh
Capataz 10 o/o de	0.80 = 0.08 hh

PARTIDA: Encofrado de losas

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	3.70
— Clavos	Kg.	0.10
— Alambres	Kg.	0.10

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.07
— Operario (1)	h.h.	0.67
— Oficial (1)	h.h.	0.67
— Habilitamiento	h.h.	Estimado

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	12.0 m ²

Rendimiento Horario:

Operario 8:	12.0 = 0.67 hh
Oficial 8:	12.0 = 0.67 hh
Capataz 10 o/o de	0.67 = 0.07 hh

PARTIDA: Encofrado de escalera

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:

	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	5.70
— Clavos	Kg	0.20
— Alambre	Kg	0.10

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.13
— Operario (1)	h.h.	1.33
— Oficial (1)	h.h.	1.33
— Habilitamiento	Estimado	

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	6.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	6.0 = 1.33 hh
Oficial 8:	6.0 = 1.33 hh
Capataz 10 o/o de	1.33 = 0.13 hh

PARTIDA: Encofrado muro de contención

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	3.00
— Alambre No. 8	Kg	0.06
— Clavos	Kg	0.27

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.07
— Operario (1)	h.h.	0.67
— Oficial (1)	h.h.	0.67
— Habilitamiento	Estimado	

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	12.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	12.0 = 0.67 hh
Oficial 4:	12.0 = 0.67 hh
Capataz 10 o/o de	0.67 = 0.07 hh

PARTIDA: Encofrado vigas

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	5.25
— Alambre	Kg	0.30
— Clavos	Kg	0.15

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.09
— Operario	h.h.	0.89
— Oficial	h.h.	0.89
— Habilitamiento	Estimado	

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	9.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	9.0 = 0.89 hh
Oficial 8:	9.0 = 0.89 hh
Capataz 10 o/o de	0.89 = 0.09 hh

PARTIDA: Armadura de fierro

ESPECIFICACION: Doblado y colocación

COSTO POR: kg

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Fierro corrugado	kg	1.00

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.01
— Operario (1)	h.h.	0.03
— Oficial (1)	h.h.	0.03

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1 oficial	270 kg

Rendimiento Horario

Operario 8:	270 = 0.03 hh
-------------	---------------

Oficial 8:	270 = 0.03 hh
Capataz 10 o/o de	0.03 = 0.01 hh

PARTIDA: Tarrajeo rayado

ESPECIFICACION: Con mezcla cemento-arena 1:5, espesor de 1.5 cms.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Mortero 1:5	m ³	0.0155

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.04
— Operario (1)	h.h.	0.44
— Peón (2/3)	h.h.	0.29

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
1/2 peón	18.0 m ²
1/6 peón acarreo	

Rendimiento Horario

Operario 8:	18.0 = 0.44 hh
Peón 4:	18.0 = 0.22 hh
Peón acarreo 8/6:	1/18 = 0.07 hh
	0.29 hh
Capataz 10 o/o de	0.44 = 0.04 hh

PARTIDA: Tarrajeo fro-tachado en muros interiores

ESPECIFICACION: Con mezcla cemento-arena 1:5, espesor de 1.5 cms.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Mortero 1:5	m ³	0.0155

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.05
— Operario (1)	h.h.	0.53
— Peón (2/3)	h.h.	0.35

EQUIPO:

— Andamio			
— Madera	pie 2		0.46
— Clavos	kg		0.02

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:**Rendimiento Diario**

1 operario		
1/2 peón	15.0 m ²	
1/6 peón acarreo		

Rendimiento Horario

Operario 8:	15.0 = 0.53 hh
Peón 4:	15.0 = 0.27 hh
Peón acarreo 8/6:	1/15 = 0.08 hh
	<u>0.35 hh</u>
Capataz 10 o/o de	0.53 = 0.05 hh

PARTIDA: Piso concreto

ESPECIFICACION: Se empleará mezcla 1:8 cemento-hormigón de espesor 0.15 m.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Concreto 1:8	m ³	0.155
— Reglas madera	pie 2	0.160

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.02
— Operario (3)	h.h.	0.20
— Peón (8)	h.h.	0.53

EQUIPO:

— Mezcladora	h.m.	0.07
--------------	------	------

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:**Rendimiento Diario**

3 operarios	
8 peones	120.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 3 x 8:	120.0 = 0.20 hh
Peón 8 x 8:	120.0 = 0.53 hh

Capataz 10 o/o de 0.20 = 0.02 hh

PARTIDA: Zócalo de cemento

ESPECIFICACION: El que se realiza sobre un tarrajeo primario de espesor 0.5 cm., con pasta 1:2 acabado planchado.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Pasta 1:2	m ³	0.0052

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.06
— Operario (1)	h.h.	0.57
— Peón (2/3)	h.h.	0.38

EQUIPO:

— Andamio		
— Madera	pie2	0.46
— Clavos	kg	6.02

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:**Rendimiento Diario**

1 operario	
2/3 peón	14.0 m ²

Rendimiento Horario

Operario 8:	14.0 = 0.57 hh
Peón 2/3 x 8:	14.0 = 0.38 hh
Capataz 10 o/o de	0.57 = 0.06 hh

PARTIDA : Mezclas para contrapiso

ESPECIFICACION: Base: Se empleará 1:5 cemento-arena de 0.04 m. de espesor, pasta 1:2, cemento-arena de 0.01 m de espesor para acabado.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:**BASE (I)**

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Cemento	bl.	0.294
— Arena	m ³	0.048
— Agua	m ³	0.04

ACABADO (II)

MATERIALES:

-	Cemento	bl.	0.158
-	Arena	m ³	0.009
-	Agua	m ³	0.04

PARTIDA: Mezcla 1 :2

ESPECIFICACION: Cemento-arena con 3 o/o de desperdicio

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Cemento	bl.	15.45
-	Arena	m ³	0.92
-	Agua	m ³	0.278

PARTIDA: Mortero 1:5

ESPECIFICACION: Cemento-arena con 3 o/o de desperdicio.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Cemento	bl.	7.73
-	Arena	m ³	1.24
-	Agua	m ³	0.264

PARTIDA: Concreto 140 kg/cm²

ESPECIFICACION: Cemento, piedra chancada, arena con 3 o/o de desperdicio.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Cemento	bl.	7.20
-	Arena	m ³	0.52
-	Piedra Ø 1/2"	m ³	0.49
-	Piedra Ø 3/4"	m ³	0.54
-	Agua	m ³	0.178

PARTIDA: Mezcla 1:4

ESPECIFICACION: Cemento-arena con 3 o/o de desperdicio.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:

-	Cemento	bl.	8.76
-	Arena	m ³	1.07
-	Agua	m ³	0.278

PARTIDA: Concreto 1:8

ESPECIFICACION: Cemento-hormigón con 3 o/o de desperdicio

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Cemento	bl.	4.73
-	Hormigón	m ³	1.26
-	Agua	m ³	0.158

PARTIDA: Concreto 175 kg/cm²

ESPECIFICACION: Cemento, piedra chancada, arena, con 3 o/o de desperdicio.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Cemento	bl.	7.70
-	Arena	m ³	0.46
-	Piedra Ø 1/2"	m ³	0.46
-	Piedra Ø 3/4"	m ³	0.52
-	Agua	m ³	0.178

PARTIDA: Andamio de fachada

ESPECIFICACION: De madera hasta una altura de 6.00 mts.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad	
-	Madera	pie2	0.69
-	Clavos	kg	0.02

MANO DE OBRA:

-	Capataz	h.h.	0.02
-	Operario (1)	h.h.	0.17
-	Peón (1)	h.h.	0.17
-	Beneficios sociales	o/a	68.70

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario
 48.0 m²
 1 peón
 Rendimiento Horario
 Operario 8: 48.0 = 0.17 hh
 Peón 8: 48.0 = 0.17 hh
 Capataz 10 o/o de 0.17 = 0.02 hh

PARTIDA: Andamio para tarrajeo

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie ²	0.46
— Clavos	kg	0.02

PARTIDA: Trazo, estacado y niveles

ESPECIFICACION: Sobre terreno llano

COSTO POR: ml.

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Yeso	saco	0.06
— Estacas	U	0.0025

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.002
— Peón	h.h.	0.02

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 Peón 400.00 ml.

Rendimiento Horario

Peón 8: 400 = 0.02 hh
 Capataz 10 o/o de 0.02 = 0.002 hh

PARTIDA : Excavación en roca suelta a mano

ESPECIFICACION: Excavación de zanjas corridas para cimientos y canal, en terreno rocoso, libre de capa de agua, realizada con pico y pala.

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	4.00
— Peón	h.h.	0.40

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón 2.00 m³

Rendimiento Horario

peón 8: 2 = 4.00 hh
 capataz 10 o/o de 4.00 = 0.40 hh

PARTIDA: Piso de mampostería de piedra asentada en mortero

ESPECIFICACION: Piedra unida con mortero 1:4

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Cemento	bl.	1.62
— Arena	m ³	0.26
— Piedra	m ³	0.84

MANO DE OBRA:

— Capataz (1)	h.h.	0.13
— Operario (1)	h.h.	1.30
— Peones (2)	h.h.	2.60

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario 6 m³

2 peones

Rendimiento Horario

Operario 8: 6 = 1.30 hh
 Peón 2 x 8: 6 = 2.60 hh
 Capataz 10 o/o de 1.30 = 0.13 hh

PARTIDA: Emboquillado de mampostería de piedra, mezcla 1:3

ESPECIFICACION: Emboquillado sobre mampostería de piedra asentada en mortero.

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Cemento	bl.	0.08
— Arena	m ³	0.01

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.04
— Operario (1)	h.h.	0.44
— Oficial (1)	h.h.	0.44

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	3.5 m ²
1 oficial	

Rendimiento Horario

1 operario 8:	3.5 = 0.44 hh
1 oficial 8:	3.5 = 0.44 hh
1 capataz 10 o/o de	0.44 = 0.04 hh

PARTIDA: Limpieza del canal de alimentación (sedimentos, derrumbes y arbustos)

ESPECIFICACION:

COSTO POR: ml.

ELEMENTOS:

MANO DE OBRA:	Unidad	Cantidad
— Capataz	h.h.	0.16
— Peones (4)	h.h.	0.64

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

4 peones	50.00 ml.
----------	-----------

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 peón	4.00 m ³
--------	---------------------

Rendimiento Horario

Peón 8:	4 = 2.00 hh
Capataz 10 o/o de	2.0 = 0.20 hh

PARTIDA: Encofrado de muro de captación, compuertas y muro de canal de captación

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m²

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Madera	pie2	3.50
— Alambre No. 16	kg	0.10
— Clavos 4"	kg	0.20

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.07
— Operario	h.h.	0.67

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	12.00 m ²
------------	----------------------

Rendimiento horario

Operario 8:	12 = 0.67 hh
Capataz 10 o/o de	0.67 = 0.07 hh

PARTIDA: Concreto 1:3:5 con 30 o/o de p.g.

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES:	Unidad	Cantidad
— Cemento	bl.	4.00
— Arena	m ³	0.32
— Piedra (casajo)	m ³	0.64
— Piedra grande	m ³	0.51

MANO DE OBRA:

— Capataz	h.h.	0.07
— Operario (1)	h.h.	0.67
— Peones (10)	h.h.	6.67

EQUIPO:

— Mezcladora	h.m.	0.53
— Vibrador	h.m.	0.53

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	12.00 m ³
10 peones	

Rendimiento Horario

Operario 8:	12 = 0.67 hh
Peón 10 x8:	12 = 6.67 hh

Capataz 10 o/o de 0.67 = 0.07 hh

PARTIDA: Concreto 1:3:5 con 25 o/o de p.m.

ESPECIFICACION:

COSTO POR: m³

ELEMENTOS:

MATERIALES: Unidad Cantidad

—	Cemento	bl.	3.80
—	Arena	m ³	0.35
—	Piedra	m ³	0.60
—	Piedra mediana	m ³	0.30

MANO DE OBRA: Unidad Cantidad

—	Capataz	h.h.	0.07
—	Operario	h.h.	0.67
—	Oficial (2)	h.h.	1.33
—	Peón (8)	h.h.	5.33

EQUIPO:

—	Mezcladora	h.m.	0.53
—	Vibrador	h.m.	0.53

DEDUCCION DE LA MANO DE OBRA:

Rendimiento Diario

1 operario	
2 oficial	12.00 m ³
8 peones	

Rendimiento Horario

Operario 8:	12	= 0.67 hh
Oficial 2x8:	12	= 1.33 hh
Peón 8x8:	12	= 5.33 hh
Capataz 10 o/o de	0.63	= 0.07 hh

I-07 MODELO PARA LA EVALUACION POR COMPUTADORA
DE PEQUEÑOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN
AMERICA LATINA

RESUMEN

En este documento se describen el diseño y la elaboración de un modelo para evaluar por computadora emplazamientos de aprovechamiento hidroeléctrico en pequeña escala en América Latina.

El Banco Interamericano de Desarrollo se interesó en desarrollar el modelo como apoyo analítico a las decisiones sobre inversión en proyectos hidroeléctricos en pequeña escala en vista de los siguientes hechos: i) El número de emplazamientos de América Latina donde existe potencial de aprovechamiento de energía hidroeléctrica en pequeña escala es muy elevado; ii) La explotación de esos recursos puede contribuir a sacar a ciertas comunidades de su aislamiento para integrarlas en la vida económica del país; iii) No siempre se dispone de los datos necesarios para evaluar los distintos proyectos, razón por la cual se necesitan nuevas técnicas para calcular, aproximar, o simular los datos que faltaban. Además, también hacía falta una metodología coherente de evaluación que permitiera comparar, clasificar y priorizar los proyectos.

El modelo recomendado, exige la preparación de un modelo de evaluación básico y flexible que pueda mejorarse a medida que aumente la experiencia en el aprovechamiento en América Latina de recursos hidroeléctricos en pequeña escala. El modelo básico incluye valores completos de sustitución para utilizar cuando no se dispongan de datos reales. Dicho modelo permite evaluar proyectos, clasificarlos según criterios predeterminados y consolidarlos en programas de varios proyectos.

El modelo básico tiene cinco componentes principales que se podrán utilizar individualmente para los análisis de sensibilidad que se requieran. Esos componentes son: un modelo de energía para calcular la capacidad y la generación; un modelo de diseño de proyecto para dimensionar los componentes del proyecto, elegir los equipos y sus fases de instalación; un modelo de costo y rentabilidad financiera para calcular las necesidades de financiamiento y los ingresos de explotación; un modelo de análisis de proyectos individuales para calcular las características principales de los mismos; y, un modelo de análisis de proyectos múltiples para clasificar y consolidar varios proyectos individuales.

MODELO PARA LA EVALUACION POR COMPUTADORA DE PEQUEÑOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN AMERICA LATINA

A. EL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO: ANTECEDENTES

1. Misión y Objetivos

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), una institución financiera internacional establecida en 1959 para contribuir al desarrollo económico y social en América Latina, tiene su Sede en Washington, D.C. Inicialmente, el Banco contaba con 20 países miembros del Hemisferio Occidental. Más tarde, con el ingreso de otros siete países regionales y de 16 países extrarregionales, el número de miembros ha aumentado a 43 países.

2. Préstamos del Banco

En sus 21 años de operaciones, el Banco se ha convertido en un importante elemento catalizador en la movilización de recursos para el desarrollo en América Latina. Ha contribuido al financiamiento o a la obtención y organización del financiamiento de proyectos que representan en total una inversión de más de US\$66.000 billones.

INDICE

RESUMEN	
—El Banco Interamericano de Desarrollo: Antecedentes	
—Proyectos de Energía financiados por el BID	
—Potencial para la instalación de Pequeñas Plantas Hidroeléctricas en América Latina	
—Problemas relacionados con la ejecución de Pequeños Proyectos Hidroeléctricos en América Latina	
—Bases del Modelo	
—Modificaciones del Modelo Existente Necesarias para el análisis de Proyectos del BID	
—Disponibilidad Confiable de Datos	
—Otras condiciones que ha de reunir el modelo	
—Aplicaciones potenciales del Modelo	

Gracias a su asociación con países industrializados regionales o extrarregionales ha podido también diversificar considerablemente las fuentes de fondos para el desarrollo de América Latina.

Los proyectos del Banco se pueden agrupar en diversos sectores de actividad que, en general, corresponden a las principales categorías utilizadas por los países para la planificación de su desarrollo. Durante el período 1961-1980, la cartera de préstamos del Banco se distribuyó como sigue: energía, 24,5 o/o; agricultura, 23,3 o/o; industria y minería, 15,4 o/o; medio ambiente y salud pública, 9,5 o/o; otras actividades, 12,2 o/o.

En julio de 1980 la Asamblea de Gobernadores del Banco aprobó el quinto aumento de capital de la Institución, que elevará sus recursos totales a \$27.300 millones en un cuatrienio. Al aprobar dicho aumento, los países miembros manifestaron su inquietud ante las tres necesidades más acuciantes para el desarrollo de la región en este decenio, a saber: la lucha contra la pobreza, el aumento del suministro de energía, y el fortalecimiento del sector externo. Habida cuenta de ello, el 50 o/o del programa de préstamos del Banco se orientará de manera directa en beneficio de los grupos de más bajos ingresos, principalmente mediante proyectos con los que se trata, en particular, de crear empleos productivos en las zonas rurales y urbanas. En el resto del programa de préstamos se destacan los proyectos de energía, destinados al aprovechamiento tanto de fuentes convencionales como no convencionales de energía, y los encaminados a reducir la deuda externa de los países mediante incremento de las exportaciones y la sustitución de importaciones.

B. PROYECTOS DE ENERGIA FINANCIADOS POR EL BID

Desde su fundación, el BID ha reconocido el papel fundamental de la energía en el desarrollo social y económico de los países. En consecuencia, el Banco reconoce especialmente en su labor de apoyo la prioridad concedida por los países de América Latina a la construcción de plantas hidroeléctricas, sistemas urbanos y rurales de electrificación y otros proyectos que permitan mejorar el suministro de energía en la región y ampliar su distribución.

A fines de 1980, los proyectos de energía en América Latina habían recibido financiamiento del Banco por un total superior a \$4.000 millones, es decir casi la cuarta parte de la cartera de préstamos del Banco. Los proyectos hidroeléctricos realizados con apoyo financiero del Banco representan una capacidad productiva adicional de 25.000 megavatios, lo que equivale a la tercera parte del total de la capacidad hidroeléctrica instalada con que cuenta la región actualmente.

C. POTENCIAL PARA LA INSTALACION DE PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELECTRICAS EN AMERICA LATINA

Al establecer su programa de apoyo a los proyectos de aprovechamiento de fuentes de energía no convencional, el Banco, teniendo en cuenta los recursos potenciales, las tecnologías existentes y factibilidad económica de los mismos, ha llegado a la conclusión de que existe una sana base técnica para realizar proyectos de recursos energéticos renovables, en especial aquellos con características de costo estable de operación en el transcurso del tiempo.

Entre las varias fuentes de energía renovable, la hidroeléctrica en pequeña escala es, a no dudarlo, una de las más prometedoras, ya que para ella se dispone ya de una tecnología probada. Las características más sobresalientes de estos proyectos son: el bajo aumento de costos de operación una vez construido el proyecto; alta calidad de la energía producida; potencial para la construcción y mantenimiento y operación del proyecto con recursos locales; y, efectos mínimos sobre el medio ambiente. Todo ello hace que los proyectos hidroeléctricos sean muy adecuados para

apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo por reducir su dependencia frente al petróleo importado. Aunque en América Latina ya se han emprendido actividades en escala modesta, el aprovechamiento del enorme potencial de la región para la generación hidroeléctrica en pequeña escala no parece haber recibido todavía la atención que merece.

D. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA EJECUCION DE PEQUEÑOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN AMERICA LATINA

En sus contactos iniciales con posibles prestatarios interesados en la ejecución de pequeños proyectos hidroeléctricos en varios países de América Latina, el Banco ha observado que los principales problemas para el desarrollo de este tipo de proyectos son: i) la falta de datos sobre los sitios potenciales y ii) escasez de recursos humanos para realizar los estudios respectivos. En resumen, se estima que hace falta, en la mayoría de los países, un trabajo más detenido de investigación de los emplazamientos potenciales (master plan) para poder formular en forma adecuada los programas de implementación de los mismos. Por lo que respecta a la formulación y justificación de los proyectos para financiamiento por el Banco, se encontró dificultades iniciales en especial en la definición de la modalidad de financiamiento para estos programas. El BID tiene dos modalidades de financiamiento, a saber, préstamos para proyectos específicos y préstamos globales para programas de obras múltiples.

Los préstamos para proyectos se destinan a financiar uno o varios proyectos o subproyectos que estén perfectamente definidos en el momento de aprobarse el préstamo. Se entiende que un proyecto o subproyecto está definido cuando su costo, su diseño y su factibilidad técnica, financiera, económica y social se pueden evaluar durante el análisis de la operación que realiza el Banco antes de la concesión del préstamo.

Los préstamos globales se destinan a financiar grupos de obras análogas y físicamente independientes entre sí, cuya factibilidad no depende de que se ejecute un número dado de ellas. El carácter independiente de los distintos componentes permite dividir el programa, porque algunos de esos componentes se pueden eliminar o aplazar sin que ello vaya en detrimento de los restantes. Sin embargo, es característico de este tipo de programas de que el costo total del mismo se puede estimar en base de una muestra representativa de los proyectos que se desean incluir.^{1/}

Dado que, lógicamente, el costo de los pequeños proyectos hidroeléctricos varía mucho según las características del emplazamiento (topografía, geología, hidrología, la distancia del mercado, etc.), es evidente que el Banco no puede considerar como préstamos globales los préstamos destinados a instalaciones hidroeléctricas pequeñas. En consecuencia, esos proyectos se han de considerar como proyectos específicos, es decir, que todos sus componentes o subproyectos habrán de estar bien definidos, y concebidos de manera que el Banco pueda efectuar el análisis de la operación en todos sus aspectos. Para analizar proyectos específicos, el Banco efectúa las siguientes evaluaciones:

^{1/} Por ejemplo, para el caso de proyectos de electrificación rural se exige una muestra representativa del 30 o/o de los distintos proyectos que conforman el programa.

- . Evaluación técnica
- . Evaluación institucional y financiera
- . Evaluación socioeconómica

E. NECESIDAD DE HERRAMIENTAS DE EVALUACION;

Según la experiencia del banco al grado de información técnica sobre los pequeños proyectos hidroeléctricos que se incluyen en un programa de este tipo ha sido hasta ahora insuficiente para estas tres evaluaciones. El principal obstáculo se ha encontrado en los aspectos técnicos del proyecto. Los estudios de ingeniería (topografía, hidrología, geología y diseño) no son suficientes para el análisis crítico del banco. Esa falta de puntualización técnica de los proyectos tiene, además, un efecto adverso en la clasificación y selección de los proyectos de manera que se demuestre fehacientemente que los elegidos son los más económicos dentro del grupo de proyectos disponibles para una región o un país.

Sin embargo, reconocemos que sería ilógico exigir para esos pequeños proyectos investigaciones tan amplias y costosas como las que son necesarias para las grandes hidroeléctricas. Se estima que en base a las técnicas de formulación de modelos ahora disponibles, gran parte de los esfuerzos requeridos se pueden abreviar; con estas técnicas la comparación con obras análogas e incluso entrevistas con gente de la localidad pueden allegar suficiente información para la clasificación y selección de los emplazamientos.

El uso de modelos se pueden aplicar a las obras civiles y a los equipos principales, es decir las características más importantes de un proyecto hidroeléctrico se pueden determinar fácilmente mediante programas de informática o computadora, como ha quedado demostrado con los diversos modelos de ordenación electrónica existentes para estudios de reconocimiento inicial de pequeños proyectos hidroeléctricos de baja caída.

Como se mencionó, los estudios de ingeniería que se deben requerir para decidir la implementación de un pequeño proyecto hidroeléctrico no tienen porque ser tan ostentosos como los que se requieren para proyectos de mayor envergadura. Desde el punto de vista técnico, estamos dispuestos a proponer que el Banco financie proyectos con estudios más reducidos y simplificados si dichos estudios están a cargo de ingenieros competentes y con experiencia. En esa propuesta va implícita nuestra aceptación de que el resto de los estudios y detalles de los diseños técnicos se realicen como parte del proceso de construcción. Los demás aspectos económicos, financieros e institucionales se habrán de estudiar de manera tan minuciosa y completa como para cualquier otro proyecto específico.

Para que el banco proceda a la evaluación de una operación de financiamiento para un programa de pequeñas hidroeléctricas, es preciso que todos los trabajos ejecutados en la forma antes indicada estén terminados; a tal efecto, existen dos posibilidades:

- . Realización de los trabajos por métodos convencionales, o
- . Realización de los trabajos mediante un modelo para computadora.

El banco estima que la segunda solución es innovadora y puede acelerar el proceso; en consecuencia, la sección de energía no convencional del BID ha recomendado a la alta administración del banco que se proceda a preparar dicho modelo con participación de los profesionales de la sección y consultores externos. En la primera fase se resolverían los aspectos técnicos y financieros, dejando para una fase ulterior las evaluaciones institucionales y económicas. Estas evaluaciones se habrán de efectuar de la manera habitual, es decir, independientemente del modelo. Este último servirá como medio de evaluación para los profesionales del banco y como instrumento de desarrollo de proyectos de pequeñas hidroeléctricas para los países miembros que

soliciten su empleo para ese fin.

Seguidamente se describen las premisas que se tuvieron en cuenta en la definición inicial del modelo.

F. BASES DEL MODELO

Uno de los trabajos que tuvieron a su cargo los consultores seleccionados fue la realización del estudio de factibilidad de la presa Flat Rock en el río Schuylkill en Filadelfia, Pennsylvania. Ese estudio de factibilidad aportó una base completa de evaluación para proyectos hidroeléctricos de baja caída en los Estados Unidos (véase Figura 1) y permitió la preparación, ensayo y depuración de un modelo para la evaluación rápida y económica de alternativas de proyectos de dicho tipo. El modelo se utilizó en Flat Rock para elegir las turbinas óptimas, evaluar el impacto de flujo de fondos de las escaleras piscícolas, determinar el caudal necesario, etc.

El modelo se ha ido ampliando y mejorando con cada aplicación en nuevos proyectos. Ultimamente se lo ha utilizado con los siguientes fines:

- Elección de emplazamientos para empresas privadas.
- Análisis de un proyecto de obras múltiples (embalses interdependientes).
- Elección de turbinas óptimas para instalación múltiple en lugares distintos del mismo proyecto, a saber, una en la presa para aprovechar el caudal mínimo de aliviadero y tres en una instalación de canal hidroeléctrico aguas abajo.
- Elección de las opciones de financiamiento que maximicen el flujo de fondos actualizado con crédito tributario para la empresa privada a cargo del proyecto.

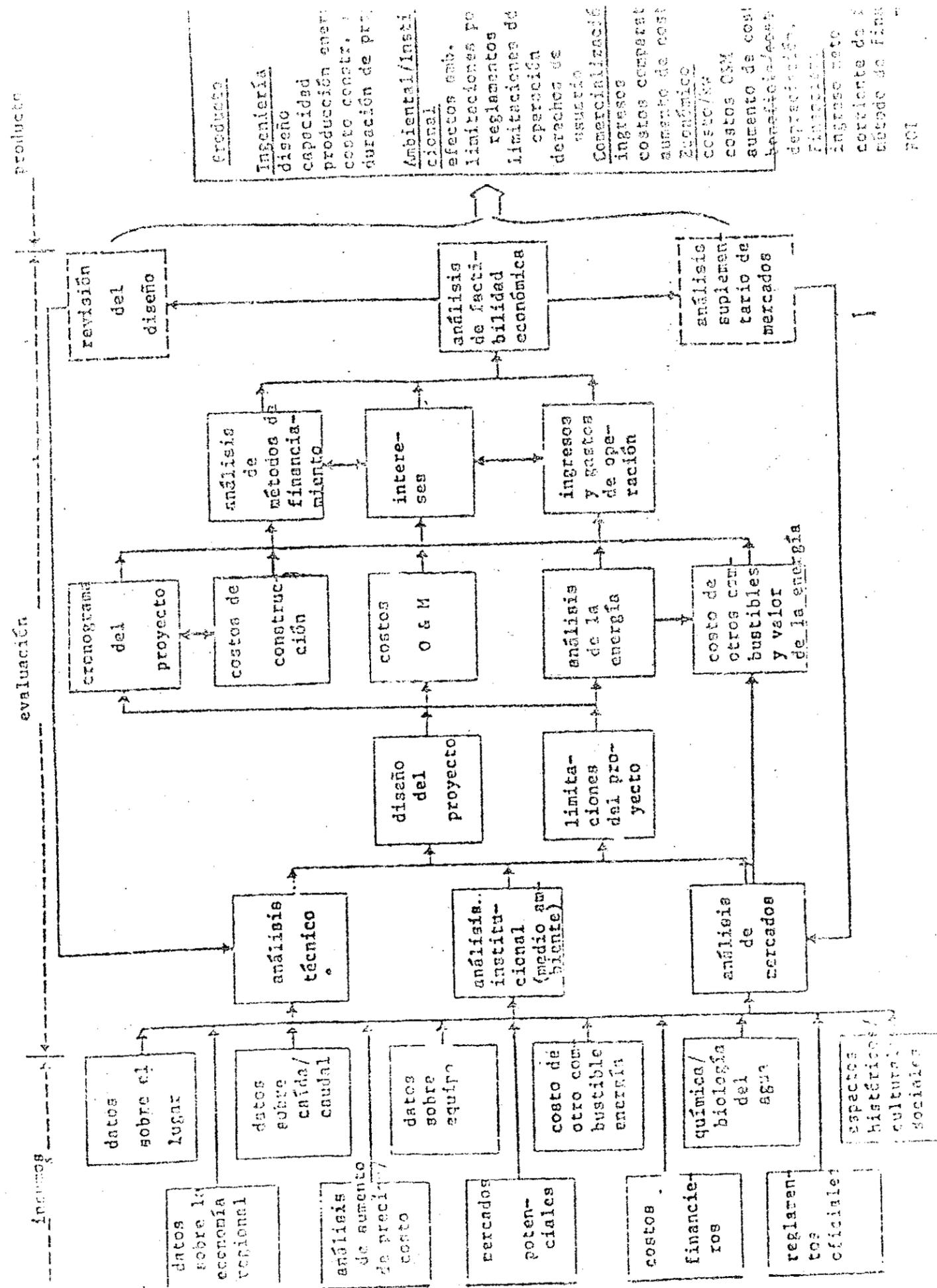
MODIFICACIONES DEL MODELO EXISTENTE NECESARIAS PARA EL ANALISIS DE PROYECTOS DEL BID

1. Diseño de las Obras

Contrariamente a lo que ocurre en los Estados Unidos, la mayor parte de los proyectos de aprovechamiento de pequeño potencial hidroeléctrico en América Latina para los que podría solicitarse financiamiento del BID corresponden a sitios todavía no explotados. Sería preciso adaptar el modelo existente no sólo para tener en cuenta los detalles de construcción de la presa y demás obras civiles, sino también para que se puedan calcular los costos del proyecto a partir de los datos descriptivos del emplazamiento que se obtengan de un trabajo de reconocimiento del sitio.

2. Costo de las Obras Civiles

En los proyectos para aprovechamiento hidroeléctrico en pequeña escala se reducirán al mínimo los costos de las obras civiles, mediante la utilización de materiales y técnicas locales. Los diques de derivación serán los más sencillos posibles; cuando las características geológicas lo permitan, se utilizarán canales abiertos para la conducción del agua; el empleo de materiales locales (cemento, tubos de cloruro de polivinilo, etc.) hará que los costos de las obras civiles sean más bajos que los de los proyectos en Estados Unidos. En el modelo se tendrán en cuenta y se procurará calcular los costos a base de los salarios locales, los costos unitarios y las dimensiones del proyecto. A medida que aumente la experiencia con este tipo de proyectos, se mejorará la exactitud del cálculo de los costos unitarios y por ende del costo total.



3. Operaciones Aisladas

Los proyectos que financie el BID empezarán principalmente por ser operaciones aisladas, aunque algunos quizá lleguen con los años a ser parte de una red. En consecuencia, el mercado para la energía será la población local del lugar donde ésta se produce. El costo de la línea de transmisión al centro de cargas se computará en el costo total del proyecto. Las previsiones de carga y las tasas de crecimiento de la demanda se tendrán en cuenta en el modelo para elegir las turbinas apropiadas.

El modelo se basará en una tarifa global por el valor de la energía, o en el cálculo de la tarifa necesaria para que con el proyecto se obtenga alguna rentabilidad o se equilibren sus ingresos con sus gastos. En la Figura 2 aparece un diagrama de la estructura del modelo propuesto.

DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS DATOS

1. Hidrología y Geología

La información hidrológica para América Latina no es tan abundante como en los Estados Unidos. Hay menos estaciones fluviométricas y las determinaciones de caudal en el mejor de los casos se tienen que obtener de registros de poco tiempo. El modelo tendrá que permitir el cálculo del caudal basándose en datos sobre las precipitaciones, la escorrentía, área de la sub-cuenca, en registros parciales de fluviometría e incluso en las determinaciones hechas en una visita sobre el terreno. También se recurrirá a la correlación con otras cuencas conocidas de características similares para establecer una curva de duración del caudal en el emplazamiento del proyecto. Modificando esos datos y observando los resultados, se podrá juzgar el riesgo que para el proyecto entrañan diferentes condiciones fluviométricas.

Las características geológicas influirán en las técnicas y materiales que se empleen para la construcción de conductos de agua. Si las laderas son inestables, habrá que abstenerse de construir canales abiertos. además, existirá el peligro de que con el tiempo se colmaren los embalses debido a la erosión del río aguas arriba.

2. Costos Unitarios

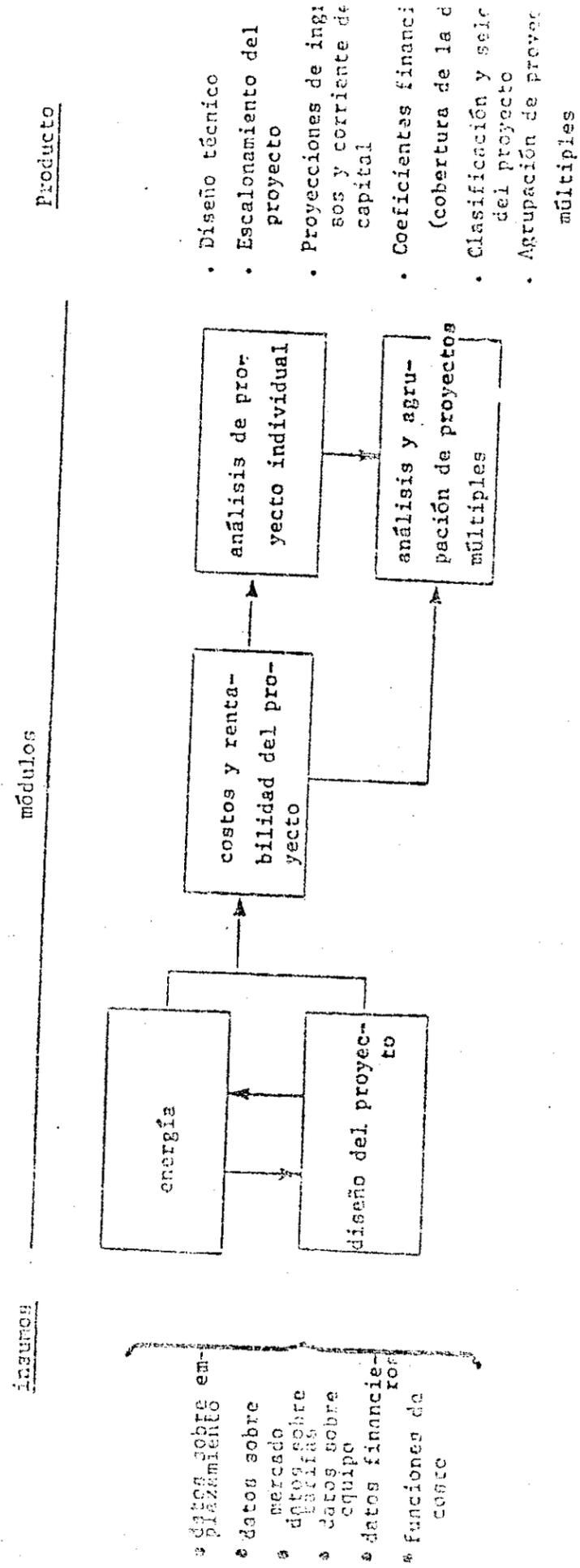
Una de las mayores dificultades en la utilización del modelo será el establecimiento de los costos unitarios para pronosticar lo que costará el proyecto. En los Estados Unidos la variación de los costos unitarios según el lugar de los emplazamientos es alto debido a las diferentes condiciones en cuanto a equipo y obras civiles. Esos costos no son aplicables a los proyectos de América Latina sin reajustarlos para tener en cuenta las distintas técnicas de construcción, características de diseño, materiales locales y costos de la mano de obra. Las estimaciones iniciales del modelo serán suficientes para analizar las ventajas relativas de un proyecto sobre otro, pero no para pronosticar con exactitud el costo de un proyecto determinado.

I. OTRAS CONDICIONES QUE HA DE REUNIR EL MODELO

El modelo para computadora permitirá analizar tanto proyectos individuales como grupos coherentes de proyectos para un financiamiento del BID. Las rutinas de análisis financiero para los primeros ya existen en el modelo existente y en el computador del BID. Para la clasificación, selección y agrupación de los proyectos, se dispondrán de suficientes resultados para aplicar los criterios de clasificación que se deseen, como por ejemplo, el costo mínimo por kilovatio, riesgo mínimo asociado con la ejecución del proyecto y obtención del máximo de kilovatios/hora por cantidad invertida. Seguidamente, la información producida por el modelo para varios proyectos será consolidada, la que se podrá utilizar como datos de entrada de otros modelos del BID para planificación, análisis y control de préstamos.

Figura 2

ESQUEMA DEL MODELO



J. APLICACIONES POTENCIALES DEL MODELO

Las aplicaciones típicas del modelo serán la determinación de las dimensiones de las principales estructuras y equipos del proyecto, su costo, escalonamiento de costos, análisis de coeficientes financieros, selección y clasificación de varios proyectos, y análisis de riesgo y sensibilidad. Por ejemplo, la selección de turbinas se hará automáticamente a base de los parámetros físicos del lugar de que se trate y las características de rendimiento de las distintas turbinas aplicables para las condiciones determinadas por dichos parámetros. En el modelo se incluirá una matriz de rendimiento que indicará el tipo apropiado de turbina. La que elija el modelo podrá ser reemplazada por otra que especifique el usuario.

El modelo indicará automáticamente las fases del proyecto, a partir de los parámetros físicos del emplazamiento, la demanda de la población y la tasa prevista de aumento de dicha demanda. El modelo facilitará un plan cronológico de instalación de turbinas adicionales y, además permitirá saber en que año la energía hidroeléctrica generada será insuficiente para atender las necesidades de la población.

El modelo calculará la rentabilidad del proyecto según las tarifas que se establezcan. Además, indicará automáticamente la prioridad de los proyectos según los criterios que elija el usuario. La clasificación podrá ser por capacidad, generación anual de energía, costo por kilovatio, costo por kilovatio/hora, etc. Agrupará automáticamente los proyectos individuales según la selección hecha por el usuario, según se adapten o no a los criterios que este fije, o por ambos procedimientos. Por ejemplo, el usuario puede especificar que se incluyan ciertos proyectos sea cual fuere su rendimiento y que todos los demás se incluyan sólo a condición de que dicho rendimiento llegue a determinado nivel.

La sensibilidad del proyecto al cambio de ciertas variables básicas será determinada automáticamente por el modelo. El usuario especificará la variable, el intervalo de esta y el incremento de análisis en el intervalo. El usuario puede modificar algunos parámetros eligiendo porcentajes de aumento o disminución por relación a los datos del proyecto. Esto resultará útil para calcular la sensibilidad en la elección de la turbina, a los porcentajes de aumento o disminución del caudal, o la sensibilidad del cociente beneficio/costo al cambio de las tasas de interés y la incertidumbre sobre el mercado y la hidrología.