

20-49
(697)

OLADE
Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACION

PROGRAMA REGIONAL DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DE OLADE

SITUACION Y PERSPECTIVAS DE LA TECNOLOGIA Y EQUIPAMIENTO PARA
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS EN
LATINOAMERICA

Septiembre 10, 1980

Este documento se preparó en el marco de las actividades del II GRUPO DE TRABAJO SOBRE P.C.H. (Tecnología y Equipamiento), organizado por OLADE, en cuya elaboración participaron:

- ING. ENRIQUE INDACOCHEA R. de S. Coordinador de Transferencia de Tecnología y Jefe del Proyecto Regional de P.C.H. - Organización Latinoamericana de Energía.- OLADE.
- ING. ROBERTO TREJOS D. Profesor Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Universidad de Costa Rica.- Costa Rica.
- ING. FRANCISCO CUENCA V Jefe de Proyecto, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) México.
- ING. CARLOS A. HERNANDEZ B. Investigador Principal, Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.(ITINTEC) Perú.

SITUACION Y PERSPECTIVAS DE LA TECNOLOGIA Y
EQUIPAMIENTO PARA PEQUEÑAS CENTRALES
HIDROELECTRICAS EN LATINOAMERICA

	PAG.
1. INTRODUCCION _____	4
2. RESUMEN _____	6
3. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL _____	13
3.1. Investigación y desarrollo tecnológico _____	15
3.2. Transferencia de Tecnología _____	17
3.3. Producción y Suministro de Equipamiento _____	18
3.4. Recursos Humanos _____	20
4. METODOLOGIA PARA LA INVESTIGACION Y DESARROLLO TEC- NOLOGICO _____	21
4.1. Organización _____	21
4.2. Alternativas Tecnológicas _____	30
4.3. Aplicación de Resultados _____	43
4.4. Recursos Humanos _____	47
4.5. Fuentes de Financiamiento _____	50
5. RECOMENDACIONES RELATIVAS A TRANSFERENCIA DE TECNOLO GIA _____	53
5.1. Transferencia de Tecnología Extra Regional _____	55
5.2. Transferencia de Tecnología Intra Regional _____	57
6. PRODUCCION Y SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO _____	58
6.1. Alternativas de Producción local de equipos _____	59
6.2. Importación de equipos _____	63
7. PROGRAMA REGIONAL DE OLADE _____	65
7.1. Investigación y Desarrollo tecnológico _____	66
7.2. Transferencia de tecnología _____	68
7.3. Adquisición y Producción de equipos y materiales _____	70
7.4. Capacitación _____	72
8. CONCLUSIONES _____	74
ANEXO No. 1 _____	76
ANEXO No. 2 _____	79
ANEXO No. 3 _____	82

1. INTRODUCCION

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

Por lo expuesto, se ubica el problema de dotación de energía a las zonas rurales no sólo en el contexto de la coyuntura energética actual, sino principalmente como elemento de impulso a las zonas más marginadas de la economía latinoamericana.

Las diversas fuentes no convencionales de energía presentan interesantes perspectivas de aplicación para el desarrollo energético rural; sin embargo para la producción de la energía eléctrica requerida para el desarrollo económico-social de las comunidades aisladas, las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) constituyen la principal opción que se presenta en la mayor parte de los países de la región, dado que latinoamérica dispone de abundantes recursos hídricos aún insuficientemente aprovechados.

En el mes de Agosto de 1979, OLADE organizó la primera Reunión de Grupo de Trabajo sobre P.C.H., en la que se analizaron las posibilidades de su desarrollo en latinoamérica y se definió su estrategia que sentó las bases para definir el Programa Regional.

La X Reunión de Ministro de OLADE realizada en Diciembre de 1979, encargó a la Secretaría Permanente la realización del Programa Regional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, el cual se inició en Enero de 1980.

El Programa regional de OLADE tiene como objetivo principal promover la implementación masiva de PCH en la región, como una respuesta significativa al reto del desarrollo energético rural.

Sin embargo, tal forma de implementación, requiere no sólo de programas intensivos de construcción de centrales, sino también de un examen cuidadoso con respecto a la tecnología y abastecimiento de equipos y materiales, dado que de ello depende en gran parte, la viabilidad del desarrollo de Pequeñas Centrales. Se considera que una aproximación convencional a los aspectos de tecnología y un abastecimiento extra-regional de equipos y materiales indiscriminado, puede redundar en proyectos excesivamente costosos, lo que limita las perspectivas de utilización práctica de esta fuente energética.

La II Reunión de Grupo de Trabajo sobre P.C.H., organizada por OLADE y realizada del 21 al 30 de Abril de 1980, tuvo como tarea principal el análisis y perspectivas del desarrollo tecnológico, la transferencia de tecnología y el abastecimiento de equipos y materiales para promover su desarrollo en latinoamérica. En esta ocasión se preparó el presente documento, como una síntesis de sus liberaciones.

2. RESUMEN

El fracaso del modelo energético basado en el petróleo debido a su escaséz, las consiguientes alzas de precios y la existencia del enorme potencial hidroenergético de los países latinoamericanos han contribuído a que las P.C.H. constituyan una de las principales alternativas para proveer de energía eléctrica al medio rural, impulsando su desarrollo socio-económico y mejorando la forma de vida en el campo.

En algunos países latinoamericanos se están desarrollando programas de implementación de P.C.H. en zonas rurales y también existen universidades, instituciones y empresas, que están realizando investigación en la construcción de PCH.; además se dispone de resultados de aplicación práctica, tales como manuales para proyectos de P.C.H., utilización de tuberías no metálicas, diseños y estandarización de turbinas y reguladores de velocidad, generadores eléctricos y sistemas de transmisión y distribución de energía. Se conoce también la existencia de empresas industriales dedicadas a la producción de estos equipos lo que posibilita el abastecimiento regional para la construcción de P.C.H. en la región.

Las principales limitaciones que se presentan en el Desarrollo tecnológico para el equipamiento y construcción de P.C.H. en Latinoamérica están relacionadas con los reducidos intercambios de experiencias, transferencias de tecnología, asistencia técnica y suministro de equipos y materiales entre los países de la región. Asimismo entre otros factores limitantes se menciona la insuficiente valorización de la importancia de los aspectos tecnológicos por parte de las entidades responsables, que se refleja en una escasa utilización de tecnologías no convencionales en los proyectos de electrificación rural, producto de una concepción errónea que considera las P.C.H. como grandes centrales reducidas a escala; la falta de confianza y de la subvalorización del potencial productivo de los países de la región que han conducido a un mayor suministro de equipamiento y una mayor incidencia de transferencia tecnológica extra-regional.

Sin embargo las acciones desarrolladas aún son insuficientes para apoyar la implementación de P.C.H. y se han caracterizado por una casi total desvinculación y desconocimiento entre las instituciones y empresas de la región.

Con el objeto de promover el desarrollo tecnológico en los países de la región, que sirva para sustentar la implementación masiva de P.C.H., se proponen lineamientos generales de organización, enfoques metodológicos, financiamiento y posibles alcances y limitaciones de cronogramas de investigación hidroenergéticos.

En la organización se pueden adoptar diversos criterios institucionales para la investigación y desarrollo tecnológico, los que pueden realizarse a través de institutos de investigación, universidades, empresas industriales y entidades de electrificación o la combinación de las mismas en la asignación de responsabilidades.

Asímismo la necesidad de asegurar un contenido multidisciplinario a la investigación y el logro de resultados prácticos, obligan a las instituciones e investigadores a mantener un estrecho contacto con las entidades de electrificación y la industria.

Desde el inicio del programa de investigación se deben definir sus objetivos, metas y alcances, los que deben estar de acuerdo con la disponibilidad de recursos humanos y financieros, a fin de evitar la frustración del programa por falta de algunos de ellos. Asímismo se debe definir la forma final de los resultados, que puede ser a través de difusión bajo la forma de manuales y folletos técnicos o transferencia de tecnología de equipos hacia la industria.

Los alcances técnicos de los programas de investigación deben definirse teniendo como referencia las políticas de desarrollo energético,

industrial y tecnológico de cada país, para luego de una etapa de recopilación de información de documentos técnicos obtener datos que permitan establecer las alternativas tecnológicas más adecuadas de acuerdo con la capacidad industrial y las características del recurso hidroenergético de cada país.

El equipo de investigadores ejecutores del programa debe tener un carácter multidisciplinario integrado por un número reducido de profesionales con experiencia y profesionales jóvenes con buen nivel académico que deberán elaborar en cada etapa de la ejecución del programa informes y documentos técnicos en donde se incluyan los logros y fracasos obtenidos, a fin de asegurar la continuidad y acumulación de conocimientos útiles para el programa de forma de que no dependa de la presencia de cada investigador.

La investigación y selección de alternativas tecnológicas respecto a las obras civiles de las P.C.H. debe contemplar el empleo de materiales y mano de obra de la zona en la construcción de toma, desarenador cámara de carga y casa de máquinas. Para las obras mencionadas se puede investigar el empleo de diversos tipos de materiales poco convencionales tales como gaviones, sacos de suelo-cemento y table-estacas para la toma; ferro-cemento, suelo-cemento y prefabricados de asbesto-cemento para el desarenador y la cámara de carga y el empleo de adobe, madera y piedra para la casa de máquinas, con el fin de definir los diseños más adecuados y la semi estandarización de los elementos que los conforman.

En el caso de las tuberías de presión se puede investigar técnica y económicamente el empleo de tuberías no metálicas como P.V.C. , polietileno, asbesto-cemento, fibra de vidrio, madera o ferro-cemento.

La selección de alternativas respecto al equipamiento de las P.C.H. debe estar de acuerdo con la capacidad industrial y comercial de cada país, principalmente en lo relacionado con el abastecimiento de materiales y la fabricación de componentes de máquina.

En turbinas hidráulicas se pueden investigar las turbinas Pelton, Michell Banki, Francis, Kaplan o Hélice con el fin de seleccionar una o dos de ellas de acuerdo con las características de los recursos hidroenergéticos de cada país.

En reguladores de velocidad se presentan las alternativas de investigación de regulación automática con reguladores óleo-mecánicos, eléctrico-electrónicos y de regulación de velocidad con disipación de Energía.

En generadores eléctricos las alternativas de investigación se relacionan con el estudio y utilización de alternadores, diseñados para operar con grupos electrógenos térmicos, así como de motores de inducción que operan generadores.

En el montaje de las redes de transmisión y distribución se debe orientar la investigación al uso de los componentes fabricados a nivel nacional y de los elementos disponibles al nivel local.

El financiamiento de los proyectos de investigación puede obtenerse de diferentes fuentes tales como: aportes del estado, tributos y aportes de empresas industriales, cooperación con entidades de electrificación, donaciones y aportes de entidades internacionales.

Los resultados de los programas de investigación y la difusión de la tecnología desarrollada pueden ser dados a conocer a través de manuales, folletos, documentos técnicos y audiovisuales y transferencia de tecnología a empresas o instituciones.

Respecto a la producción de equipos y a la transferencia de tecnología se propone incentivar y promover la difusión a nivel regional de las tecnologías disponibles y catálogos comerciales de equipos, con el objeto de maximizar el uso de ellos en la instalación de PCH, reduciendo con ello la dependencia de las tecnologías extraregionales que resultan más costosas que las de la región. Asimismo se requiere promover eventos, cursos y seminarios técnicos, a nivel latinoamericano para capacitar a profesionales y técnicos en el campo de las PCH.

Con el objeto de realizar una rápida y efectiva ampliación de la base tecnológica que sustente la implementación masiva de PCH. en Latinoamérica, es necesario integrar y coordinar esfuerzos de los países de la región y promover el intercambio tecnológico y el abastecimiento de equipos entre ellos, realizando acciones que escapan a las posibilidades de ejecución de los países individualmente. Para conseguirlo, OLADE puede desempeñar el importante papel de dinamizador y orientador del desarrollo de tecnología y del suministro de equipos entre los países de la región.

OLADE en su programa regional, relativo a la investigación y desarrollo tecnológico de PCH. en Latinoamérica ha planteado actividades específicas relativas a:

- Elaboración de un catálogo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que se están desarrollando en los países de la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que puedan desarrollarse en países de la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de inversión y/o investigación relativos a utilización productiva de energía eléctrica en el medio rural.
- Planes pilotos de complementación tecnológica regional para fomentar el apoyo entre los países con el fin de impulsar programas de investigación y desarrollo tecnológico.
- Ejecución de trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de interés regional, financiando actividades de este tipo, que se ejecutarán por medio de instituciones regionales, para uso de todos los países de la región.

Para que OLADE cumpla con los objetivos indicados se propone realizar encuestas con los organismos e instituciones de cada país de la región en donde se solicite información relativa a Proyectos o Programas de Investigación y Desarrollo tecnológico que se estén realizando y que indiquen sus metas, alcances técnicos, metodología seguida estado de avance tecnologías disponibles, proyección de resultados, proyec-

ciones de la investigación, forma de financiamiento y disponibilidad de recursos humanos. Esta información se complementa con la red de contactos insitucionales e individuales que está desarrollando OLADE y una segunda encuesta a nivel de las empresas industriales de la región que producen equipos y materiales para la construcción y equipamiento de P.C.H.

Recopilada la información, OLADE podrá definir y difundir sistemas organizativos más adecuados para la investigación y desarrollo tecnológico, diferentes alternativas tecnológicas para el equipamiento de PCH, alternativas de financiamiento para el desarrollo de programas y alternativas para utilizar productivamente la energía eléctrica en el medio rural. Asimismo podrá promover entre los países de la región la transferencia de tecnologías desarrolladas a través de la investigación, el intercambio tecnológico entre los países a través de asistencia técnica o intercambio de especialistas de la región y la organización de seminarios y conferencias sobre PCH., en aquellos países que no hayan aún comenzado los programas en este campo o que soliciten acciones de refuerzo para los ya establecidos.

Respecto al financiamiento de Programas de Investigación y Desarrollo tecnológico, OLADE apoyaría, financiando algunas plantas piloto cuyos resultados tecnológicos serían de uso común entre los países de la región. Asimismo estaría en condiciones de asesorar en la obtención de financiamiento proveniente de entidades extraregionales, orientado a apoyar la investigación y el desarrollo tecnológico.

En cuanto a transferencia de tecnología, las acciones de OLADE estarían comprendidas en identificar las empresas de los países que requieren transferencia de tecnología para fabricar determinados equipos y que cuenten con la infraestructura adecuada para ello, identificar los potenciales compradores y proveedores de tecnología y coordinar el establecimiento de contratos de transferencia de tecnología entre los países de la región, evaluar la ejecución de los contratos y preparar estudios de ellos para difundirlos en la Región. También será conveniente que OLADE promueva la contratación de expertos de instituciones latinoamericanas, para satisfacer

los requerimientos específicos de las instituciones y países de la región, que promueva y financie el desarrollo de recursos, seminarios y exposiciones sobre temas específicos de P.C.H. y finalmente, que difunda entre los países de la región catálogos e información técnica relativos a la producción de equipos por empresas industriales de la región.

Como se ha podido detectar, existen importantes esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico en la región para el equipamiento e instalación de P.C.H., pero aún son insuficientes. Asimismo es importante que en los países latinoamericanos se establezcan políticas tecnológicas sobre PCH, en las que se definan los objetivos y alcances de la investigación tecnológica, con el objeto de que la investigación esté encuadrada dentro de un adecuado esquema institucional y organizativo, con clara definición de metas, gran flexibilidad operativa y elevada motivación en los investigadores.

Finalmente es necesario que OLADE elabore catálogos regionales relativos a instituciones y proyectos de investigación, fabricantes de equipos y potenciales proveedores de tecnología, para su difusión entre los países de la región.

3. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

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

Sin embargo, con el perfeccionamiento técnico de los motores de explosión, sus mayores eficiencias, sus cada vez menores precios de adquisición y costos de instalación con respecto a los sistemas hidroeléctricos y la vigencia del modelo energético asociado con los combustibles baratos, así como la ampliación de los sistemas eléctricos interconectados menguó el interés hacia las PCH, disminuyó el número de nuevos proyectos de inversión y se clausuraron algunas plantas, lo cual fue acompañado por una menor actividad en la investigación tecnológica y en las actividades productivas asociadas con el abastecimiento de equipos.

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

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

Es posible afirmar que en la actualidad diversas instituciones, universidades y empresas de la región, están desarrollando intensa actividad de investigación y desarrollo tecnológico y se dispone de resultados en proceso de aplicación práctica, si bien el esfuerzo realizado es aún limitado y adolece de restricciones, principalmente financieras.

También existen producciones industriales de equipos y materiales en la región, principalmente en lo que respecta a turbinas, reguladores de velocidad, generadores, tuberías, válvulas, tableros, instrumentación, materiales eléctricos y materiales de construcción, que permiten suponer que resulta posible un abastecimiento regional amplio para centrales de potencia inferiores a 500 kW., aproximadamente.

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

Como factores limitantes al desarrollo tecnológico es posible mencionar entre otros, la insuficiente valorización de la importancia de los aspectos tecnológicos por parte de las entidades responsables de la ejecución de proyectos de electrificación rural, que se refleja en una escasa utilización de tecnologías no convencionales, producto de una

concepción errónea que considera a las PCH como grandes centrales reducidas a escala, la vigencia de esquemas financieros atados al suministro de equipamiento extra regional, la frecuente ausencia de políticas nacionales que promuevan el desarrollo tecnológico y regulen la transferencia de tecnología, así como las características de la infraestructura industrial, que, en algunos países, no está adecuada para el desarrollo de la producción de equipos en forma satisfactoria.

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

3.1 INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Paralelamente a los Programas de implementación de P.C.H. los países de la región han iniciado, a través de Institutos y Universidades, programas de Investigación y Desarrollo Tecnológico de equipamiento e instalación. Así, se tiene conocimiento de algunos proyectos de investigación, que permiten presentar una imagen aproximada del 'estado del arte', tal como se señala a continuación:

- Manuales de Proyectos de Construcción. Cuyos objetivos principales son establecer metodologías de selección de diseños estandarizados de tomas, canales de conducción, cámaras de carga, desarenadores, anclajes de tuberías, cortinas o presas, casas de máquinas y cimentación de equipo. En latinoamérica existen algunos manuales de uso difundido y están en preparación algunos otros que profundizan en el tema y consideran la aplicación de tecnologías no convencionales.
- Utilización de tuberías no metálicas.- Se están desarrollando experiencias orientadas al empleo de tuberías de P.V.C., polietileno y asbesto-cemento. Existen en la actualidad varias plantas que

incorporan estos materiales en las tuberías de presión; igualmente se han desarrollado metodologías para su selección e instalación.

- Turbinas Hidráulicas.- Se han desarrollado diseños hidráulicos y mecánicos de turbinas Pelton, Michell-Banki, Hélice y Francis, orientados a la definición de series estandarizadas, selección de materiales idóneos y preparación de manuales de fabricación industrial.
- Reguladores de velocidad.- En forma semejante a las turbinas, se están desarrollando metodologías de diseño funcional y mecánico que aseguran la operación automática y estable de una central y que incluyen reguladores óleo mecánicos y eléctrico-electrónicos; se analiza su proceso de fabricación y se establecen series estandarizadas. Asimismo se están desarrollando sistemas de regulación de velocidad, que mantienen carga constante en la turbina por medio de la disipación de la energía excedente.
- Generadores eléctricos.- Se están realizando estudios para adaptar alternadores diseñados para operar con grupos electrógenos térmicos, que consideran principalmente su protección en caso de embalamiento. Asimismo se están desarrollando estudios para utilizar motores de inducción como generadores, con bancos de condensadores para operación autónoma, y en paralelo con alternadores o interconectados con sistemas eléctricos; existen algunos casos de aplicación práctica de esta tecnología.
- Transmisión y Distribución de Energía.- Se han desarrollado metodologías prácticas para seleccionar conductores eléctricos, transformadores de tensión y corriente, aisladores y accesorios de líneas de transmisión y distribución.

En el anexo No. 1 se enuncian algunas instituciones latinoamericanas que realizan actividades de investigación y desarrollo sobre P.C.H.

3.2. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

La ausencia de intercambio de información tecnológica existente entre los países latinoamericanos, ha propiciado una dependencia extra-regional que se agudiza a medida que los problemas se toman más difíciles de resolver.

En algunos casos esta dependencia es propiciada por la falta de recursos económicos que obligan al comprador a adquirir tecnología y/o equipamiento junto con la obtención de créditos, comprometiéndose además a una serie de obligaciones posteriores como son asesoramiento, refacciones, repuestos, etc.

En la región se dispone de algunas tecnologías adecuadas para su transferencia e implementación, provenientes de fabricantes de equipos o centros de investigación, principalmente en lo que respecta a turbinas, reguladores de velocidad, generadores, instrumentación y accesorios.

La adquisición de tecnología orientada a la producción de equipamiento, se ha caracterizado por su vinculación con fuentes extra-regionales, que han propiciado esquemas de dependencia que a su vez han resultado en producciones poco adecuadas a la realidad latinoamericana, limitadas al ensamblaje o fabricación restringida de componentes, escasa asimilación de conocimientos, y elevación del costo de los equipos, todo lo cual incide en una continua fuga de divisas y contribuye al estancamiento tecnológico de nuestros países, encareciendo también los proyectos de inversión.

La transferencia de tecnología entre los países de la región ha sido prácticamente inexistente, pese a que ofrece mejores posibilidades de adaptación a las condiciones particulares de cada país, mayores perspectivas de intercambio de conocimientos y condiciones económicas más ventajosas, dada la semejanza de problemas de desarrollo e idiosincracia, aun dentro de los diferentes niveles de avance tecnológico.

En la actualidad se están realizando algunas acciones de cooperación técnica mediante convenios entre instituciones regionales y aunque se trata de esfuerzos aislados, pueden servir de guía para lograr su generalización.

3.3 PRODUCCION Y SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO

A pesar de que la información disponible es limitada, se puede afirmar que en muchos de los países del área existen fabricantes locales que pueden suministrar parte del equipo menor y materiales. Se tiene información de algunos fabricantes de la región que tienen disponibles los siguientes productos:

- Tuberías PVC.- Se producen en diámetros hasta de 300 mm y presiones nominales de 15 Kg/cm^2 .
- Tuberías de Polietileno.- Se producen en diámetros hasta de 300 mm y presiones nominales de 15 Kg/cm^2 .
- Tuberías de asbesto-cemento.- Se producen en diámetros hasta de 1250 mm y presiones nominales de 56 Kg/cm^2 .
- Tuberías de acero.- Se fabrican tuberías de plancha rolada y soldada en una gran variedad de diámetros en talleres metalmecánicos. También se fabrican tuberías estandar conformadas en frio hasta diámetros de 500 mm y cédula 80.
- Accesorios para tuberías, bridas, uniones, codos, etc., pueden ser suministrados por los mismos fabricantes de tuberías.
- Válvulas.- Existen fabricantes de válvulas de compuerta y esféricas para tuberías no-metálicas y metálicas, adecuadas para prácticamente cualquier diámetro de tubería normalmente utilizado en P.C.H.
- Materiales eléctricos.- Existen en la región varios fabricantes que producen: conductores, tableros, transformadores, reguladores de voltaje, etc.

- En cuanto a los insumos normalmente requeridos tales como: cemento, varillas, planchas de acero, ejes, etc., existen industrias básicas en la región capaces de cubrir prácticamente la totalidad de estos requerimientos.

En relación al equipo electromecánico principal, existen varios fabricantes de turbinas y generadores en la región. En el caso de turbinas, algunos han logrado un merecido prestigio, mientras que otros presentan deficiencias tecnológicas, determinadas fundamentalmente por una aproximación empírica en el diseño.

Según la información disponible en la región se fabrican los siguientes equipos:

- Turbinas Pelton, Francis, y Kaplan para potencias hasta aproximadamente 500 Kw.
- Reguladores de velocidad óleo mecánicos
- Alternadores hasta de 600 Kw., si bien normalmente diseñados para funcionar con grupos electrógenos térmicos.
- Motores de inducción de potencias similares a los alternadores, para su posible adaptación como generadores.

En el anexo No. 2 se presenta una relación de algunos fabricantes de equipo y materiales, establecidos en la región.

Existen talleres e industrias con capacidad técnica suficiente para producir turbinas y diversos componentes electromecánicos empleados en P.C.H., cuya participación en este tipo de producción está limitada por factores de mercado y tecnología de diseño.

Algunos trabajos de investigación adolecen de una insuficiente orientación hacia objetivos industriales, lo cual está en parte motivado por los vínculos de dependencia tecnológica extraregionales de algunas indus

trías y la poca coordinación entre la investigación y la producción.

El abastecimiento de equipo de origen regional está también restringido por una falta de información sobre su disponibilidad y poca confianza en su calidad.

3.4. RECURSOS HUMANOS

Dado que el aprovechamiento hidroeléctrico en la región data de muchos años atrás, se cuenta con experiencias y personal que es necesario emplear para impulsar el desarrollo de tecnologías aplicables a los programas de diseño y construcción de P.C.H.

Sin embargo, como resultado de las tendencias a utilizar fuentes convencionales de energía en años anteriores, la preparación de ingenieros y técnicos se orientó principalmente hacia tecnologías aplicables a tales fuentes, descuidándose los temas relacionados con la hidro-energía. Esto, aunado a otras necesidades cuya solución se consideró más urgente, ha ocasionado una relativa carencia de recursos humanos especializados específicamente en lo que respecta a P.C.H., para las cuales no son totalmente aplicables las tecnologías existentes para grandes centrales.

Para incrementar el potencial humano en la rama de centrales hidroeléctricas, algunos países están implementando actividades de especialización y aplicación de los programas de estudios en sus Universidades y Centros Superiores.

4. METODOLOGIA PARA LA INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO

El presente capítulo tiene por objeto proponer lineamientos generales de organización de enfoques metodológicos de financiamiento y de posibles alcances y limitaciones para promover acciones nacionales de desarrollo tecnológico por parte de los países de la región.

La investigación y desarrollo tecnológico, constituyen de las herramientas fundamentales para promover y sustentar la implementación masiva de P.C.H., considerando que se trata de tecnologías maduras que requieren procesos de adaptación e innovación con características no convencionales, que permitan su adecuación a las condiciones propias de cada país, en cuanto a la naturaleza predominante de sus recursos hídricos, geografía, densidad y distribución de la población rural, disponibilidad de cuadros técnicos, infraestructura tecnológica e industrial, materiales disponibles en el país, etc.

Se considera que todo país que disponga de recursos hidroenergéticos en pequeña escala y contemple programas de implementación de P.C.H., debería realizar algún esfuerzo de investigación y desarrollo tecnológico, cuya amplitud estaría condicionada a las características y posibilidades del país, con un nivel mínimo dado por la asimilación y adaptación de las tecnologías requeridas para algunos de los elementos que conforman una Pequeña Central.

4.1. ORGANIZACION

Para la investigación tecnológica no es posible establecer un esquema organizativo único aplicable en todos los países de la región, dada la gran diversidad de situaciones existentes, en actividades de investigación, programas de construcción de P.C.H. y desarrollo industrial. Sin embargo, es posible establecer algunos lineamientos generales y esquemas organizativos alternativos, como orientación a aquellos países que tengan interés en impulsar sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

La estructura organizativa de un programa de investigación, dependerá de la amplitud y alcances de los proyectos de investigación que se quieran abordar y las características de la institución ejecutora.

En la medida en que la implementación de P.C.H. esté considerada en los planes nacionales de desarrollo, se deberá considerar también como parte del planeamiento, el desarrollo tecnológico del equipamiento, mediante políticas específicas, definición de objetivos generales y asignación de recursos; recíprocamente, las acciones específicas de investigación y desarrollo tecnológico deberán ubicarse en el contexto de los planes nacionales.

Se pueden adoptar diversos criterios institucionales para la investigación y desarrollo tecnológico, los cuales pueden ser realizados por Institutos de investigación, universidades, empresas industriales y unidades de investigación de entidades de electrificación, así como también diversas combinaciones en la asignación de responsabilidades.

Según las características de cada país en muchos casos, resulta adecuado que un instituto de investigación que cuente con los elementos organizativos, técnicos y financieros mínimos, sea el que se encargue de conducir el proceso de investigación, ejecutando determinados aspectos directamente y encargando otros, a las universidades, empresas industriales y/o otros centros de investigación, interesados en desarrollar nuevas líneas de producción.

La necesidad de asegurar un efectivo contenido multidisciplinario a la investigación y asegurar el logro de resultados prácticos, obligan a las instituciones e investigadores a mantener un estrecho contacto con las entidades de electrificación y la industria.

La definición de objetivos y metas de los programas de investigación, necesariamente estará vinculada con la amplitud de los programas de implementación de P.C.H. y las posibilidades de implementación práctica de las tecnologías desarrolladas. Desde la etapa de definición de los programas se debe considerar la forma final de los resultados de la investigación, principalmente en lo que respecta al empleo de materiales y elementos constructivos de la planta. La tecnología desarrollada frecuentemente debe tener una forma de difusión amplia de conocimientos y metodologías bajo la forma de manuales y folletos. Cuando se trata de equipos, sobre todo cuando se va más allá de metodologías de diseño y criterios de estandarización de equipos con planos de fabricación detallados, listas de materiales e instrucciones de fabricación, es necesario contemplar mecanismos de transferencia de tecnología hacia la industria. En la Fig. 1 se muestra el esquema de un programa de investigación tecnológica, que puede ser adaptado a las condiciones concretas de cada país.

La etapa de recopilación de información no debe restringirse al acopio de documentos técnicos, sino que además debe permitir la búsqueda de datos que identifiquen alternativas tecnológicas, las características del recurso hidroenergético del país según la disponibilidad de agua y la geomorfología del territorio, así como los criterios que tipifican la demanda y necesidades energéticas en el medio rural (actividad económica, grado de dispersión poblacional, magnitudes de los núcleos humanos, ubicación geográfica, etc.), en forma tal de poder definir que tipos de saltos y rangos de potencia son los que presentan las mejores perspectivas de aplicación.

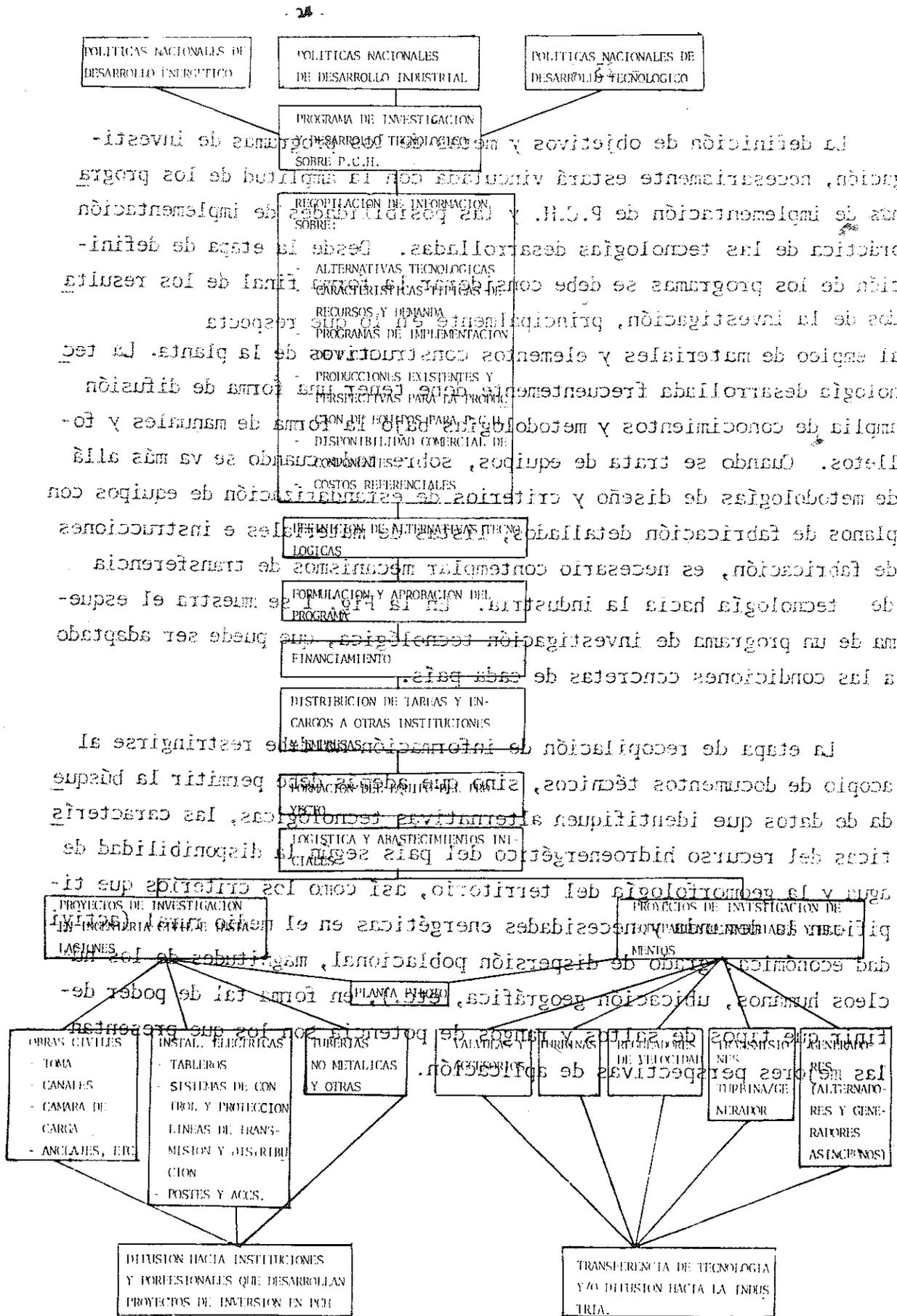


FIG. No. 1: ESQUEMA DEL PROCESO DE DEFINICION DE UN PROYECTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA SOBRE P.C.H.

Una vez definidas y seleccionadas las alternativas tecnológicas, se puede proceder a la formulación del programa definiendo sus objetivos y metas específicos e incluyendo aspectos tales como justificación y perspectivas, organización, alcances de las principales actividades y proyectos, necesidades de personal, cronograma de trabajo y presupuesto global.

El financiamiento puede tener diversos orígenes, sin embargo desde la etapa de definición del programa y en especial de los proyectos individuales, es conveniente tener una perspectiva de financiamiento bien definida para evitar la frustración de proyectos por falta de fondos, existen casos en que hubiera sido mejor plantearse metas más modestas, pero realizables con los recursos económicos disponibles.

Tal como se mencionó anteriormente, no siempre la entidad o institución responsable de la ejecución del proyecto de investigación tecnológica debe desarrollar todas las actividades directamente, ya que esto puede conducir a una duplicidad de esfuerzos e inversiones y a un deficiente empleo de capacidades tecnológicas disponibles.

Algunas partes de los proyectos, sobre todo las relativas a ensayos de laboratorio, pueden ser canalizadas hacia las universidades y escuelas técnicas.

Para algunos proyectos específicos que requieran la adaptación de producciones y diseños existentes, las empresas industriales interesadas podrán constituirse como unidades ejecutoras de la investigación.

Asimismo, bajo determinadas circunstancias, las entidades encargadas de la electrificación rural o sus unidades de ingeniería, pueden estar calificadas para desarrollar las investigaciones referentes a obras civiles e instalaciones eléctricas.

Los equipos de investigadores no necesariamente deben estar integrados únicamente por "expertos", en la mayoría de los casos se requieren de uno a dos profesionales con experiencia; el resto del equipo puede estar constituido por profesionales jóvenes con buen nivel académico. Es importante dar un carácter multidisciplinario al equipo.

Normalmente el programa se ejecuta a través de líneas de investigación o conjuntos de proyectos relacionados entre sí. Cada uno de ellos requiere de una breve pero clara formulación específica previa a su inicio. Los responsables y ejecutores de los proyectos específicos son designados ad-hoc pudiendo un mismo profesional participar en más de un proyecto.

El programa se puede dividir en dos tipos de actividades, la primera orientada a aspectos de ingeniería civil e instalaciones, cuyos resultados finales tienden a ser materia de difusión para promover la aplicación de tecnologías no convencionales entre los ejecutores de proyectos de inversión y usuarios. La segunda se refiere al desarrollo de tecnologías de diseño y fabricación de equipos y materiales cuyos resultados, dependiendo de su alcance y validez técnico-económica, así como de las políticas tecnológicas e industriales del país, podrá ser transferido hacia la industria para su implementación productiva.

Cada proyecto específico debe tener bien definida su secuencia de ejecución; en la Fig. No. 2 se muestra una metodología típica.

Para lograr una correcta administración de proyectos de investigación tecnológica, deben establecerse metas definidas y ubicadas en el tiempo, con una clara estructura presupuestal. Por otra parte no es posible eliminar los elementos aleatorios propios de la investigación, en lo que se refiere a cursos de acción y resultados específicos, que pueden llevar a una serie de tanteos y posibles fracasos parciales, que determinan reajustes de metas, presupuestos y cronogramas.

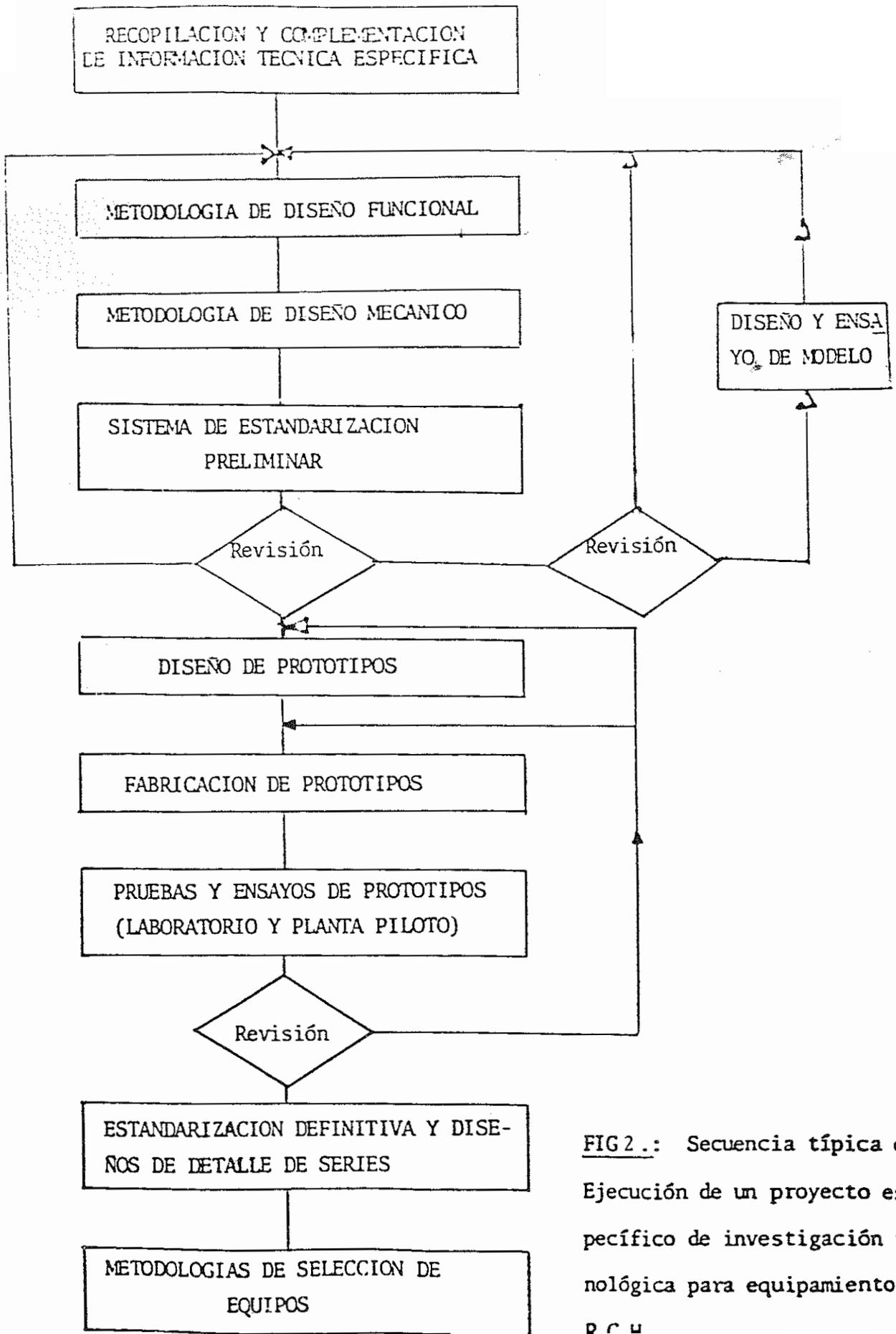


FIG 2.: Secuencia típica de Ejecución de un proyecto específico de investigación tecnológica para equipamiento de P C U

Los organizadores y administradores de proyectos de investigación deben tener una clara comprensión de las diferencias que existen con respecto a la gestión de proyectos de inversión, a fin de evitar la aplicación de metodologías, planeamiento y control, no compatibles con la flexibilidad operativa que requiere la investigación.

El principal control de los proyectos de investigación debe estar dado por el seguimiento operativo en cuanto a resultados alcanzados, tiempos de ejecución y utilización de fondos. El control administrativo debe estar íntimamente vinculado con el control operativo a fin de evitar esquemas burocráticos en los que la administración se transforme en un fin en sí.

Como se señala más adelante, desde la etapa inicial de cada proyecto es necesario definir claramente la forma y características finales de los resultados, que pueden ir desde metodologías de diseño, hasta series estandarizadas de equipos, complementadas con listas de materiales y recomendaciones para fabricación y aplicación. Esto está vinculado con los objetivos finales del proyecto en cuanto al uso de la tecnología, pudiendo considerarse desde las formas más sencillas de difusión, hasta su transferencia a la industria mediante contratos.

También es importante que, desde la definición del proyecto y durante el control de su ejecución, queden establecidas las condiciones que pudieran determinar su suspensión temporal o definitiva, a fin de evitar la prolongación de proyectos fracasados que consuman recursos y esfuerzos que pudieran ser canalizados a otros con mayores perspectivas.

Se deben establecer pautas para la elaboración de documentos e informes de cada etapa del proyecto, los cuales deberán incluir también aspectos negativos y fracasos sufridos, a fin de asegurar la continuidad y acumulación de conocimientos útiles para el programa, en forma

tal que este no dependa excesivamente de la presencia de cada investigador. También deben establecerse pautas de orientación concreta para la preparación de documentos e informes, a fin de reducir las actividades de redacción que puedan interferir con el trabajo principal de investigación.

...
...
...

4.2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

No es posible definir en forma categórica las alternativas más adecuadas para cada país, por que como se ha señalado variarán las condiciones que motiven el establecimiento de programas de investigación y desarrollo de P.C.H. Serán también diferentes las condiciones geográficas, hidráulicas, industriales, de abastecimiento de materiales y materia prima, de mano de obra, de disponibilidad de recursos humanos, de financiamientos apropiados, etc., factores todos ellos que influyen en mayor o menor grado, en la definición de las alternativas tecnológicas.

Tomando como base lo anterior, presentamos una selección de posibles áreas de interés para la investigación y el desarrollo tecnológico, indicando para ellas algunas variantes:

A) TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION

Al proponerse las P.C.H. como una forma de resolver parcialmente los problemas de desarrollo energético en el medio rural, siempre se debe contemplar el empleo de materiales y mano de obra propios de la zona, evitándose al máximo posible la aplicación de tecnologías y diseños que impliquen el transporte de materiales y personal especializado a grandes distancias, lo que redundaría en mayores costos y por consecuencia en una mayor inversión inicial.

En el caso de obras civiles, sabemos que es muy difícil recomendar soluciones tecnológicas absolutas debido a que cada proyecto específico presenta sus propias particularidades que lo diferencian de los demás, pero en general se puede decir que siempre se requieren obras de toma, conducción, desarenador, cámara de carga, tubería de presión y casa de máquinas, además de otras obras menores.

1) Obras de Toma. -

Según las condiciones topográficas y del caudal, existen diversas alternativas de solución.

Normalmente debe evitarse la construcción de cortinas o presas de almacenamiento en razón de su elevado costo con relación a las limitadas cantidades de energía por producir, sin embargo cuando se requiere aprovechar arroyos o ríos pequeños, en general es necesario realizar obras que permitan elevar el nivel del agua y asegurar su abastecimiento; estas obras se denominan, según los países, bordos, soleras o umbrales.

Para las obras mencionadas se puede investigar sobre el empleo de diversos tipos de materiales, algunos de ellos poco convencionales tales como gaviones, sacos de suelo-cemento, table-estacas, estacas y rocas, etc.

La obra de toma puede situarse sobre el cauce o lateralmente, generalmente en una disposición denominada "a filo de agua"

Usualmente se emplea mampostería para la construcción de las obras de toma, si bien se puede experimentar con el empleo de diversos materiales no convencionales y aún con construcciones de tipo artesanal, principalmente aplicables al caso de canales de regadío.

Es posible desarrollar diseños básicos de tomas semi-estandarizadas que permitan simplificar las labores de ingeniería de proyectos de inversión y estandarizar algunos accesorios tales como compuertas y rejillas. También merece considerarse el desarrollo de diseño de boca-tomas de caudal constante.

2) Conducción. -

La conducción desde la obra de toma hasta la cámara de carga usualmente se realiza mediante un canal, si bien en determinados casos se pueden emplear tuberías.

El desarrollo tecnológico se puede orientar al estudio de alternativas en cuanto a materiales, tales como mampostería de piedra y tabique, suelo cemento, madera. También se pueden desarrollar criterios de utilización de canales de regadío para fines de generación estableciendo criterios de compatibilidad en el uso del agua así como implicaciones del acarreo de sólidos en canales de tierra.

Igualmente es posible lograr una relativa estandarización de diseños básicos que simplifiquen las labores de ingeniería en proyectos de inversión, así como desarrollar métodos de evaluación y ampliación de canales existentes que faciliten la ejecución de trabajos con un mínimo de supervisión.

3) Desarenador.-

Estas estructuras juegan un papel importante, pues si no se eliminan al máximo los sólidos en suspensión, la vida útil de la turbina se verá notablemente disminuída. Por lo general se tendrán problemas de arrastres de sólidos por tratarse de arroyos o canales de tierra, y es por consiguiente recomendable dedicar una investigación intensiva a éste problema, tanto en lo relativo a diseños que tomen en cuenta el problema de limpieza cuya solución sea sencilla, como en lo referente a materiales. Se puede trabajar con adobe, piedra y tal vez con ferrro-cemento y suelo-cemento. En el caso de empleo de canales de tierra se deben estudiar alternativas de desarenado en la cámara de carga.

4) Cámara de Carga.-

El estudio de esta estructura debe contemplar diferentes alternativas, como son: cámaras que únicamente alimenten a la central o que además sirvan para alimentar canales de riego, se contempla la obra de excedencia como una parte importante. En el caso de los materiales también merece investigarse la utilización de ferro-cemento, suelo-cemento, prefabricados en asbesto-cemento y otros materiales no convencionales.

5) Rejillas y Compuertas. -

Estos elementos, dada su importancia en el manejo del agua, merecen también atención del investigador. Se pueden construir utilizando barras redondas de madera o de placa de acero, según sus dimensiones. Se pueden operar manual o mecánicamente y es necesario orientar la investigación a su estandarización. También se puede considerar el empleo de rejillas de acero prefabricadas.

6) Casa de Máquinas. -

El diseño de las casas de máquinas debe contemplar también su estandarización para diferentes tamaños y número de turbinas, considerando áreas de circulación y montaje y desmontaje de equipos. Puede incluirse un pequeño taller electromecánico para pequeñas reparaciones. De preferencia los materiales por emplearse deben ser aquellos disponibles en la zona, por ejemplo: adobe, madera, piedra, teja, etc. También pueden considerarse estructuras semi-prefabricadas en ferrocemento.

Los diseños básicos de cimentación y la descarga de agua de las turbinas, deben considerarse desde la etapa de desarrollo tecnológico de las turbinas; a título ilustrativo se puede mencionar que las turbinas Michell-Banki y Pelton requieren una salida suficientemente amplia para evitar inundarlas; en cambio para las turbinas Francis o Kaplan se debe procurar lo contrario.

7) Tuberías de Presión

Tradicionalmente se emplean tuberías de acero al carbono, utilizándose tubos estandar conformados en frío y soldados en los diámetros menores, y tubería rolada y soldada para los diámetros mayores, dependiendo de la disponibilidad de las primeras en cada país. El principal problema asociado al empleo de tuberías de acero está dado por su elevado costo y dificultad de transporte e instalación en zonas apartadas de difícil acceso y pronunciados accidentes geográficos.

Merece considerarse el empleo de tuberías no metálicas como una alternativa que permite lograr apreciables reducciones en los costos de adquisición e instalación de tuberías de presión, dependiendo de las características y disponibilidad de su abastecimiento en cada país, lo cual demanda investigar las particularidades tecnológicas de su aplicación.

Las tuberías de PVC, además de su menor precio con respecto a las tuberías de acero que pueden ser del orden de la mitad o la tercera parte, tienen como ventaja su reducido peso que disminuye los costos de transporte acarreo y anclajes, pueden ser instaladas en poco tiempo al acoplarse los tramos por medio de espiga y campana unidas con pegamento, presentan fácil adaptación al perfil del salto debido a su gran flexibilidad y reducidas pérdidas de carga dada la poca rugosidad de su superficie interior. Sus principales limitaciones están dadas por su relativa fragilidad que se incrementa con la exposición a la radiación solar lo que demanda instalar las tuberías enterradas o dotarlas de una adecuada protección superficial.

Las tuberías de polietileno si bien son más costosas que las de PVC, tienen la ventaja de poder obtenerse en tramos continuos de cualquier longitud y pueden soportar considerables deformaciones, lo que facilita su transporte e instalación, eliminando la necesidad de nivelaciones precisas del perfil de la caída y reduciendo los requerimientos de anclajes; tienen además una buena resistencia al impacto y soportan satisfactoriamente la radiación solar. Sin embargo la unión de tramos requiere coples especiales de acero que demandan una cuidadosa instalación, lo que determina un incremento de los costos y eleva las pérdidas de carga en el tubo.

También puede considerarse el empleo de tuberías de asbesto-cemento, principalmente para diámetros mayores. Sus principales ventajas están dadas por su bajo costo, aún menor que el de tuberías de PVC equivalentes, se adecúan bien al perfil del salto, no requieren juntas de

expansión porque las uniones están diseñadas con ese fin y determinan reducidas pérdidas de carga. Sus principales limitaciones están dadas por su relativo mayor peso y fragilidad que hacen conveniente instalarlas enterradas.

También se puede considerar el empleo de tuberías en otros materiales tales como fibra de vidrio y madera, dependiendo de su disponibilidad y costo, así como ferro-cemento para pequeñas caídas y grandes diámetros.

Para estudiar la utilización de tuberías no metálicas en PCH, deben contemplarse las siguientes pautas:

- a) Información general sobre las tuberías no metálicas de fabricación local que presenten mejores perspectivas de utilización, incluyendo:

- Capacidad de producción.
- Diámetros y longitudes comerciales.
- Presiones máximas de operación.
- Pesos unitarios.
- Características de sus accesorios.
- Costo de los tubos y sus accesorios.
- Características mecánicas.
- Características hidráulicas.

- b) Ensayos en laboratorio para verificar y complementar las características mecánicas e hidráulicas, principalmente en lo referente a:

- Deflexiones máximas permitidas.
- Esfuerzos máximos permitidos.
- Pérdidas de presión.
- Resistencia al impacto.
- Módulo de elasticidad de los materiales.
- Hermeticidad de las uniones.

- Dilatación térmica .
- Envejecimiento y vida útil; resistencia a la radiación solar.

c) Definición de tecnologías de instalación, determinando:

- Sistemas de montaje más adecuados.
- Instalación bajo tierra o superficial; tipo de protección
- Diseño e instalación de las uniones; pegamento en caso de P.V.C., anillos en caso de asbesto-cemento y coples o soldadura en el caso de polietileno.
- Diseño de anclajes y distancias entre ellos; metodologías
- Metodologías de selección .

d) Selección de las alternativas más económicas y factibles de utilizar según los datos obtenidos en las pautas anteriores, para su verificación final en planta piloto; ajuste de metodologías.

e) Elaboración de documentos de difusión de las experiencias obtenidas y de una metodología práctica de selección de tuberías y diseño de instalaciones.

3 -) Turbinas Hidráulicas y Regulador de Velocidad.-

El desarrollo tecnológico de turbinas hidráulicas y reguladores de velocidad debe adaptarse a la capacidad industrial y comercial de cada país, principalmente en lo que respecta al abastecimiento de materiales y la fabricación de componentes de máquinas.

La secuencia metodológica que se recomienda seguirse inicia con el diseño funcional o hidráulico complementado con el diseño mecánico, para luego establecer series estandarizadas preliminares de turbinas y reguladores, las cuales serán perfeccionadas a la luz de las experiencias que se obtengan durante la fabricación y ensayo de prototipos. En los

casos en que la información técnica relativa al diseño de alguno de los componentes de la turbina o regulador sea insuficiente, se justifican pruebas de modelos de laboratorio, que luego de algunos ensayos, permitan definir los parámetros buscados.

A continuación se dan algunas pautas que se deben considerar en el desarrollo tecnológico.

1) Turbinas Hidráulicas

El desarrollo tecnológico debe orientarse a obtener turbinas confiables, de reducido costo, con adecuados niveles de eficiencia y un aceptable período de operación, utilizando los materiales y productos de abastecimiento local. Obviamente estos requerimientos a veces contradictorios, deben compatibilizarse para encontrar una combinación optimizada de acuerdo con las condiciones de cada país.

La metodología de desarrollo tecnológico de turbinas hidráulicas debe contemplar:

- a) Recopilación de información general sobre las características geomorfológicas e hidrológicas del país, con la finalidad de seleccionar los tipos de turbinas que mejor se adecúen a las mismas, considerando prioritariamente las turbinas de acción, dado que permiten alcanzar mejores eficiencias a cargas parciales y son menos costosas que las turbinas de reacción. A continuación señalamos algunas consideraciones tecnológicas que merecen tomarse en cuenta en la definición de la investigación y desarrollo de turbinas.

La turbina Michell-Banki, es la que tiene mayor simplicidad de diseño y construcción, además es la turbina de menor costo, opera con saltos y caudales medianos (rango intermedio de velocidades específicas). Puede ser de construcción soldada aún en los tamaños más pequeños.

- La turbina Pelton opera con saltos relativamente grandes y caudales pequeños (baja velocidad específica) sus eficiencias son moderadamente altas y varían poco en función de la carga. Son máquinas de bajo costo.
 - Las turbinas Francis operan en condiciones semejantes a las turbinas Michell-Banki, se pueden alcanzar elevadas eficiencias, su construcción es más compleja y costosa que las anteriores, además para pequeñas capacidades presentan riesgos de obstrucción de las secciones de paso.
 - Las turbinas de Hélice y Kaplan, operan con grandes caudales y saltos muy reducidos, se utilizan para velocidades específicas elevadas, por encima del rango de aplicación de turbinas Francis y Michell-Banki. Las turbinas Kaplan permiten alcanzar elevadas eficiencias con una característica uniforme a carga variable, pero su costo es elevado debido a la necesaria regulación de las paletas, la turbina tipo Hélice, con paletas fijas tiene un costo notablemente menor pero su eficiencia se reduce considerablemente fuera de su punto óptimo de operación; en este caso merece considerarse su regulación a carga constante. Merece estudiarse el desarrollo de diseños de turbinas tipo "tubo" como una variante constructiva interesante.
- b) Determinación de la metodología de diseño hidráulico y mecánico de las turbinas seleccionadas, considerando un análisis teórico para determinar los parámetros principales que intervienen en el diseño de la turbina y que permitan establecer una serie preliminar de turbinas estandarizadas que incluyan diseños de detalle y de montaje, la intercambiabilidad de componentes, la funcionalidad de los elementos móviles y características de la descarga de la turbina.

- c) Diseño y fabricación de prototipos. Para este fin conviene seleccionar una o más turbinas de la serie estandarizada, proceder a la elaboración de los planos de fabricación considerando las condiciones de producción, en coordinación con un taller industrial, que se encargue de la fabricación de los prototipos y realizar las modificaciones constructivas necesarias de acuerdo con el proceso de fabricación que se adopte prestando especial interés en la selección de materiales que resistan la abrasión y corrosión, así como analizar las implicaciones productivas de la fabricación de elementos con base en plancha y soldadura o con base en fundición. Las turbinas Mitchell-Banki se pueden fabricar con planchas dobladas y soldadas; para las turbinas Pelton se deben determinar los materiales fundidos que mejor se adaptan a las cucharas e inyector; en las turbinas Francis y hélice deben considerarse materiales fundidos para los rodetes, álabes, directrices y carcasa.

- d) Ensayo de prototipos.- Debe establecerse un programa de pruebas sistemático que permita determinar las velocidades óptimas de operación y las características de funcionamiento a carga parcial con velocidad constante, lo cual servirá para corregir y perfeccionar la metodología de diseño.

- e) Con la evaluación de los ensayos se definirá la serie estandarizada de turbinas, en la cual se plasmarán todas las experiencias obtenidas en la metodología de diseño, fabricación y ensayos.

2) Reguladores de Velocidad

El desarrollo de proyectos de investigación sobre reguladores de velocidad, debe orientarse a obtener elementos de alta confiabilidad, que garanticen una operación estable y automática de la central y definir una serie de reguladores estandar adecuados a las turbinas estandarizadas que desarrollen.

En P.C.H. normalmente se pueden considerar dos alternativas de reguladores de velocidad; reguladores electrico -electrónicos y reguladores óleo-mecánicos. Adicionalmente existe otra alternativa para regular la velocidad de la turbina, mediante adición de cargas eléctricas resistivas para operar la turbina con apertura constante del distribuidor o inyector. Merecen investigarse los tres tipos de regulación señalados; a continuación se señalan algunas características.

a.- Regulador de velocidad electrico-electrónico.- Está conformado por un dispositivo electrónico que capta las variaciones de velocidad de la turbina, reflejadas en la frecuencia de generación que ocurre al aumentar o disminuir la carga de la central y un motor eléctrico que acciona un mecanismo que produce la apertura o cierre de la válvula reguladora de flujo de la turbina, al girar en uno u otro sentido.

La principal ventaja de este regulador radica en su bajo costo y se estima que el dispositivo electrónico tiene un valor aproximado de 250 dólares, su costo varía muy poco para cualquier tipo de turbina y potencia de generación, siendo los únicos costos variables el del motor eléctrico y el del sistema mecánico del accionamiento.

b.- Regulador de velocidad oleo-mecánico.- Cuenta con un órgano sensible a las variaciones de velocidad que generalmente es un péndulo centrífugo, un órgano de amplificación provisto de una válvula distribuidora de aceite a presión y un servomotor, un sistema de compensación y retroceso cuyo objeto es dar estabilidad a la velocidad del grupo, una bomba de engranajes o paletas deslizantes como fuente de presión y dispositivos de maniobra para accionar la válvula reguladora de caudal de la turbina. Por su elevado costo en determinadas circunstancias, puede ser descartado principalmente para su empleo en instalaciones de potencia muy reducida.

c.- Regulador de velocidad con disipación de Energía.- Está conformado por un dispositivo electrónico que capta la variación de frecuencia

que se produce al aumentar o disminuir la carga de la central conectando un disipador de carga con base en resistencias eléctricas, lo que permite operar la turbina con apertura constante. Constituye una alternativa bastante económica principalmente para potencias muy reducidas y velocidades específicas altas que requieran el empleo de turbinas tipo hélice.

c) Generadores Eléctricos

En los países de la región existen alternadores usados comunmente en grupos electrógenos térmicos, cuyos diseños pueden ser adaptados para generación de turbinas hidráulicas, estudiando y aplicando sistemas de protección en caso de embalamiento, para lo que se recomienda hacer énfasis en lo referente a reguladores de tensión y refuerzo del embobinado. Así mismo, por razones económicas es conveniente utilizar alternadores de 2 ó 4 polos. También conviene el emleo de sistemas de transmisión entre la turbina y el generador para optimizar las posibilidades de estandarización; para las potencias más reducidas merecen considerarse las transmisiones por fajas o bandas.

Los motores de inducción pueden adaptarse como generadores. Esta alternativa puede ser estudiada tanto para operación autónoma del generador o en paralelo con un alternador. En el primer caso se deben desarrollar sistemas de excitación adecuados empleando bancos de condensadores.

D) Transformadores

La tecnologías para diseño y construcción de transformadores se encuentran muy difundidas, por lo tanto, si se desea promover tecnologías en este campo no será en relación con su aplicación a P.C.H. y más bien corresponderá a una alternativa global de desarrollo. Su aplicación en P.C.H. se restringe a los rangos de potencias mayores que

requieran la distribución de energía a distancias que superan los límites de la transmisión a baja tensión.

E) Subestación

La tecnología de diseño de subestaciones está muy difundida a nivel de la región para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas- Cabe la posibilidad de estudio de la utilización de subestaciones en P.C.H. con el fin de tener una baja tensión estandarizada.

F) Líneas de Transmisión

En este campo deben investigarse las alternativas que se presentan con respecto al voltaje de transmisión (baja y media tensión), de acuerdo con la distancia entre la PCH, la carga y las condiciones específicas de cada caso, se debe establecer una serie de normas que faciliten su selección.

Para los postes conviene estudiar el empleo de los materiales disponibles en las zonas de aplicación y de acuerdo con ello, desarrollar tecnologías apropiadas para su utilización.

Para los demás elementos de las líneas de transmisión, dada su disponibilidad en la región, convendría que la investigación se limitara a definir metodologías de selección.

E) Interconexión de PCH a otros sistemas.-

La interconexión de PCH, a sistemas mayores puede ser económicamente factible en algunos casos, por lo que resulta conveniente investigar esta alternativa para su aplicación en zonas donde exista servicio eléctrico, teniendo en cuenta la magnitud de la corriente de corto circuito del sistema que es base fundamental para la interconexión de media y baja tensión. Para estos casos se puede considerar la alternativa de trabajo en paralelo de generadores síncronos.

4.3. APLICACION DE RESULTADOS.-

La investigación tecnológica debe tener una perspectiva de aplicación práctica a corto o mediano plazo, por lo que es fundamental establecer los caminos adecuados mediante los cuales se pueda pasar de la fase de investigación a la de implementación de resultados.

Desde la etapa de formulación de los proyectos de inversión debe quedar claramente definido lo siguiente:

- Resultados que se espera alcanzar .
- Nivel de detalle de los resultados, sean metodologías, manuales, planos de detalle de series estandarizadas, etc.
- Alternativas para difundir y aplicar las tecnologías desarrolladas según los resultados que se alcancen .
- Relaciones con la industria, usuarios y ejecutores de proyectos de inversión durante la ejecución del proyecto de investigación en cuanto a la aplicación de resultados, aún en etapas intermedias de ejecución.

Una correcta orientación del proyecto en cuanto a sus resultados finales y su aplicación, permite evitar que se desperdicien los esfuerzos de investigación y los recursos económicos empleados en proyectos que en sí pueden ser válidos, pero por no haber tenido metas precisas de aplicación de resultados, pueden terminar en conjuntos desarticulados de documentos que rápidamente pasan al olvido en archivos y bibliotecas.

Si bien un proyecto de investigación en P.C.H. constituye una excelente oportunidad para la realización profesional de los investigadores que participan en él, es importante que los ejecutores del proyecto actúen como un equipo integrado en el que todos son necesarios y ninguno indispensable convencidos al mismo tiempo que todos los resultados parciales, aún aquellos fracasados, deben quedar debidamente documentados. También debe crearse

conciencia de "objetivo" o sea que es necesario alcanzar determinados resultados, con un nivel de detalle definido y dentro de los plazos y recursos asignados. Aparte de estas restricciones, el investigador debe sentirse libre para desarrollar sus ideas y sus posibles soluciones a los problemas que se presenten, aplicando creadoramente sus conocimientos e imaginación.

La definición de qué proyectos o que parte de ellos deben orientarse hacia resultados que permitan una aplicación industrial directa y aquellos que sean materia de difusión solamente, depende de muchos factores tales como los recursos asignados, la disponibilidad de profesionales y técnicos y la política tecnológica e industrial del país; sin embargo se pueden establecer algunos lineamientos generales que encaminen esta decisión:

A) Resultados orientados a la transferencia de tecnología.-

Generalmente pueden ser materia de transferencia tecnológica las investigaciones relacionadas con equipamiento (turbinas, reguladores de velocidad, generadores, etc.), siempre que los resultados tengan un nivel suficiente de profundidad que permita su utilización directa para desarrollar líneas de producción industrial, para lo cual se requiere, en línea de máxima, lo siguiente:

- Metodologías de diseño.
- Planos de fabricación detallados de series estandarizadas o semi-estandarizadas, considerando un máximo de intercambiabilidad de componentes.
- Lista de materiales y accesorios.
- Instrucciones de fabricación y montaje.
- Metodologías de selección y recomendaciones sobre instalación, operación y mantenimiento, que sirvan de base para catálogos técnico-comerciales, instrumentaciones de operación, mantenimiento y servicios de reparación y abastecimiento de repuestos.

Según los casos específicos, estos requerimientos pueden tener un alcance más limitado y serían complementados por el fabricante mismo.

La metodología de transferencia de tecnología a las empresas industriales depende de las políticas gubernamentales e instituciones de cada país, así como del valor estimado de la tecnología, su nivel de acabado y la actitud de los posibles receptores. Como ilustración se presentan algunas variantes:

- Venta de la tecnología a empresas industriales .
- Asignación de la tecnología a empresas industriales con el compromiso de desarrollar la producción y asegurar el abastecimiento de equipos en plazos dados.
- Apropiación directa de la tecnología por la empresa industrial; este es el caso de aquellas tecnologías desarrolladas por las empresas mismas, como parte de un programa de investigación.
- Libre acceso al paquete tecnológico a través de centros de información técnica.

B) Resultados orientados a la difusión de tecnología.-

En este caso generalmente están comprendidas las tecnologías relativas a construcción e instalaciones, tales como el empleo de materiales no convencionales, (ferro-cemento, suelo-cemento, adobe estabilizado, etc.)

También pueden incluirse en este caso metodologías de utilización de tuberías en materiales no convencionales (asbesto-cemento, PVC, polietileno, etc.) y el empleo de elementos no fabricados específicamente para P.C.H.

Igualmente, en el caso de equipos cuya investigación se haya orientado solamente hacia el desarrollo de metodologías de diseño y criterios de estandarización o también cuando se trate de diseños detallados para fabricaciones de tipo artesanal, la tecnología puede tomar una forma de di-

difusión sin acciones de transferencia específicas.

A continuación señalamos algunas modalidades de difusión:

- Elaboración de manuales, generalmente aplicables a orientación técnica para proyectos de inversión que contemplen el empleo de tecnologías no convencionales. Pueden ser integrales o específicos para determinadas aplicaciones, como por ejemplo tuberías no metálicas, postes de madera, etc. También puede tratarse de manuales de diseño y construcción de equipos de fabricación artesanal.
- Documentos especializados sobre resultados específicos de la investigación.
- Metodologías de selección de materiales.
- Folletos ilustrativos.
- Manuales de usuarios.
- Audiovisuales.

Es importante definir hacia que público se destinan los documentos a fin de determinar los tipos de impresión, tirajes, formas de distribución y si se pretende recuperar en alguna medida las inversiones en publicación.

4.4. RECURSOS HUMANOS

Como ya se ha mencionado anteriormente la preparación y disponibilidad de recursos humanos es uno de los aspectos que más atención merecen para definir las perspectivas y alcances de la investigación y desarrollo tecnológico en cada país. Para el caso que nos ocupa se distinguen cuatro grupos principales de recursos humanos, cuyas características de formación son diferentes en función de su grado de preparación:

- Investigadores, encaminados hacia el estudio y experimentación para el desarrollo tecnológico y que desarrollan sus actividades en centros de investigación, universidades y empresas.
- Ingenieros, Técnicos y Operarios calificados para la fabricación industrial de equipamiento.
- Ingenieros y técnicos de diseño para la ejecución de proyectos de inversión;
- Ingenieros, Técnicos y Operarios calificados para la construcción, montaje y operación de P.C.H.

En esta ocasión se hace referencia únicamente a los casos relacionados con la investigación y desarrollo tecnológico y fabricación de equipos, en el marco de los alcances del presente documento.

A continuación se señalan algunas actividades de capacitación que pueden contribuir a la creación y actualización de cuadros técnicos especializados que hagan factible el desarrollo tecnológico y la producción de equipamiento para PCH., las cuales están siendo ya desarrolladas en algunos países de la región.

A) Cursos de Post-grado.-

Es necesario diseñar currícula que se adapten a las necesidades de la región. De igual manera es preciso estudiar la factibilidad de concentrar esfuerzos en cuanto a instalaciones y laboratorios en las instituciones de la región que estén más avanzadas en este campo.

B) Cursos especializados

Normalmente están dentro de las posibilidades de cualquier universidad, pues se trata de cursos sobre actividades específicas incluidas en los programas de estudio de las carreras de Ingeniería pero abordadas con una mayor profundidad y detalle. Para desarrollarlos se puede disponer de profesores de la misma Universidad, de Especialistas extranjeros invitados o bien una combinación de ambas alternativas.

Entre otras, principalmente se debe hacer énfasis en algunas materias tales como Hidráulica, Máquinas Hidráulicas, Control y automática, máquinas eléctricas, sistemas eléctricos, Planeamiento y evaluación de Proyectos para PCH., etc. Dentro de esta alternativa también se debe mencionar la posibilidad de enviar personal al extranjero, incluso en el ámbito regional, tanto en forma independiente como formando parte de un intercambio, ya sea para asistir a cursos de especialización o para participar en actividades de entrenamiento en centros de investigación.

C) Modificación de Programas de Enseñanza

No se pretende plantear un cambio radical, sino más bien una ampliación o un mayor énfasis en las materias impartidas que estén relacionadas con P.C.H., o aún más, incluir algunas materias adicionales que cubran aspectos importantes relativos al tema.

Con el objeto de lograr mejores y más rápidos resultados, es importante relacionar las actividades académicas con las de las instituciones de investigación, fabricantes e instituciones encargadas de la realización de los proyectos de inversión.

Como un medio para reforzar los cuadros de preparación y/o actualización de los recursos humanos, es también recomendable propiciar la participación del personal técnico en foros de intercambio y exposición de trabajos y experiencias, para lo cual es necesario impulsar el desarrollo de seminarios y congresos.

En el desarrollo de eventos, se debe cuidar de no caer en el comercialismo, el cual frecuentemente es propiciado por fabricantes extra-regionales que acuden a tales foros no con el objeto de presentar sus tecnologías sino más bien con el de abrir o ampliar sus mercados. Es por tanto recomendable promover principalmente la participación de investigadores, ingenieros y técnicos, pertenecientes a Institutos, Universidades e Instituciones interesadas en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La participación de fabricantes de equipamiento es conveniente siempre y cuando tenga un carácter exclusivamente técnico, de aporte de tecnología factible de difundir y no se constituya en el elemento orientador de las actividades y resultados del evento.

4.5. FUENTES DE FINANCIAMIENTO. -

La carencia de recursos económicos destinados a la investigación es uno de los principales factores limitantes para el desarrollo de tecnología.

La investigación tecnológica debe ser considerada como una inversión destinada a contribuir al desarrollo futuro de un país. A parte de las limitaciones propias de la economía de la mayor parte de los países de la región, frecuentemente se encuentran dificultades para la dotación de recursos para la investigación, debido a una insuficiente comprensión de la importancia del desarrollo de tecnología.

La investigación aplicada a P.C.H. presenta las siguientes ventajas:

- Requiere recursos económicos muy limitados en comparación con el valor de las tecnologías que se pueden desarrollar.
- Es posible lograr resultados aplicables en plazos reducidos.

En orden de importancia la estructura de costos de la investigación tecnológica sobre P.C.H. puede descomponerse en la siguiente forma:

- Planta piloto.
- Prototipos de equipamiento.
- Instrumentación y herramientas.
- Personal y servicios.

La financiación requerida para un programa de investigación, depende del número y alcances de los proyectos, y de la naturaleza de la investigación.

Es posible reducir los requerimientos presupuestales directos acudiendo a diversas combinaciones de fuentes de financiamiento y participación mancomunada de los esfuerzos, gastos y resultados de la investigación con otras instituciones, tal como se señala más adelante.

A) Financiamiento Nacional.-

Se pueden identificar diversas fuentes de financiamiento utilizables en diversas combinaciones, según la naturaleza de las investigaciones y del marco legal establecido:

- Aportes presupuestales del estado asignados a instituciones de investigación o universidades para proyectos específicos.
- Tributos y aportes de empresas industriales hacia entidades de investigación, donde la legislación nacional así lo establezca.
- Asignación de proyectos específicos del programa a empresas industriales para su ejecución, en este caso las empresas asumirían los costos de la investigación y usufructarían los resultados en cuanto a su utilización industrial.
- Cooperación con empresas industriales en aspectos parciales de proyectos específicos, principalmente en lo que respecta a la construcción de prototipos, esta cooperación frecuentemente estaría asociada con prioridades o compromisos de transferencia de tecnología para ulterior producción industrial.
- Cooperación con entidades de electrificación para la financiación de plantas piloto y aún del equipamiento, como parte de proyectos de inversión en P.C.H. Esta es una de las formas más interesantes y prometedoras de financiamiento de la investigación, ya que se pueden aprovechar fondos asignados a la inversión.

- Prestación de servicios de ingeniería y asesoramiento de las instituciones de investigación hacia entidades de electrificación o empresas autoproductoras de electricidad, para desarrollo de proyectos, evaluaciones, pruebas de plantas y desarrollo de proyectos sobre actividades productivas en el medio rural.
- Donaciones, este caso resulta aplicable principalmente a programas conducidos por universidades.

B) Financiamiento Externo.-

El financiamiento externo puede constituir una parte del financiamiento requerido para la investigación pero no es recomendable depender exclusivamente de él. Según los tipos de fuentes se consideraran dos casos:

- Entidades internacionales; pueden constituir una importante fuente de aporte de recursos, principalmente en lo que respecta a asistencia técnica. Es importante definir correctamente los requerimientos de asistencia para su adecuado aprovechamiento. Complementariamente se pueden conseguir recursos adicionales para financiar prototipos e instrumentación.
- Asistencia bilateral: generalmente está relacionada con convenios de país a país. Este tipo de ayuda algunas veces está asociada a la promoción de la venta de equipos o tecnología en forma encubierta, por lo tanto no siempre resulta conveniente para impulsar el desarrollo tecnológico.

5. RECOMENDACIONES RELATIVAS A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Dependiendo 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 será necesaria la transferencia de tecnología de otros países.

Se puede considerar como Transferencia de Tecnología diversas modalidades de transmisión de conocimientos, utilizables en la producción, que van desde asistencia técnica y suministro de información hasta la entrega de paquetes tecnológicos completos para implementar líneas de producción, incluyendo planos detallados instrucciones de fabricación montaje y servicios técnicos.

Dado que los aspectos generales de asistencia e información técnica también están incluidos como elementos de insumo para el proceso de desarrollo tecnológico, el presente capítulo se refiere a la transferencia de tecnologías principalmente como el proceso de venta de paquetes tecnológicos para la producción industrial de equipos bajo la modalidad de otorgamiento de licencias.

La mayor parte de los países de la región disponen de su propia legislación en materia de transferencia de tecnología, en consecuencia no resulta posible establecer pautas específicas sobre el particular sino más bien proponer recomendaciones generales con respecto a la transferencia de tecnología para la fabricación de equipamiento para P.C.H.

Se pueden distinguir dos casos principales de transferencia de tecnología que merecen ser diferenciados entre sí: la transferencia intra-regional entre países de latinoamérica y la transferencia extra-regional, que involucra a países externos a la región en calidad de cedentes y

a países latinoamericanos en calidad de receptores.

Se considera conveniente promover la transferencia intra-regional de tecnología en la medida en que pueda sustituir a las fuentes externas, a fin de ampliar la cooperación regional, reducir la dependencia tecnológica, emplear tecnologías acordes con la realidad latinoamericana y reducir los gastos por concepto de regalías.

5.1. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EXTRA-REGIONAL

En muchos casos es necesario recurrir a la transferencia de tecnología de origen extra-regional cuando no es posible disponer de otras fuentes, sin embargo frecuentemente no se consideran alternativas regionales por deficiencias de información y comunicación sobre las disponibilidades en Latinoamérica.

Con el fin de lograr un desarrollo tecnológico acorde con las características y capacidad industrial de un país, es conveniente limitar la transferencia 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.

En todo caso, la transferencia 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. Se debe organizar de tal forma que constituya un aporte real a ese desarrollo, al permitir la asimilación de conocimientos por parte de los técnicos nacionales. También es necesario evitar el encubrimiento de transferencia de tecnología y asistencia técnica con fines comerciales que sólo busquen el otorgamiento de licencias de exclusividad bajo la apariencia de programas de asistencia bilateral.

La adquisición de tecnología resultará justificada cuando la complejidad de los equipos o de algunas de sus partes sobrepasen la capacidad de desarrollo del país. Debe limitarse a aquellos elementos que sean necesarios y que no puedan diseñarse y/o fabricarse en el país sin apoyo externo, no debiéndose aceptar restricciones que obligen 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. Deben considerarse favorablemente las tecnologías adecuadas al nivel de desarrollo industrial y tecnológico del país que utilicen predominantemente materia prima y mano de obra local.

Los contratos de venta 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, deben evitarse también las restricciones en cuanto al ámbito del mercado de colocación de productos y no deben aceptarse obligaciones de comprar materia prima a determinado proveedor, quedando en libertad para recurrir al mercado si pueden obtenerse condiciones más favorables.

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 transferencia de tecnología y que la legislación tienda a limitar la imposición de cláusulas restrictivas de los proveedores extraregionales.

En el caso de P.C.H., se estima que será necesario adquirir tecnología extra-regional para desarrollar la producción del equipamiento electromecánico principal (turbinas, reguladores y generadores) para centrales con potencias superiores a 1000 Kw. por unidad.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA INTRA REGIONAL

La transferencia intraregional de tecnología está referida a la venta e intercambio tecnológico entre los países de la región, la cual es necesario promover como alternativa a la adquisición de tecnología extraregional.

La emisión de documentos técnicos y su difusión en la región es una forma elemental y viable de promover la transferencia de tecnología, siendo necesario que las instituciones o empresas que están desarrollando tecnología en la región, establezcan sistemas de intercambio de documentación técnica.

También se puede concebir la asistencia técnica a nivel regional, como una forma de transferencia de tecnología, se puede a través de convenios de cooperación técnica entre entidades o empresas de diferentes países de la región. Esta asistencia técnica puede establecerse en forma de prestación de servicios, intercambio de profesionales para capacitarse en áreas complementarias o acompañada de una transferencia de tecnología de equipos. Se debe considerar la disponibilidad de profesionales especializados, recursos de financiamiento y posibles incentivos para promover la cooperación, considerando que la asistencia técnica a nivel regional tiene un menor costo que la extraregional, facilita las comunicaciones y se adecúa mejor a los requerimientos de los países.

Respecto a la transferencia de tecnología para la fabricación de equipos, entre los países de la región, deben considerarse criterios más flexibles que los que conviene establecer para las tecnologías extraregionales. Una forma de propiciar la transferencia de tecnología en la región consiste en estimular al país vendedor y proteger al país comprador, principalmente en lo que respecta a plazos de duración del pago de regalías y al ámbito del mercado de colocación del producto.

6. PRODUCCION Y SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO

Debido principalmente a que los países de la región se encuentran en diferentes niveles de desarrollo tecnológico, no es posible proponer criterios uniformes para promover la producción de equipos. Los programas de producción de equipamiento para P.C.H. de cada país deben orientarse hacia aquellos elementos cuyo tamaño y tipo encuadren dentro de la infraestructura productiva existente. Es decir, aunque se espera un gran desarrollo regional en programas de construcción de P.C.H., ninguna de las partes que las componen justifica por sí misma la creación de nuevas industrias para atender exclusivamente tales mercados.

En consecuencia, es necesario estudiar primero que equipos interesa fabricar localmente para después proceder a incluirlos ya sea en planes de fabricación conjunta con otros equipos similares que justifiquen la creación de nuevas industrias, o bien ampliar las líneas de producción en plantas ya establecidas para incorporar los nuevos productos.

Se ha establecido que es necesario que el fabricante cuente con la información técnica necesaria, aplicable a las nuevas líneas de producción, para lo cual existen las siguientes alternativas de fuentes de información:

- Investigaciones propias del fabricante
- Investigaciones realizadas por centros o institutos del país
- Compra de tecnología a fabricantes o centros de investigación externos, en sus variantes regionales o extra-regionales.

Con cualquiera de las alternativas que se utilice, ya sea aisladamente o en diversas combinaciones, es recomendable que los equipos por producirse hayan sido previamente estandarizados, en forma tal que se consideren tanto los insumos preferentemente de obtención, como las condiciones de diseño y operación de las P.C.H. O sea, si se cree necesario construir el equipo con materiales que de antemano tendrán una reducida vida útil, en razón de su disponibilidad, capacidad productiva o costo, se deberán diseñar los equipos de manera tal que permitan una sencilla maniobra para

reemplazar sus partes.

Por otra parte, si se decide que el país no está en condiciones de fabricar equipos, por falta de infraestructura, de capacidad, de mercado, etc., entonces será necesario pensar en la importación de equipos para lo cual es conveniente establecer los programas que cubran estos aspectos y que incluyan primordialmente la selección de fabricantes que garanticen tanto las entregas a tiempo como un seguro servicio de repuestos e información técnica que permitan una correcta operación, para lo cual se contemplan incluso las posibilidades de reparar equipos o reacondicionar componentes en el país.

6.1. ALTERNATIVAS DE PRODUCCION LOCAL DE EQUIPOS

Dado que el mercado de equipos para P.C.H. no justifica la creación de industrias dedicadas exclusivamente a este campo, se hace necesario que la producción de éstos se realice en industrias afines a cada uno de ellos. Asimismo también es viable aprovechar la producción de algunos elementos que conforman estos equipos y que se producen localmente o bien la adaptación de los mismos a las características especiales de las P.C.H.

A continuación se presentan algunas alternativas para la producción de equipos para P.C.H.:

A) Tuberías a Presión y Accesorios

La implementación de industrias de producción de tuberías no metálica debe realizarse teniendo más en cuenta la demanda industrial de cada país que el mercado de P.C.H., por ser éste sumamente reducido. Así mismo, para la creación de estas producciones debe considerarse la disponibilidad de materia prima para su producción, y los diámetros y presiones de trabajo más usuales, etc., independientemente de la demanda para P.C.H.

En los casos en que no se justifique la creación de industrias para producir tuberías no metálicas queda como alternativa la importación de las mismas para la implementación de P.C.H.

En lo referente a tuberías de acero, la producción de tubos con costura estandarizados por procesos de conformación en frío se decide en función de un mercado más amplio que el de las P.C.H. Para los diámetros mayores de 250 mm se puede implementar la producción de tuberías de acero roladas y soldadas en pequeños y medianos talleres de fabricaciones metálicas.

B) Turbinas Hidráulicas y Reguladores de Velocidad

Dada la estrecha relación existente entre las turbinas hidráulicas y los reguladores de velocidad, la producción de estos equipos debe realizarse en una misma industria, la cual debe tener como base la producción de equipos afines necesarios para otras actividades (por ejemplo bombas centrífugas, válvulas, equipos de vacío, ventiladores, mezcladores, etc.)

Para el caso de reguladores de velocidad eléctrico-electrónicos, la producción de los mismos debe estar relacionada con una industria electrónica encargada de producir, entre otras líneas, el sensor electrónico y con una industria fabricante de motores eléctricos, que abastezca al fabricante de turbinas, para que realice el ensamble final de tales equipos con la turbina.

Los materiales que se emplean en la fabricación de turbinas deben seleccionarse cuidadosamente. Para algunos elementos es conveniente utilizar materiales con adecuadas características de resistencia a la corrosión y erosión, que determinen buenas expectativas de vida útil y mantenimiento satisfactorio de los niveles de eficiencia originales, pero por otra parte es necesario maximizar el empleo de materiales de obtención local y que se adecúen a las instalaciones y procesos productivos disponibles, permitiendo lograr reducidos costos de fabricación de los equipos.

Algunos tipos de turbinas pueden contruirse integralmente con planchas soldadas (Michell-Banki), para lo que es posible seleccionar aceros inoxidables comerciales, obtenibles en plancha y que presentan adecuadas propiedades anti-erosivas, para la construcción de rodetes e inyectores.

Otros tipos de turbinas requieren, al menos parcialmente, piezas fundidas. Como alternativas al acero inoxidable se puede considerar el empleo de bronce al aluminio y cuando las consideraciones de la vida útil no sean muy significativas es posible emplear otros materiales fundidos.

Es obvio mencionar que el desarrollo de la producción de materiales para turbinas y la implementación de capacidades de fundición están vinculados a mercados más amplios.

La producción de componentes y repuestos para turbinas y reguladores de velocidad para P.C.H. puede realizarse en lotes para stock, si se trabaja con diseños estandarizados, dependiendo también de la producción individual de componentes para turbinas pequeñas generalmente a costos elevados.

C) Alternadores

En los países del área existe un amplio mercado para alternadores aunque en su gran mayoría están diseñados para trabajar con grupos electrógenos térmicos. Los únicos cambios que se requiere realizar en estos alternadores para adaptarlos a PCH., se relacionan con la protección en caso de embalamiento. En el diseño mecánico del rotor se debe agregar un dispositivo de protección que evite los sobrevoltajes producidos en estas condiciones anormales de funcionamiento.

Puede considerarse el establecimiento de una planta que fabrique alternadores para centrales térmicas e hidráulicas o establecer una nueva línea de producción en una industria existente, fabricante de alternadores para grupos electrógenos térmicos con las modificaciones indicadas en el párrafo anterior.

Aunque por el momento el mercado de alternadores para PCH puede ser pequeño, si se inician acciones de implementación masiva de P.C.H. el mercado regional podría llegar a ser muy significativo.

Cuando se analice la posibilidad de establecer una industria para la fabricación de alternadores pequeños, se debe estudiar la disponibilidad de materia prima local, principalmente en lo referente a aceros especiales y conductores eléctricos; así mismo conviene limitar la producción a máquinas de alta velocidad que involucren reducidos números de polos (dos o cuatro), porque permiten producciones por lotes de máquinas de bajos costos; sin embargo su utilización en PCH frecuentemente requerirá de transmisiones turbina/generador.

D) Generadores Asíncronos

La producción de generadores asíncronos estará siempre definida por el mercado de motores de inducción en la industria, ya que se trata de los mismo equipos pero utilizados en diferentes condiciones de operación: Es conveniente que las industrias fabricantes de motores de inducción esten en capacidad de suministrar las características de sus motores al funcionar como generadores y, de ser posible, establecer modificaciones para su mejor funcionamiento como tales. En caso de que no se justifique el establecimiento de una industria para la fabricación de motores de inducción cuando se requiera un generador asíncrono se debe recurrir a su importación.

E) Transformadores, Tableros y Conducciones Eléctricas

Las posibilidades de fabricación local de estos elementos, al igual que algunos de los casos ya citados, están determinadas por un mercado ajeno al de las P.C.H. así como por las disponibilidades de materia prima.

F) Accesorios para líneas de transmisión y distribución eléctrica

Algunos elementos de las líneas de transmisión pueden ser fabricados en industrias metal-mecánicas existentes. Al analizar sus posibilidades de fabricación se debe tomar en cuenta que su aplicación no está restringida a las P.C.H.

En el caso de aisladores debe considerarse también la disponibilidad de materia prima en el país.

6.2. IMPORTACION DE EQUIPOS

Si las características particulares de un país en cuanto a sus política industrial o capacidad de producción determinan que no se justifica 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 y técnicos necesarios 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 la evaluación técnica de ofertas de equipos, además de los factores usuales referentes a características técnicas, garantías, precios, financiación, disponibilidad de repuestos y plazo de entrega, debe tomarse en cuenta lo señalado en los párrafos siguientes.

Debido a que la gran mayoría de las P.C.H. son montadas y operadas por personal no especializado y en lugares alejados de los grandes centros industriales, es importante que las características de los equipos sean adecuadas a estas condiciones. Factores tales como: facilidad de montaje, desmontaje y operación, así como capacidad para soportar condiciones derivadas de errores de operación, deben ser tomadas muy en cuenta al seleccionar el equipo.

El equipo debe venir acompañado de planos constructivos detallados, listas de repuestos e instrucciones de montaje, desmontaje y reparación. Se deberá incluir además la asistencia técnica para la capacitación del personal local encargado del mantenimiento y operación del equipo. También merecen considerarse las posibilidades de fabricación y reparación de componentes en el país.

7. EL PROGRAMA REGIONAL DE LA DE

actividades planteadas en el Programa Regional de P.C.H. En los cuatro capítulos anteriores se han desarrollado algunos planteamientos y recomendaciones que podrían servir a los países de la región y sus instituciones para orientar sus actividades de desarrollo tecnológico; transferencia de tecnología y capacitación de personal; equipo para P.C.H.; sin embargo difícilmente se puede concebir una rápida ampliación de la base tecnológica para sustentar la implementación masiva de P.C.H. en Latinoamérica, sino se conciben algunas acciones universales que permitan coordinar e integrar esfuerzos de los países; promover el intercambio tecnológico y el abastecimiento de equipos entre ellos, realizando acciones que se adapten a las posibilidades de ejecución de los países individualmente.

INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

A diferencia de otras regiones del mundo en vías de desarrollo, en Latinoamérica existe un relativo nivel de avance en cuanto a ingeniería, capacidad tecnológica y capacidad de producción de equipos para P.C.H., dado que desde hace muchos años se ha venido aprovechando la hidroenergía y se han instalado pequeñas centrales hidroeléctricas y desarrollado tecnologías, aun antes de que estas se vieran como un elemento de respuesta a la coyuntura energética mundial que permita intensificar el desarrollo del medio rural.

Sin embargo, las acciones desarrolladas aún son insuficientes para apoyar la implementación masiva de P.C.H. y se han caracterizado por una casi total desvinculación y desconocimiento entre las instituciones y empresas de la región.

El OLADE puede cumplir un importante papel de agente dinamizador y orientador del desarrollo de tecnología, así como de promotor del intercambio de tecnología y del suministro de equipos entre los países de la región, constituyéndose al igual que en otras actividades energéticas, en el principal foro latinoamericano para promover y coordinar el desarrollo de las P.C.H. en la región.

Se ha visto conveniente tomar como elementos de referencia las actividades planteadas en el Programa Regional de PCH. de OLADE, consideradas en el Area de Tecnología y Equipamiento y se han dividido las partes principales de este capítulo en función de las actividades genéricas contenidas en dicho programa. Se debe indicar que no se ha pretendido desarrollar separadamente cada una de las actividades específicas, dado que su mayor o menor desarrollo y prioridad dependerá de diversos factores, como la programación de las actividades de OLADE en general y las posibilidades de obtener recursos extrapresupuestales para financiar proyectos. En ese sentido se ha preferido proponer objetivos y alcances a nivel de actividades genéricas y sugerir algunos esquemas y formatos que pudieran adoptarse para el desarrollo de algunas actividades específicas.

7.1. INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO

En el programa regional de OLADE, se incluye la investigación y desarrollo tecnológico de P.C.H. y se plantean actividades específicas relativas a:

- Elaboración de un catálogo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico ejecutados y en proceso de ejecución en la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que pudieran ser desarrollados por instituciones de la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de inversión y/o investigación tecnológica relativa a la utilización productiva de energía eléctrica en el medio rural.
- Planes pilotos de complementación tecnológica regional para fomentar el apoyo entre los países para impulsar programas de investigación y desarrollo tecnológico.
- Ejecución de trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de interés regional y financiamiento de actividades de este tipo que se ejecutarán por medio de instituciones regionales, para uso de todos los países de la región.

Para cumplir con los objetivos señalados se requiere realizar encuestas con los organismos e instituciones competentes de cada país de la región, en donde se solicite información referente a los programas de investigación y desarrollo tecnológico que se estén realizando, en cuanto a metas, alcances técnicos alternativas tecnológicas que se están desarrollando, tecnologías concluídas, proyecciones o perfiles de proyectos futuros y experiencias con comunidades rurales en los aspectos de utilización de energía y aporte en la construcción de Plantas Piloto. Así mismo, en la misma encuesta se puede recoger información referente a fuentes de financiamiento utilizadas y disponibilidad de recursos para el programa, además de referencias sobre otras instituciones o personas que están trabajando en investigación o desarrollo tecnológico, con el objeto de complementar la información obtenida a través de la red de contactos institucionales e individuales que está desarrollando OLADE.

Con la información recopilada a través de la encuesta mencionada y la encuesta relativa a producción de equipos de P.C.H. que se menciona en el punto 7.3., OLADE podrá definir el grado de desarrollo tecnológico de cada país y estará en capacidad de promover el apoyo entre los países de la región para impulsar programas de investigación y desarrollo tecnológico. El apoyo que OLADE podría prestar a los países incluiría los siguientes aspectos:

- Definir y difundir metodologías de desarrollo tecnológico adecuadas a los países de la región, tomando como referencia las experiencias obtenidas por los países de la región que hayan alcanzado un nivel de desarrollo tecnológico en P.C.H.
- Promover el intercambio tecnológico entre los países a través de asistencia técnica e intercambio de especialistas de la región.
- Difusión de las mejores alternativas tecnológicas para el equipamiento de P.C.H.
- Identificación y difusión de alternativas de financiamiento para el desarrollo de programas de investigación.
- Identificar y difundir información sobre los sistemas organizativos más adecuados para programas de investigación de acuerdo con las experiencias obtenidas.
- Identificar y difundir alternativas para utilizar productivamente

- La energía eléctrica en el medio rural, por medio de perfiles de proyectos de sistemas de distribución de energía con los que se...
- Recopilar y difundir documentos técnicos sobre PCH, en particular...
- Organizar seminarios y conferencias sobre PCH, en aquellos países en los que aún no hay información sobre este tipo de proyectos con la finalidad de motivar los planes de desarrollo tecnológico de PCH, obrando en...
- Promover entre los países de la región la transferencia de la tecnología desarrollada a través de la investigación de...

Otro aporte de OLADE para promover la investigación y desarrollo tecnológico de PCH., estaría dado por medio de apoyo técnico-financiero para desarrollar programas de investigación y desarrollo tecnológico a través de instituciones regionales, cuyos resultados serían de uso común para los países de la región; este apoyo podría tener formas diversas tales como:

- Financiamiento para construir plantas piloto en distintos países de la región, que serían ejecutadas por profesionales locales asesorados por profesionales de países más adelantados tecnológicamente con respecto a PCH.
- Conseguir financiamiento para el desarrollo de proyectos en algunas líneas de investigación complementarias, para ejecutarlas en las instituciones de mayor desarrollo tecnológico de la región.
- Asesoramiento a las instituciones de la región en la obtención de financiamiento proveniente de entidades extrarregionales, para apoyar la investigación y desarrollo tecnológico.

Una etapa posterior podría estar dada por la creación de un Centro Regional de Desarrollo de PCH, por medio del cual se coordinarían y complementarían acciones de desarrollo, transferencia y aplicación de tecnologías. Este centro no debería concebirse como una duplicación o absorción de las estructuras institucionales existentes en la región, sino más bien como un elemento integrador de los mecanismos y de sus experiencias, debiendo mantener dimensiones y estructura organizativa mínimas para más adecuados para programas de investigación de acuerdo con las experiencias obtenidas. Identificar y difundir alternativas para utilizar productivamente

7.2. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

En lo que respecta a transferencia extra-regional de tecnología para PCH, OLADE no realizará acciones específicas orientadas a su promoción, dado que enfoca sus acciones en este campo principalmente hacia los posibles intercambios de tecnologías regionales, considerando asimismo que en el campo de P.C.H., las tecnologías disponibles de origen extraregional son bastante conocidas por ser básicamente las de los proveedores de equipamiento, los cuales mantiene vínculos comerciales estrechos en la mayoría de los países de la región.

Por lo expuesto, la acción de OLADE en relación con la transferencia de tecnología extraregional, se limitará a dar orientación a los países para lograr mejores términos contractuales en los casos en que sus empresas adquieran tecnología.

Se considera necesario que OLADE coordine la preparación de un folleto de recomendaciones sobre transferencia de tecnología, para el que se sugiere un tratamiento diferenciado entre las recomendaciones para adquisición de tecnologías extra-regionales y aquellas para tecnologías regionales, dado que para las primeras se supone la existencia de una menor capacidad negociadora de las empresas compradoras de tecnología de la región con respecto a aquellas vendedoras de tecnología, las cuales tienen un mayor conocimiento del mercado y experiencia en operaciones de transferencia de tecnología y consecuentemente una mayor capacidad negociadora.

La transferencia de tecnología intra-regional, presupone una casi ausencia de vínculos comerciales de venta de equipamiento y la relación entre dos empresas, compradora y vendedora de tecnología, ambas con limitada experiencia en transacciones de tecnología; en consecuencia para este caso es conveniente una acción promocional con restricciones, no necesariamente iguales a aquellas aplicables a la transferencia de tecnología extraregional.

Algunas posibles fuentes de tecnología regional se pueden encontrar en el Anexo 2, donde se identifican algunos fabricantes de equipamiento y materiales para P.C.H.; la lista que allí aparece es incompleta y refleja solamente la necesidad de un mayor levantamiento de datos.

En la encuesta y ulterior preparación de catálogos a que se refiere el punto 7.1. para programas y proyectos de investigación tecnológica en la región, así como en la correspondiente encuesta y catálogo de fabricantes latinoamericanos que se indican más adelante en el punto 7.3., será necesario considerar aspectos que permitan identificar tecnologías susceptibles de transferencia en la región.

En el Programa Regional de P.C.H. de OLADE se contempla también la promoción de contratos de transferencia de tecnología entre instituciones y empresas de países latinoamericanos. Estas acciones deberán tener un carácter experimental que permitan contribuir al perfeccionamiento práctico de modelos de contratación, acompañados de un seguimiento integral para constituirse en "Casos" demostrativos, que ilustren posibles cursos de acción para las acciones que ulteriormente puedan realizar los países e instituciones en forma independiente.

La promoción de actividades, y de contratos específicos de transferencia de tecnología intra-regional que promueve OLADE estarán condicionados al interés de las eventuales partes contratantes, que asumirán todas las obligaciones y responsabilidades derivadas de los contratos. Las acciones de OLADE comprenderían los siguientes aspectos:

- Identificación de países que pudieran requerir la transferencia de tecnología para fabricar determinados equipos y cuenten con la infraestructura adecuada para ello.
- Identificación de posibles empresas que quisieran adquirir tecnología.
- Identificación de potenciales proveedores de tecnología latinoamericanos.
- Promoción de contactos entre potenciales compradores y proveedores de tecnología.
- Asistencia técnico-legal para la formulación de contratos.

- Seguimiento de la implementación del proceso de transferencia de tecnología.
- Asesoramiento y cooperación en la solución amigable de litigios ~~de~~ derivados de contratos de transferencia de tecnología.
- Evaluar la ejecución de los contratos, preparar estudios de "Casos" y difundirlos en la región.

Entre las principales alternativas para la promoción de transferencia de tecnología, se consideran las siguientes:

- Turbinas hidráulicas y reguladores de velocidad.
- Alternadores.
- Fabricación de accesorios (rejillas, compuertas, etc.)

También será conveniente prever acciones de OLADE en el campo de servicios de asistencia técnica, promoviendo la contratación de expertos e instituciones latinoamericanas, para satisfacer los requerimientos específicos de las instituciones y empresas de los países de la región, para lo cual es necesario dar una amplia difusión a la "Red de Contactos" que está estructurando OLADE como parte de su Programa Regional de P.C.H.

7.3. ADQUISICION Y PRODUCCION DE EQUIPOS Y MATERIALES

Tal como se mencionó anteriormente, para el abastecimiento de equipos y materiales para P.C.H., los países de la región normalmente recurren a la importación de origen extra-regional en los casos en que no hay producciones nacionales. Interesa a OLADE promover los suministros de origen regional, fortaleciendo los vínculos económicos entre los países, promoviendo el intercambio de información técnica y comercial y desarrollando la capacidad productiva regional.

Con la finalidad de identificar fabricantes y producciones de equipamiento y materiales en latinoamérica, OLADE realizaría una encuesta a nivel regional con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre las capacidades productivas existentes y promover el abastecimiento intraregional.

Para asegurar el éxito de la encuesta, en una primera etapa conviene restringir su amplitud al mínimo indispensable, a fin de evitar las resistencias que frecuentemente presentan los encuestados cuando se les pide llenar formularios muy extensos y detallados. La encuesta se limitará a obtener los datos identificatorios de los fabricantes y a una síntesis descriptiva de los productos que fabrican, debiéndose preparar formularios específicos para cada tipo de producto. En el Anexo IV se presenta un modelo de encuesta.

Una vez que se haya logrado un levantamiento de datos suficientemente amplio, se podría considerar la obtención de información adicional relativa a plazos de entrega, capacidades de producción, disponibilidad de repuestos, servicios y perspectivas de ampliación de la capacidad productiva. Esta segunda etapa podría efectuarse mediante una circular dirigida selectivamente a las empresas que respondieron a la encuesta.

Basándose en los resultados de la encuesta, OLADE confeccionará el catálogo, por producto, de los equipos y materiales utilizables en P.C.H. producidos en la región. Para los materiales será suficiente incluir para cada producto los fabricantes existentes en la región con indicación de su dirección. Para equipos (turbinas, reguladores de velocidad alternadores, generadores asíncronos) se deberá agregar información sobre los tipos y capacidades disponibles de parte de cada fabricante.

Para asegurar la utilidad del catálogo es preciso considerar cuidadosamente el tamaño de la edición y los mecanismos de difusión. Como paso previo para determinar el tiraje se deberá identificar aproximadamente los organismos y personas que pudieran tener necesidad del catálogo.

7.4. CAPACITACION

La capacitación de personal para la formación de cuadros técnicos especializados es una condición indispensable para el desarrollo de tecnología y producción de equipamiento para P.C.H.

La capacitación sobre PCH debe diferenciarse de aquella orientada al desarrollo de grandes proyectos, al adoptar para el primer caso tecnologías no convencionales para el diseño, construcción y materiales por emplearse. La actividad de capacitación que promueva OLADE deberá enfatizar los aspectos de aplicación de tecnologías no convencionales.

Una primera acción estaría dada por la realización periódica de cursos de perfeccionamiento sobre PCH incluyendo aspectos relacionados con el diseño y construcción de equipamiento, materiales, construcción, proyectos etc. Este tipo de cursos deberían tener un carácter permanente y realizarse en coordinación con Universidades y Centros de Investigación de la región.

También se debe considerar la creación o ampliación de cursos en Universidades, tanto a nivel de licenciatura o bachillerato como a niveles superiores de post grado. En este caso OLADE podría asesorar en aspectos de materias, programas didácticos, selección de profesores y apoyo de expertos. También podría promover y orientar la captación de recursos financieros.

De igual manera, OLADE, con elementos propios o con asesores especializados de otras organizaciones, puede ayudar a las instituciones de enseñanza superior interesadas a modificar y/o ampliar sus programas de estudios orientándolos para incluir aspectos relativos a PCH, tanto en la selección de las materias como en la implementación de sus programas de estudio, coordinando los trabajos tanto durante la etapa de organización como en las de implementación y desarrollo, de acuerdo con lo que la institución considere necesario.

Un aspecto complementario de los programas de capacitación será la difusión de los avances logrados en la región para lo cual OLADE puede promover directamente o apoyar la realización de conferencias y seminarios, foros nacionales y regionales, aportando personal propio o propiciando la participación de expertos por medio de organismos internacionales afines y en algunos casos participando con fondos para financiar tales eventos.

En los países en que se implementen cursos de especialización, post-grado o programas de investigación, OLADE podrá promover la obtención de becas para la asistencia de personal de otros países interesados, con base en que el país o la institución interesada deberá ser la que financie los gastos derivados de enviar a sus ingenieros a recibir dichos cursos. En determinados casos OLADE podría financiar parcial o totalmente tales gastos o guiar y asesorar al interesado para obtener los recursos de otras fuentes.

3. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se desprenden del presente documento pueden reunirse en la siguiente forma:

- A) Existen importantes esfuerzos de investigación tecnológica sobre PCH en la región, y se han desarrollado tecnologías no convencionales, algunas de las cuales están en fase de aplicación práctica; los recursos y apoyo a la investigación son aún insuficientes. Es posible impulsar proyectos regionales y promover la cooperación entre instituciones de investigación.
- B) La aplicación de tecnología no convencional en PCH permite reducir considerablemente las inversiones unitarias requeridas.
- C) Es necesario que cada país establezca una política tecnológica sobre PCH en la que se definan los objetivos y alcances de la investigación tecnológica, transferencia de tecnología e importación de equipos y materiales para PCH.
- D) La investigación tecnológica requiere un adecuado esquema institucional y organizativo, clara definición de metas, gran flexibilidad operativa y elevada motivación en los investigadores.
- E) La transferencia de tecnología extraregional, si bien en determinados casos y países puede ser necesaria, frecuentemente está acompañada de cláusulas restrictivas y elevado costo.
- F) La transferencia intraregional de tecnología para equipamiento y materiales es prácticamente inexistente, se requieren acciones regionales para su promoción y diferenciar su tratamiento legal con respecto a las transferencias extra-regionales.

- G) En Latinoamérica existe producción de equipos y materiales utilizables en PCH, que permiten determinar que es posible un elevado porcentaje de integración regional de componentes en las centrales menores de 500 Kw.
- H) Existe falta de información sobre producciones regionales.
- I) Algunas producciones deben seguir perfeccionándose.
- J) Es necesario que OLADE prepare catálogos regionales relativos a instituciones y proyectos de investigación, fabricantes de equipos y potenciales proveedores de tecnología.

ANEXO 1. : IDENTIFICACION DE ALGUNOS PROYECTOS DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO TECNOLOGICO EN LATINOAMERICA.

En diversos países de la Región se están desarrollando actividades relativas a investigación y desarrollo tecnológico del equipamiento y construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Sin pretender constituir un listado exhaustivo, a continuación presentamos algunas instituciones y los proyectos que se están realizando:

COLOMBIA:

- a) Centro de Desarrollo Integrado .- "Las Gaviotas"
Departamento de Tecnología Apropiada- Apartado Aéreo 18261
Bogotá- D.E.
- Microturbinas Hidráulicas hasta 10 Kw.
 - = Bomba/Turbina hasta 1 Kw. para elevación de agua.
 - Regulador de velocidad electrónico, (carga constante).
- b) Universidad de Los Andes
Facultad de Ingeniería- Departamento de Ingeniería Mecánica
Carrera 1 No. 18A- 10 -Bogotá- Apartado Aéreo 4976
- Turbinas Michell-Banki hasta de 10 Kw.
 - Turbinas Pelton hasta de 10 Kw.
 - Regulador automático de velocidad incorporado, para turbinas Pelton.
- c) Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones e Instituto de post-grado.
Calle 5, No. 4-70
Popayan Telf: 3032
- Turbinas Hidráulicas pequeñas.

- d) Universidad del Valle
División de Ingeniería
Departamento de Electricidad
Apartado Aéreo 2188
Cali Telf: 391171 ext 202
- Equipo de Control y Mando de PCH.
 - Generadores sincrónicos(alternadores)
 - Turbinas Francis
 - Diseños de Presas.

COSTA RICA

- Universidad de Costa Rica
Instituto de Investigaciones de Ingeniería
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio (Telf: 255555)
- Turbinas Michell-Banki hasta 30 Kw.
 - Regulador de velocidad electrónico (carga constante)
 - Utilización de generadores asíncronos
 - Interconexión de PCH con sistemas eléctricos.

MEXICO

- Instituto de Investigaciones Eléctricas - I.I.E.
Paseo de la Reforma 182-A
Lomas de Cuernavaca, Morelos Telf: 42873
- Manual de Obras Civiles
 - Inicio de investigación y desarrollo de equipamiento para PCH.; promoción de producciones industriales.

PERU

- Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas
nicas- ITINTEC.
Jirón Morelli 2a. Cuadra (Esq. Av. Las Artes)
San Borja- Lima 34 (telf:401040)
- Turbinas Michell Banki (5-50 Kw.); serie estandarizada

- Turbinas Pelton (5-50 Kw.); serie estandarizada.
- Regulador de velocidad Electrico-Electrónico (con control de caudal)
- Regulador de velocidad Oleo-mecánico.
- Aplicación de Generadores Asíncronos (en cooperación con empresa DELCROSA).
- Alternadores (en cooperación con empresa ALGESA).
- Aplicación de tuberías no metálicas (Polietileno, PVC y Asbestos Cemento).
- Tableros Eléctricos.
- Líneas de transmisión.
- Aplicación de canales de regadío para generación.
- Diseño de cámara de carga/desarenador en línea y tomas artesanales.

IDENTIFICACION DE ALGUNOS FABRICANTES REGIONALES DE EQUIPAMIENTO

TUBERIAS Y ACCESORIOS

a) Tuberías de acero

- TAMSA - Veracruz - México
- FERRUM - PERU S.A. - F. Wiese 502 - Lima- Perú
- TALLERES HISPANIA VANDAM - Caracas - Venezuela

b) Tuberías de PVC

- DURMAN - ESQUIVEL- 1 Km Este Cinco Esquinas Calle Blancos
San José - Costa Rica
- PLASTOTECNICA S.A. Calle 8 No. 1-B NAVCALPAN México - México
- INTER QUIMICA S.A. Avda. Mariscal O.R. BENAVIDEZ 4977
Lima - Perú
- PLASTICOS FORT S.A. LOS CLAVELES 155 - Lima - Perú
- GUYANA TERMOPLASTIC Guyana
- TUBO VINIL S.A. Guatemala
- TUBENPLAST Edif. Torre Lincoln - Piso 9o. - Sabana Grande
Caracas - Venezuela

c) Tubería de asbesto - cemento

- RICALIT La Uruca. San José - Costa Rica
- ASBESTO DE MEXICO S.A. Barrientos Tlalnepantla. EDO DE MEXICO
Apartado 4.
- ETERNIT - Avda. Argentina Cdra 11 Lima - Perú
- CARIBBEAN ASBESTO 96 1/2 Old Hope Rd (6) - Jamaica
- EUREKA - El Salvador
- CANACIT - C.A. Ed. La Previsora - Sab. Grande - Caracas - Venezuela

d) Tubería de Polietileno

- PROTEXA - Electrón 16 Esq. Neutrón Navcalpan de Juarez. México-
México
- DURA DUKTO - México - México

- INTERQUIMICA Avda. Mariscal O.R. Benavides 4977 - Lima - Perú
- PLASTICOS FORT S.A. Los Claveles 155 - Lima - Perú

e) Válvulas

- MYMACO - México - México
- FUNDICION ANDINA DEL PERU S.A. - Trujillo - Perú

2. TURBINAS HIDRAULICAS Y REGULADORES DE VELOCIDAD

- IMEG TECNICA S.A. - 9 de julio 1132 Bernal, Prov. Buenos Aires - Argentina
- C.CH. LG. LTDA. Apartado Aéreo No. 316 - Bogotá, Colombia. Peiton
- INSTITUTO LAS GAVIOTAS - Apartado Aéreo No. 18261 - Bogotá - Colombia (Hélice)
- HERTELL S.A. - Lima, Perú
- TALLERES ELMES - Bucaramanga, Colombia

3. GENERADORES

a) Alternadores

- SIAM Derqui 1868 - San Justo - Provincia Buenos Aires - Argentina
- TENAS Florida 253 3o. P. Buenos Aires Tx 012-1812 Argentina
- POTENCIA INDUSTRIAL S.A. México - México
- ALGESA Avda. Argentina 3250 Callao Lima- Perú

b) Motores Eléctricos utilizables como Generadores Asíncronos

- DELCROSA - Av. Argentina 1509 Casilla 48 - Lima Perú

4. TRANSFORMADORES ELECTRICOS

- SIAM Derqui 1868 - San Justo - Provincia Buenos Aires - Argentina
- TUBOS TRANS ELECTRIC . Dr. E. Cantón 2342 - Córdoba Tx046816 - Argentina
- FARADAY Paraná 552 Buenos Aires - Argentina
- MIRON Nogoyá 4273 - Buenos Aires- Argentina
- FOHAMA Fonronye 1473 Buenos Aires - Argentina
- NAZARIO RIVERA Av. Coronel-Roca 2664 Buenos Aires - Argentina

- INGENIERIA ELECTRICA INDUSTRIAL S.A. 6a. C.O. 220 Edificio Torres
López - El Salvador
- COMPONENTES Y SISTEMAS ELECTRICOS S.A. Carretera Paraíso - Cartago
San José - Costa Rica
- DELCROSA S.A. Lima - Perú
- TELELECTRONICS 21 Bell Rd (11) Jamaica

5. INSTRUMENTACION Y TABLEROS ELECTRICOS

- INSELEC Quito - Ecuador
- ELECTRO METALICA Quito - Ecuador

6. CONDUCTORES ELECTRICOS

- CIMET Comlet 2501 - José León Suarez - Provincia de Buenos Aires
- CONDUCEN S.A. San Antonio de Belen - San José - Costa Rica
- CEPER Km 18 Carretera Panamericana Norte - Lima- Perú
- INDECO Avda. Universitaria 683 - Lima - Perú

7. AISLADORES ELECTRICOS Y PARARAYOS

- Fábricas Argentina Porcelanas Armario - FAPA - Lima 1029/73
Buenos Aires-Argentina
- ANSCO Castelli 1035 Martinez - Provincia Buenos Aires

ANEXO No. 5

MODELO DE ENCUESTA PARA IDENTIFICAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS (PCH).

- NOMBRE DE LA INSTITUCION: _____

- DOMICILIO: _____ PAIS: _____

- CASILLA O APARTADO: _____ TELEFONO: _____ TELEX: _____

- NOMBRE Y CARGO DE LA PERSONA A QUIEN SE PUEDE DIRIGIR CORRESPONDENCIA SOBRE PCH. _____

1. DENTRO DE SUS ACTIVIDADES REALIZA O SE CONTEMPLA REALIZAR ALGUN PROGRAMA REFERENTE A PCH. SI _____ NO _____

2. ESCRIBA LOS TITULOS DE LOS PROYECTOS QUE CONFORMAN EL PROGRAMA:

3. NUMERO DE INVESTIGADORES QUE PARTICIPAN EN EL PROGRAMA: _____

4. FECHA DE INICIO DEL PROGRAMA: _____

5. ¿SE ESTAN APLICANDO LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION? (SI EXISTEN)

6. ¿LE INTERESARIA PARTICIPAR EN UN PROGRAMA DE INTERCAMBIO DE INFORMACION SOBRE PCH? SI _____ NO _____

7. ¿LE INTERESARIA VENDER O CEDER TECNOLOGIA A OTRO PAIS LATINOAMERICANO

ANEXO No. 4

PROGRAMA REGIONAL PARA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DE
OLADE

- Nombre de la Empresa _____
- Domicilio _____ País _____
- Casilla o Apartado _____ Teléfono _____ Télex _____
- ¿Qué equipos utilizados en P.C.H. produce su Empresa?
 - Tubería de presión
 - Válvulas
 - Turbinas hidráulicas
 - Reguladores de velocidad
 - Generadores Eléctricos
 - Instrumentación de Tableros de Control
 - Conductores Eléctricos
 - Transformadores
 - Aisladores
 - Pararayos
 - Otros (Especifique)
- ¿Le interesaría vender sus equipos para P.C.H. a nivel Latinoamericano? Si No
- ¿Podría indicar el nombre y cargo de la persona a quién se puede dirigir correspondencia para solicitar información técnica y comercial de los equipos que produce?

NOTA: FAVOR REMITIR LA PRESENTE ENCUESTA A :

PROGRAMA REGIONAL P.C.H.

OLADE.

Casilla 119-A-

Quito-Ecuador

- En caso fuese posible se ruega adjuntar Catálogos de Información

PRODUCCION DE TURBINAS Y REGULADORES DE
VELOCIDAD

1. TIPO DE TURBINA QUE PRODUCE INDICANDO RANGOS DE POTENCIA Y ALTURAS APLICABLES.

MICHELL - BANKI _____

PELTON _____

FRANCIS _____

HELICE _____

KAPLAN _____

OTROS (Especifique) _____

2. TIPO DE REGULADOR DE VELOCIDAD QUE PRODUCE, DESCRIBIR

OLEO MECANICO _____

ELECTRICO ELECTRONICO _____

OTROS (Especifique) _____

OBSERVACIONES _____

PRODUCCION DE TUBERIAS

MATERIALES _____

DIAMETROS MAXIMOS Y MINIMOS _____

PRESIONES NOMINALES DE TRABAJO _____

LONGITUDES DE TUBERIAS QUE PRODUCE _____

TIPOS DE ACCESORIOS QUE PRODUCE _____

OBSERVACIONES _____

NOTA: SI FUESE POSIBLE SE RUEGA ENVIAR CATALOGOS E INFORMACION TECNICA

PRODUCCION DE GENERADORES ELECTRICOS

1. DESCRIBA LOS TIPOS DE ALTERNADORES SINCRONOS O GENERADORES ~~ASINCRONOS~~ QUE PRODUCE.:

2. RANGOS DE POTENCIAS :

3. NUMEROS DE POLOS :

4. VOLTAJES DE GENERACION :

5. FACTOR DE POTENCIA:

6. OBSERVACIONES

NOTA: SI FUESE POSIBLE SE RUEGA ENVIAR CATALOGOS E INFORMACION TECNICA

PRODUCCION DE TRANSFORMADORES ELECTRICOS

1. DESCRIBA LOS TIPOS DE TRANSFORMADORES QUE PRODUCE _____

2. VOLTAJES : _____

3. POTENCIAS : _____

4. OBSERVACIONES _____

NOTA: SI FUESE POSIBLE SE RUEGA ENVIAR CATALOGOS E INFORMACION TECNICA

8. SEÑALE EL O LOS ASPECTOS ESPECIFICOS QUE ABARCA SU PRODUCCION Y SU PROGRAMA, DESCRIBIENDOLOS SI FUE POSIBLE

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
<input type="checkbox"/> TURBINAS	<input checked="" type="checkbox"/> MICHEL BANKI <input type="checkbox"/> PELTON <input type="checkbox"/> FRANCIS <input type="checkbox"/> KAPLAN <input type="checkbox"/> HELICE <input type="checkbox"/> OTRA (especifique)
<input type="checkbox"/> TUBERTIAS DE PRESION	<input type="checkbox"/> METALICAS <input type="checkbox"/> NO METALICAS
<input type="checkbox"/> GENERADORES	<input type="checkbox"/> ALTERNADORES SINCRONOS <input type="checkbox"/> ASINCRONOS
<input type="checkbox"/> OBRAS CIVILES	<input type="checkbox"/> TOMAS <input type="checkbox"/> PRESAS <input type="checkbox"/> CANALES <input type="checkbox"/> DESARENADORES <input type="checkbox"/> CAMARAS DE CARGA <input type="checkbox"/> CIMENTACION DE TUBERTIAS <input type="checkbox"/> CASAS DE MAQUINAS <input type="checkbox"/> CIMENTACION DE MAQUINAS
<input type="checkbox"/> EQUIPOS E INSTRUMENTOS ELECTRICOS	<input type="checkbox"/> TABLEROS DE CONTROL <input type="checkbox"/> VOLTMETROS <input type="checkbox"/> AMPERMETROS <input type="checkbox"/> FRECUENCIOMETROS <input type="checkbox"/> OBTMETROS <input type="checkbox"/> VOTIMEI