

37  
20j



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## Facultad de Ingenieria

Microgeneración eléctrica a través de  
pequeñas turbinas hidraulicas

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

PRESENTAN

- PEDRO COBO GUZMAN
- ALFREDO JIMENEZ ANGELES
- PEDRO JAIMES LOPEZ
- LUIS MORALES HERNANDEZ

Dir Ing. Manuel Viejo Zubicaray





## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

### INTRODUCCION.

#### CAPITULO I.- EXPERIENCIA SOBRE GENERACION DE ENERGIA HIDROELECTRICA EN MEXICO.

- 1.1.- Desarrollo histórico de la industria eléctrica en la República Mexicana.
- 1.2.- Situación actual sobre la generación de energía eléctrica.
- 1.3.- Principales plantas hidroeléctricas.
- 1.4.- Problemática actual en el sector eléctrico.
- 1.5.- Posibles soluciones.
- 1.6.- Pronósticos.
- 1.7.- Situación actual y futura de la microgeneración.
- 1.8.- Electrificación rural.

#### CAPITULO II.- PROGRAMA LATINOMERICANO DE DESARROLLO PARA IMPLEMENTAR P.C.H.

- 2.1.- Antecedentes introductorios.
- 2.2.- Panorama general, ventajas y limitaciones para América Latina.

2.3.- Estrategia de desarrollo.

2.4.- El programa regional de OLADE.

2.5.- Situación actual económica de América Latina (marzo 1986).

**CAPITULO III.- EXPERIENCIA DE LA REPUBLICA POPULAR CHINA EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS.**

3.1.- Recursos hidroenergéticos.

3.2.- Clasificación de estaciones por capacidad de generación.

3.3.- Etapas de desarrollo.

3.4.- Beneficios múltiples.

3.5.- Consumo de energía eléctrica.

3.6.- Medidas políticas.

3.7.- Cooperación internacional.

3.8.- Equipo hidroeléctrico.

**CAPITULO IV.- LA ENERGIA EN UN PAIS DESARROLLADO, LOS ESTADOS UNIDOS - DE NOROCCIDENTE AMERICA.**

4.1.- Contexto energético.

4.2.- Políticas del gobierno norteamericano para la construcción de PCH.

**CAPITULO V.- LEGISLACION EN MEXICO SOBRE GENERACION DE ENERGIA ELECTRI  
CA.**

**CAPITULO VI.- VISITA AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS.**

- 6.1.- Acciones realizadas por el IIE.
- 6.2.- Desarrollo de tecnología mexicana en turbomáquinas.
- 6.3.- Tecnología de diseño.

**CAPITULO VII.- TURBINA MICHELL-BANKI.**

- 7.1.- Clasificación de las turbinas hidráulicas.
- 7.2.- Fabricación local de turbinas hidráulicas.
- 7.3.- Comparación de las turbinas por sus características.
- 7.4.- Turbina MICHELL-BANKI.
- 7.5.- Turbinas MICHELL-BANKI de la compañía OSSBERGER (República Federal de Alemania).
- 7.6.- Estandarización de turbinas MICHELL-BANKI (OLADE).
- 7.7.- Materiales recomendados para el diseño mecánico de la turbina MICHELL-BANKI.
- 7.8.- Turbina de flujo cruzado "T3" de Skat.

**CAPITULO VIII.- TURBINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES S.A. (T.E.I.S.A.).**

**8.1.- Estímulos.**

**8.2.- Ahorro de divisas.**

**8.3.- Selección y transferencia de tecnología.**

**8.4.- Tecnología de diseño y manufactura propia.**

**8.5.- Capacitación de personal.**

**8.6.- Perspectivas de exportación.**

**CAPITULO IX.- PROBLEMÁTICA ACTUAL DE ENERGÉTICOS.**

**CONCLUSIONES.**

**BIBLIOGRAFÍA.**

I N T R O D U C C I O N

La posibilidad de generar electricidad aprovechando pequeñas caídas de agua (potencias instaladas entre 25 KW y 1 MW), ha resultado de gran interés creciente para varios países. Existen tecnologías no muy sofisticadas que permiten dotar de electricidad a pequeñas comunidades y resolver así problemas de comunicación, bienestar doméstico, agroindustria para transformación y conservación de productos agropecuarios, etc.

Con esto se trata de dar una filosofía diferente a la tradicional de electrificación rural, en la cual, a partir de enormes centrales, se distribuye el fluido con una extensa red. Por el contrario se implementan pequeñas centrales que darán servicio a una región, obteniendo con esto una erogación menor por concepto de líneas de distribución.

El presente trabajo pretende hacer un estudio, dentro de sus limitantes, de las posibilidades que tiene el país para proporcionar energía eléctrica a pequeñas poblaciones que no tienen acceso a la red nacional de electrificación, por medio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH), aprovechando para esto los ríos, sistemas de irrigación y caídas naturales -- que se encuentren dentro de los límites de la región.

También se trata de utilizar o asimilar las experiencias de otros países de Europa, Asia, en especial de China, ya que en este país es en donde más se ha aplicado la microgeneración de energía hidroeléctrica.

Otro de los puntos a tratar es el estudio del "Programa Regional Latinoamericano de Pequeñas Centrales", desarrollado por la "Organización Latinoamericana de Energía" (OLADE).

Ahora bien, por todos es conocido que los Estados Unidos de Norteamérica está a la vanguardia en tecnología de obtención de energía; hasta hace algunos años, la generación de energía se llevaba a cabo por medio de grandes centrales hidroeléctricas, por lo cual se requería de una gran infra-

estructura para poder desarrollarlas, actualmente se están modificando -- las políticas al respecto, un ejemplo de ello son las 1,190 solicitudes de instalación de PCH ante la Federal Energy Regulatory Commission (FERC), por lo cual, se incluye un estudio generalizado de porqué está sucediendo esto.

Es necesario conocer en el presente seminario cuáles son las posibilidades que da el Gobierno Federal para la generación de energía eléctrica -- cuando ésta no depende de un organismo gubernamental directamente.

La determinación de la utilización de un tipo de turbina específico para la PCH, es de interés para este trabajo, al conjuntar las experiencias y conclusiones de los puntos anteriores. Para nuestro caso se tratará en el punto de turbomaquinaria la utilización de turbinas Michel Banki, aprovechando las experiencias obtenidas por el Centro de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la normalización por parte de la OLADE.

El sistema económico actual en el mundo es problemático, sobre todo desde el inicio del año de 1986 en que se tuvo el fuerte descenso de los precios del petróleo crudo, causando desajustes de consideración en economías basadas en este energético, como es el caso de México, por esto es necesario incluir un capítulo que trate de dar una perspectiva del problema, ya que en base a los cambios que se han tenido podría ser factible o no un mejor estudio para la implementación de PCH en zonas rurales.

**CAPITULO I**

**EXPERIENCIAS SOBRE GENERACION  
DE ENERGIA HIDROELECTRICA EN MEXICO**

## I.1 DESARROLLO HISTORICO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA EN LA REPUBLICA MEXICANA

No puede haber duda de que la introducción de la electricidad ha contribuido, más que ningún otro descubrimiento del siglo pasado, para mejorar las normas de vida del hombre y para introducir ciertas amenidades en ella. Al principio proporcionaba luz durante las horas de oscuridad; reemplazó las formas primitivas y anticuadas de fuerza motriz; sustituyó en forma más flexible la labor manual y la energía animal. Hoy en día, representa la fuerza más indispensable en toda la estructura compleja de la vida moderna. Es una de las formas posibles de energía y la única que puede producirse casi sin restricción, y que con relativa facilidad se puede transportar, distribuir y transformar en calor, luz o movimiento. Por esta razón, su producción se ha convertido en una industria que constituye, junto con los combustibles, la fuente motriz, térmica y lumínica, de tipo artificial y de origen no animal, más importante en la vida contemporánea.

La electricidad apareció como servicio público en la Ciudad de México en 1881, cuando la Compañía Knight instaló las primeras 40 lámparas incandescentes (sistema Brush), que llegaban a desplazar, en 1890, el alumbrado público a base de aceite de nabo, que estuvo en servicio un siglo justo. Se supone que en 1879 había empezado a trabajar en una fábrica textil de León, Gto., la primera planta eléctrica de la República, con capacidad de 1.8 kw. En 1889 en el mineral de Batopilas, Chih., Alejandro R. Shepar acopló a los molinos de trituración dos generadores de vapor movidos por otras tantas turbinas hidroeléctricas de 15 HP. En 1892 se aplicaba ya la electricidad, generada por vapor, para el desagüe del mineral de Catorce, en el distrito de Matehuala, S.L.P. Los bosques que cubrían totalmente la sierra fueron talados para usar la madera como combustible. Por ese tiempo se estableció la Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, abastecedora de energía para las minas de Real del Monte, el Oro y Guana-  
junto.

En 1897 la empresa cuprífera de El Boleo, cerca de Santa Rosalía, en Baja California, instaló una planta de vapor destinada a las tareas de bombeo, ventilación, arrastre, alumbrado y molienda; las economías fueron tales, que en 1906 ya contaba con una de mil caballos, - la más moderna y eficiente de aquella época. El desarrollo de la -- producción eléctrica suscitó la bonanza de la minería: se aprovecharon las vetas de baja ley, se redujeron los costos, se facilitó el - desagüe a niveles más profundos y disminuyó la mano de obra.

Otro tanto ocurrió con la industria textil: de los 22,340 kw de capacidad instalada en 1900, el 44% correspondía a las plantas construídas por los fabricantes de telas, especialmente en el área de Orizaba (6,530 kw), Monterrey y Atlixco (420 kw cada una). Los excedentes se vendían para alumbrado público y uso doméstico. En la última década del siglo XIX operaba en la Ciudad de México la Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica, que tenía una planta en San Lázaro, --- unos dinamos en la Reforma y un gasómetro en la calle de la Escobillería; proporcionaba alumbrado particular, el público contaba ya -- con 528 focos.

Alberto Best, regidor del ramo, lanzó la convocatoria gracias a la - cual la Compañía Mexicana de Electricidad, filial de la Siemens --- Halsker, instaló una planta en Nonoalco y dotó a la ciudad de arbo--tantes semejantes a los de Berlín. En 1895 el francés Arnold Vaquière adquirió la concesión para aprovechar los recursos hidráulicos del - río Necaxa, pero la transfirió más tarde a la Mexican Light and Power Co., empresa canadiense constituida en 1902 con un capital de 12 millones de dólares. Esta montó una primera unidad de 5,000 kw en --- 1905. La Weren Beit & Co. de Londres, a su vez, constituyó la Compañía Limitada de Tranvías, que utilizó fuerza eléctrica para la tracción de sus vehículos desde 1900. En 1902 había en el país 121 mil caballos de fuerza instalados: 58% en motores de vapor, 26% en plantas hidráulicas y 15% en generadores eléctricos. Entre 1887 y 1911, se organizaron en México 199 compañías de luz y fuerza motriz, prin-

principalmente en los estados de Puebla, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo Leon, México, Queretaro, Aguascalientes, Michoacán, Campeche, Jalisco, Chiapas, Zacatecas y Tabasco. Fernando Rosenczweig calcula que en 1911, México disponía de 165 mil kw instalados, de los cuales el 80% se destinaba a la zona central (Distrito Federal, Puebla, México y Jalisco); el 6.5% al norte (Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Zacatecas); y el 3.1% restante a Sonora.

La Mexican Light & Power adquirió sucesivamente las compañías Mexicana de Gas y Luz Eléctrica, Mexicana de Electricidad, Explotadora de San Ildefonso, de Luz y Fuerza de Pachuca y Limitada de Tranvías. Con los bienes de ésta creó la Mexican Transways Co. Ltd. Los principales ingresos de la Compañía de Luz y Fuerza Motriz (nuevo nombre de la Mexican Light), provenían del consumo de las minas, los servicios municipales y los tranvías.

El proceso de concentración empresarial, que se inició en la primera década del siglo, culminó a finales de la tercera década, cuando la American & Foreign Power Co. adquirió plantas y redes de distribución en diversas zonas del país, hasta por unos 114 mil kw de potencia. La capacidad instalada creció de 350 mil kw en 1926 a 510 mil en 1930, pero la falta de un plan de conjunto originó defectos de base, entre otros los siguientes: la creación de sistemas con características técnicas distintas, que dificultaban su interconexión, la inseguridad en el servicio y aún la escasez de energía, pues las obras de electrificación iban a la zaga de la demanda, y la desigualdad extrema de la satisfacción de ésta en el orden regional. En 1930 dos grupos dominaban la industria eléctrica: la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz y sus subsidiarias, que controlaba el 47% del servicio público; y la American & Foreign Power Co., que representaba el 33%. La primera de capital anglocanadiense era propiedad de la Canadian and General Finance Company, dependiente a su vez de la Société Internationale d'Énergie Hydroélectrique. En unión son sus 4 subsidiarias las compañías de Luz y Fuerza de Pachuca, de Luz y Fuerza Eléctrica de To

ELECTRIFICACION EN MEXICO

5

<u>AÑO</u>	<u>CAPACIDAD INSTALADA</u> (MW)	<u>CAPACIDAD</u> <u>ENERGIA GENERADA</u> (GWH)
1900	20	56
1910	110	308
1920	120	336
1930	510	1,464
1940	681	2,529
1941	681	2,524
1942	682	2,625
1943	680	2,739
1944	709	2,750
1945	720	3,069
1946	893	3,317
1947	957	3,599
1948	1,040	3,969
1949	1,097	4,328
1950	1,235	4,423
1951	1,400	4,908
1952	1,572	5,337
1953	1,701	5,703
1954	1,850	6,282
1955	1,930	7,002
1956	2,069	8,173
1957	2,270	8,463
1958	2,560	9,057
1959	2,879	9,693
1960	3,048	10,813
1961	3,251	11,753
1962	3,704	12,608
1963	4,305	13,645
1964	4,815	15,736
1965	5,238	17,245
1966	5,614	18,843
1967	5,794	20,658
1968	6,071	22,781
1969	6,987	25,554
1970	7,414	28,608
1971	7,873	31,231
1972	8,502	34,457
1973	9,362	37,084
1974	9,647	40,766
1975	9,830	
1976	11,500	44,600
1977	12,100	48,900
1978	14,000	53,000
1979	14,300	58,100
1980	14,600	61,900
1981	17,400	67,900
1982	18,400	73,200
1983	19,000	74,800
1984	19,300	79,500

ESTRUCTURA INTERSOCIETARIA DE LAS EMPRESAS ELECTRICAS EN MEXICO EN 1954-1955

6

I. Empresas Anglo-Canadienses

Société Internationale d'Énergie Hydroélectrique  
Mexico Trasnasya Company  
Mexican Light & Power Company  
Compañía Mexicana de Luz Eléctrica (1)  
Compañía Eléctrica de Luz y Fuerza de Pachuca (1)  
Compañía de Luz y Fuerza Motriz de Toluca (1)  
Compañía Meridional de Fuerza (1)  
Compañía Hidroeléctrica del Río de la Alameda (1)  
Compañía de Fuerza del Suroeste de México (1)  
Compañía Constructora de Obras Hidroeléctricas

Compañía Hidroeléctrica Guanajuatense (2)  
Compañía Hidroeléctrica Queretana (2)  
Northern Mexico Power and Development Company  
Compañía Agrícola y de Fuerza Eléctrica del  
Río Cochos (3)  
Compañía Nacional de Electricidad (3)  
Compañía Eléctrica de Tampico (3)  
Central Mexico Light and Power Company (2)  
Compañía Eléctrica Parralense (3)  
Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza de Puebla (4)  
Compañía de Luz Eléctrica y Fuerza Motriz de  
Puebla (4)  
Compañía Eléctrica de Córdoba (4)  
Compañía Limitada de Luz Eléctrica, Fuerza y  
Tracción de Veracruz (4)  
Compañía Nacional de Electricidad de Mérida

II. Empresas de Propiedad Norteamericana

Electric Bond and Share  
American and Foreign Power Company  
Empresas Eléctricas Mexicanas  
Compañía Distribidora de Empresas Eléctricas  
Mexicana Utilities Company  
Guanajuato Power Co. (2)  
Michoacan Power Company (2)

III. Empresas de Propiedad Federal Mexicana

Compañía Eléctrica de Chupala (5) (\*)

Las empresas estaban agrupadas en sistemas eléctricos, divididos en cinco grupos, atendiendo principalmente a su integración física, que corresponde en proporción importante a su integración financiera y cuya participación se indica en el número entre paréntesis. El grupo (1) corresponde a la Mexicana Light & Power Co., con operaciones en Hidalgo, Michoacán, Puebla, México, Veracruz y el Distrito Federal. El sistema (2) corresponde al grupo de Guanajuato Power and Electric Company, establecido en Michoacán, Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro. (3), a la Compañía Nacional de Electricidad en Durango y Coahuila; (4) a la Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza de Puebla, con intereses en Puebla, México, Veracruz y Chihuahua. (5) y la Compañía Eléctrica de Chupala, con operaciones en Jalisco y Michoacán.

(\*) La Compañía Eléctrica de Chupala tuvo su origen en las instalaciones de la Compañía de Luz y Fuerza Motriz Eléctrica formada en 1902 por el banquero J.M. Bernajillo, para aprovechar las cataratas de Juamcatlán, sobre el río Santiago en Jalisco, transformada posteriormente en La Electra y la Industrial de Guadalajara (1907), -- con intención de apoderarse de toda la producción eléctrica jalisciense, construir un ferrocarril interurbano entre Guadalajara y el lago de Chupala y emprender otras obras en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí; en 1910 se convirtió en La Chupala Hydroelectric and Irrigation Co., cuya denominación cambió por la de Compañía Hidroeléctrica e Irrigadora de Chupala. A la fecha del listado, era de propiedad federal, sin haber participado nunca en ninguno de los dos grupos de intereses anglocanadienses o de propiedad norteamericana de la Electric Bond and Share.

Fuente: Ernesto Galarza: La Industria Eléctrica en México (1941). La Agrupación en Sistemas Eléctricos aparece en la Industria de Energía Eléctrica, por Cristóbal Lara Benítez (1953).

luca, Mexicana Meridional de Fuerza y de Fuerza del Sureste, formaba - el Sistema Interconectado del Centro. La American & Foreign Power Co. operaba por medio de la Impulsora de Empresas Eléctricas, ligada a la Electric Bond & Share, y manejaba los sistemas siguientes, los cuales agrupaban a las compañías que se indican entre paréntesis: Interconectado Agrícola Nacional (Agrícola y de Fuerza Eléctrica del Río Conchos, y las divisiones Torroón y Chihuahua de la Nacional de Electricidad), Interconectados de Puebla (de Tranvías, Luz y Fuerza de Puebla, de Luz Eléctrica y Fuerza Motriz de Orizaba, Eléctrica Mexicana, de Luz Eléctrica, Fuerza y Tracción de Veracruz, Eléctrica de Córdoba e Hidroeléctrica de Puebla) e Interconectado de Guanajuato (The Guanajuato Power and Electric, División San Luis Potosí de la Nacional de Electricidad, Hidroeléctrica Queretana, Hidroeléctrica Guanajuatense y Central México Light and Power)

El grupo norteamericano controlaba, además, las siguientes compañías: Nacional de Electricidad (divisiones Saltillo, Zacatecas, Durango y -- Aguascalientes), Eléctrica de Tampico, de Electricidad de Mérida y --- Abastecedora de Luz, Fuerza y Agua de Mazatlán. Ambos consorcios asumieron desde un principio el carácter de empresas holdings, o sea aquellas en que el control se establece mediante la participación mayoritaria de capital. La absorción de las empresas menores a menudo se iniciaba con resultado de la interconexión de sistemas, de la compra de valores o del otorgamiento de préstamos. El desarrollo de las grandes compañías fue, pues, resultado de un proceso, primero de absorción y consolidación y después de expansión de todo el sistema. El equipo de generación no era uniforme. El grupo de la Mexicana de Luz y Fuerza adoptó el sistema de 50 ciclos; la Impulsora el de 60; y había otras plantas que operaban a 58, 57, 50, 48, 45, 42, 40 y 25.

De 1900 a 1932 los precios del alumbrado sólo variaron entre 30 y 35 centavos por kWh, sin embargo, cuando la Mexican Light & Power inauguró su planta en Necaxa, redujo en un 50% la tarifa para el Distrito Federal, a modo de vender los miles de kw de que disponía y de hacer pre-

sión sobre las compañías independientes para obligarlas a traspasar - sus propiedades y franquicias. En 1933 y 1934, después de varias plá- ticas con las autoridades, la Central Mexican Light and Power redujo el precio del alumbrado de 30 a 22 centavos por kwh; el flujo por lám- para de 40 w, de 1.5 a 1.04 pesos; y el de la fuerza motriz de 14 a 12 pesos. Las otras empresas hicieron disminuciones similares. Esta intervención oficial contrajo las inversiones: de 1930 a 1934 la ca- pacidad de generación aumentó sólo un 9.3%. Debido a ésto, el decre- to del 19 de enero de 1934 autorizó el Ejecutivo para constituir la - Comisión Federal de Electricidad, creada el 14 de agosto de 1937. De 1937 a 1943 la producción de energía eléctrica, fundamentalmente en - manos de particulares, creció menos del 1% anual. En 1944 se inició un período de intensa actividad. La Comisión Federal de Electricidad y la Nueva Compañía Hidroeléctrica de Chapala, de propiedad pública, aportaron el 66% del aumento de energía para el servicio público re- gistrado hasta 1959 y el 82% de las nuevas plantas hidroeléctricas au- mentó la capacidad instalada de 680 mil kw en 1943 a 1.2 millones en 1959. Entre las dos fechas extremas, la potencia disponible se cua- druplicó, incrementándose desde 1950 a una tasa promedio del 10% anual. En ese período, el 11 de enero de 1948, la Comisión Federal de Elec- tricidad quedó constituida como organismo público descentralizado, -- con patrimonio propio y personalidad jurídica.

Aunque constituida desde 1937, hasta 1944 puso en servicio la prime- ra unidad de la planta de Ixtapantongo, con 27,900 kw. Posteriormente, construyó las de Santa Bárbara, Martínez Meza, El Durazno y Tin- gambato, en el Estado de México; Colotlipa y Las Cruces en Guerrero; La Laguna en Durango; Ciudad Juárez y Chihuahua en el estado de este nombre; Ciudad Obregón, Guaymas, Oviachic y Mocúzari en Sonora; El En- canto, Minas y Dos Bocas en Veracruz; San Jerónimo en Nuevo León; Te- pazoico en Puebla; Falcón en Tamaulipas; El Cóbano en Michoacán; Te- mazcal en Oaxaca; y 27 de Septiembre en Sinaloa. En 1960 la genera- ción neta para servicio público en el país fue de 8,457 millones de - kwh, de los cuales la C.F.E. aportó 4,229, un poco más del 50%, y en-

tregó 1,821 a la Mexicana y 701 a la Impulsora, pues las redes de distribución en los centros urbanos seguían siendo propiedad de esas empresas. En abril de ese año, el Gobierno Federal adquirió en 99 millones de dólares (34 de adeudos y 65 de activos) los bienes de las sociedades de la Impulsora que operaban en 15 estados de la República, con una capacidad instalada de 336,988 kw. Los activos fueron transferidos a la Industrial Eléctrica Mexicana y luego comprados por la C.F.E. El 27 de septiembre siguiente, el Estado asumió el control de la Mexicana y sus empresas filiales, con capacidad instalada de 585 mil kw, mediante la compra en 650 millones de dólares del 73% de las acciones preferentes y el 95% de las comunes que estaban en poder de la Mexican Light and Power.

El sistema de ésta siguió siendo operado por conducto de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, empresa pública que suministra servicio al Distrito Federal y a sus alrededores. A partir de 1965, la C.F.E. adquirió otras 19 empresas, 16 de las cuales se disolvieron y se integraron al sistema nacional el 31 de diciembre de 1967, y las otras 3 en febrero de 1969.

Un acuerdo presidencial del 16 de diciembre de 1974, decretó la disolución y liquidación de las compañías eléctricas del Centro, Pachuca, Toluca y Meridional, y autoriza a la C.F.E. para adquirir sus activos, hechos que ocurrieron el 2 de enero de 1975.

## 1.2 SITUACION ACTUAL SOBRE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

En este punto se dará una visión de las cifras actuales (1984), relativas al sector eléctrico, se presentan los resultados para la totalidad de la industria eléctrica de servicio público que es responsable de la generación de más del 90% de la energía total producida en el -

país, encontrándose el resto en las industrias que se autoabastecen para satisfacer necesidades propias individualmente consideradas, -- que no implican servicio público, como algunas siderúrgicas y algunas de las plantas de Petróleos Mexicanos.

### 1.2.1 Capacidad Instalada

En el cuadro 1.1 se muestra la evolución de la capacidad instalada, que se ha incrementado a un ritmo promedio del 8.8% - anual.

La participación de cada tipo de planta ha variado notablemente desde 1970. La hidroelectricidad disminuyó en el período al pasar del 53.2% al 33.2% del total. Las centrales termo--eléctricas a base de hidrocarburos, que en 1970 aportaban un 46.8% de la capacidad instalada total, en 1984 representaron el 62.2%. Asimismo, la geotermia, que en 1970 no era aprovechada como fuente energética, adquirió importancia a partir de 1973 y llegó a representar en 1984 el 1.6% de la potencia en operación. Por su parte, las dos primeras unidades de carbocarbónica de Río Escondido participaron en 1984 con el 3.1% del total.

### Generación

La generación bruta en el período 1973-1979, tuvo una tasa de incremento anual promedio de 9.2%. Para el período 1980-1984, esta tasa se redujo a 6.5% por año.

En lo que se refiere a la estructura de la generación, en 1970 la hidroelectricidad participaba con el 56.8% y la termoelec-

CUADRO 1.1

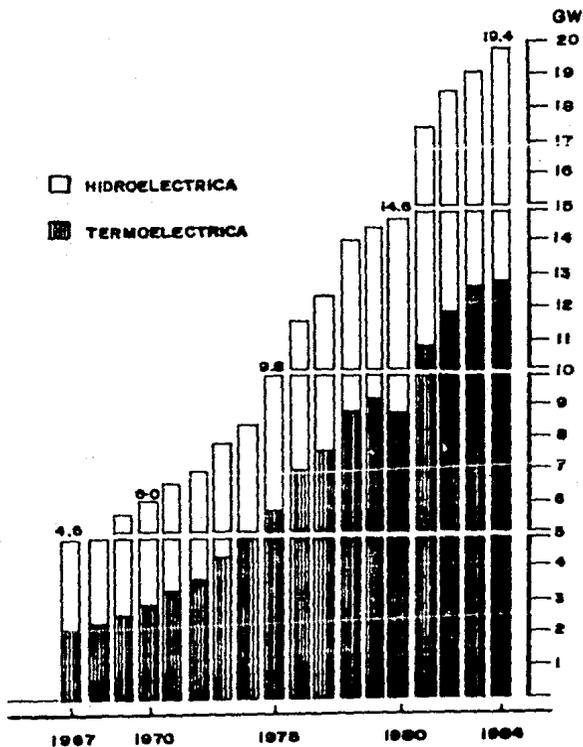
CAPACIDAD INSTALADA EN OPERACION (MW)

AÑO	HIDROELECTRICA	T E R M O E L E C T R I C A						
		VAPOR	CICLO COMBINADO	TURBOGAS	GEOTERMO- ELECTRICA	COMBUSTION INTERNA	CARBO- ELECTRICA	T O T A L
1967	2511	1863					268	4642
1968	2509	1933					354	4796
1969	3229	2038					391	5658
1970	3228	2353					487	6068
1971	3227	2677		318			276	6498
1972	3228	2698		619			368	6913
1973	3446	3049		866	75		290	7726
1974	3521	3415	130	971	75		259	8371
1975	4044	3431	610	1419	75		251	9830
1976	4541	5012	610	948	75		274	11460
1977	4723	5061	720	1266	75		247	12092
1978	5225	6456	720	1267	75		249	13992
1979	5219	6716	720	1259	150		234	14298
1980*	5992	6616	540	1190	150		137	14625
1981	6550	7486	1223	1539	180		300	17396
1982	6550	8325	1223	1686	205		300	18390
1983	6532	8655	1223	1698	205		600	19004
1984	6532	1227	1760	1760	205		600	19360

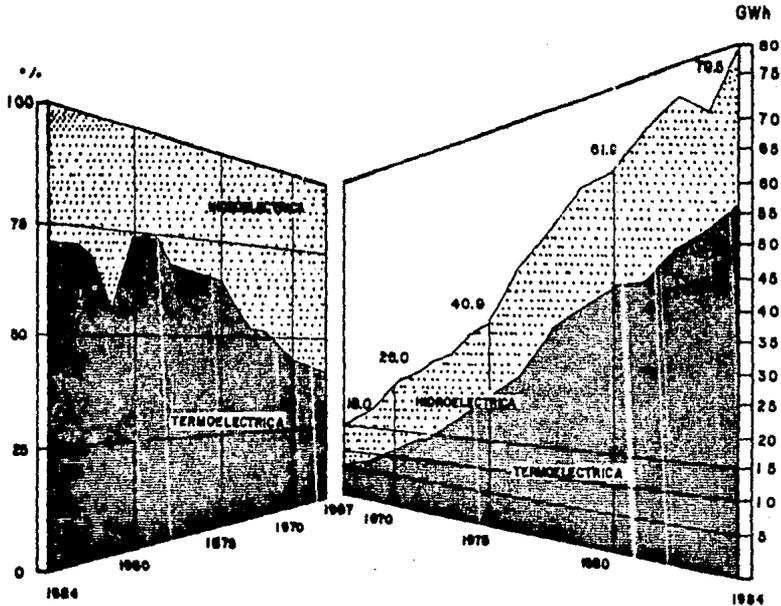
1 MW = mil KW

\* A partir de 1980, se indica la potencia real instalada al 31 de diciembre. En los años anteriores se reportó la suma de las capacidades de placa de las unidades generadoras.

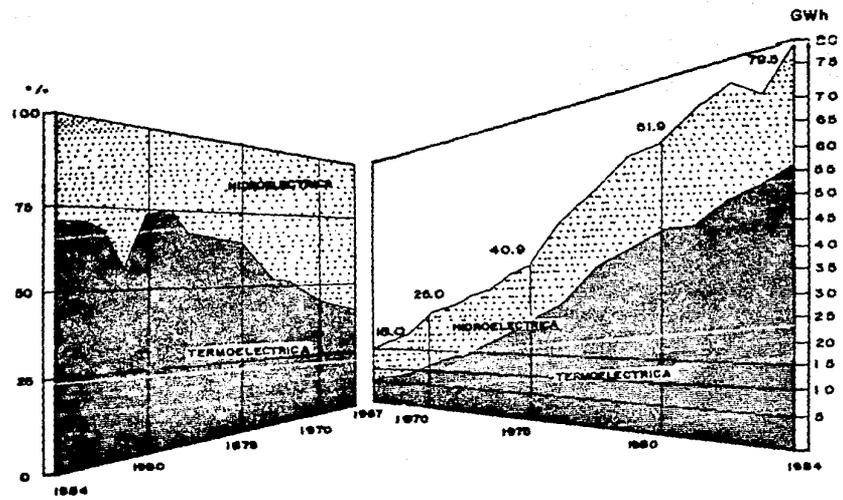
## CAPACIDAD INSTALADA EN OPERACION



# GENERACION BRUTA



# GENERACION BRUTA



CUADRO 1.2  
GENERACION BRUTA ANUAL (GWH)

AÑO	HIDROELECTRICA	TERMoeLECTRICA						TOTAL
		VAPOR	CICLO COMBINADO	TURBOGAS	GEOTERMO- ELECTRICA	COMBUSTION INTERNA	CARBO- ELECTRICA	
1967	10855	6601						
1968	12408	7078				479		17935
1969	13303	8974				533		20019
1970	14805	10360				788		23065
1971	14269	13321				865		26030
1972	15246	14780		437		456		28483
1973	16081	15462		1060		447		31533
1974	16602	17915	198	2070	161	470		34244
1975	15016	19562	1646	2068	463	762		38008
1976	17087	22128	1932	3403	518	734		40879
1977	19035	25280	2045	2366	579	540		44632
1978	16066	30322	2488	1537	592	456		48945
1979	17859	33098	2317	3027	598	476		52977
1980*	16740	37012	3267	3343	1019	454		58070
1981	24446	35527	3456	3623	915	311		61868
1982	22729	40025	5272	3202	964	251	33	67879
1983	20583	44822	4281	2438	1296	187	1278	73225
1984	23448	46342	4122	1261	1353	107	2424	74831
				939	1424	100	3132	79507

GWh = Millón KWh

\* Durante los meses de junio, julio y agosto de 1980, se hicieron restricciones al suministro de energía por 538 GWh, debido a falta de capacidad en el sistema eléctrico, los cuales deberán ser tomados en cuenta cuando se trate de calcular tendencias.

tricidad con el 43.1%.

En 1984 la participación de la hidroelectricidad bajó al 29.5%, la termoelectricidad alcanzó el 65.8%, la geotérmica aportó el 1.8% y el carbón el 3.9% del total nacional (Cuadro 1.2).

### 1.2.3 Mercado Eléctrico

La demanda en el año de 1984.

La recuperación económica del país superó las previsiones, estimándose en 3.5% el crecimiento del producto interno. La generación bruta fue de 79,563 GWH, significando un incremento de -- 6.3% con relación al año anterior, mientras las ventas de energía, con un aumento de 6.5% respecto a 1983, fueron de 66,233 - GWH.

La diferencia entre generación bruta y ventas corresponde a servicios propios, pérdidas de transmisión y transformación, así como desfaseamiento en tiempo de los ciclos de facturación.

El consumo nacional se divide principalmente en servicios residenciales, comerciales, públicos, industriales y riego agrícola.

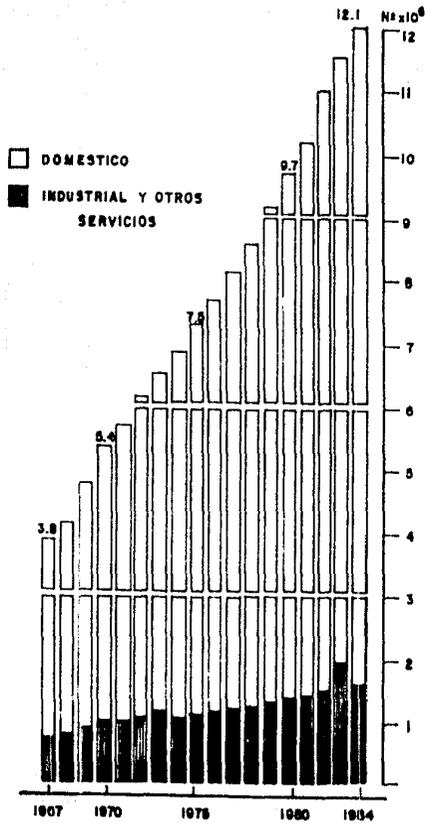
#### - Servicio Residencial.

El servicio de energía eléctrica para uso doméstico atendió a 10.7 millones de usuarios, 87.2% del total de usuarios que absorbieron sólo el 20.2% de las ventas totales. Una característica importante del consumo residencial en México, es que el 35% de los usuarios domésticos consume menos de 50 KWH al mes y el 70% tiene consumos menores de 100 KWH al mes.

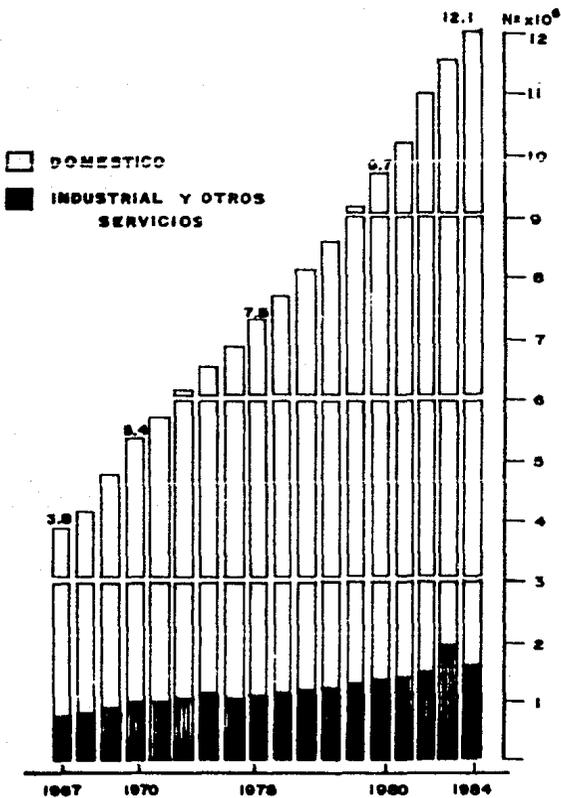
U S U A R I O S P O R T A R I F A

T A R I F A	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
1 Residencial	3120	3412	3902	4409	4769	5110	5455
2 General menor 5 kW	590	625	663	702	738	761	873
3 General	64	71	77	85	93	100	17
4 Molinos de nixtamal	16	18	19	21	23	25	27
5 Alumbrado Público	7	9	10	11	13	14	15
7 Temporal	4	4	4	4	5	6	8
TOTAL DE BAJA TENSION	3801	4138	4665	5232	5641	5016	6593
6 Bombeo aguas	3	3	4	4	5	6	6
8 Alta tensión general	9	10	11	12	14	15	16
9 Agrícola	9	10	11	12	13	14	17
11 Alta tensión minus (unidad)	127	155	160	181	198	202	205
Contratos Especiales (unidad)	68	67	68	86	94	102	46
TOTAL ALTA TENSION	21	23	26	28	32	35	39
En Proceso de Facturación	----	11	100	109	74	63	127
TOTAL USUARIOS DIRECTOS	3822	4173	4791	5369	5747	6114	6559
Empresas Ajenas (unidad)	195	173	122	83	67	63	57
TOTAL USUARIOS	3822	4173	4791	5369	5747	6114	6559
Intercambio entre grupos del SEN (unidad)	219	77	60	51	46	45	46
T O T A L	3822	4173	4791	5369	5747	6114	6559

# USUARIOS



## USUARIOS



En el servicio doméstico para localidades con clima muy cálido, el consumo medio mensual es de 147 KWH por usuario y del orden de 84 KWH por usuario en localidades con clima normal. Estos datos contrastan con los de los Estados Unidos, donde se reportan consumos residenciales hasta diez veces más altos.

- Servicios Comerciales.

Se atendieron 1.4 millones de usuarios (11.6% del total), los cuales utilizaron 6,718 GWH, esto es el 10.1% del total de ventas del sector eléctrico.

Para el servicio general hasta 25 KW de demanda, la energía vendida fue de 4,749 GWH (7.2% de las ventas totales), el consumo medio mensual fue de 296 KWH por usuario. En el servicio general para más de 25 KW de demanda, las ventas registradas fueron de 1,699 GWH (2.6% de las ventas totales) y los usuarios 15,994. El consumo medio mensual por usuario fue de 8,852 KWH.

En relación al servicio para molinos para nixtamal y tortillerías, las ventas fueron de 270 GWH (0.4% del total), con 47,904 usuarios. El consumo medio mensual fue de 470 KWH por usuario.

- Servicios Públicos.

Los servicios para alumbrado público y bombeo de aguas potables o negras, registraron ventas por 3,876 GWH (5.9% del total), con 46,281 usuarios (0.4% de los usuarios totales del sector eléctrico).

Los consumos medios mensuales fueron, para el servicio de alumbrado público de 5,037 KWH por usuario y, para el servicio de bombeo de aguas potables o negras de 11,852 KWH por usuario.

- Servicios Industriales.

Los usuarios registrados en estas tarifas fueron 42,097 (0.3% del total), de los cuales 186 se ubican en el servicio general para tensiones de 66 KV o superiores.

En los servicios se vendieron 37,471 GWH, o sea, el 56.6% del total de energía entregada.

El consumo medio mensual de los usuarios del servicio general en alta tensión, que incluye hoteles grandes y centros comerciales, fue de 43,225 KWH por usuario y de 7,872,134 KWH por usuario en tensiones de 66 KV o superiores.

- Riego Agrícola.

En esta tarifa se ubican 54,812 usuarios que representaron el 0.4% del total de usuarios y utilizaron 4,646 GWH, o sea, el 7.0% de las ventas totales.

El 51% de los usuarios tienen consumos mensuales menores de 1,500 KWH, los cuales utilizaron únicamente el 1.1% del total de la energía consumida en esta tarifa; por otro lado, sólo el 7.3% de los usuarios tienen consumos superiores o iguales a 55,000 KWH, los que utilizan el 52% de la energía consumida en la tarifa.

**CUADRO 1.4**  
**VENTAS DE ENERGIA**  
**ENERGIA VENDIDA POR TARIFA**

TARIFA	GWh						
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
1 RESIDENCIAL	2 548	2 804	3 152	3 582	3 980	4 442	4 943
2 GENERAL MENOS DE 5 KW	304	939	1 014	1 088	1 149	1 245	1 582
3 GENERAL MAS DE 5 KW	1 487	1 655	1 835	2 023	2 201	2 452	2 380
4 MOLINOS DE NIXTAMAL	112	127	135	142	155	164	163
5 ALUMBRADO PUBLICO	558	624	635	746	822	911	1 047
7 TEMPORAL	19	22	18	8	8	9	13
<b>TOTAL BAJA TENSION</b>	<b>5 615</b>	<b>6 169</b>	<b>6 837</b>	<b>7 589</b>	<b>8 313</b>	<b>9 224</b>	<b>10 108</b>
6 BOMBEO DE AGUA	590	651	738	826	938	1 012	1 085
8 ALTA TENSION EN GENERAL	5 875	6 679	7 834	8 212	8 876	9 428	10 423
9 AGRICOLA	930	979	1 199	1 349	1 372	1 639	1 741
11 ALTA TENSION MINAS	440	500	563	617	677	652	691
CONTRATOS ESPECIALES	1 408	1 605	1 924	2 066	3 393	4 185	4 677
<b>TOTAL ALTA TENSION</b>	<b>9 243</b>	<b>10 414</b>	<b>12 258</b>	<b>13 970</b>	<b>15 056</b>	<b>16 916</b>	<b>18 617</b>
EN PROCESO DE FACTURACION	134	247	122	75	218	163	180
SUMA VENTAS DETALLE	14 992	16 830	19 217	21 834	23 587	26 303	28 905
VENTAS A EMPRESAS AJENAS	75	92	117	124	149	109	115
VENTAS TOTALES	15 067	16 922	19 334	21 758	23 706	26 412	29 020
INTERCAMBIO	9 788	8 113	8 584	10 103	10 412	11 453	13 239
<b>TOTAL FACTURADO</b>	<b>24 852</b>	<b>25 035</b>	<b>27 928</b>	<b>31 861</b>	<b>34 118</b>	<b>37 865</b>	<b>42 271</b>

1 Incluye ajuste de CLFC por 12 GWh

1 GWh = 1 millon de kWh

**CUADRO 1.4 (Continuación)**

**ENERGIA VENDIDA POR TARIFA**

<u>TARIFA</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>
	<u>GWh</u>										
1 DOMESTICO	4202	4272	4177	4174	4831	4896	5214	5744	6348	6537	6673
1A DOMESTICO REGIONES VERANO CALIDO	1307	1784	2529	3188	3738	4314	4824	5467	6163	6442	6738
2 GENERAL HASTA 25 KW	2754	2876	3047	3273	3684	3677	4201	4550	4861	4883	4749
3 GENERAL PARA MAS DE 25 KW	1147	1187	1187	1109	1235	1325	1429	1512	1581	1592	1699
4 MOLINOS DE MORTAJAL Y TORTILLERAS	172	181	195	195	203	202	191	203	215	251	270
5 ALUMBRADO PUBLICO	1236	1240	1302	1460	1527	1537	1666	1554	1947	1868	1872
7 TEMPORAL	19	30	28	33	32	92	72	29	30	26	18
<u>TOTAL BAJA TENSION</u>	<u>10837</u>	<u>11560</u>	<u>12465</u>	<u>13512</u>	<u>14850</u>	<u>16243</u>	<u>17597</u>	<u>19359</u>	<u>21145</u>	<u>21399</u>	<u>22019</u>
6 BOMBEO DE AGUAS POTABLES Y NEGROS	1198	1349	1561	1667	1737	1808	1939	2049	2243	1994	2004
8 GENERAL EN ALTA TENSION	11957	12635	13012	13231	14540	15692	16489	18094	18692	19064	21302
9 BOMBEO DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA	2069	2257	2437	2652	2935	3328	3748	3842	4801	4440	4646
11 ALTA TENSION PARA EXPLORACION Y BIENESTAR DE MINERIAS	743	793	950	1048	1109	1235	1612	3183	4014	4473	-
12 GENERAL 5 MW ó más o 66 KV ó SUPERIOR	5052	5774	7243	8806	9822	10594	10643	10454	10548	10763	16169
<u>TOTAL ALTA TENSION</u>	<u>21019</u>	<u>22808</u>	<u>25203</u>	<u>27404</u>	<u>29943</u>	<u>32657</u>	<u>34429</u>	<u>37622</u>	<u>40298</u>	<u>44073</u>	<u>44121</u>
EN PROCESO DE FACTURACION	98	853	323	359	366	232	356	411	22	R 118	100
SUMA VENTAS AL DETALLE	31954	36211	37991	41275	45159	49132	52382	57392	61465	62015	66240
10 ALTA TENSION PARA REVENTA	198	209	220	243	265	297	275	63	14	84	93
VENTAS TOTALES	32152	36420	38211	41518	45424	49428	52657	57455	61479	62099	66333
ENTREGAS A CFE	508	511	373	407	339	495	531	611	718	846	927
ENTREGAS A CLFC	9167	8831	10507	12837	12627	14009	14801	16282	17004	16797	17788

**SECTOR ELECTRICO NACIONAL**  
**RESUMEN DE RESULTADOS**

CONCEPTO		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
<b>GENERACION</b>																			
CAPACIDAD INSTALADA	GW	4.6	4.8	5.6	6.1	6.6	6.9	7.7	8.4	9.8	8.6	12.1	14.0	14.3	14.4	17.4	18.4	19.0	19.3
ENERGIA OPERACION	TWh	17.9	20.0	23.1	26.0	28.5	31.5	34.2	38.0	40.8	44.8	48.0	53.0	59.1	66.1	67.9	73.2	74.8	79.9
GENERACION BRUTA	TWh	17.3	19.4	22.3	25.2	27.6	30.5	33.1	36.7	39.4	42.9	47.0	50.8	55.7	59.1	65.9	69.5	71.3	76.0
ENERGIA COMPRADA	TWh	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	-	-	0.6	0.3	-	-	-
ENERGIA DISPONIBLE	TWh	17.4	19.5	22.8	25.3	27.8	30.7	33.4	37.0	39.7	43.2	47.1	50.8	55.7	59.7	66.2	69.8	71.5	76.0
SERVICIOS PROMOS	%	3.3	3.0	3.8	3.1	3.1	3.1	3.2	3.0	2.0	2.2	2.9	4.1	4.3	4.5	3.0	4.8	4.4	4.4
MARGEN	%	13.2	13.9	14.2	14.2	14.7	14.0	13.2	13.2	10.8	11.6	11.9	10.6	11.3	11.9	13.3	11.9	13.3	13.1
<b>VENTAS</b>																			
VENTAS TOTALES	TWh	15.1	16.9	19.3	21.9	23.7	26.4	29.0	32.1	35.4	38.2	41.5	46.4	49.4	52.6	57.4	61.5	62.0	66.0
VENTAS DIRECTAS AL USUARIO	TWh	14.8	16.8	19.2	21.8	23.6	26.3	28.9	31.8	35.2	38.0	41.3	46.1	49.1	52.4	57.4	61.5	62.0	66.0
VENTAS A EMPRESAS AJENAS	TWh	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>FACTURACION</b>																			
FACTURACION A USUARIOS	10 <sup>9</sup>	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	7.8	8.8	11.8	14.7	23.1	28.8	32.8	43.9	59.8	60.8	143.7	338.8
PERJUICIOS DE LA EXPLOTACION	10 <sup>9</sup>	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	5.0	10.7
<b>OTROS CONCEPTOS DE LA EXPLOTACION</b>																			
ACTIVOS FIJOS EN OPERACION	10 <sup>9</sup>	22.0	23.1	25.8	29.4	34.4	37.9	46.4	48.0	60.4	81.0	136.3	198.3	223.1	300.4	417.6	1108.7	1964.8	3458.8
TRABAJADORES PERMANENTES	10 <sup>3</sup>	26.1	26.1	29.2	29.9	31.4	32.2	34.1	36.1	37.6	42.0	44.3	49.1	47.1	51.0	62.8	63.7	65.5	68.2
USUARIOS	10 <sup>5</sup>	3.8	4.2	4.6	5.4	5.7	6.1	6.8	8.8	7.8	7.7	8.1	8.6	9.1	9.7	10.4	11.1	11.6	12.2
POBLACIONES CON SERVICIO	10 <sup>3</sup>	6.4	7.4	9.1	10.1	11.6	12.9	14.1	16.1	16.0	17.5	18.8	20.0	20.4	2.2	22.7	23.8	24.9	26.1

1 GW = 1 MILLON DE MW.  
1 TWh = MIL MILLONES DE KWh.

→ A PARTIR DE 1980 DE INDICA LA POTENCIA Y LA INSTALADA AL 31 DE ENERO EN LOS AÑOS ANTERIORES SE REPORTA LA SUMA DE CADA UNO DE LAS PLACAS DE LAS UNIDADES GENERADORAS.

→ DURANTE LOS MESES DE JUNIO, JULIO Y AGOSTO DE 1980, SE INCREMENTA LA DEMANDA AL DISMINUIR EL SERVICIO DE EMERGENCIA POR 886 GWh, DEBIDO A LA FALTA DE CAPACIDAD EN EL SISTEMA ELECTRICO LO CUALES DEBERAN SER TOMADOS EN CUENTA CUANDO SE HAYAN DATOS DE CALCULO TENDENCIAS.

NOTA: LOS VALORES AQUÍ REPORTADOS BUENOS AIRES, A PARTIR DEL AÑO DE 1978, INCLUYEN LA REEVALUACION ANUAL PARA LOS AÑOS DE 1972 A 1978. SE TOMAN LOS DATOS PROPORCIONADOS POR LA COMISION GENERAL.

**SECTOR ELECTRICO NACIONAL**

**INDICES ANUALES**

**1967=1**

CONCEPTO	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
<b>GENERACION</b>																		
CAPACIDAD INSTALADA EN OPERACION	1 00	1 04	1 22	1 53	1 41	1 50	1 67	1 83	2 13	2 50	2 63	3 04	3 11	3 17	3 78	4 00	4 18	4 19
GENERACION BRUTA	1 00	1 12	1 29	1 46	1 59	1 78	1 91	2 12	2 28	2 49	2 73	2 95	3 24	3 45	3 78	4 08	4 18	4 44
GENERACION NETA	1 00	1 12	1 29	1 46	1 59	1 76	1 91	2 12	2 28	2 48	2 72	2 94	3 22	3 42	3 91	4 02	4 13	4 39
ENERGIA COMPRADA	1 00	1 00	2 00	1 00	2 00	2 00	3 00	3 00	3 00	3 00	—	—	—	6 00	3 00	—	—	—
ENERGIA DISPONIBLE	1 00	1 12	1 29	1 46	1 60	1 76	1 92	2 13	2 28	2 48	2 71	2 92	3 20	3 43	3 80	4 01	4 11	4 37
<b>ESTRUCTURA DE LA ENERGIA DISPONIBLE</b>																		
GENERACION NETA	0 994	0 993	0 991	0 996	0 993	0 993	0 991	0 992	0 992	0 993	0 998	1 000	1 000	0 990	0 995	1 000	1 000	1 000
ENERGIA COMPRADA	0 008	0 005	0 009	0 004	0 007	0 007	0 009	0 008	0 008	0 007	0 002	—	—	0 010	0 005	—	—	—
ENERGIA DISPONIBLE	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
<b>VENTAS</b>																		
VENTAS TOTALES	1 00	1 12	1 28	1 44	1 57	1 75	1 93	2 13	2 35	2 54	2 75	3 01	3 28	3 49	3 81	4 07	4 10	4 37
VENTAS DIRECTAS AL USUARIO	1 00	1 12	1 29	1 44	1 57	1 75	1 93	2 13	2 35	2 53	2 75	3 01	3 28	3 49	3 85	4 10	4 14	4 42
<b>ESTRUCTURA DE LAS VENTAS</b>																		
VENTAS DIRECTAS AL USUARIO	0 987	0 994	0 995	0 991	0 996	0 996	0 996	0 994	0 994	0 996	0 995	0 993	0 994	0 996	1 000	1 000	1 000	1 000
VENTAS A TRAVES DE PEQUEÑAS REVENDEDORAS	0 013	0 006	0 005	0 009	0 001	0 004	0 004	0 008	0 006	0 005	0 005	0 007	0 006	0 004	—	—	—	—
VENTAS TOTALES	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
<b>FACTURACION</b>																		
FACTURACION A USUARIOS	1 00	1 03	1 11	1 26	1 37	1 54	1 76	1 93	2 31	2 96	4 64	5 15	6 56	8 83	12 04	18 27	28 92	72 18
<b>OTROS CONCEPTOS DE LA FACTURACION</b>																		
ACTIVOS FIJOS EN OPERACION	1 00	1 05	1 17	1 34	1 56	1 70	2 11	2 08	2 29	3 68	6 29	8 88	10 14	15 45	14 98	52 67	68 45	156 30
TRABAJADORES PERMANENTES	1 00	1 00	1 12	1 14	1 20	1 23	1 31	1 38	1 44	1 61	1 70	1 75	1 80	1 95	2 02	2 06	2 13	2 23
USUARIOS	1 00	1 10	1 28	1 42	1 50	1 60	1 71	1 79	1 82	2 05	2 13	2 28	2 39	2 55	2 74	2 92	3 05	3 21
POBLACIONES CON SERVICIO	1 00	1 16	1 42	1 58	1 81	2 01	2 20	2 36	2 50	2 73	2 94	3 12	3 19	3 31	3 55	3 72	3 89	4 12

### 1.3 PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS

El estudio institucional del desarrollo hidroeléctrico en México data desde 1896, cuando se empezó a estudiar el proyecto Necaxa y se construyó la primera planta, Portezuelo I, cuya operación comercial se inició en 1898.

En el Anexo 1.1 se listan las plantas hidroeléctricas construidas por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro en el período 1898-1957.

Antes de la creación de la C.F.E., se importaba el 100% de la tecnología hidroeléctrica, desde la concepción, estudio y diseño, hasta la construcción y operación de cada proyecto. Fue en 1939 cuando el primer Vocal Ejecutivo de la C.F.E. integró dos grupos de ingenieros mexicanos en las ramas de Ingeniería Civil y de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Con estos grupos se consiguió diseñar y construir en México gran parte de las plantas hidroeléctricas de Ixtapantongo y Santa Bárbara, las primeras que se consideran diseñadas y construidas con un alto porcentaje de tecnología nacional, y que operan ahora en el Sistema Miguel Alemán.

En 1978 existían 98 plantas hidroeléctricas operadas por la Comisión Federal de Electricidad. Para 1982 se tenían 170 con una capacidad de 6,612 MW que representa el 32.8% del total. Para 1984 se tenía una capacidad instalada de 6,532 MW que representa el 33.2% del total.

En el Anexo 1.2 se enlistan las plantas construidas por la C.F.E. y su correspondiente capacidad instalada.

En el Cuadro 1.5 se graficaron en las ordenadas las potencias instaladas de las plantas construidas por la C.F.E. y en las abscisas se graficaron los años en que fueron puestas en operación.

## ANEXO 1

## PLANTAS ADQUIRIDAS POR C. F. E.

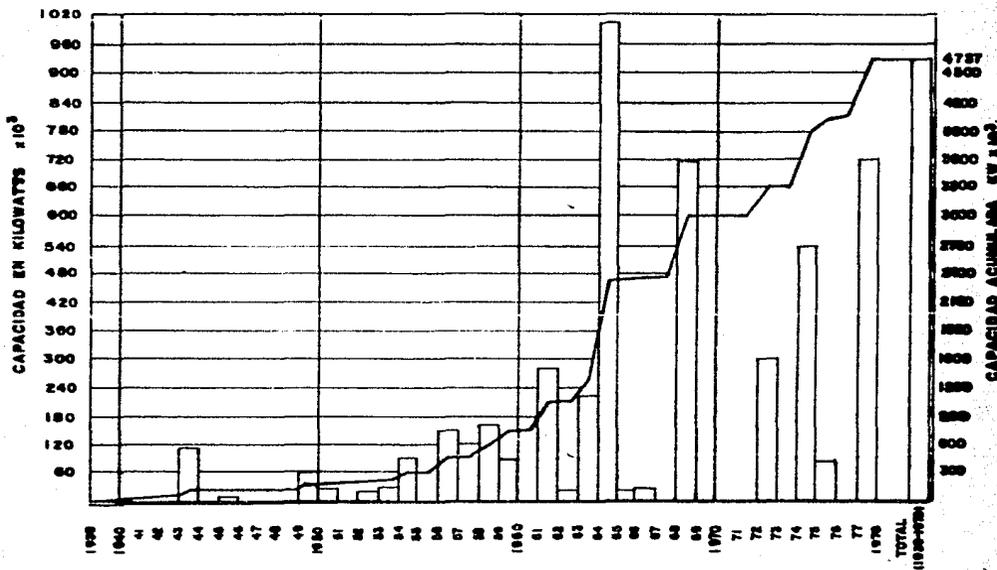
PLANTA	TIPO	CAPACIDAD TOTAL EN KW	FECHA INICIACION COMERCIAL	UBICACION MUNICIPIO ESTADO
Portezuelo I	H	2800	1898	Atlixco, Pue.
Ixtaczoquitlán	H	1650	1899	Ixtaczoquitlán, Ver.
Tzacapa (1)	H	2540	1903	Huachinango, Pue.
San Simón	H	2540	1903	Tenancingo, Méx.
La Luz	H	396	1903	San Agustín Ecila, Oax.
Jepayutla (1)	H	661	1905	Tenancingo, Pue.
Tenascaltepec	H	2200	1905	Tenascaltepec, Méx.
San Pedro Durán	H	1200	1905	Uruapan, Mich.
Tiño	H	1292	1905	Morélia, Mich.
Nacaza (1)	H	115000	1905	Juan Galindo, Pue.
Las Rosas	H	2800	1906	Ladereyta, Gro.
Platanal	H	9200	1906	Lacena, Mich.
Portezuelo II	H	2120	1908	Atlixco, Pue.
La Trinidad	H	1800	1908	Acazochitlán, Hgo.
San Sebastián	H	1200	1908	Huasca, Hgo.
Zictepec (1)	H	384	1908	Tenango del Valle, Méx.
El Sabino	H	2800	1909	Angamacuero, Mich.
Las Fuentes (1)	H	464	1909	Cuernavaca, Mor.
Botello	H	8100	1910	Parícuticuaro, Mich.
Soledad	H	288	1910	San Agustín Ecila, Oax.
Cañada (1)	H	1215	1910	Tetepango, Hgo.
Jaundo (1)	H	3600	1910	Tetepango, Hgo.
Fuente Grande	H	25400	1912	Tonalá, Jal.
El Olimpo	H	1370	1912	Tapachula, Chis.
Turpango	H	36000	1914	Ixtaczoquitlán, Ver.
La Bocanilla	H	25000	1915	San Francisco de los Conchos, Chih.
Tepexic (1)	H	45000	1923	Huachinango, Pue.
Las Justas	H	15000	1923	Gandajajara, Jal.
Alameda (1)	H	8800	1923	Malinalco, Méx.
Águila	H	720	1924	Huasca, Hgo.
Conceyuanga	H	2200	1927	Huasca, Hgo.
La Colina	H	3000	1928	San Francisco de los Conchos, Chih.
Villada (1)	H	1240	1928	Nicolás Romero, Méx.
Fernández Leal (1)	H	1280	1928	Nicolás Romero, Méx.
Tililan (1)	H	680	1928	Nicolás Romero, Méx.
Izticuaro	H	592	1929	Zimora, Mich.
Rosetilla	H	10250	1930	San Francisco de los Conchos, Chih.
Ierna (Tepaltepec) (1)	H	79945	1931	Coatepec, Mich.
Trisol	H	258	1932	Comitán, Chis.
Barranca Honda	H	3120	1937	Jojutla, Mor.
Colimilla	H	51200	1950	Tonalá, Jal.
Electroquímica Ing. J. Luque	H	1400	1952	Cd. Valdez, S.L.P.
Patla (1)	H	45600	1954	Lihuastéutla, Pue.
Schopoina	H	2240	1954	Verustiano Carranza, Chis.
Excuse	H	624	1957	Tehuacán, Zac.
Piedrecitas	H	80	1957	San Cristóbal de las Casas, Chih.

(1) Plantas de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (en liquidación)

## PLANTAS CONSTRUIDAS POR C. F. E.

PLANTA	TIPO	CAPACIDAD TOTAL EN KW	FECHA INICIACION COMERCIAL	UBICACION MUNICIPIO ESTADO
Xia	H	170	1959	Chicomanchil, Oax.
Bartolinas	H	750	1940	Tacámbaro, Mich.
Justicán	H	2180	1941	Tepec, Nayar.
Cardouaro	H	120	1942	Cardouaro, Mich.
Granados	H	940	1942	Williamar, Mich.
Coitzaco	H	480	1943	Morelia, Mich.
Ixtapantongo	H	106000	1944	Nuevo Santo Tomás, Méx.
Zumpalito	H	6400	1944	Ururapan, Mich.
Pfo. Micoz	H	1052	1945	Gd. Valles, S.L.P.
Colotlipa	H	9000	1946	Quechultemango, Gro.
Santa Bárbara	H	1000	1950	Nuevo Santo Tomás, Méx.
San Juan Viejo	H	1000	1950	Titicutaro, Mich.
Las Minas	H	14400	1951	Las Minas, Ver.
Bombard	H	5240	1951	Bochil, Chis.
El Bucanero	H	10000	1951	Tlapacoyán, Ver.
Temolo II	H	1600	1951	Teocelo, Ver.
San Jerónimo	V	105000	1952	Monterrey, N.L.
Tepeotlco	H	10880	1953	Nochistlán, Pue.
Quaymas	V	98000	1953	Quaymas, Son.
La Planta (El Punto)	H	950	1954	Tepec, Nayar.
Falcón	H	31500	1954	Guerrero Garza García, Tamps.
Cóbaro	H	32020	1955	Gabriel Zamora, Mich.
Ing. Héctor Martínez D'Arce	H	25200	1955	Villa de Allende, Méx.
El Durazno	H	18000	1955	Valle de Bravo, Méx.
Coalcomán	H	488	1957	Coalcomán, Mich.
Oviachic	H	19200	1957	Cajeme, Son.
Tingambato	H	135000	1957	Orizaba, Méx.
Mocuñán	H	9600	1953	Alamos, Son.
Tomascal	H	154080	1959	San Miguel Soyatepec, Oax.
El Salto	H	2975	1959	El Salto, Jal.
27 de Septiembre (El Fuerte)	H	59400	1960	El Fuerte, Sin.
Chilapan	H	26000	1960	Catemaco, Ver.
Tetela de Ocampo	H	150	1960	Tetela de Ocampo, Pue.
Amantlán	H	1600	1962	Sotompan, Ver.
Matzapotec	H	208800	1962	Tlaxianguitepec, Pue.
Calera	V	6000	1962	Calera, Zac.
Opapatitlan	H	72450	1962	Ururapan, Mich.
Tamapulcan	H	7480	1962	Tamapulcan, Oax.
Gral. Salvador Alvarado	H	11000	1963	Culiacán, Sin.
Luis M. Rojas	H	5320	1963	Tonalá
El Chique	H	624	1964	Yabasco, Zac.
Gral. Manuel Dieguez (Sta. Rosa)	H	61200	1964	Amatlán, Jal.
Gral. Plutarco E. Calles (El Novillo)	H	135000	1964	Soyupa, Son.
Gral. Ambrosio Figueroa (La Venta)	H	30000	1964	La Venta, Gro.
Infiernillo	H	1012000	1965	La Unión, Gro.
Agustín Millán	H	18500	1965	Valle de Bravo, Méx.
Camilo Arriaga	H	18000	1966	Gd. del Maíz, S.L.P.
José Cecilio del Valle	H	21000	1967	Metapa, Chis.
Malpaso	H	720000	1969	Teapatán, Chis.
La Villita	H	300000	1973	Nechor Ocampo, Mich.
Belisario Domínguez (La Angostura)	H	540000	1975	Venustiano Carranza, Chis.
Abasco	H	85500	1976	Culiacán, Sin.
Angostura	H	360000	1978	Venustiano Carranza, Chis.
Malpaso	H	360000	1979	Teapatán, Chis.

## POTENCIA INSTALADA DE LAS PLANTAS HIDROELECTRICAS CONSTRUIDAS POR C.F.E.



CUADRO 1.5

PRINCIPALES CENTRALES HIDROELECTRICAS

P L A N T A	UNIDADES	TURBINAS HP o CV*	G E N E R A D O R E S		
			KVA	MW	ESTADO
YAQUI MAYO					
P.E. Calles	3F	197690*		135.0	Sonora
Humaya	2F	123400	94736	90.0	Sinaloa
27 de Septiembre	3F	85500	66000	59.4	Sinaloa
GRIJALVA					
Mal Paso	6F	1440000	1140000	1080.0	Chiapas
Angostura	5F	1200000*	1900000	1800.0	Chiapas
Moreno Torres (Chicoasén)	5F	2080000	1578945	1500.0	Chiapas
BALSAS SANTIAGO					
Infiernillo	6F	1411000*	1114000	1000.0	Guerrero
La Villita	4F	410000*	320000	3400.0	Michoacán
Cupatitzio	2F	100500	80500	72.4	Michoacán
M. Diéguez	2F	100000*			Jalisco
Cócano	2F	79700	61200	52.0	Michoacán
Colimilla	4F	72000	64000	51.2	Jalisco
IXTAPANTONGO					
Tingambato	3F	216000*	150000	135.0	México
Ixtapantongo	3F	154000	117500	105.8	México
Sta. Bárbara	3F	9900	79500	67.6	Guerrero

F - Francis

P - Pelton

Datos proporcionados por la C.F.E.

De esta lámina se infiere que existan dos períodos bien marcados; el primero de ellos corresponde al de 1940-1964, cuando se construyeron 41 plantas con una potencia instalada total de 1,302 MW, que corresponde a un promedio de 31.7 MW/planta, en cambio, en el período de 1965-1977 sólo se construyeron 8 con un promedio de -- 339.4 MW/planta, promedio casi once veces mayor que el del período anterior.

Las del primer período corresponden a plantas pequeñas, que fundamente aprovechan los escurrimientos de las partes altas de las -- cuencas hidrográficas, esto es, son plantas de caídas estáticas - importantes y de bajo gasto turbinado. En el segundo período las plantas tienen, en forma acentuada, características inversas de - carga y gasto.

El proceso referido es natural, ya que es lógico empezar el aprovechamiento hidráulico de una cuenca de aguas arriba hacia aguas abajo; pero lo que llama la atención y es peculiar en nuestro desarrollo hidroeléctrico, es lo definido y brusco que resulta el - cambio en la estrategia de construcción de hidroeléctricas pasando del aprovechamiento de las partes altas de los ríos a la realización de centrales ubicadas en las desembocaduras de corrientes con caudal importante, tales como las plantas de Infiernillo, Villita y Malpaso, sin haber antes explotado más los recursos hidráulicos de alta caída y los de partes intermedias de las cuencas, mismos que en principio eran factibles de utilizarse.

El cambio brusco en la estrategia del desarrollo hidroeléctrico - nacional, podría explicarse al recordar que en la década de los - sesentas, se produjo una fase intensa de industrialización del -- país, que corresponde al período de crecimiento del 7% del produc to interno bruto nacional. Esto motivó que la demanda de energía eléctrica creciera al 8.8% y, como puede deducirse de los cuadros anteriores, la demanda promedio anual de capacidad fue 271% mayor

que en la década de los cincuentas. Es probable que lo anterior haya traído como consecuencia que las plantas localizadas en las partes altas de las cuencas no tuvieran una generación y/o potencia instalada suficiente para surtir durante varios años los requerimientos recientes de energía, lo cual sucedió en los años cincuentas. Esto, seguramente obligó a buscar proyectos que tuviesen capacidad para cubrir por tiempo suficiente las nuevas demandas, necesidad que explica la construcción de grandes proyectos desde 1965 a la fecha.

A continuación se describen las centrales hidroeléctricas en construcción durante 1984.

Entre los aprovechamientos hidroeléctricos más importantes del país destacan los de los Ríos Balsas y Grijalva. El Balsas atraviesa de este a oeste el Estado de Guerrero, desembocando en el mar, entre los Estados de Michoacán y Guerrero; su aprovechamiento integral está planeado con siete centrales generadoras, dos de ellas ya en operación: La Villita y el Infiernillo; la central Ing. Carlos Ramírez Ulloa y cuatro más en estudio.

### 1.3.1 Central Hidroeléctrica Ing. Carlos Ramírez Ulloa - El Caracol.

Se encuentra ubicada al noroeste del Estado de Guerrero, aproximadamente 73 km aguas abajo del cruce del Río Balsas con la carretera federal 95 México-Acapulco.

Como consecuencia de la formación del vaso, será necesario reubicar seis poblados y construir nuevas poblaciones para alojar a 7,000 habitantes.

La obra de desvío se hizo con dos túneles de 13 metros de

diámetro y longitud de 400 m. La cortina es del tipo de materiales graduados y tendrá una altura de 126 m.

Para la planta hidroeléctrica se está construyendo una caverna de 113 m de longitud, 20 m de ancho y 48 m de altura en su parte más alta.

Contará con tres unidades generadoras de 198 MW cada una, para una generación media anual de 1,320 GWh, permitiendo ahorrar 2,200,000 barriles de combustible al año.

Durante 1984 la cortina alcanzó la altura de 90 m; se terminaron las excavaciones de los túneles para el agua a presión; las correspondientes a la caverna alcanzaron el 95% de avance. En el vertedor se concluyó la excavación de los dos canales y se avanzó en el revestimiento de concreto. En los poblados se ejecutaron obras de vialidad y edificación de casas habitación.

El avance de esta central durante 1984 fue de 22%, con lo cual, a diciembre de 1984, se acumuló un total de 72.4%. Se estima terminar la obra a finales de 1986.

### 1.3.2 Central Hidroeléctrica Peñitas.

Se construye en el municipio de Ostucán, en el Estado de Chiapas, sobre el Río Grijalva, aguas abajo de la central Malpaso. Contará con cuatro unidades de 105 MW cada una y una generación media anual de 1,915 GWh, desplazando 3,100,000 barriles de combustible al año.

La cortina se construye con materiales graduados, tendrá una altura de 45 m; durante el año se alcanzó un avance del 16%.

CENTRALES EN CONSTRUCCION DURANTE 1984

NOMBRE	No. DE UNIDADES	CAPACIDAD MW
<b>HIDROELECTRICAS</b>		
Caracol	3 x 198	594
Peñitas	4 x 105	420
Bacurato	2 x 46	92
Amistad	2 x 33	66
Subtotal	11	1,172
<b>GEOTERMOELECTRICAS</b>		
Cerro Prieto II	2 x 110	220
Cerro Prieto III	2 x 110	220
Subtotal	4	440
<b>CARBOELECTRICAS</b>		
Río Escondido	2 x 300	600
Subtotal	2 Unidades	600
<b>NUCLEOELECTRICAS</b>		
Laguna Verde	1 x 654(1)	654
Subtotal	1	654
<b>TERMOELECTRICAS</b>		
Libertad	4 x 150	600
Manzanillo I	1 x 300	300
Manzanillo II	2 x 350	700
Punta Prieta II U-3	1 x 37.5	37.5
Cd. Juárez	2 x 150	300
San Luis Potosí	2 x 350	700
Subtotal	12	2,637.5
<b>CICLO COMBINADO (2)</b>		
Huinalá	1 x 100	100
Tula Vapor	2 x 100	200
El Sauz	1 x 100	100
Subtotal	4	400
<b>T O T A L</b>	<b>34</b>	<b>5,903.5</b>

- (1) La Central Laguna Verde consta de 2 unidades; sin embargo, durante 1984 la construcción de la segunda unidad estuvo suspendida.
- (2) Sólo se consideran las unidades de vapor convencionales.

**CENTRALES EN ETAPAS PREVIAS A LA DE CONSTRUCCION**

( 1984 )

NOMBRE	No. DE UNIDADES	CAPACIDAD
<b>HIDROELECTRICAS</b>		
Itzantun	2 x 220	410
Comedero	2 x 55	110
Agua Prieta	2 x 120	240
Subtotal	6	790
<b>CARBOELECTRICAS</b>		
Carbón II	4 x 350	1,400
Subtotal	4	1,400
<b>TERMoeLECTRICAS</b>		
Valladolid	2 x 37.5	75
Lerdo (Mayran)	2 x 160	320
Lázaro Cárdenas (Dual)	4 x 350	1,400
Tuxpan	4 x 350	1,400
Rosarito II	1 x 160	160
Subtotal	13	3,355
<b>T O T A L</b>	23	5,545

En el vertedor se terminaron las obras de excavación, se --  
avanzó en la colocación de concreto y se iniciaron los mon  
tajes de compuertas.

En la casa de máquinas, de tipo exterior, los trabajos de -  
excavación, colocación de concreto y montajes de equipos, -  
se desarrollaron conforme a lo programado.

Durante 1984 se realizó un avance de 19.5% que, acumulado -  
al avance anterior, arroja un 71.2%, con lo cual se calcula  
terminar la obra a mediados de 1987.

## 1.4 PROBLEMATICA ACTUAL EN EL SECTOR ELECTRICO

### Situación Financiera

Durante 1984 se erogaron 261 mil millones de pesos en inversiones y 253 mil millones en gastos de operación. Ingresaron 360 mil millones de pesos por ventas de energía eléctrica y el sistema presupuestario federal aportó 204 mil millones de pesos para cubrir el subsidio explícito a consumidores, requerido por la diferencia que existe entre el costo medio del servicio y su precio medio.

Debido a la problemática financiera del pasado, el sector tiene -- una importante deuda que hace necesaria la aportación de recursos adicionales de parte del Gobierno Federal para cubrir gastos financieros.

De los vencimientos de la deuda para 1984, se reestructuraron --- 1,804 millones de dólares.

El activo total pasó de 2,125 mil millones de pesos en diciembre - de 1983 a 3,417 mil millones; esto es un incremento de 61%. El pasivo se incrementó en 40% para alcanzar 2,306 mil millones, de los cuales el 90% se encuentra documentado en divisas extranjeras.

Los datos anteriores están tomados para el año de 1984, pero en este año (1986), el problema económico del país es grave; para dar una relación de los problemas actuales de la generación de energía en México, tomaremos como base información de revistas y periódicos, tratando de dar una idea clara de esto.

Los pronósticos oficiales indicaban que la energía eléctrica iba a tener una tasa de crecimiento anual de 9.6% durante 10 años. De - tal suerte que para 1986 se pronosticó una capacidad de 13,150 MW.

Actualmente, la capacidad es de 11,715 MW y el crecimiento que se es peraba era entre 7 y 8%. De cumplirse el pronóstico, no se hubiera tenido capacidad para satisfacer la demanda, con esto queremos hacer notar que un eventual crecimiento económico, por mínimo que fuera, - podría generar una catástrofe. La industria eléctrica, virtualmente estancada, carece de recursos para atender cualquier aumento en la - demanda de energía.

Lo que sucedió fue que el crecimiento económico reflejado en el Producto Interno Bruto (PIB), con todo y altibajos, tiende a descender y estancarse.

La tasa de crecimiento anual de la energía eléctrica paso de 9.6 --- (1981) al 4% (1985) y este año se estimaba en un 6%, pero realmente suponemos un descenso bastante marcado por los problemas económicos que vive el país.

El cálculo del crecimiento actual de la generación de energía eléctrica dado por C.F.E. (6% en promedio en los próximos diez años).

Se hace conforme al desarrollo de las distintas regiones del país, a la evolución histórica del consumo y a los requerimientos de las grandes industrias y sus proyectos. Pero hay una variable que tiene la última palabra: la política económica del gobierno. Sin embargo, como ocurre con frecuencia, los pronósticos del sexenio pueden no cumplirse.

Es decir, a pesar de pretender un crecimiento del 6% en la producción eléctrica, las zonas de mayor demanda en la República (la Sur, que comprende básicamente el complejo turístico de Cancún, y la -- Norte, que abarca las zonas industriales de Monterrey y toda la - franja fronteriza), registraron tasas del 8% en el aumento de la - demanda.

En este punto radica la vulnerabilidad de C.F.E., a pesar de que la favorece la crisis económica. La capacidad instalada de la paraestatal está entre los 18,000 y los 20,000 MW. Pero la capacidad real, según el informe ejecutivo de la C.F.E. 5 - 96, es de 11,800 MW, y es el resultado de restar al total la reserva para casos de emergencia y las unidades en reparación.

En este mismo informe se indica que la demanda en 1985 fue de ---- 11,715 MW, que, en comparación con la capacidad real, hace apenas una pequeña diferencia de 65 MW. Por eso, con un pequeño crecimiento de la economía o que se mantenga la demanda, sobre todo en la industria, puede entrar en riesgo el servicio eléctrico. Las recomendaciones técnicas indican que la capacidad real debe situarse en -- 14,000 MW, en plena crisis económica. Es decir, debe existir una -- diferencia de 2,285 MW con la demanda y no de 65.

La razón del porqué es baja la capacidad real, se debe a que hay -- muchas unidades fuera de servicio, a las que no se ha podido dar -- mantenimiento por falta de refacciones, en su mayoría de importa-- ción.

Los 65 MW se agotarán en poco tiempo. El gobierno pretende evitarlo restringiendo el mercado, el cual puede crecer por la instala-- ción de maquiladoras en el norte del país, la industria turística y, principalmente, la industria pesada. La planta industrial no está totalmente ocupada, o sea, aunque se frenen proyectos nuevos e in-- versiones industriales, si se ocupa capacidad ociosa, se demandará de más energía. Ante esta situación, el gobierno puede negarse a -- proporcionar energía, o bien, sacrificar a otro tipo de usuario --- (fraccionamientos, colonias), como ocurrió en 1980.

Pero en estos días de sacudimiento económico, ya se definió la terminación de obras importantes para garantizar el suministro en los próximos años. Por resolver problemas de escasez de recursos, se -

sacrifica el futuro, cuando crezca la demanda no habrá capacidad para satisfacerla.

De acuerdo con las nuevas fechas de operación comercial para el programa de unidades generadoras de la C.F.E, 23 plantas difieren su conclusión hasta por un año, con la esperanza de que en el futuro se tenga presupuesto para continuar. Entre estas se encuentran las centrales geotérmicas Tejamaniles, Cerro Prieto IV (tres unidades); las hidroeléctricas de Agua Prieta (tres unidades), Comedero (tres unidades), Aguamilpa (seis unidades) y las de vapor de Rosaritos, Topolobampo (tres unidades), Meoqui (tres unidades). Estas plantas serán terminadas en 1988 a 1993.

El futuro de las obras que se pensaba terminar este año es incierto. De por sí, ya llevan retrasos de hasta año y medio. Algunas de ellas son: las hidroeléctricas El Caracol, la geotérmica Cerro Prieto II, las termoeléctricas Ciudad Juárez y San Luis Potosí, y la del ciclo combinado El Sauz. Pero hay otras que están todavía más atrasadas: las hidroeléctricas Bacuray y Amistad; las termoeléctricas Libertad, Manzanillo I y II, Agua Prieta II, y las de ciclo combinado Huinalá y Tula vapor. Mención aparte merece la nucleoelectrica de Laguna Verde, cuyos atrasos y suspendidos son muy conocidos.

Esta planta, que representa el primer intento mexicano para el aprovechamiento de la energía nuclear con fines de generación de energía eléctrica, marca un nuevo parámetro de la política de desarrollo en momentos en que hay una crisis de energéticos y una crisis nuclear.

Son de todos conocidos los problemas que pasa actualmente la industria nuclear a nivel mundial con la disminución, y en ocasiones congelamiento de demandas de centrales nucleoelectricas en muchos países.

Equipo de esta naturaleza se encuentra paralizado parcialmente en algunos países y en otros se ha suspendido totalmente; en algunos otros, como Francia, se ha procedido a realizar referendun para determinar el futuro de su industria nuclear.

En este marco, derivado también de cuestionamientos por el hecho de existir problemas técnicos no resueltos, por la eventual afectación a la ecología, al medio ambiente y a la salud, y la posibilidad de utilizar los materiales nucleares con propósitos no civiles, irrumpe en México la generación nucleoelectrónica. Anudado a esto, el 26 de abril de 1986, a la 1:23 hrs., ocurrió una explosión en la Planta Nuclear de Chernobyl, en la URSS, dando origen a lo que puede considerarse el más grave de los accidentes nucleares conocidos.

Los informes publicados en la prensa internacional no permiten actualmente conocer en su esencia los detalles de este accidente, - por lo cual, es necesario esperar para hacer una evaluación objetiva de lo sucedido en Chernobyl, que permita capitalizar las enseñanzas de este caso en favor del establecimiento de mayores medidas de seguridad.

El total de generación de energía eléctrica, que se calcula para México con este tipo de instalaciones, es tan solo de 6 a 7% del total y sus primeros resultados estarán dirigidos a enriquecer el caudal de energía que ahora reciben ciudades como Monterrey y que en el futuro inmediato podrán hacer lo mismo Veracruz, Poza Rica y Puebla, en donde se prevén desfogues industriales a mediano -- plazo.

Ahora, en medio de implicaciones económicas y sociales, que podrían derivar en un debate nacional, se anunció por parte de C.F.E. que iniciará operaciones en enero próximo, luego de un retraso de 11 años en su construcción y con un costo superior a los 168,000 millones de pesos.

Con esto, nos podemos dar cuenta que, aunque se requiere del crecimiento del sector, será complicado la iniciación de operaciones de Laguna Verde.

Las poblaciones con más de 2,500 habitantes, cuentan con el servicio de electrificación. Sin embargo, existen 15 millones de habitantes que carecen del servicio, debido a que se encuentran lejos de los centros de las redes eléctricas.

El pasivo (deuda) de C.F.E. es muy superior a lo que vale la empresa (activos). Desde el punto de vista empresarial, la situación financiera y la administración económica es muy mala. La relación precio costo anda en el 70%, es decir, a C.F.E. le cuesta 30% más generar la electricidad que el precio de venta. El subsidio es, por supuesto, del 30%.

Por la política de subsidios se distorsionaron las finanzas de la empresa. Acumuló una deuda considerable que llegó a los 4 billones de pesos. Necesita, por lo tanto, subsidios. En relación a esto, el gobierno ve a la empresa como un servicio necesario y no como un negocio.

Los subsidios persistirán, no hay forma tangible de eliminarlos y así, hacer más eficiente a la empresa. Efectivamente, la economía se daña cuando no se pagan los costos reales, pero en un país como el nuestro, no es posible dejar de subsidiar a determinados sectores y servicios.

## 1.5 POSIBLES SOLUCIONES

Una de las medidas adoptadas por la C.F.E., es el aumento de los precios en las tarifas; un incremento de 51% en enero 86, más otro

que equivale al 3.5% mensual. Por otra parte, mediante el programa de ascensión de pasivos, el gobierno cubrirá el 10% de la deuda, unos 360,000 millones de pesos en 3 años. Aunque estas medidas son vistas exclusivamente como administración de un problema que no tiene solución a corto plazo, ni siquiera se puede hablar de mediano plazo.

Con respecto a la generación futura que se requiera, será necesario modificar las tendencias que se tenían hasta la fecha, para la construcción o ampliación de las plantas. Hasta ahora, toda o casi toda la tecnología es importada. Esto nos da la idea de comenzar con un tanto de independencia tecnológica, aunque ya se están realizando estudios en diferentes centros de investigación, como el Instituto de Investigaciones Eléctricas; esto llevará --- tiempo y mayores inversiones que las realizadas. Para dar un --- ejemplo de lo que está desarrollando el IIE, a continuación se señalan brevemente algunos de los principales resultados obtenidos:

Se desarrolló la metodología para el análisis y diseño de torres para líneas de transmisión con retenidas triangulares. Con esto, se logró un ahorro global en peso de 13.6% respecto a la primera torre con retenida, que se introdujo en el país, también desarrollada por el IIE. Tanto la metodología desarrollada como el diseño original de esta torre, fueron transferidos a la Comisión Federal de Electricidad.

Para reducir los costos de las inversiones en el sistema de distribución, se desarrollaron métodos computarizados para su diseño integral. La C.F.E. ha empezado a utilizar estas herramientas de diseño en Morelia, Mich. La complejidad del sistema eléctrico de potencia nacional obliga a recurrir a tecnologías más avanzadas para su control.

La Comisión instala actualmente un sistema de información y con--

trol en tiempo real (SICTRE), que permitirá un mejor manejo del sistema interconectado nacional. Consiste en computadoras que se instalan en cada área de control, coordinadas por una computadora maestra en el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), que a través de una red de microondas que cubre prácticamente ante todo, el territorio nacional, interaccionan con unidades terminales remotas instaladas en las principales centrales generadoras y subestaciones de transformación, lo que permitirá una operación más confiable y económica de la red.

Otro de los estudios, que se menciona en el Capítulo VII de este trabajo, es el diseño del rodete de una turbina, esto se lleva a cabo por medio de simulación en computadora y por el estudio del elemento finito.

Resulta de interés indicar que existe un comportamiento anormal en el crecimiento de la fuerza de trabajo en operación de 1983, respecto a 1982 y de 1984 respecto a 1983, debido a que en el último año se eliminó la práctica de realizar ciertos trabajos en las Divisiones de la C.F.E. mediante contratistas para realizarlos con personal de C.F.E.

El sector eléctrico ocupó, a diciembre de 1984, un total de --- 125,250 trabajadores, de los cuales 69,595 se clasifican como -- permanentes y temporales en operación, clasificación que es interesante porque permite medir la evolución de la productividad en el sector que se muestra en los cuadros siguientes.

Por lo cual, se puede concluir que otra de las posibles soluciones es tratar de elevar la productividad del sector.

Otra posible solución sería la sustitución de importaciones, comenzando por refacciones y finalizando con la construcción de -- equipo más sofisticado como turbinas. Esto se está tratando de

INDICES DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

AÑO	ENERGIA (GWH)	TRABAJADORES	GWH POR TRABAJADOR
1977	41159	56639	0.727
1978	45058	57649	0.782
1979	49197	59264	0.830
1980	52301	60556	0.864
1981	57044	64877	0.879
1982	61457	66293	0.927
1983	62217	66092	0.941
1984	66233	69595	0.952

AÑO	CAPACIDAD (MW)	TRABAJADORES	KW POR TRABAJADOR
1977	12092	56639	213
1978	13992	57649	243
1979	14298	59264	241
1980	14625	60556	242
1981	17396	64877	268
1982	18390	66293	277
1983	19034	66092	288
1984	19694	69595	283

AÑO	MILES DE USUARIOS (PROMEDIO)	TRABAJADORES PROMEDIO	USUARIOS POR TRABAJADOR
1977	7908	56639	140
1978	8313	57649	144
1979	8844	59264	149
1980	9428	60556	156
1981	10082	64877	155
1982	10755	66293	162
1983	11409	66092	173
1984	11981	69595	172

hacer por medio del IIE, en base al desarrollo de estudios profundos.

La C.F.E. está tratando de reducir el uso nocturno de energía, es to se basa en que casi 13 millones de usuarios de electricidad en el país absorben en lapsos del día hasta 83.8 millones de Kw-H, - la cual debe bajar por lo menos un 12% en los próximos años, a -- fin de evitar la instalación de hidroeléctricas destinadas a ga-- rantizar el suministro en los momentos de mayor demanda.

Durante las horas de mayor consumo nacional (20 a 22 Hrs.), la ge neración de potencia es reforzada con la operación de varias hi-- droeléctricas que aumentan el fluido de las centrales geotérmicas de vapor y carboníferas.

De frente a la coyuntura crítica de las finanzas estatales y de - la necesidad de restar carga al sector petrolero, que proporciona el 95% de la energía primaria del país, la C.F.E. tiene la meta - de inducir una baja del 8% en el consumo de electricidad a la par de recortar la demanda de las "horas pico" en los próximos dos -- años.

Con apoyo en el Programa Nacional de Uso Racional de la Energía - (PROMURE), se tiene la meta de incrementar la productividad entre los consumidores industriales, a quienes se motiva con tarifas me-- nores en horas de baja demanda.

En la actualidad se estudian ahorros de electricidad, así como há bitos racionales de la demanda en la industria, comercio, servi-- cios, también en el sector administrativo estatal y dentro del -- sistema de C.F.E.

## 1.6 PRONOSTICOS

Los pronósticos de demanda de energía eléctrica indican que a fines del siglo el consumo será de 434,000 GWh.

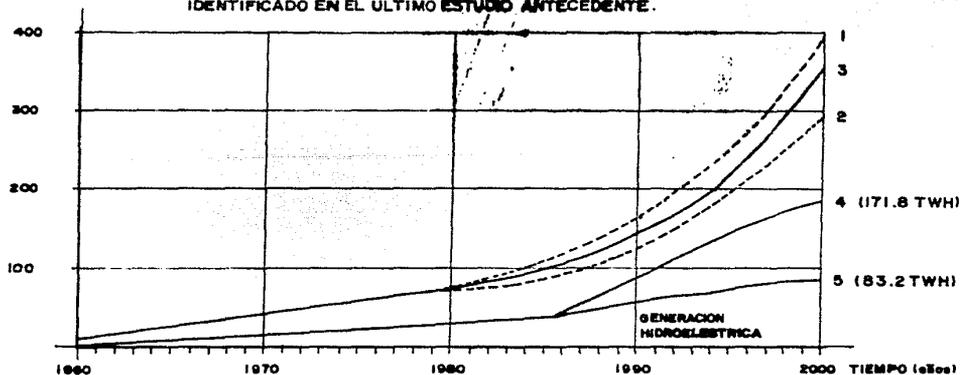
El Ingeniero Odon de Buen estimó el potencial hidroeléctrico del país en 25,250 MW, con una producción anual de 83,000 GWh, por lo cual, son indispensables otras fuentes energéticas.

Según otros estudios, la demanda nacional variará en un rango de 400 a 500 miles de millones de KWh/año en el año 2000, tal como se muestra en la lámina 1.7.

## PROBABLE EVOLUCION DE LA DEMANDA ELECTRICA A NIVEL NACIONAL

- (1) HIPOTESIS ALTA
- (2) HIPOTESIS BAJA
- (3) HIPOTESIS MEDIA
- (4) GENERACION HIDROELECTRICA EXPLOTANDO TODO EL POTENCIAL IDENTIFICADO
- (5) GENERACION HIDROELECTRICA EXPLOTANDO EL POTENCIAL IDENTIFICADO EN EL ULTIMO ESTUDIO ANTERECEDENTE.

GENERACION TOTAL DEL SECTOR (miles de GWh/año)



LAMINA 1,7

Tomando en cuenta la hipótesis media de crecimiento de la demanda, con la que el año 2000 serían necesarios 450,000 GWh, la máxima -- participación hidroeléctrica al finalizar el siglo, equivalente al 38% de la generación si fuese factible técnica, económica y socialmente explotar la totalidad del potencial identificado, hecho que es prácticamente imposible.

En análisis elaborados por la Subgerencia de Estudios Eléctricos, se ha considerado que para surtir la demanda eléctrica en el período 1983 - 2000, en principio sería necesario construir y operar al rededor de 70 plantas hidroeléctricas adicionales, de las que 48 - estarían destinadas a surtir las demandas del Sistema Interconectado Sur, 20 al Sistema Noroeste y el resto al Falcón-Monterrey. De ese total de 70 plantas hidroeléctricas, únicamente 26 tienen estudios de gran visión o prefactibilidad. La generación media de estos proyectos sólo equivale al 33% del total hidroeléctrico demandado, lo que implica que será necesario generar los estudios de ingeniería básica que permitan seleccionar adecuadamente los mejores proyectos para realizar las mejores obras que representan el 67% de la demanda de los próximos 25 años.

Sólo para fijar la importancia de los estudios básicos y de los recursos económicos que requieren para ser realizados, según cifras nacionales e internacionales, un estudio completo de factibilidad de un proyecto hidroeléctrico importante, por ejemplo del tipo de Angostura o Chicoasén, tiene un costo que varía entre el 3% y el 6% del costo total de la obra, dependiendo de la cantidad y calidad de la información básica con que se cuente. Suponiendo el 3% y un factor de planta global de 0.4, el costo de los estudios básicos en los próximos veinte años será del orden de los 6,500 millones de pesos, cifra suficientemente importante para justificar el estudio sistemático del catálogo de proyectos, con el fin de orientar lo mejor posible la realización de los estudios necesarios.

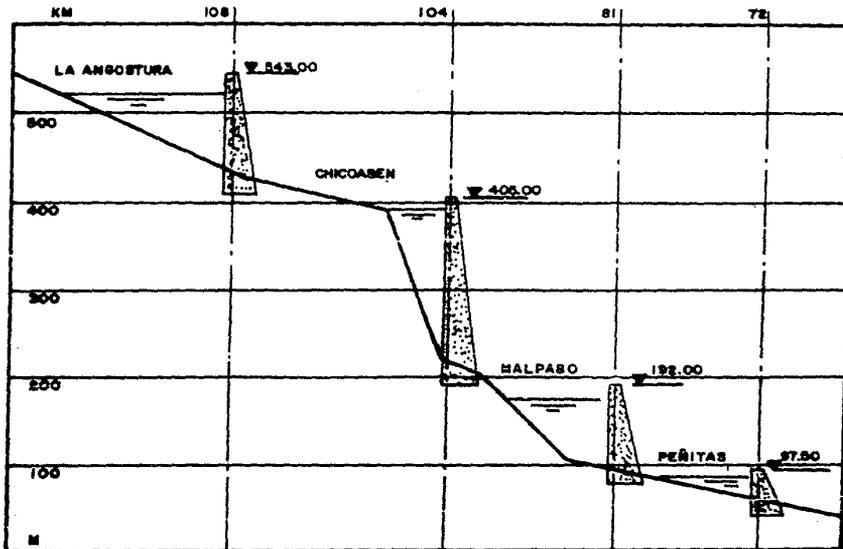


FIG. 1.6 APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS DE LA CUENCA DEL RIO GRIJALVA, CHIS.

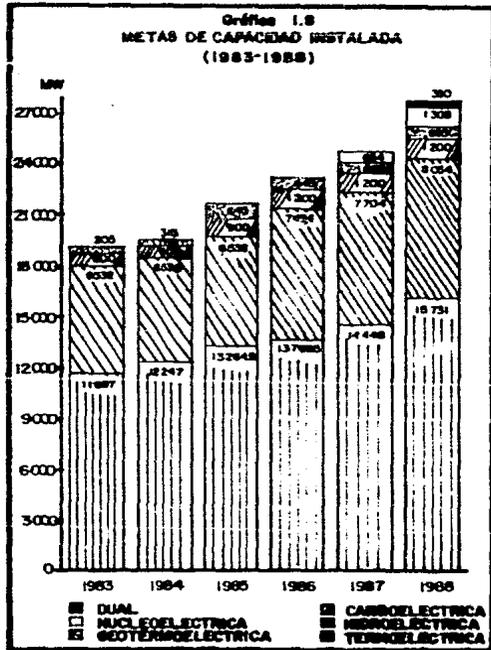
Por otra parte, la C.F.E. da como meta de capacidad instalada de - 27,000 MW en promedio para 1988. La Gráfica 1.8, muestra la tendencia de crecimiento por año y por tipo de planta.

Para satisfacer la demanda de energía durante los próximos años, - se planea aumentar la capacidad instalada incrementándola de 7.0 a 7.5% anualmente. Así, en el período 1984-1988 se espera elevar la capacidad instalada en unos 7,900 MW, de los cuales 16% será de -- centrales hidroeléctricas; 6% de centrales geotérmicas; 8% de carboeléctricas; 16% de nucleoeeléctricas, y el restante 54% de termoeléctricas convencionales.

De acuerdo con lo anterior, la capacidad instalada en centrales hidroeléctricas se aumentará en 1,282 MW; para lograrlo en el Programa Nacional de Energéticos 1984-1988 se propone:

- 1) Continuar con los proyectos de desarrollo, entre los que destacan el de Pefitas y el de la Central Carlos Ramírez Ulloa, que contribuirán a la diversificación de la oferta energética en el período 1986-1988.
- 2) Definir proyectos adicionales que permitan aumentar el uso -- del potencial aprovechable mediante grandes embalses e incrementar la capacidad de los embalses medios.
- 3) Aprovechar estos proyectos con un criterio de desarrollo integral que haga posible la ejecución de proyectos paralelos de desarrollo regional.

Para la elaboración de estos pronósticos, por parte de C.F.E. no se consideró el problema causado por la disminución en el precio del petróleo crudo, ni el accidente ocurrido en la planta nucleoeeléctric--



trica de Chernobyl, lo cual hace que se generen diferentes caminos para poder llegar a los resultados deseados.

La disminución en el precio del petróleo cambiará las políticas fijadas para el crecimiento de la industria eléctrica, el criterio de utilización de fuentes de energía hidroeléctrica, etc., lo cual dará como resultado un ajuste en los porcentajes.

Con respecto a las complicaciones para la generación de energía nuclear, ya de por sí difíciles, se vienen a recrudecer por lo sucedido en Chernobyl, causando una mayor incertidumbre para -- que se pueda hacer uso de este tipo de energía en México.

#### 1.7) SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LA MICROGENERACION

Por la información que encontramos en los puntos anteriores, nos damos cuenta que en México, las pequeñas centrales hidroeléctricas sirvieron para iniciar la electrificación del territorio. Al transcurso del tiempo, se desarrolló la tecnología para transmitir la energía a grandes distancias, con esto, las grandes centrales, tanto hidro como térmicas, comenzaron a resultar más atractivas económicamente, lo que trajo como consecuencia que las pequeñas centrales hidroeléctricas perdieran su importancia original.

Por otra parte, para abastecer la demanda de electricidad que se requerirá de la actualidad hacia el año 2000, será necesario construir 70 plantas hidroeléctricas más. La mayoría de estas plantas son de capacidad media y grande, dando una visión poco alentadora a la utilización de la microgeneración.

En este punto abarcaremos todo lo referente a las cuestiones impli

casas para la implementación de PCH, tales como: ventajas, utilizaciones, instalaciones, etc.

### 1.7.1 Fuentes No Convencionales de Energía

La energía de la que hoy disponemos tiene cuatro posibles -- orígenes distintos: la radiación solar, el calor subterráneo, las reacciones nucleares de fisión y de fusión y las -- fuerzas de inercia que resultan de los fenómenos gravitatorios del sistema solar.

En la naturaleza, la energía presenta aspectos muy variados. Tal diversidad explica el que antaño se recurriera a las diferentes formas de energía disponibles, en función de las -- múltiples necesidades que se tenían que satisfacer. En efecto, nada más sencillo que emplear la fuerza del viento para propulsar un barco o la combustión de la madera para calentarse.

Sin embargo, al crecer rápidamente las necesidades de energía y al desarrollarse los conocimientos técnicos que hacen posible la conversión de una forma de energía en otra, son cada vez más los criterios económicos los que determinan el tipo de energía al que debe recurrirse. Así se explica la preferencia que se concede actualmente a las nuevas fuentes de -- energía, así como el desinterés creciente hacia las formas clásicas de la misma, que poco a poco van siendo sustituidas por las nuevas, aún cuando sus reservas distan de estar agotadas.

Una fuente de energía puede ser renovable. Es lo que ocurre, por ejemplo, con la energía hidráulica y la eólica. En cam-

bio, otras fuentes de energía no son renovables. Corresponden a reservas que en la actualidad estamos explotando con la certeza de que algún día se van a agotar; certeza que aumenta a medida que nuestro consumo se incrementa.

La radiación solar es un ejemplo perfecto de fuente de energía renovable, al menos hasta que nuestra estrella se agote. La energía recibida a diario por la tierra es enorme: unas diez mil veces la que consumimos. Pero dicha radiación es difícil de captar, lo cual explica la escasa proporción con que la energía solar figura en nuestro consumo actual de energía. Sin embargo, la energía solar puede ser explotada indirectamente en la forma de energía hidráulica, la cual - representa en la actualidad un 2% del consumo mundial.

Existe otro procedimiento indirecto para captar la energía solar: se trata de la energía eólica. Aunque en la actualidad la energía eólica reviste muy escasa importancia, --- constituye un abundantísimo material energético, equivalente a unas mil veces nuestras necesidades actuales. Por desgracia, esta energía se disipa sobre todo en el mar y en la alta atmósfera, donde resulta muy difícil de captar. Sólo es técnicamente recuperable una pequeña parte y, para colmo, el precio de esta captación nos resulta prohibitivo. Por eso, de momento, la energía eólica reviste un carácter sólo auxiliar.

Por último, la explotación del calor almacenado en las capas superiores de los océanos podría satisfacer nuestras necesidades energéticas varias decenas de veces. Pero, debido a las dificultades de su explotación, la utilización de esta forma de energía aparece muy problemática.

A medida que se penetra en el interior del globo, la tempe-

ratura va aumentando paulatinamente; por término medio aumenta 1 °C cada 33 metros. Este gradiente varía de unas regiones a otras, dependiendo su valor de numerosos factores, entre los que destacan: la conductividad térmica de las rocas; el tipo de reacciones químicas que predominan en la zona; la presencia y concentración de elementos radiactivos, que al desintegrarse de forma natural desprenden calor; y la proximidad de rocas eruptivas aún no consolidadas por su considerable aporte de calor.

Las centrales geotérmicas, llamadas de alta energía, explotan sistemáticamente estas fuentes de agua caliente y fumarolas. El vapor es recogido por canalización y después, previa separación de posibles gotitas de condensación, es conducido bajo presión hasta turbinas generadoras de electricidad.

Hay una fuente de energía todavía más sorprendente; es estiércol, constituido por restos orgánicos vegetales y excremento de animales, utilizado ya como abono, puede tener actualmente una nueva aplicación. Su fermentación anaeróbica (es decir, en ausencia de aire) proporciona biogas, producto semejante al gas natural. Constituido principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el biogas es un combustible y un carburante de buena calidad y fácil obtención.

Los agentes de la fermentación son microorganismos procedentes del tubo digestivo de los ruminantes y evacuados junto con sus excrementos. Para producir biogas, debe colocarse el estiércol en un digestor, cuba cerrada herméticamente y que tiene las condiciones de acidez y temperatura adecuadas.

Dentro de las fuentes no convencionales de energía se encuentra la utilización de pequeñas caídas de agua para la generación de electricidad. Las pequeñas centrales hidroeléctricas representan una de las fuentes no convencionales que ofrece excelentes posibilidades de desarrollo y aprovechamiento. Estas pequeñas instalaciones, después relegadas por muchos años, vuelven a captar el interés mundial. Actualmente se observa un fenómeno de apertura y rescate de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), principalmente en los países industrializados de Europa, que en el pasado tuvieron gran cantidad de este tipo de pequeñas plantas.

#### 1.7.2 Concepto Actual de Pequeña Central Hidroeléctrica

##### a) Definición

Las pequeñas centrales hidroeléctricas se definen como el conjunto de obras civiles e instalaciones electromecánicas que utilizan la energía hidráulica para generar energía eléctrica en cantidades reducidas.

##### b) Capacidades

El criterio latinoamericano de clasificación, establece que las PCH deben tener una capacidad instalada menor de 5,000 KW, para poder considerarlas pequeñas. Los países industrializados extienden este límite y para ellos pueden tener capacidades hasta 10 MW, o bien, 15 MW.

Ampliando la clasificación, las minicentrales hidroeléctricas son las pequeñas plantas cuya capacidad está com-

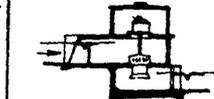
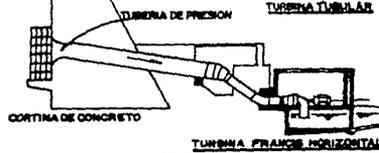
# PROYECTOS TIPO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

TIPO A



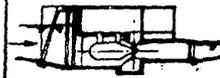
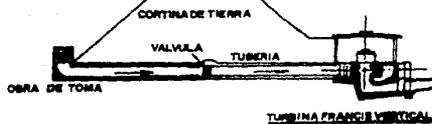
TURBINA TUBULAR

TIPO B



TURBINA DE CAMARA ABIERTA

TIPO C



TURBINA BULBO



TURBINA VERTICAL DE HELICE

TIPO D

prendida entre 50 y 500 KW (en algunos lugares la gama - varía de 10 a 1000 KW). También se define como microcentrales hidroeléctricas a las que tienen capacidades instaladas de uno a 50 KW, o bien, puede ser hasta 100 KW.

### c) Diferencias

Las PCH, por su origen, guardan mucha semejanza con las grandes y medianas centrales hidroeléctricas. Sin embargo, no deben confundirse con las centrales convencionales, puesto que no corresponden al concepto de centrales hidroeléctricas de tamaño reducido.

Las principales diferencias, sobre todo en las microcentrales, son que estas pequeñas plantas se diseñan y construyen con tecnología, materiales y equipamiento no convencionales. Además, los criterios de operación y mantenimiento tampoco son los mismos que se utilizan en las centrales de gran tamaño.

### 1.7.3 Recursos Hidroenergéticos

En relación con los recursos hidroenergéticos no es suficiente saber que están disponibles, sino también debe conocerse donde se encuentran, su proximidad respecto al sitio de demanda, la magnitud y características de la fuente de energía.

En México, la C.F.E. realizó una buena evaluación del potencial hidroenergético; sin embargo, este estudio no comprende los recursos a pequeña escala (menores de 5 MW), que son los que se requieren para la implementación de las PCH. Con respecto a esto, la C.F.E., por medio del Departamento de Elec-

trificación Rural dependiente de la Gerencia de Distribución, y con la participación del IIE, inició los estudios correspondientes para identificar los recursos hidroenergéticos a pequeña escala, cercanos a las poblaciones rurales aisladas y carentes de energía eléctrica. En este estudio sólo se incluyen los poblados que no tienen posibilidad de que se les pueda suministrar energía eléctrica a través de la red nacional, la investigación realizada no solo incluye la utilización de pequeñas caídas de agua, sino también otros tipos de energía no convencionales.

El método para determinar las regiones a las cuales no se les puede proveer de energía eléctrica es el siguiente:

- 1) Se determinaron las áreas hasta donde es posible llevar la energía por medio de la red.
- 2) En un plano de la República Mexicana, editado por la SPP, se determinó cuáles áreas son consideradas como "puntos ciegos", o sea, que dada su distancia con respecto al punto más cercano a la red y por sus características geográficas es imposible proveerlos de energía eléctrica.
- 3) Como este plano de localización marca por zonas el total del país y esta enmarcación los refiere a planos detallados de cada región, se localizaron en cada "punto ciego" las poblaciones que existen dentro determinando número de habitantes, la distancia al punto más cercano a la red, la referencia a los planos, los recursos potenciales con que cuenta cada población (hidráulico, eólico y solar), si cuenta con servicios, etc. Con respecto a la posible implementación de PCH, se nombra el río y la dis

tancia a la que se encuentra de la población, cabe mencionar que también se determina si existe solución al problema de proveer de energía a cada poblado en estudio.

- 4) Se determinó la posibilidad de solución si existe y en qué forma.

Por desgracia, la carencia de recursos económicos causada por el actual problema que vive el país, generó que este estudio fuese suspendido antes de concluirse, sin la posibilidad de reiniciarse a corto plazo. Las conclusiones a las que se llegó se encuentran en las hojas anexas.

Otra de las posibilidades con las que cuenta el país es la utilización de los pequeños y grandes desarrollos de irrigación existentes. Si se considera que en 1968 se construyeron 190 presas de irrigación, que miden más de 15 metros, es claro que la realización de estudios para la generación de energía eléctrica por este medio es técnicamente factible. La factibilidad económica y la demanda de energía del país determinará el momento más oportuno para utilizar este tipo de instalaciones. Ahora, si se consideran la infraestructura de pequeña irrigación (menos de 15 metros de altura), el panorama del desarrollo de PCH se amplía considerablemente.

#### 1.7.3.1 Método para Evaluación del Potencial Hidroenergético

Para evaluar el potencial hidroenergético, es necesario determinar la carga y el gasto disponibles. Un arroyo, río o canal poseen dos tipos de energía: cinética, debido a su -

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES INDIGENAS CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO CONVENCIONALES  
ESTADO DE QUERETARO

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								R	E	S	
1	El Barreal	Asencion	130	75		G13A33	02-94		100	475	B, E, P, TG, TL
2	Cajonitos	Guadalupe	320	58		" 358	02-54	II	100	475	B, E, R, Bravo (7)
3	Ojos Calientes	"	150	74		" 359	10-70	II	100	475	B, E, R, Bravo (2)
4	Lomas de Arena	Ojuna	>100	107		" B61	So-6	II	100	475	B, E, R, Bravo (7)
5	El Papalote	"	>100	133		" B61	79-10	II	100	475	B, R, Bravo (7)
6	Barrio Alto	"	<100	101		" B61	77-11	II	100	475	B, R, Bravo (6)
7	Pilares	"	270	110	SI	" B71	65-12	I	100	475	B, E, R, Bravo (5)
8	Nuevo Natividad	Abama	>100	28		" C45	36-40		140	475	B, E
9	Campo 88	"	>100	33		" C45	22-40		140	475	B, E
10	Campo 69	"	>100	38		" C45	10-38		140	475	B, E
11	Las Conchas	Oltitaga	420	50	SI	" D11	S-31	II	100	475	B, E, R, Bravo (1)
12	El Porvenir (S. Luis)	"	<100	50		" D12	25-46		100	475	V, E, E, TG, TL
13	Porvenir del Llano	"	850	33		" D42	31-51		100	475	T, E, P, E, L, TG, TL
14	Majoma (El Barrojo)	"	<100	46		" D52	00-56		100	475	B,
15	Majoma	"	>100	44		" D52	99-58		100	475	B, E
16	Chorro de Peña	Jullmes	>100	54		" D61	54-2		100	475	B, E
17	El Cuatro	"	<100	69		" D61	68-5		100	475	V, E
18	La Chóncaga	Chimipas	30	101		G12B33	39-39		140	500	B, E, TL
19	Agua Caliente	"	200	99		" B38	40-44	II	140	500	B, E, TG, TL, R, Chimipas (1)
20	Monte Negro	"	132	105		" B38	34-38		140	500	B, E, TL

**NOTAS:**

C - CARRETERA    V - VEREDA    E - ESCUELA    R - RIO    \* - ORDEN MAYOR  
 T - TERNACERIA    F - FERROCARRIL    Tg - TELEGRAFO    A - ARROYO    + - ASISTENCIA  
 D - DHECIA    P - PISTA ARENA    TL - TELEFONO    L - LLADO    MEDICA  
 II - INDUSTRIALICO    E - EDILICO (Km/h)    S - SOLAR (Cal./cm<sup>2</sup>.dia)    LOCALIZO \_\_\_\_\_ ESM \_\_\_\_\_

1    FECHA \_\_\_\_\_

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
NECESIDAD ELECTRICAS NO-COMERCIALES  
ESTADO DE QUINTANA ROO

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	ACCURSO			OBSERVACIONES		
								N	E	S'			
21	El Unión	Chimapas	45	100		31	25	33	30	11	120	500	S, E, R, S, Chimapas (0)
22	Chimapas de Miranda	"	2000	90		"	"	31	30	11	120	500	S, E, R, S, T, S, Chimapas (0)
23	Agua Salada	"	70	92		"	"	31	30	11	120	500	T, E, L
24	Palmarado	"	319	80		"	"	30	30	11	120	500	S, E, R, T, L
25	Parque de Chimapas	"	26	88		"	"	30	30	11	120	500	V, E
26	Marzo al Tirano	"	23	81		"	"	29	30	11	120	500	S, E, R, S
27	Arroyo Viejo	"	131	100		"	"	30	30	11	120	500	S, E, R, E
28	Medios Negros	Rosario	< 100	30		G13	32	15	32	11	120	500	T
29	Ej. Sn. Nicolás Jeya	Satevo	< 100	34		"	32	28	77	11	120	500	E, R, S, Conchos (0)
30	Ej. Pánel Blanco	Valle de Zaragoza	< 100	22		"	"	30	30	11	120	500	E, R, S, Conchos (0)
31	San Lino de las P	Rosario	100	30		"	"	29	72	11	120	500	S, E, R, S, Bolleza (0)
32	S. Felipe de Jesús	Valle de Zaragoza	< 100	21		"	"	29	32	11	120	500	S, E, R, S, Conchos (0)
33	La Huerta	Rosario	70	28		"	"	29	70	11	120	500	S
34	Agua Caliente	"	< 100	27		"	"	29	71	11	120	500	S, E, R, S, Bolleza (2)
35	Valle del Rosario	"	> 100	25		"	"	22	72	11	120	500	S, E, R, T, S, E, R, S, Bolleza (0)
36	San Juan's de Celis	"	< 100	21		"	"	19	70	11	120	500	S, E, R
37	San Juan's de Celis	Urique	100	30		"	32	20	30	11	120	500	T, E, L, Urique (0)
38	San Leguina Abascochil	"	400	50		"	"	30	71	11	120	500	S, E, R, S, Abascochil (0)
39	San Dajisochil	"	400	54		"	"	30	70	11	120	500	T, E
40	San Pedro El Aguaje	"	< 100	53		"	"	29	70	11	120	500	T, L

LEYENDA:

C - CARRETERA V - VEREDA E - ESCUELA R - RIO \* - ORDEN MAYOR  
 T - TIENDETERIA F - FERROCARRIL TG - TELEGRAFO A - ARROYO + - ASISTENCIA  
 B - BULEVA P - PISTA AEREA TL - TELEFONO L - LAGO NUBICA  
 H - HERRAJE E - FOLIO (Km<sup>2</sup>/h) S - SOLAR (cal/cm<sup>2</sup>/seg) LOCALIZO - USM

LOCALIZO - USM

7

FECHA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIQUITLAN

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSOS			OBSERVACIONES	
								H	E	S		
21	El Llanito	Chinipas	< 45	100		G17 23	33 50	II	120	500	E, P, TL, E	Chinipas (0)
22	Chinipas de Aldama	"	2000	90		" "	35 50	II	120	500	E, P, TL, E	Chinipas (0)
23	Ej. La Solida	"	70	92		" "	31 50		120	500	E, TL	
24	Palmarajo	"	318	80		" "	35 50		120	500	E, TL	
25	Cuzucchi de Chinipas	"	26	88		" "	35 50		120	500	V, E	
26	Ingenio al Tirano	"	23	81		" "	35 50		120	500	E, TL, E	
27	Arzacate	"	131	100		" "	19 50		120	500	E, TL, E	
28	Hiedras Negras	Rosario	< 12	30		G18 23	19 50		120	500	T	
29	Ej. Sn. Nicolás Joya	Satevo	< 12	34		" 23	28 77	II	120	500	E, TL	Coahuila (0)
30	Ej. Peñol Blanco	Valle de Zaragoza	< 12	22		" "	25 75	II	120	500	E, TL	Coahuila (0)
31	Rcho. Llano de los P	Rosario	11	30		" "	25 72	II	120	500	E, TL, E	Coahuila (0)
32	S. Felipe de Jesús	Valle de Zaragoza	< 12	21		" "	21 52	II	120	500	E, TL, E	Coahuila (0)
33	La Huerta	Rosario	< 12	28		" "	25 70		120	500	E	
34	Agua Caliente	"	< 12	27		" "	25 71		120	500	E, TL, E	Coahuila (2)
35	Valle del Rosario	"	> 10	25		" "	22 72	II	120	500	E, TL, E	Coahuila (0)
36	Popocatepec de Coahuila	"	< 12	21		" "	12 70	II	120	500	E, TL	
37	Rcho. Papafichil	Urique	120	30		" 23	2 50	II	120	500	T, E	Urique (0)
38	Rcho. Legana Aureachi	"	400	57		" "	3 71	II	120	500	T, TL, E	Aureachi (0)
39	Rcho. Bajisochil	"	400	54		" "	7 70		120	500	T, E	
40	Sancti Spiritus El Aguaje	"	< 100	53		" "	20 70		120	500	T, TL	

LEYENDAS:

C - CARRETERA      V - VEREDA      E - ESCUELA      R - RIO      \* - ORDEN MAYOR  
 T - TRAMVIA      F - FERROCARRIL      TG - TELEGRAFO      A - ARROYO      + - ASISTENCIA  
 B - BULEVARD      P - PISTA AEREA      TL - TELEFONO      L - LAGO      MEDICA  
 H - HOSPITAL      P - POLICIA (Km/h)      S - SOLAR (Cal/cm<sup>2</sup>.dia)      LOCALIZADO      ESM

2

FECHA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECIBOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIQUAHUA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
41	Tubares	Urique	< 100	71		G13A51	84-4	II	110	500	V, P, E, R, Urique (0)
42	San José de Valenzuela	Batopilas	< 100	38		" A51	81-28	II	110	500	P, R, Batopilas (0)
43	El San Ignacio	"	< 100	59		" A51	73-17	II	110	500	V, P, E, R, San Miguel (0)
44	El Chetral	"	< 100	51		" A51	71-23	II	110	500	V, R, Batopilas (0)
45	Collina	"	< 100	58		" A51	09-10	II	110	500	V, A, de San Pablo (0)
46	San Miguel Acerradero	"	< 100	42		" A51	04-33	III	110	500	V, P, E, EL, R, San Miguel
47	San Vicente	Morgos	< 100	72		" A61	58-5		110	500	T
48	Morchos	"	250	47		" A61	52-37	II	110	500	T, A, Morchos (0)
49	Rincho El Refugio	"	< 100	66		" A61	46-12		110	500	V, P, E
50	Rincho Borrero de los Capatzen	"	900	41		" A61	43-34		110	500	T
51	Acerradero Las Palomas	"	1 300	59		" A61	38-22		110	500	T, P
52	Las Latitas	Guadalupe y Calvo	< 100	85		" A71	33-16		110	500	T, P, E
53	El Mineral Calabacillas	"	> 100	69		" A71	20-32	II	110	500	V, E, A, Calabacillas (0)
54	Los Alisos	"	< 100	83		" A71	19-17	II	110	500	V, E, A, Los Alisos (0)
55	La Cumbre de Valandobra	"	< 100	69		" A71	12-32		110	500	V, E
56	Casas Viejas	"	< 100	74		" A71	11-25	II	110	500	V, R, Juan de Haro (0)
57	La Joya	"	< 100	98		" A71	9-32	II	110	500	A, El Chetral (0)
58	Sta. Rosa	"	260	36		" A72	23-55	II	110	500	E, A, Sta. Rosa (0)
59	El Camano	"	160	31		" A72	21-60	II	110	500	V, E, A, Camacho (0)
60	S. Juan Nepomuceno	"	300	35		" A72	16-57		110	500	V, P, E

LEJIAS:

C - CARRETERA      V - VEREDA      E - ESCUELA      R - RIO      \* - ORDEN MAYOR  
 T - TERRESTRE      F - FERRICARRIL      TG - TELEGRAMA      A - ARROYO      + - ASISTENCIA  
 H - HELICOPTERO      P - PISTA AEREA      TC - TELEFONO      L - LAGO      MEDICA  
 H - HERRAJERO      E - ESTACION (Km/h)      S - SOLAR (Cal Zent. día)      LOCALIDAD

FECHA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES MINIMAS CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE QUERETARO

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
61	San Juan	Guadalupe y Calve	< 100	25		011 072	10 55		110	500	V
62	San Mateo	"	< 100	41		" "	9 51		110	500	V, E, L, M, B, S, C, G (4)
63	Agencia de los Carrillos	"	< 100	23		" "	0 55		110	500	V
64	S. Ignacio Cieneguilla	"	112	46		" "	7 55		110	500	V, E, L
65	San Lorenzo	"	522	26		073	05 71	II	110	500	V, E, L, M, B, S, C, G (4)
66	San Mateo	"	201	32		" "	20 71		110	500	V
67	Grilla de la Rosa	"	100	281		" "	11 51		110	500	V, E, L
68	Llano Grande	"	112	251		" "	0 71		110	500	V, E, L
69	Yehonias	"	112	351		" "	15 71		110	500	V, E, L
70	Ej. El Caudillo	Balleza	< 100	011		076	20 51	II	110	500	V, E, L, El Vergel (1)
71	Ej. El Vergel	"	> 100	011		" "	20 51	II	110	500	V, E, L, El Vergel (0)
72	Ej. Guajolotes	"	> 100	131		" "	20 51		110	500	V
73	Esperadero Pilares	"	> 100	181		" "	11 57		110	500	V
74	Caña Prieta	"	> 100	421		" "	7 51		110	500	V
75	San Pto. S. José	"	> 100	281		" "	6 51		110	500	V
76	Los Placeres	Guadalupe y Calve	< 100	511		002	1 51	II	110	500	V, E, B, S, C, G (5)
77	La Savilla	"	< 100	621		" "	0 58		110	500	V
78	Las Pilas	"	522	581		" "	15 71		110	500	V, E, L
79	San Pedro	"	< 100	611		" "	11 51		110	500	V
80	El Narajón	"	< 100	601		" "	07 51	II	110	500	V, E, L, El Piñón (0)

### NOTAS:

C - CARRETERA V - VEREDA E - ESCUELA R - RIO # - ORDEN MAYOR  
 T - TELEFONIA F - FERROCARRIL TG - TELEGRAFIO A - ARROYO + - ASISTENCIA  
 B - BULEVARD P - PISTA ALDEA TC - TELEFONO L - LAGO M - MEDICINA  
 H - HERRAJE F - FOLIO (Km/2) S - SOLAR (col/cm<sup>2</sup> día) LOCALIZ. E - SMI

El línea en construcción

FECHA

CFE

GERENCIA DE DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURALLOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECINTOS ENERGETICOS NO CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIQUAHUA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
81	El Platano	Guadalupe y Calvo	800	63+	81	G13A82	92-48	11	110	500	V, A, El Platano (0)
82	Valgame Dios	"	> 100	59+	"	A82	91-53		110	500	V, E, P
83	El Potrero	"	> 100	53+	"	A82	82-66		110	500	V, E
84	La Reforma	"	< 100	15+	"	A83	4-59		100	500	E
85	Potrero de los Hornos	"	170	26+	"	A83	2-80	11	100	500	V, R, San Jerónimo (2)
86	Sta. Rosalia	"	> 100	9+	"	A83	1-95	11	100	500	T, E, A, Sta. Rosalia (8)
87	Cinco Yaguas	"	250	38+	"	A83	0-68		100	500	P, E, A
88	El Paraje	"	< 100	6+	"	A83	0-0		100	500	V
89	Sta. Rosalita de Atehuila	"	200	10+	"	A83	99-95		100	500	T, E, A, Sta. Anita (7)
90	El Nopal	"	120	14+	"	A83	98-92	11	100	500	V, A, Honda (0)
91	El Triunfo	"	< 100	9+	"	A83	97-96	1	100	500	T, A, Sta. Rosalia (1, 1)
92	Reho, Carrasco	"	< 100	14+	"	A83	94-92		100	500	T, A, " " (2)
93	Sta. Rita	"	460	21+	"	A83	94-85	11	100	500	V, R, San Jerónimo (0)
94	Sta. Dominga	"	250	26+	"	A83	85-79	11	100	500	V, R, San José (0)
95	Basconopta	"	130	30+	"	A83	84-74	11	100	500	E, R, Basconopta (0)
96	Rancho Viejo	"	240	26+	"	A83	84-79	11	100	500	V, R, San José (0)
97	Casa Quemada	"	< 100	8+	"	A83	84-96		100	500	T
98	Llmitos	"	< 100	30+	"	A83	82-68		100	500	V
99	San Ignacio	"	250	17+	"	A83	81-88		100	500	T
100	El Arrenal	"	120	25+	"	A83	80-80		100	500	V, P, E.

L-1345

C - CARRETERA V - VEREDA  
 T - TERCERIA F - FERROCARRIL  
 H - HUYA P - PISTA ALERA  
 H - HUYA P - PISTA ALERA  
 H - HUYA P - PISTA ALERA

E - ESCUELA  
 TG - TELEGRAFO  
 TL - TELEFONO  
 S - SOLAR (col./cm<sup>2</sup>/dia)

R - RIO  
 A - ARROYO  
 L - LAGO

■ - ORDEN MAYOR  
 + - ASISTENCIA  
 MUCIA  
 LOCALIZO

111 línea en construcción.

ESM

5

FECHA

104

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE GUERRERO

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	L	S	
101	A. ...	San Mateo de Calvo	> 100	17		AB3	78-07		100	50	T
102	San Miguel	"	< 100	26		AB3	78-08		"	"	T
103	Notame	"	> 100	13		AB4	78-13		"	"	V, E, R, S, ... (0)
104	Chinato	"	350	9		AB4	78-23	11	"	"	T, E, R, ... (0)
105	Ciénega Prieta	"	< 100	10		AB4	98-32	11	"	"	C, T, E, A, d. l. P. ... (0)
106	El Pochihli	"	50	0		AB4	91-30	11	"	"	C, T, E, A, d. l. P. ... (0)
107	Condahm. A Calvo	"	> 100	30		AB4	87-1	11	"	"	C, T, E, A, d. l. P. ... (0)
108	Aspiradero El Bolso	"	400	4	S	AB4	85-1		"	"	T, E
109	Yerbitas	"	900	1	S	AB4	85-22		"	"	T, V, P, E
110	Las Luchas	"	200	1	S	AB4	83-23		"	"	V
111	El Tamomas	"	> 100	7		AB4	81-1		"	"	T, E
112	Las Gallinas	"	330	3		AB4	81-9		"	"	T
113	Llano Blanco	"	240	3		AB4	80-12	11	"	"	V, E, A, Llano Blanco (0)
114	El Portugal	"	< 100	6		AB4	78-0		"	"	V
115	San Juan Chinata	"	210	4	S	AB5	2-35		110	"	T
116	San Francisco	"	< 100	3		AB5	2-35		"	"	T
117	Barbecillas	"	700	2	S	AB5	2-50	11	"	"	V, A, La Pijuela (0)
118	El La Catedral	"	300	0		AB5	0-12		"	"	C, T, E
119	La Cruz	"	200	0		AB5	98-34		"	"	C
120	Pueblo San Pedro	"	280	0	S	AB5	97-08	11	"	"	C, T, A, San Antonio (0)

NOTAS:  
 C - CABLETENA      V - VEREDA      E - ESCUELA      R - RIO      \* - ORDEN MAYOR      En línea en construcción  
 T - TELEFONIA      F - FERROCARRIL      TG - TELEGRAMO      A - ARROYO      + - ASISTENCIA  
 B - BANCALIA      P - PISTA AEREA      TL - TELIFONO      L - LAGO      ML - MLCIA  
 H - HERRAJE      T - TOLUCA (Km/26)      S - 500 Ah (Cal/cm²/36)

LOCALIZO      LSAI      6      FICIA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIQUILA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
121	El Talavores	Guadalupe y Calvo	340	7+	Si	G13ANF	94-48	11	110	500	T, P, A, Palmillas (1, 5)
122	Carrillo	Jiménez	>100	95	Si	" B54	94-6	"	160	475	V, F, TG, E, L, de Palomas (5) Salva
123	Mesa de la Cruz	Guadalupe y Calvo	<100	9+	"	" C14	77-05	11	100	"	T, E, R, Molinera (1)
124	Mesa de S. José	"	350	12+	Si	" C14	73-10	"	"	"	V, E
125	Rcho. de Inmedio	"	<100	17+	"	" C14	68-7	"	"	"	T
126	Bajo del Zurdo	"	<100	18+	"	" C14	67-22	"	"	"	V
127	San Ignacio	"	320	20+	"	" C14	65-8	"	"	"	V, P, E
128	Corral	"	<100	23+	"	" C14	62-17	"	"	"	V
129	Mesa de S. Rafael	"	440	33+	"	" C14	52-32	"	"	"	V
130	Atascaderos	"	350	31+	Si	" C14	50-18	"	"	"	V, T, P, E
131	Dolores	"	580	20+	Si	" C13	75-83	11	"	"	T, P, E, A. Dolores (0)
132	El Saucito	"	<100	28+	"	" C13	72-75	"	"	"	B, P
133	El Cajoncito	"	<100	7+	"	" C13	70-80	11	"	"	V, P, R, Basconopita (0)
134	La Mesa S. Rafael	"	140	17+	Si	" C13	62-96	11	"	"	V, E, A. San Rafael (0)
135	La Ciénega	"	<100	13+	"	" C13	62-84	11	"	"	V, P, R, Molinera (2, 5)
136	El Yerbani	Madera	<100	32	"	"12D36	58-34	"	110	500	B, E
137	Agua Amarilla	"	163	20+	Si	" D48	36-48	"	"	"	T, E
138	Mesa Blanca	"	168	14+	"	" D48	31-45	"	"	"	V, P, E
139	El Refugio	"	218	10+	"	" D48	27-28	11	"	"	V, P, E, R. Aros (0)
140	Cajoncillo de Dolores	"	210	5+	"	" D48	15-59	"	"	"	B, E

## NOTAS:

C - CARRETERA  
T - TRACCION  
H - BOLSA  
H - BARRIO

V - VEREDA  
F - FERROCARRIL  
P - PISTA AEREA  
L - LAGO (Km/h)

E - ESCUELA  
TG - TELEGRAFO  
TL - TELEFONO

R - RIO  
A - ARROYO  
L - LAGO

S: SOL AR (cal/cm<sup>2</sup>/día)

\* - ORDEN MAYOR  
+ - ASISTENCIA  
MEDICA

EE Línea en construcción

ESM

LOCALIZO

7

FFCMA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIHUAHUA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RUBRO			OBSERVACIONES
								II	E	B	
141	Chibamean	Madera	70	48		112058	10-38		110	500	V
142	Milmaral de Dolores	"	90	46		" 058	9-40		"	"	V, E
143	Vepaghtic	Temosachtic	459	54	SI	" 078	47-57	II	"	"	T, P, E, A, Pino Residencial (0)
144	Jean del Monte	Ocampo	115	50	0	" 078	35-55	II	"	"	V, P, A, Conchajo (1, 2)
145	El Dorazno	"	50	51		" 078	34-54	II	"	"	V, A, Conchajo (1, 4)
146	Rivera	"	50	46		" 078	22-40	II	"	"	V, A, El Bosque (0)
147	Aliso Cuato	Moris	40	61		" 078	28-47	II	"	"	V, A, Conchajo (0)
148	Talayotes	"	>100	91		" 087	24-21	II	"	"	B, P, E, A, Palo Huaco (1, 5)
149	El Pinalito	"	80	115		" 087	17-99	II	"	"	B, P, A, El Agricultor (0)
150	El Naranjito	"	68	93		" 087	13-26	II	"	"	V, E
151	Agua Verde	"	97	92		" 087	9-28		"	"	V, E
152	Talayotes	"	220	109		" 087	3-2		"	"	B, P, E
153	Sierra Oscura	"	360	112		" 087	0-1		"	"	B, P, E
154	El Frijolar	"	200	96		" 087	0-26	II	"	"	V, E, A, El Frijolar (0)
155	Moris	"	800	70	SI	" 088	10-43	II	"	"	E, E, R, Moris (0)
156	El Pilar	"	300	79	SI	" 088	11-35		"	"	B, E, Mamantel, Acutechero (1, 5)
157	La Glencora	"	<100	87	NO	" 088	11-32	II	"	"	B, E
158	La Glencorra	"	170	72		" 088	1-32		"	"	V, E
159	Ocampo	Ocampo	320	54	SI	" 088	21-59		"	"	T, E, TG, TL
160	Agua Caliente	"	350	64	SI	" 088	5-49	II	"	"	V, E, R, Agua Caliente (0)

II - ESCUELA      E - ESCUELA      B - RIA      \* - ORDEN MAYOR

ESM

CFE

GERENCIA DE DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURALLOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIQUILA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
161	El Saucillo	Ocampo	545	66		112D88	8-59		110	500	V, P, E
162	Los Remedios	"	95	70		" D88	12-55		"	"	V, E, P
163	Santa Maria	Moris	160	65		" D88	21-43		"	"	B, E
164	La Mesa	"	163	69		" D88	10-44	11	"	"	T, E, R, Moris (0), Agua Negro
165	Rosalia	"	62	73		" D88	6-42		"	"	V, E
166	Los Alisos	Uruachi	240	67		G12B18	99-66		120	"	V, TL
167	Sapayo	"	120	71		" B18	98-56		"	"	V, TL, E
168	La Ciénega	"	320	68		" B18	98-59		"	"	V, TL
169	Salin	"	>100	72		" B18	96-55		"	"	V, TL, P
170	Mesa Sorlachi	"	130	85		" B18	93-35		"	"	V, TL, P, E
171	San Juan	"	90	85		" B18	90-35		"	"	V
172	Gocogachi	"	160	88		" B18	90-42		"	"	V, TL, E
173	Barotillas	"	300	76	SI	" B18	87-51		"	"	V, TL, P, E
174	Arcehoyo	"	600	87	i	" B18	86-41		"	"	V, TL, P, E
175	Totitachi de Abato	"	90	90		" B18	81-39		"	"	V, TL, E
176	Ignacio Valenzuela	Chinipas	300	91		" B18	72-40		"	"	B, TL, P, E
177	Las Pulgas	Uruachi	90	82		" B28	69-56		"	"	V, E
178	Candias	Chinipas	90	99		" B28	68-36		"	"	V, E
179	Guazizaco	"	60	86		" B28	60-54	11	"	"	V, P, E, A, Uruachi (0) Esferos (1)
181	San Ana	"	130	94		" B28	59-44		"	"	E, P, TL, E

## NOTAS:

C - CABLETERA  
T - TELEFONIA  
R - LINEA  
H - HUBOV - VEREDA  
F - FLEUDOCARRIL  
P - PISTA ALCA  
E - FOLIO (Km/h)E - ESCUELA  
TG - TELEGRFO  
TL - TELEFONO  
S - SOLAR (cm<sup>2</sup>/dia)R - RIO  
A - ARROYO  
L - LAGO\* - ORDEN MAYOR  
+ - ASISTENCIA  
MEDICA  
LOCALIZC

ESM

9

FFCMA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE CHIHUAHUA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
181	San Rafael	Chihuahua	65	80		G129-28	59-60	II	120	500	V, V, A, S, M, R, H, L (0)
182	San Agustín	"	95	99		" B28	53-38	"	"	"	V, TL, E
183	El Trigo	"	128	106		" B28	52-31	"	"	"	B, TL, E
184	Las Tunas	"	178	101	SI	" B28	48-50	"	"	"	B, TL, P, E
185	Cpo. Victoria	"	350	90	SI	" B28	47-48	II	"	"	B, TL, P, E, R, Chimpas (0)
186	Las Chinitas	"	370	170	SI	" B18	18-31	"	"	"	T, TL, P, E, F
187	Corquejole	"	300	112	SI	" B18	16-17	II	"	"	V, TL, P, E, A, TL Chimpas
188	Saca Samorano	"	136	111		" B18	13-18	II	"	"	TL, P, E, R, Chimpas (3)
189	Milpillas	"	840	120	SI	" B18	11-33	"	"	"	B, TL, P, E, E, Acueducto (1)
190	Tecorahul	"	84	120		" B18	0-30	"	"	"	B, P, E
191	La Misión	Guazaparas	195	98		" B18	16-62	"	"	"	B, TL, E, Acueducto
192	El Refugio	"	51	97		" B18	15-63	"	"	"	B, TL, Acueducto
193	Hornigueros	"	230	105		" B18	13-50	II	"	"	V, TL, E, Acueducto (3) R, Chimpas (3)
194	Verónica	"	105	103		" B18	12-58	"	"	"	V, TL, E, Acueducto (2)
195	Sta. Martha	"	425	132		" B18	2-57	"	"	"	V, TL, P, E
196	Estación Temoris	"	350	79		" B49	16-72	II	"	"	E, TL, TG, A, S, promoción (0)
197	Estación I. Ornelas	"	180	84	SI	" B49	9-68	II	"	"	E, TL, TG, A. " (0)
198	Algarrohal	"	50	80		" B49	7-71	"	"	"	V, E
199	Urbachil	Urique	70	76		" B49	17-75	"	"	"	E
200	El Muerto	Chimpas	195	115		" B48	1-44	"	"	"	V

191-75

C - CALIFETERA    V - VEREDA    E - ESCUELA    R - RIO    \* - ORDEN MAYOR  
 F - FERRONERIA    F - FERROCARRIL    TG - TELÉGRAFO    A - ANILLO    + - ASISTENCIA  
 B - BARRICA    P - PISTA AEREA    TL - TELÉFONO    L - LAGO    MEDICA  
 H - HERRAJE    F - FOLIO (Km/2h)    S - SOLAR (cal/cm<sup>2</sup>/seg)    LOCALIZO    USM    10    FFCM

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS Y/O CON ENERGIA EN  
ESTADO DE CHIAPALA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
201	Tapachula	Uruqui	95	64		G12319	12-87		120	500	B, E
202	El Triunfo	"	60	74		" B49	9-77	"	"	"	V, E
203	Ciudad Guila de Jos Trepo	"	320	57		" B49	4-94	"	"	"	B, P, TL
204	Tochigomachie	"	100	70		" B49	16-81	"	"	"	V, E
205	El Saucillo	"	107	71		" B49	94-78	"	"	"	V, TL, E
206	Chicures	"	60	70		" B49	92-79	"	"	"	V
207	San Jacinto	"	69	92		" B49	91-80	"	"	"	V, E
208	San Pedro	Jamos	150	29		H12358	16-50		110	"	T, E
209	Buenos Aires	"	829	32		" B58	10-50	"	"	"	V, E
210	Pancho Villa	"	1600	36	A	" B58	10-25	"	"	"	T, E
211	Comun Sistema de Ematido	"	40	45		" B58	30-30	"	"	"	B, C, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
212	Salto de Ojo	"	19	26		" B58	22-52	"	"	"	B, A, Palotah (2), Palotah (1), S, T, U, V, W, X, Y, Z
213	Ignacio Zaragoza	"	80	36	Si	" B58	8-43	"	"	"	B, E
214	El Uno	"	40	33		" B58	14-46	"	"	"	V
215	El Oro	Casas Grandes	800	51	Si	" B88	39-35	"	"	"	B, E
216	Steven	"	67	30		" B88	33-56	H	"	"	B, E, A, Piedras Negras (2)
217	Pacheco	"	64	13		" B88	31-56	H	"	"	B, E, A, Piedras Negras (2)
218	Pacheco	"	150	32	Si	" B88	31-41	H	"	"	T, E, A, El Oro (3)
219	Man de Abajo	Muris	15	123		" B88	93-18	"	"	450	B, P
220	Barrancos de Cpe.	Ojinaga	> 100	60		H13114	29-18	H	160	475	B, L, R, Bravo (2)

1:24,5

C - CANTERA V - VEREDA E - ESCUELA R - RIO # - ORDEN MAYOR  
 T - T. S. 1 - S. 1 - S. 1 A - ANCHO Tg - TELEGRAFO + - ASISTENCIA  
 B - B. 1 - S. 1 P - P. 1 - S. 1 L - LAGO L - LAGO  
 H - H. 1 - S. 1 F - F. 1 - S. 1 S - SOLAR (Cal Zem) M - M. 1 - S. 1  
 LOCALIZO USM II FEOMA

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
RECURSOS ENERGETICOS NO-CONVENCIONALES  
ESTADO DE SONORA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL.	HOJA	COORDENADAS	RECURSO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
1	Los Molinos	Altar	95	35		H2 A47	45 - 28	11	110	500	L. L. Palisabado seco
2	Preciocho de Agosto	Agua Prieta	95	55		B46	57 - 65		110	500	L. L.
3	Oquiria Montenegro (La Cenesanta)	Agua Prieta	18	38		" "	49 - 70	11	110	500	L. V. P. A. Cajon Bonito (0)
4	El Pastorcillo	Agua Prieta	240	27		" "	33 - 64	11	110	500	L. V. R. Batepito (1)
5	Agua Blanca	Agua Prieta	600	27		" B56	25 - 66	11	110	500	L. L. G. R. Batepito (1)
6	El Pozo	Agua Prieta	80	28		" "	22 - 65	11	110	500	L. R. L. L. G. R. Batepito (1)
7	El Olivo	Agua Prieta	250	31		" "	19 - 68		110	500	L. V. L. L. G.
8	Marelos	Agua Prieta	1000	33		" "	12 - 70	11	110	500	L. E. T. L. G. P. R. Batepito (1) B. Encasada
9	Vega Azul	Agua Prieta	60	30		" "	9 - 69	11	110	500	L. L. R. Batepito (1)
10	Rancho Nuevo	Cicuarpe	100	45		" B62	80 - 41		100	500	b. p
11	Bacanuchi (El Alamo)	Arizpe	100	0		" B63	85 - 73		100	500	L. P. L. L. G.
12	Soraenchi (Agua Fria)	Cicuarpe	120	48		" B72	58 - 42		100	500	L. P. E.
13	Chumpa	Arizpe	100	33		" B73	67 - 93		100	500	R. L. P. L. G.
14	Bucnavista	Arizpe	100	35		" "	63 - 90		100	500	B. L. L. G.
15	Bahichoda	Arizpe	100	23		H2 B73	60 - 81	100	500	500	L. V. P. L. G. E.
16	Arizpe (Pueblo Ures)	Arizpe	100	20		" "	56 - 80		100	500	L. L. G. E. +
17	San Juan	Arizpe	100	18		" "	51 - 78		100	500	L. L. G. E.
18	Crenga de Horcojes	Huachilmeza	200	62		H2 B88	43 - 29		110	500	L.
19	San Rosa	Vecorra	700	37		" B76	51 - 85		140	450	L. P. P. L. G.

## LEYES

C - CARRETERA  
E - TELECOMUNICACIONES  
H - HERRAMIENTAS  
D - DISTRIBUCION

V - VEREDA  
F - FERROCARRIL  
P - PISTA AEREA  
L - LUGAR (Km/2)

E - ESCUELA  
TG - TELEGRAFO  
TL - TELEFONO  
S - SERVIDOR (Cm/2cm<sup>2</sup>)

R - RIO  
A - ANHENO  
L - LAGO  
M - MEDICINA

# - ORDEN MAYOR  
+ - ASISTENCIA

LOCALIZ.

FSM

1

FFCM

# CFE GERENCIA DE DISTRIBUCION ELECTRIFICACION RURAL

LOCALIZACION DE POBLACIONES RURALES CON  
REQUISITOS ENERGETICOS NO-CONVERTIBLES  
ESTADO DE SONORA

No.	POBLACION	MUNICIPIO	HAB.	Kms.	SOL	HOJA	COORDENADAS	REQUISITO			OBSERVACIONES
								H	E	S	
20.	La Trinidad	Yecora	149	45		112 1270	51 - 90		140	450	B, E
21	San Nicolas	Yecora	380	36		" "	46 - 71		140	450	C, E, TG
23	Salcedo	Yecora	69	28		" "	45 - 73		140	450	C, V, TG
24	San Ann	Yecora	700	40		" "	41 - 81		140	450	C, E, TG
25	La Cuerna	Yecora	105	22		" "	40 - 69		110	450	B, E
26	El Capulón	Yecora	89	25		" "	37 - 46		110	450	V, E, P
27	Croc. Tuyoan	Yecora	800	39		" "	47 - 79		110	450	B, E, TG
28	Alcón El Campanero	Yecora	169	44		" "	35 - 95		140	450	B, E
29	La Concepción	Yecora	111	37		" "	34 - 75		140	450	E
30	Cirrea	Yecora	103	32		" "	33 - 69		140	450	C, R, E, P
31	Bernández	Imuris	200	48		" "	27 - 32		140	450	B, E, TG, P
32	Tacupeto	Rosario	90	35		" "	27 - 67		140	450	C, E
33	Yecora	Yecora	1400	58		" 1277	40 - 03		140	450	B, E, TG, P, A. El Rancho (3)
34	El Quipur	Yecora	60	61		112 1278	44 - 36		140	450	F
36	Maycoba	Yecora	480	63		" "	43 - 30		140	450	F, P, E, +
37	El Piro Real	Yecora	60	67		" "	39 - 44		140	450	B
38	Jaramarís	Rosario	148	32		" 1286	78 - 21		140	450	B, E
39	Palmaris	"	121	20		" "	68 - 23		110	450	C, E
40	Los Bajillos	"	35	47		" "	89 - 17		140	450	V
41	El Ranchito	"	70	43		" "	88 - 17		140	450	V

## NOTAS:

C.- CARRETERA V.- VEREDA E.- ESCUELA R.- RIO \* - ORDEN MAYOR  
T.- TELEFONIA F.- FERROCARRIL TG.- TELEGRAFIO A.- ANHOTO + - ASISTENCIA  
H.- ELICIDAD P.- PISTA AEREA TL.- TELEFONO L.- LAGO MEDICA  
H. E. - 4500 F. E. - 100 (Km/h) C. T. - 100 AB (cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>) LOCALIZO ESAM







velocidad, y potencial, en función de su elevación o altura; esto es basado en la ecuación de Bernoulli.

Los aprovechamientos hidráulicos presentan características diferentes, de acuerdo con la topografía e hidrología del sitio por aprovechar; esto es, existirán sitios de una gran caída o cascada con un caudal reducido, o bien, arroyos o ríos, con desniveles menores y que sin embargo, transportan una gran cantidad de agua.

Las PCH se pueden adaptar a las diferentes condiciones del sitio. Así, existirán microsistemas que aprovechan la energía potencial más que la energía cinética y viceversa.

La potencia hidráulica de una turbomáquina depende del desnivel útil ( $H_n$ ) y del gasto del fluido ( $Q$ ) o caudal que se haga pasar por la turbina o rueda.

La potencia útil se obtiene de la siguiente fórmula:

$$P_f = \eta Q H_n \gamma$$

Donde:

$\gamma$  = Peso específico del agua

$Q$  = Caudal o gasto

$H_n$  = Carga o altura neta

$\eta$  = Eficiencia de la turbina

$P_f$  = Potencia útil

En principio se debe calcular el gasto que fluye por el arroyo

# MEDICION SENCILLA DEL GASTO DE UN ARROYO

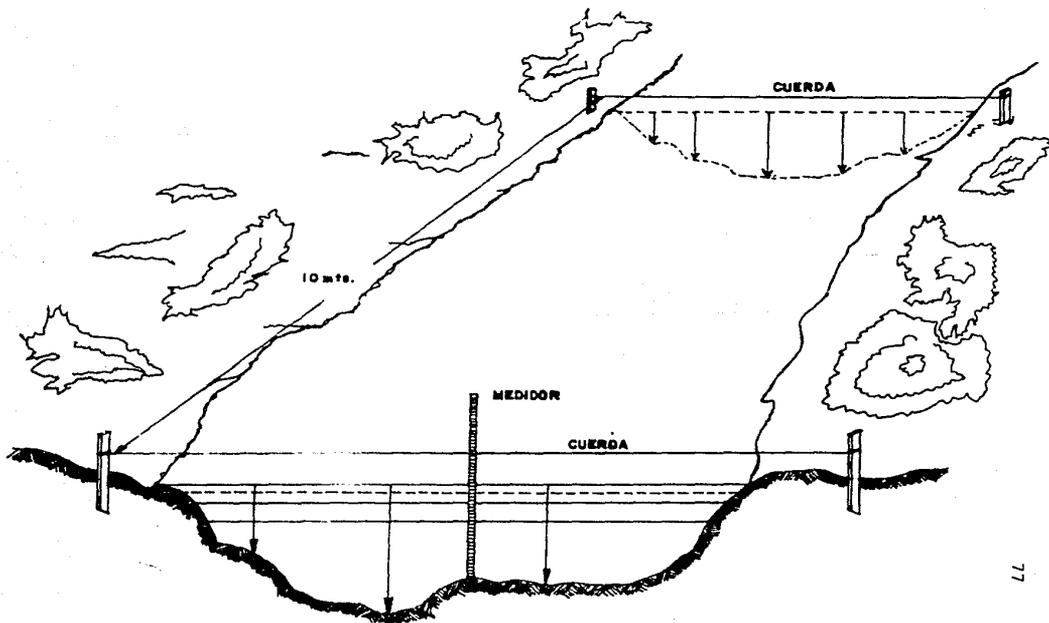


FIG. 1,6

# MEDICION DE NIVELES

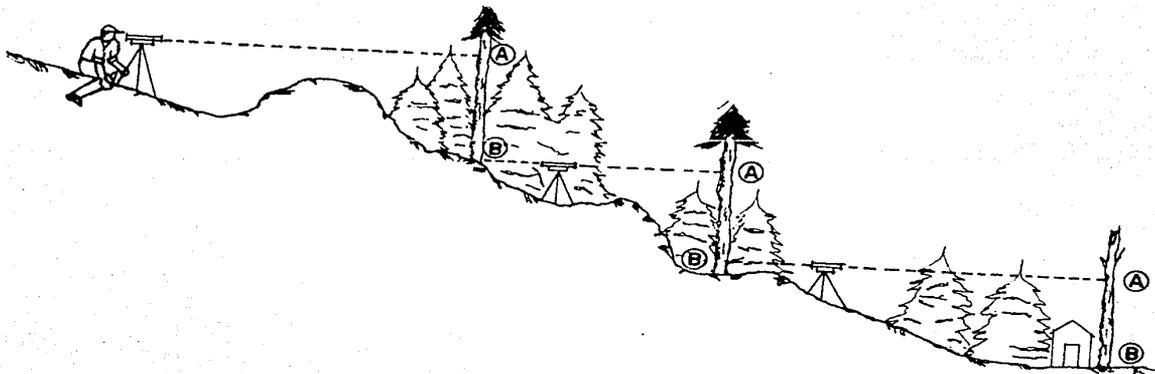


FIG. 1.7

yo o río en cuestión, mencionaremos para tal efecto dos métodos: del flotador y del vertedor. El primero (ilustrado en la Figura 1.6), requiere tan sólo de una regla graduada, una cuerda y un reloj, y se recomienda en arroyos o ríos en donde las piedras o rocas del fondo no afloren a la superficie. Con esto obtenemos el perfil aproximado del río, y -- por lo tanto, se puede calcular el gasto promedio en cuestión. El método del vertedor (más exacto que el primero), requiere de mayor técnica y se recomienda en los arroyos de poca profundidad, o si la cortina o presa ya están construidas.

La medida del desnivel útil es igual a la altura geodésica menos las pérdidas en canales y tuberías.

La altura geodésica puede resultar fácil de calcular si se cuenta con el equipo de topografía adecuado (Figura 1.7).

Las pérdidas de carga se deben a la fricción provocada por el paso del flujo a través de los ductos, o sea los canales de derivación y las tuberías. Existen nomogramas o tablas para el cálculo de las pérdidas en función del material del canal o la tubería, así como de la velocidad y la calidad del agua.

#### 1.7.4 Aplicaciones

Las PCH representan una de las fuentes no convencionales de energía que ofrecen excelentes posibilidades de desarrollo y aprovechamiento.

La aplicación más importante es la fuente de energía para -

las comunidades aisladas, con esto se crearían pequeños focos para el desarrollo de la agroindustria, plantas de bombeo para la irrigación de terrenos y la posibilidad de una interconexión con áreas vecinas para incrementar la energía producida.

La condición necesaria para obtener la aplicación es que -- los lugares que utilicen la energía deben de estar tan cerca como se posible de la FGi. La máxima distancia permisible está en función del costo de la línea de transmisión -- comparado con el costo de la pequeña planta de generación. Pueden proporcionar un buen apoyo a los programas de electrificación rural.

La utilización de PCH en sistemas combinados riego-generación darían un desarrollo mayor a la agroindustria existente por medio del riego por bombeo, el drenaje y la ampliación de terrenos de riego.

#### 1.7.5 Ventajas

Aparte de que el factor de energía es gratuita y renovable, las minicentrales se pueden construir rápidamente con un mínimo de infraestructura, el gasto inicial requerido puede ser rápidamente recuperado, porque los gastos recurrentes son bajos; la obra civil es simple y puede construirse usando trabajadores y materiales de la localidad; no es necesario la construcción de grandes líneas de transmisión porque el consumidor está cerca de la fuente; la vida útil de las máquinas (40 años) es más largo que el de los generadores diesel o turbinas de gas; la operación es simple y se re-quiere menos mantenimiento especializado que una planta diesel; no se requiere personal de mantenimiento de tiempo completo.

CUADRO No. 1.8

---

---

**V E N T A J A S**

---

---

- Solución de problemas de costos crecientes y dificultades en el abastecimiento de combustible, principalmente en zonas rurales y aisladas.
  - Elemento de impulso al desarrollo económico-social y cultural en el medio rural.
  - Tecnologías disponibles que sólo requieren adaptación a condiciones concretas y para reducir costos.
  - Reducido costo de operación.
  - Reducido costo y simplicidad en el mantenimiento.
  - Larga vida útil.
  - Impacto ambiental reducido o nulo; mejor control del sistema hidráulico.
  - Puede compatibilizarse con el uso de agua para otros fines (riego, -- agua potable, etc.) mejorando el esquema de inversiones.
- 
-

La ventaja primordial del desarrollo de PCH es dar a la localidad una fuente segura de energía. Así, una base energética puede actuar como catalizador para el desarrollo de otras fuentes locales y la creación de oportunidades productivas, rompiendo el ciclo de pobreza muy común en áreas rurales. -- Además, actualmente se tiene el problema de la llegada excesiva de gente a las zonas urbanas procedentes de las poblaciones rurales en busca de "mejores oportunidades", con la implementación de PCH en lugares necesitados se tendría una posibilidad alta de detener estas inmigraciones.

La generación a través de PCH tiene un impacto ambiental reducido o nulo, ya que las instalaciones en muchos casos no requieren de la utilización de represas, con esto se logra que siga el cause normal del río o arroyo logrando que el ecosistema no se modifique, en otras casos, cuando los ríos son de mayor caudal, solo se requerirá desviar una pequeña cantidad de agua tratando de mantener un equilibrio entre la utilización de agua para generar la energía y la natural del cause del río, con esto se logra mantener un control ecológico dentro de la región.

Las ventajas más sobresalientes se enumeran en el Cuadro 1.8.

#### 1.7.6 Instalaciones

Uno de los puntos importantes de la instalación de microcentrales es que los materiales de fabricación para la mayor parte del proyecto deberían ser de la localidad en donde se implementará. Las unidades pueden ser de diseño simple y fabricadas en el país, además la obra civil será lo menos compleja posible.

Las microcentrales pueden estar a lo largo de la rivera del río o requerir desvío de éste.

ESQUEMA DE MICROSISTEMA HIDROELECTRICA

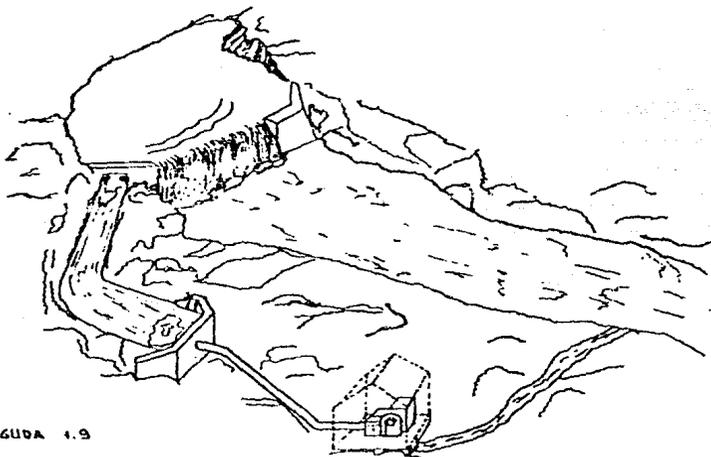


FIGURA 4.9

Cuando el flujo de agua del río es más que suficiente para llenar los requerimientos de energía en su ciclo anual, un proyecto a lo largo del río se puede construir. Esto simplemente involucra el desvío de una parte del caudal a través del proyecto hidráulico. Una presa no es generalmente usual, pero una compuerta permanente puede construirse a lo largo del lecho del río para prevenir su gradual reducción por erosión en la vecindad de la toma. En lugares donde no se tenga noticia de la reducción del lecho del río al menos aparentemente, podría construirse una compuerta para asegurar que el agua se desvíe hacia la toma durante períodos de bajo gasto. Un proyecto ce-

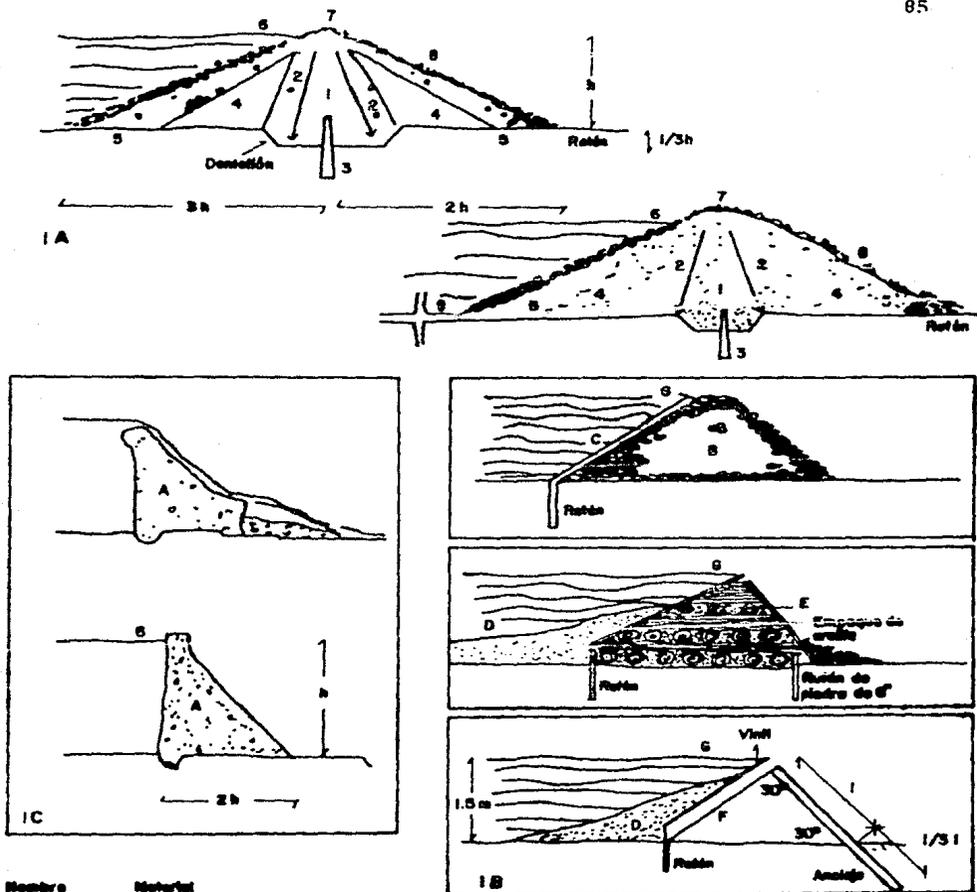
rrado se puede construir en regiones de períodos pronunciados de sequía, durante los cuales el gasto del río no es adecuado para satisfacer los requerimientos de energía, o en corrientes donde el flujo es adecuado durante una porción del día pero insuficiente durante otro, debido a incrementos de necesidad de energía durante ciertos períodos. Los proyectos cerrados requieren la construcción de una presa, y esto necesita un diseño cuidadoso, así como apropiada localización.

Una instalación de baja carga requiere más gasto, que lugares de gran carga para la misma generación. Esto implica turbinas más costosas y la necesidad de desviar el río cuando es grande su caudal, pero el desvío puede causar más problemas en la toma de la estructura. La toma debe ser capaz de utilizarse en un río que pueda variar ampliamente. También a causa del requerimiento de mayor gasto, si se requiere un ciclo cerrado, este debe de ser del tamaño que uno equivalente para una energía equivalente situado a gran carga. También se requiere de mayores conocimientos por las implicaciones técnicas y del medio ambiente en ciclos cerrados.

Un sitio de gran carga, por otro lado, requiere de menor gasto para producir la misma energía deseada, además posee numerosas ventajas. La baja carga implica la necesidad de una turbina más pequeña en tamaño físico y costo. Esto también significa que una fuente pequeña de agua necesita ser desviada, simplificando el diseño de obra civil en la toma.

#### 1.7.6.1 Obras Civiles.

En las Figuras 1.A, 1.B y 1.C, se ilustran cinco tipos de presas y embalses para el aprovechamiento de pequeños recursos -



Nombre	Materiales	
1. Carazón	Arçilla	A Monoposterio
2. Filtros	arena y grava 2" e 4"	B Piedra escomoda
3. Estaca	Madera	C Concreto
4. Transición	Grava gruesa 4" e 6"	D Arçilla
5. Protección	Bales 10" e 20"	E Trozos de árbol 6" e 8"
6. Bordo libre		F Tablón 2" e 3"
7. Caraca		
8. Cásped		
9. Balle	Barro e arcilla	

FIG. 5 PRINCIPALES TIPOS DE PRESAS Y ENDALES

hidráulicos. Todos ellos son adaptables en general al tipo de materiales que con más frecuencia se encuentran en las comunidades rurales. En la Figura 1.A se ilustra una presa de tierra. El sellado de este tipo de presa es muy importante, ya que el escurrimiento prácticamente arrastrará el material de que esté construida la presa si se le permite aumentar significativamente. La Figura 1.b muestra una presa estructural, la cual también se puede construir de manera bastante sencilla, pues los materiales son troncos o tablas que abundan casi en cualquier parte. La presa de gravedad que se muestra en la Figura 1.C, depende en gran parte de su peso para asegurar su estabilidad; dicha presa se recomienda en aquellos lugares donde abundan grandes rocas o piedras de tamaño adecuados; también se pueden construir con ladrillos, bloques de cenza y aún pedacería de concreto o pavimento.

La idea básica es que el trabajo civil sea el mínimo del costo por KW instalado, tan bajo como sea posible. En el mayor número de diseños no es necesario construir presas de tamaño mediano o pequeño. Es suficiente tener una pequeña división de represas que mantengan una altura constante para conducir en forma adecuada la descarga de agua requerida.

Así, la mayor porción de costo de capital del proyecto hidroeléctrico será el costo para una compuerta para división y posible almacenamiento, la economía de un proyecto se puede reducir significativamente si el almacenamiento no es necesario y sólo se provee de una compuerta de división.

Toda instalación hidroeléctrica requiere de un medio para transportar agua desde el arroyo hasta la rueda hidráulica o turbina. Las ruedas hidráulicas de tecnología elemental se alimentan por medio de un canal o de una esclusa, mientras que las turbinas requieren además, una tubería de presión pa-

ra su accionamiento.

Las tuberías pueden ser de hierro o acero comercial, en algunos casos de PVC hidráulico o también de concreto, vigilando los efectos de posibles golpes de ariete. Las tuberías pueden ir a flor de tierra o ancladas debidamente para evitar desplazamientos indeseables.

#### 1.7.6.2 Electromecánicas.

La selección de una turbina es posiblemente la decisión más importante que se tiene que tomar al construir un pequeño aprovechamiento hidroeléctrico. Además de los factores de gasto y carga disponibles, es necesario considerar otros como condiciones de agua, temperatura ambiente, materiales (originales de la localidad o adquiridos fuera para satisfacer los requisitos de uso y diseño), generación de potencia, mantenimiento (se debe considerar una evaluación de confiabilidad y si es factible, adquirir o fabricar refacciones para la comunidad).

En las especificaciones para ruedas y turbinas hidráulicas, se dan los límites de aplicabilidad en función de las variables que las determinan, así como el grado de tecnología para su construcción.

En el Cuadro 1.10, el punto 5 corresponde a una turbina Michel Banki, la cual es factible construir en algún taller de soldadura, ya que no requiere maquinado fino ni fundición. Esto la hace muy atractiva si se piensa en comunidades aisladas. En el Capítulo VIII se trata con más detalle la construcción de este tipo de turbina. También es factible construir una -

CUADRO 1.10 ESPECIFICACIONES PARA RUEDAS Y TURBINAS HIDRAULICAS

	RUEDA DE TURBINA	LIMITE DE CARGA (pies)	DIAMETRO DE LA RUEDA DEL MOTOR (pies)	RPM OPTIMAS #	EFICIENCIA (%)	POSIBILIDAD DE VARIACION O GASTO	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION	MATERIALES	RANGO DE CARGA	RANGO DE GASTO	H.R.	
RUEDA HIDRAULICA	1 ALIMENTACION POR VERTIC	6' 15"	(3) CH	$\frac{42.1 \sqrt{H}}{D}$	35-45	BUENA	LIBERA	BAJA	METAL/MADERA	4572-3048 m	2832-3048	100
	2 RUEDA PONCELET	3' 10"	2H4H	$\frac{42.1 \sqrt{H}}{D}$	60-80	BUENA	LIBERA	MEDIANO	METAL/MADERA	4572-3048 m	2832-2832	100
	3 RUEDA DE BREAST	6' 10"	(H)-3(H)	DEPENDE DEL DISEÑO YES MENOR QUE LA ALIM. PORDEBAJO	40-70	BUENA	LIBERA (20% H)	BAJA	METAL/MADERA	4572-3048 m	2832-2832 1/2	1-88
	4 ALIMENTACION POR ARRIBA	10' 30"	(78)(H)	$\frac{41.8 \sqrt{H}}{D}$	60-88	BUENA	NINGUNA	BAJA	METAL/MADERA	3048-9144 m	2832-850	1-68
TURBINA HIDRAULICA	5 MICHEL (BANK)	15' 650'	1' 3'	$\frac{86.2 \sqrt{H}}{D}$	60-85	BUENA	BUENA	MEDIANO	METAL SOLDADO	9144 m 198.12 m	14 1/2 1/2 70 m 3/4	1 u 100
	6 TURBINA PELTON	50' 4000	1' 20"	$\frac{76.8 \sqrt{H}}{D}$	80-94	BUENA	LIBERA	MEDIANA/ALTA	ACEÑO FUNDICION DE BRONCE	15 24 m 304 8 m 2.8 1/4 2832 1/2	1 u 500	
	7 FRANCIS	1000' u 1500'	1' 20"	DEPENDE DEL DISEÑO	80-95	MALA	MALA	ALTA	FUNDICION	15 u 100	90 1/4 40000 1/2	15 u 700
	8 KAPLAN	14' 120'	2' 30"	80-220	80-92	MALA	BUENA	ALTA	MAQUINADO	1 u 18	150 1/4 7000 1/2	50 u 600
	9 HELICE	8' 200'	2' 30"	80-220	80-92	MALA	MALA	ALTA	ACERO	1 u 15	150 1/4 7000 1/2	30 u 600
	TUBULAR	651' 98'	2' 63'	20-240	70-93	BUENA	MALA	ALTA	ACEÑO	2 30	1000 1/4 23000 1/2	38/2720

H = Carga en pies  
D = Diámetro de la rueda en pies

microturbina para que se aproveche en los canales de riego o en arroyos de poca pendiente. Aunque existen microturbinas tubulares de manufactura comercial, es posible construir las con materiales como madera y metal, y herramientas comunes, con un aprovechamiento hasta del orden de 1000 watts, cuya ventaja estriba en disponer de esta energía para bombeo e irrigación en zonas donde resulta costoso tener una línea de distribución por la distancia al punto de derivación y por el bajo consumo de energía requerida.

Las líneas de transmisión, como se mencionó anteriormente, deben de representar el menor costo posible, por lo cual, la unidad de generación se debe de localizar lo más cerca al lugar de aplicación de energía.

#### 1.7.7

##### Perspectivas de Desarrollo

Las posibilidades de desarrollo nacional para las pequeñas centrales hidroeléctricas, no sólo dependen del apoyo que proporcionen los programas institucionales, sino también dependerán del giro económico que se le dé a la situación actual que vive el país; actualmente, por la baja del precio del crudo se ha reducido el gasto público, generando un sin número de problemas que afectan directamente en todos los programas establecidos.

#### 1.7.7.1

##### Programas Institucionales

Como se sabe, el Programa Nacional de Energéticos, cuyo principal objetivo es garantizar la autosuficiencia energética presente y futura del país, contiene dos subprogramas de ---

gran importancia: el Subprograma de Energetización Rural y - el Subprograma de Diversificación Energética, ambos muy vinculados con los programas institucionalizados por el gobierno - federal: el Programa de Electrificación Rural, de la Comisión Federal de Electricidad (actualmente suspendido) y el -- Programa Nacional de Desarrollo Rural e Integral, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La conveniencia de apoyar el desarrollo de las fuentes alternas de energía, contándose a las PGH como una de las principales, para impulsar el desarrollo rural de nuestro país, es -- uno de los primeros temas que se observa en el sumario del -- Programa Nacional de Energetización Rural:

"En la actualidad, una cuarta parte de la población nacional no dispone de electricidad"

"La falta de energetización es una limitante para el avance - de los diversos programas nacionales y regiones de desarrollo rural".

... "En el mediano y aún en el largo plazo, persistirán importantes zonas del país a las que no se podrá atender por métodos convencionales"...

La importancia de las fuentes alternas de energía se puede de manifiesto, tanto en el Plan Nacional de Desarrollo como en - el Programa Nacional de Energéticos. En ambos se destaca su uso específico para el medio rural.

En el caso de las microhidráulicas, se trata de una de las -- tecnologías que compiten ventajosamente con los sistemas comerciales actuales en uso. Los costos de instalación de un - kilowatt con microhidráulica, son inferiores en muchos casos

a los costos de kilowatt instalado con otros sistemas comerciales. En general, están dentro del intervalo de los costos de generación de las centrales hidroeléctricas grandes.

No existe en México ninguna institución encargada de instalar las PCH. La C.F.E. resuelve actualmente problemas de gran envergadura y no puede atender muchos problemas pequeños. No cuenta con la organización necesaria para atender cientos de pequeñas centrales en todo el territorio, y al mismo tiempo resolver sus problemas de operación y mantenimiento.

La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), por su parte, pretende llevar a cabo el proyecto de demostración de las microhidráulicas con alguna agencia nacional de desarrollo, como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), o cualquier otra que demande energía donde no haya redes de distribución.

Hay distritos de riego, por ejemplo, que necesitan electricidad para incrementar su eficiencia. En el distrito de riego de Tomatlán, se encontró un potencial de generación mayor de 5 MW, con un costo por KW instalado menor a 1,200 dólares. En un lugar como éste, puede apoyarse una demanda específica de energía para un proceso productivo y satisfacer al mismo tiempo, las necesidades de energía de los poblados vecinos al distrito de riego.

En la actualidad, se negocia con la SARH la instalación de una pequeña central y que esta Secretaría se encargue de poner las que necesitan en los distritos de riego para que haya continuidad y se responda a las demandas reales de energía.

#### 1.7.7.1.1 Programa de Investigación Tecnológica del IIE, sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El objetivo principal de este programa es desarrollar la tecnología necesaria para optimar el diseño, la construcción y la operación de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Como objetivos derivados se encuentran los de orden tecnológico, institucional y de apoyo al sector industrial.

#### 1.7.7.1.2 Objetivos Tecnológicos

- Desarrollo de tecnologías, básicamente no convencionales, para la obra civil e instalaciones electromecánicas, destacando los aspectos metodológicos tendientes a la elaboración de guías de diseño.
- Desarrollo de tecnologías de diseño y construcción del equipo principal de pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Diseño, construcción y operación de un sistema piloto de PCH con carácter de demostración en la etapa inicial y experimental.

#### 1.7.7.1.3 Objetivos Institucionales

- Proyectar la imagen del IIE en sus actividades de investigación hacia una de las fuentes renovables de energía que pueden tener una mayor perspectiva de aplicación en el medio rural.

Fortalecer las perspectivas de apoyo del IIE hacia diversas instituciones cuyas actividades pudieran resultar beneficiadas de la disponibilidad de tecnología para pequeñas centrales hidroeléctricas.

#### 1.7.7.1.4 Objetivos de Apoyo al Sector Industrial

- Desarrollo de tecnologías para los equipos y materiales usados en PCH que puedan transferirse al sector industrial para implantar nuevas líneas de producción.
- Promover la adaptación y modificación de diseños de producción actuales para su aplicación en pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Aplicación del mercado de productos industriales para atender algunos requerimientos específicos de pequeñas centrales hidroeléctricas.

El Programa de Investigación Tecnológica del IIE sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se divide en tres subprogramas principales:

- a) Subprograma de Ingeniería Civil e Instalaciones. En este contexto los trabajos que se realizarán se refieren al desarrollo tecnológico y la formación de guías de diseño de obras civiles e instalaciones, destacando lo relacionado con la investigación de opciones tecnológicas no convencionales, métodos y materiales.
- b) Subprograma de Equipamiento Electromecánico. Se orientan

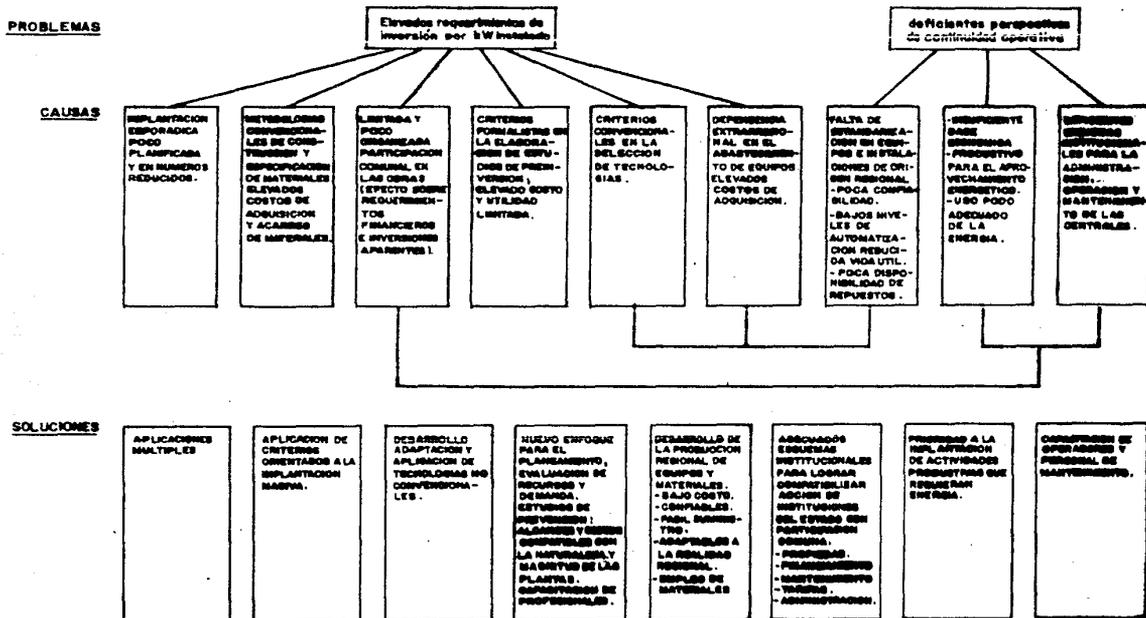
ta al desarrollo y a la adaptación de tecnologías de diseño, fabricación y selección de materiales para el suministro de equipo, así como a la adaptación de materiales destinados a otras aplicaciones para condicionar su uso en el ámbito de las PCH.

- c) Subprograma de Sistemas Piloto de PCH. Este subprograma tiene dos etapas; la primera orientada a instalar un sistema formado por un conjunto de PCH para demostración, comprende la elaboración de especificaciones definitivas, ingeniería de detalle, construcción y adquisición de equipos que, indistintamente de su origen, permitan lograr un suministro rápido y adecuado. En la segunda etapa, se utilizarán algunas de las PCH para experimentación, por lo tanto, se substituirán los equipos originales con aquellos prototipos que se hayan desarrollado y se harán las modificaciones que resulten necesarias en las instalaciones para las diferentes verificaciones de tecnología que se realicen.

#### 1.7.7.2 Problemas y Soluciones para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Las principales limitantes que tendrían las PCH para su implementación se pueden agrupar en dos problemas fundamentales: los requerimientos de inversión por kilowatt instalado y las perspectivas de continuidad operativa de las plantas instaladas. En el Cuadro 1.11, se presentan los lineamientos básicos de algunas soluciones posibles que deberán considerarse para definir las políticas de desarrollo.

CUADRO 1.1: PROBLEMAS Y SOLUCIONES PARA EL DESARROLLO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS.



### 1.7.7.3 Factibilidad

Un programa nacional para la utilización y desarrollo de las PCH debe contener proyectos que además de ser técnicamente factibles, tengan posibilidades socio-económicas. Por lo general, en proyectos de PCH se busca que la relación beneficio/costo sea mayor que la unidad. No obstante, al considerar los costos, éstos no siempre deberán verse como costos absolutos de inversión, sin considerar que la necesidad de suministrar energía, en cantidades adecuadas y a costos apropiados a las poblaciones aisladas y marginadas, es necesario una obligación del estado y de las instituciones a quienes corresponda atender el desarrollo rural y el uso racional de la energía. Por consiguiente, el análisis económico, en lugar de estar basado en los problemas de inversiones absolutas requeridas, se tiene que basar en los costos comparativos de las opciones de suministro energético.

Generalmente, las PCH han sido observadas en razón de sus altos costos elevados de inversión inicial. En alguna medida esto es cierto, en cuanto se adopten tecnologías convencionales aplicables a las grandes centrales. Sin embargo, es posible reducir los costos iniciales, replanteando los métodos y los criterios para estudios de factibilidad y de ingeniería, a través de la aplicación de algunas tecnologías no convencionales, tanto en lo referente al equipamiento como a los materiales y métodos de construcción.

### 1.7.7.4 Normalización de Proyectos

La normalización de proyectos, en lo que se refiere a los

criterios de diseño, construcción y operación, es un requerimiento indispensable para lograr una solución económica en la implantación y desarrollo nacional de las PCH. Dado lo pequeño de las instalaciones, los costos de ingeniería representan un porcentaje elevado del costo total de la obra. Por ello, la normalización de proyectos permite obtener soluciones tipo para varios intervalos de capacidad de las PCH, logrando con ello abatir los costos ya referidos.

Deberán determinar los criterios de normalización los grupos interinstitucionales de trabajo que, aprovechando la infraestructura disponible en sus propias instituciones, formulen los procedimientos normalizados de diseño y construcción, así como de operación semiautomatizada que permitan el funcionamiento de las PCH con un enfoque no convencional; es decir, para micro y minicentrales atendidas por los propios beneficiados, contando con el apoyo de un equipo profesional de mantenimiento que dé servicio a un conjunto de pequeñas centrales hidroeléctricas.

#### 1.8 ELECTRIFICACION RURAL

En el mapa anexo, se muestran las principales áreas del Sistema Eléctrico Nacional.

El sistema de transmisión que constituye la red troncal, se empezó a configurar a partir de 1964, año en que entraron en servicio las primeras líneas de transmisión de 400 KW desde la planta hidroeléctrica Infiernillo a la Ciudad de México. Actualmente, la red troncal está formada por líneas con voltajes de 400 y 230 KV; la red de subtransmisión tiene voltajes de 161 a 66 KV.



En el Cuadro 1.12 se muestra la longitud en kilómetros de las líneas de transmisión para diferentes niveles de tensión. En el Cuadro 1.13 se muestra la longitud de líneas de transmisión de 400 a 230 KV, según las diversas regiones.

CUADRO 1.12

LONGITUD EN KM DE LINEAS DE TRANSMISION (1)

AÑO	LINEAS DE 400 KV	LINEAS DE 230 KV	TOTAL	CAPACIDAD DE TRANSFORMACION (MVA) (2)
1983	6080	10892	16972	67881
1984	6350	11375	17725	69904

(1) Sin tomar en cuenta el número de circuitos.

(2) Subestaciones elevadoras y reductoras.

El total de kilómetros en líneas de transmisión que se tienen instalados en las diversas regiones a diciembre de 1984, asciende a 17,725 kilómetros, incluyendo sólo líneas de 400 y 230 KV.

Debido a la localización relativa de los centros de carga y generación, el sistema de transmisión ha adquirido una configuración

CUADRO No. 1.13

LONGITUD DE LINEAS DE TRANSMISION POR REGION Y TENSION (KM)

REGION	NIVEL TENSION (KV)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Baja California	230	458	458	458	458	473	478	538
Noreste	230	1830	1162	2326	2326	2699	2699	2795
Norte	230	1277	1276	1276	1277	1357	1425	1554
Noreste	400	872	872	658	872	872	900	1179
	230	987	756	1186	1216	1594	1550	1550
Occidental	400	922	932	926	1107	1178	1221	1221
	230	1400	1536	1485	1542	1629	1713	1765
Central	400	1066	1060	1058	1375	1334	1277	1277
	230	1328	1421	1502	1502	1960	1899	1921
Oriental	400	1177	1177	1885	1427	1404	1425	1425
	230	811	1923	1125	1125	954	993	1117
Sureste	400	700	700	1187	1216	1247	1248	1248
	230	----	130	135	135	135	135	135
Peninsular	115	792	1079	1161	1620	1842	1960	1975
TOTAL	400	4737	4741	5695	5997	6035	6080	6350
	230	8084	8662	9493	9581	10801	10892	11375

radial interconectada que provoca condiciones de operación particulares y obliga al uso de capacitores en serie, compensadores estáticos de VARs y disparo automático de generación.

Para atender el suministro de los 12,229,971 usuarios conectados al 31 de diciembre de 1984, las principales instalaciones en el área de distribución eran las siguientes:

- 25,248 Km de líneas de subtransmisión con tensiones de operación de 44 a 230 KV, las cuales alimentaban 1,041 subestaciones y 186 servicios conectados en tarifa 12.
- 23,853 MVA instalados en 1,041 subestaciones reductoras de distribución, que alimentaban alrededor de 5,000 circuitos primarios y 41,911 servicios conectados en tarifa 8, principalmente del tipo industrial.
- 197,582 Km de líneas de distribución, con tensiones de operación de 4.16 a 34.5 KV, las cuales alimentaban a más de 25,500 poblaciones.
- Conectados a las redes de distribución, se encontraban instalados 13,017 MVA de transformadores de distribución, equivalentes a 261,176 unidades, para satisfacer las necesidades de los usuarios de baja tensión.
- En cuanto a cables primarios subterráneos, se tenían instalados 2,159 Km.

A diciembre de 1984 se presentan los siguientes resultados sobre electrificación rural:

Se han realizado 34,747 obras en poblados, colonias populares y barrios, habiéndose beneficiado a 21,308,784 habitantes. Se han electrificado 17,821 pozos para riego agrícola, y han resultado beneficiadas 724,348 hectáreas. Las obras realizadas incluyen la construcción de 110,805 Km. de líneas de distribución y la instalación de 1,688,062 postes en redes eléctricas.

CAPITULO II

PROGRAMA LATINOAMERICANO DE DESARROLLO

PARA IMPLEMENTAR P. C. H.

La OLADE (Organización Latinoamericana de Energía), ha creado y organizado en conjunto con las Naciones Unidas un Programa Regional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH), con el objeto de impulsar el desarrollo de las mismas y promover su implementación masiva.

¿Porqué una PCH como una alternativa de solución dentro de las energías alternativas?

Con relación a otras fuentes no convencionales de energía, las PCH cuentan con tecnologías más desarrolladas y al alcance de muchos países de la región. En otras fuentes de energía, como la solar, biogas, etc., aún están en etapa de desarrollo y perfeccionamiento. En el recuadro posterior puede verse el grado de avance, así como las tendencias a seguir por los diversos países. Desde el punto de vista económico, las otras fuentes no convencionales, no compiten con las centrales hidroeléctricas en igualdad de condiciones.

Por todo lo anterior y como una respuesta a las necesidades de incrementar y proporcionar los beneficios de la energía eléctrica y considerando: el potencial de recursos hidráulicos existentes en abundancia en la región, la experiencia acumulada en el siglo pasado en diseño y construcción de centrales hidroeléctricas, capacidad ingenieril en diseño y construcción, la experiencia en participación comunitaria en el desarrollo de proyectos, así como la producción rural de materiales y equipo. OLADE ha desarrollado el programa regional dirigido a promover la implementación masiva de PCH en la región.

## 2.1 ANTECEDENTES INTRODUCTORIOS

A partir de la crisis de 1973 y de la perspectiva del agotamiento de las reservas de petróleo, se hizo patente que el modelo de "petróleo intensivo" presentaba serias limitaciones para responder a la deman-

## FUENTE DE ENERGIA NO CONVENCIONAL Y SUS APLICACIONES

PAIS	S O L A R							EOLICA			FITOMASA				BIO-GAS	PEQUEÑAS CAIDAS DE AGUA				
	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	a	b	c	d	a	a	b	c	d	e
	SECADO POR AIRE CALIENTE	DESTILACION	FILAMENTOS DE AGUA	COGINAS Y MACHOS SOLARES	REFRIGERACION SOLAR	ELECTRIFICACION SOLAR	INVENTARIO DEL RECURSO	MACHOS DE AERODINAMOS	ALMOSNADEROS	INVENTARIO DEL RECURSO	LENAT CARBON - FIBRAL	BRICQUETAS	ALCOHOLES Y ACEITES COMBUSTIBLES	INVENTARIO DEL RECURSO	DIGESTORES	MICROCENTRALES	BOMBAS Y ARIETES	MOLINOS DE AGUA	CONSTRUCCION DE PRESAS	INVENTARIO DEL RECURSO
ARGENTINA																				
BRASIL																				
CHILE																				
COLOMBIA																				
COSTA RICA																				
GUATEMALA																				
MEXICO																				
PERU																				
TRINIDAD Y TOBAGO																				

NO EXISTE

EXISTE INVESTIGACION

EXISTE PROTOTIPO

COMERCIALIZADO

EXISTE INVENTARIO DE RECURSOS

da consecuente de un crecimiento sostenido, acentuando aún más las diferencias entre sectores sociales. Un cálculo estimativo indica que las reservas de petróleo y gas en la Región podrían ser insuficientes para cubrir la demanda hacia fines de este siglo. Esto indica que, si el objetivo buscado es el desarrollo armónico de la Región, debe establecerse un modelo de aprovechamiento energético que ponga en juego la potencialidad de todos sus recursos disponibles. Para ello, deberá adoptarse un pluralismo tecnológico en materia -- energética que permita responder, de manera adecuada a cada problema específico.

En numerosos estudios quedó demostrado que en los sectores sociales de muy bajos niveles de consumo energético, incrementos relativamente pequeños en el mismo, se traducen en mejoras más que linealmente proporcionales en algunos aspectos relacionados a la calidad de vida humana. Este hecho se vuelve particularmente importante en el sector rural, donde la no solución de sus necesidades energéticas ha contribuido al mantenimiento de situaciones de extrema pobreza y miseria. Así pues, la implementación de PCI podría contribuir de manera significativa a la solución de estos problemas.

Si bien, en América Latina se han desarrollado iniciativas individuales, se puede decir, que en general se carece de un enfoque común y de una visión general. Conciente de este problema y de la importancia que para los países de la Región adquiere esta fuente de energía renovable, OLADE ha iniciado una etapa de profundización en el tema de PCI con la ejecución de un programa regional de PCH que responda a sus objetivos fundamentales de promoción, coordinación y orientación de los Estados Miembros; respecto a nuevas fuentes de energía.

## 2.2 PANORAMA GENERAL, VENTAJAS Y LIMITACIONES PARA AMERICA LATINA

### 2.2.1 Síntesis de la Situación Socio-Económica de la Región. (Octubre de 1980).

Un gran porcentaje de su población humana está distribuida - en grandes concentraciones urbanas, mientras que en el habitat rural la población se encuentra localizada en pequeños - grupos humanos y dispersa; alrededor del 40% y del 51% respectivamente.

La búsqueda de fuentes de trabajo y de mejores condiciones - de vida ha motivado la emigración rural hacia las ciudades, generando grandes problemas socioeconómicos e institucionales. El ritmo de crecimiento de la población en el medio rural es de 1.14% y en muchos países tiende a disminuir por la emigración de la población rural hacia los centros urbanos.

El modelo de producción predominante puede definirse como de autoconsumo o de subsistencia simple e incluye, además de -- las pequeñas unidades agrícolas, intercambios comerciales si milares al trueque, artesanías del género agroindustrial e - industrial rural elemental o doméstica.

### 2.2.2 Síntesis del Sector Energético

Las reservas energéticas totales de A.L. constituyen aproximadamente el 5% de las reservas mundiales, incluyendo los -- combustibles vegetales, esta alcanza el 6%, mientras que el consumo total de energía sólo representa el 4.5% del total - mundial. En relación con el comercio internacional de ener-

gía A.L. participa con el 11.5% de las exportaciones y el 8.8% de las importaciones. Los niveles de consumo de energía comercial por habitante son en general reducidos y en el área rural y sectores sociales marginados es aún menor. Los recursos hidroeléctricos están subutilizados contribuyendo con sólo un 15% del consumo energético y un 10% de la población total de energía, mientras representan el 66.6% de los recursos energéticos de la región. En relación con el origen de abastecimiento energético A.L. es básicamente una región importadora de energía.

### 2.2.3 El Subsector Eléctrico

En A.L. es de escasa significación si se compara con el mismo de los países europeos. El servicio eléctrico en A.L. alcanza sólo al 50% de la población. En el sector rural no más del 15% está relativamente abastecida.

### 2.2.4 Recursos Hidroenergéticos

A.L. por sus favorables condiciones climático-geográficas, posee un potencial altamente significativo de recursos hidroenergéticos inexplorados y no cuantificados. En general, se utilizan en satisfacer algunas necesidades básicas de sectores minoritarios; irrigación, navegación y generación de electricidad principalmente.

El aprovechamiento de la hidroelectricidad en la región se encuentra en etapa de desarrollo y está orientado la mayoría de los países a la ejecución de grandes proyectos tendientes a satisfacer necesidades de energía de grandes concentraciones humanas.

La cuantificación de los recursos hidroenergéticos para desarrollar las PCH no han sido generalmente considerados en los diseños de políticas de desarrollo en los países de la región. Y la inadecuada información hidrológica y climatológica dificulta la correcta evaluación de los recursos.

#### 2.2.5 Fuentes Energéticas Alternativas

Aunque el costo de una PCH requiere costos de inversión inicial relativamente elevados comparados con plantas térmicas de igual capacidad, a largo plazo son económicamente rentables, con una mayor vida útil, sin estar sujeto a las variaciones en los precios durante su operación. Los efectos ambientales negativos de una PCH son mínimos y de más fácil control, comparados con una central que opera a base de combustible.

#### 2.2.6 Tecnología y Producción Industrial de Equipos

En términos de difusión masiva deben marchar a la par del desarrollo de la tecnología básica para su ejecución y de la industrialización del equipo requerido para atender los problemas particulares de cada área de la región. Los avances registrados en cuanto a tecnología y producción de equipos para las PCH son aún insuficientes en términos de los problemas particulares de cada país. No obstante, muchos de ellos producen equipos adecuados para potencias reducidas, cuya expansión podría iniciarse de inmediato.

### 2.2.7 Posibilidad de Uso de Recursos Locales en la Construcción de PCH

De acuerdo con la experiencia acumulada en la construcción de PCH, tanto en la obra civil como en la fabricación de equipos, es posible y recomendable la utilización de tecnologías, materiales y mano de obra de cada país ejecutor. Materiales como la grava, arena, cemento y barras de acero liviano se encuentran disponibles en prácticamente todos los países de la región.

### 2.2.8 Elaboración de Estudios

El planeamiento y la ejecución de una PCH requiere de estudios previos: Reconocimiento, Factibilidad, Diseño; para los cuales es necesario contar con topógrafos, geólogos, ingenieros civiles, mecánicos, eléctricos, así como de equipo para realizar dichos estudios. En la mayoría de los países existe una cierta disponibilidad de personal humano y equipos para la ejecución de un programa intensivo de desarrollo de PCH, y éste debe ir acompañado de un plan de entrenamiento personal local hasta la obtención del número mínimo necesario.

### 2.2.9 Operación, Mantenimiento y Reparación

Una de las ventajas de las PCH sobre la a base de combustible son los bajos costos de operación, mantenimiento y reparación, así como la facilidad de manejo de la planta, pudiendo ser personal local con conocimientos de mecánica y electricidad luego de un corto período de entrenamiento.

## 2.3 ESTRATEGIA DE DESARROLLO

Si bien, existen características comunes a todos los países latino-americanos, cada país debe diseñar una estrategia propia de aprovechamiento de esta alternativa tecnológica.

### 2.3.1 Planeamiento y Programación de Desarrollo

Es recomendable que cada país cuente con una unidad de planeamiento encargada del desarrollo de PCH que a su vez formule un plan íntimamente relacionado con un plan de Ordenamiento Territorial referido al uso del agua en cuanto a su uso - con fines agrícolas, agua potable, etc. El plan de desarrollo de las PCH debe contener acciones a corto, mediano y largo plazo. Es recomendable la preparación de programas bienales de desarrollo de proyectos específicos cada año, incluyendo la evaluación de la ejecución del programa del año anterior.

### 2.3.2 Aspectos Jurídicos e Institucionales

En América Latina existen esquemas estatales, mixtos y privados en las empresas de electrificación, con predominio de -- las empresas estatales. Si bien, las formas jurídicas dependen de las políticas gubernamentales de cada país, es posible sugerir formas mixtas con participación de empresas estatales con organizaciones cooperativas municipales en el caso de capacidades intermedias 500 - 5,000 Kw. Para potencias - menores se puede considerar la formación de empresas municipales y autónomas. Es muy importante la participación de la población rural en la ejecución del proyecto. El estado pue

de proveer asistencia técnica fondo y equipo, mientras que la población rural proveería mano de obra, materiales, agregados de concreto, y acarreo de materiales y equipo. Y muy importante sería la adecuación de la legislación de los diferentes casos que se presentan, otorgando facilidades especiales cuando se trate de pequeñas potencias y los usuarios sean los mismos del agua para fines agrícolas.

### 2.3.3 Evaluación de Recursos Hidroenergéticos en Pequeña Escala y Demanda de Población Rural

En la mayor parte de los países de A.L. los programas de evaluaciones se desarrollan casi siempre con un énfasis en la evaluación de aprovechamientos en gran escala. Por ello, es recomendable que se desarrollen programas para evaluar únicamente los potenciales en pequeña escala. Deben establecerse prioridades de evaluación por cuenca, considerando la importancia del potencial como las características demográficas, económicas y sociales de la región, así como una estimación de la demanda a corto plazo.

### 2.3.4 Tecnología y Abastecimiento de Equipo.

La situación de los países de A.L. respecto a tecnología y suministro de equipo, varía dependiendo del nivel relativo de desarrollo industrial de cada país, sus políticas tecnológicas en investigación y desarrollo, así como de la experiencia adquirida en la fabricación de equipo. En la medida de las posibilidades y políticas tecnológicas de cada país, se considera prioritario el desarrollo de un programa de investigación tecnológica sobre PCI, lo que haría posible el desarrollo de tecnología, diseño y fabricación de equipo, y su -

producción a bajo costo. Adecuaría el diseño de equipo a los materiales disponibles localmente y la estructura productiva industrial del país. Es necesario definir qué tipo de institución debe asumir la ejecución del desarrollo tecnológico -- del equipo. La solución más viable es que sea asumida por -- una institución de investigación estatal. La asistencia tecnológica internacional debe condicionarse a la estructura de investigación local que se adopte.

Es necesario una estrecha coordinación entre la institución - responsable de la investigación tecnológica y las entidades - encargadas del planeamiento y desarrollo de programas de in-- versión, para asegurar el mantenimiento de objetivos prácti-- cos y realizables en la investigación. En la tecnología desa-- rrollada debe orientarse a la simplificación de la instala--- ción, puesta en marcha y operación de los equipos, en tal for-- ma que se adapte a la participación de las comunidades loca-- les en los proyectos.

La eficiencia de los equipos cuya tecnología se desarrolle de-- berá ser la más alta posible a fin de asegurar una adecuada - economía del recurso hidráulico, tamaños y costos razonables del equipo y funcionamiento confiable.

Cuando un país no considere prioritario el desarrollo tecnoló-- gico de algunos equipos o no presenten posibilidades de desa-- rrollo en plazos inferiores a los requeridos. Una opción ade-- cuada es la adquisición de tecnología, la cual deberá reali-- zarse a través de un proceso cuidadoso de evaluación y selec-- ción de alternativas. En determinadas condiciones será neces-- aria la importación de equipo, cuando sus tamaños o su carac-- terísticas rebasen la capacidad productiva local, teniendo es-- pecial cuidado en la fabricación y reparación local de compo-- nentes, mantenimiento y operación adecuadas.

### 2.3.5 Elaboración de Proyectos

Los estudios requeridos para un proyecto de inversión específico constituyen uno de los aspectos que caracterizan la diferencia entre las PCH y las de tamaño mayor. Frecuentemente - en Latinoamérica se adoptan ciertos criterios en la elaboración de estudios que redundan en: un elevado costo de estudios, que a veces superan el 30% de la inversión total del proyecto; inadecuada cronología para la ejecución de proyectos.

Los requerimientos para los estudios deberían ser diferentes si se trata de casos de pequeñas potencias, inferiores a 50 - Kw, que para los mayores de más de 500 Kw. Asimismo, las condiciones varían de país a país, dependiendo de la información de base disponible y de los márgenes de riesgo que se suman.

### 2.3.6 Construcción, Instalación y Puesta en Marcha

La ejecución de obras y puesta en funcionamiento varía enormemente de acuerdo a la magnitud del proyecto, características del terreno, disponibilidad de materiales, acceso y distancia de transporte a la zona, capacidad y experiencia de los cuadros técnicos, disponibilidad de mano de obra local, políticas institucionales para la ejecución de los proyectos con las organizaciones comunales, disponibilidad de equipo mecánico y político ocupacional.

### 2.3.7 Operación y Mantenimiento

Dependiendo del tamaño de la central y estructura empresarial del servicio eléctrico, se debe dar preferencia al empleo de

operadores locales con una adecuada capacitación que incluya materias referentes a operación, acciones de emergencia, seguridad, reparaciones menores, mantenimiento preventivo, instalaciones eléctricas, prácticas, inspecciones, lecturas de instrumentos, tarifas, etc.

La inversión inicial por Kw instalado en PCH es en general -- elevado y tiende a crecer mientras más pequeña sea la PCH. Las elevadas inversiones determinan que el principal costo operativo sea su amortización y pago de intereses. Por esta razón, la viabilidad de desarrollar programas de construcción de PCH está vinculada a la reducción de la inversión requerida.

### 2.3.9 Financiamiento y Recuperación de las Inversiones

Es importante diferenciar la naturaleza y objeto de los proyectos de inversión específicos, ya que no se deben emplear - los mismos criterios para financiar proyectos de carácter promocional relacionados con la electrificación rural, que los - adoptados para proyectos que tienen una orientación inicial - hacia actividades productivas (agroindustria, pequeña minería, etc.), en consecuencia, el Estado debe asumir una parte importante de la inversión sin perspectivas de recuperación. Las entidades financieras de desarrollo usualmente trabajan los - proyectos de PCH en forma similar a los proyectos mayores, es por tanto necesario desarrollar esquemas más ágiles.

Convendría que, paralelamente al financiamiento de programas amplios de construcción de PCH, se consideren fondos de asistencia técnica no reembolsables para proyectos de investiga-

#### 2.4.1 Tecnología y Equipo para PCH

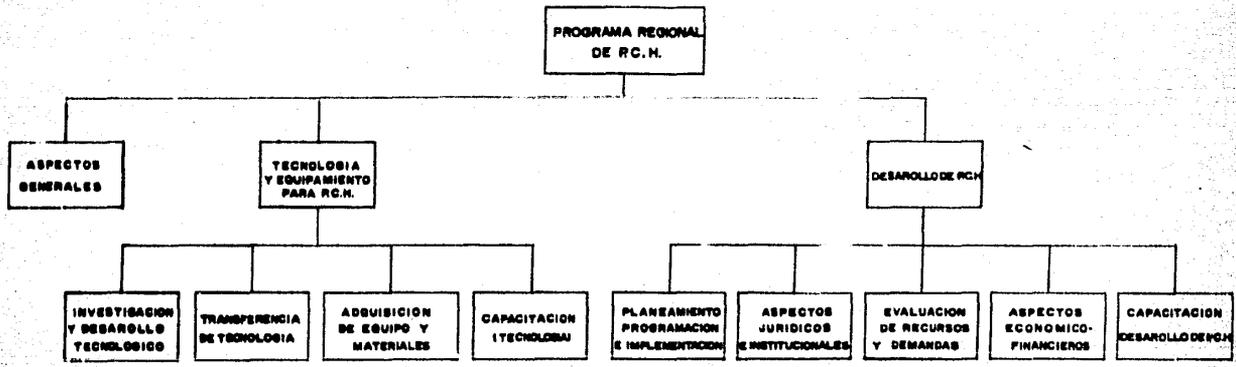
Comprende acciones de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, adquisición de equipo, disponibilidad de materiales y capacidad de producción de equipo, materiales y componentes, y capacitación con respecto a cuestiones tecnológicas.

#### 2.4.2 Desarrollo de PCH

Comprende acciones de planeamiento general, evaluación de recursos y demanda, programas de desarrollo a corto plazo, fuentes y condiciones financieras, elaboración de manuales, estudios para proyectos específicos, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de PCH, aspectos institucionales, organización y empresariales relacionados con el servicio, han sido divididas en actividades generales que agrupan actividades específicas como muestra el cuadro siguiente:

El programa regional de O.L.A.D.E. pretende constituirse en un instrumento de apoyo técnico y coordinación entre los países. El desarrollo masivo de PCH necesariamente responderá a las decisiones políticas e impulso orgánico de cada país para desarrollar esta fuente energética. Está en proceso de elaboración un directorio de instituciones y personas vinculadas al desarrollo de PCH en la región. Se han celebrado varios encuentros con la participación de expertos de Latinoamérica, Francia, China, UNIDO (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) y algunos otros con el objeto de retroalimentar sus experiencias y obtener la mayor información para el desarrollo de PCH.

A continuación se presenta un cuadro resumen global, compara-



CLASIFICACION PRINCIPAL DEL PROYECTO	ORGANISMO RESPONSABLE	No. DE REF.	DESCRIPCION SINTETA DEL PROYECTO	PAISES SUBREGION REGION BENEFICIARIOS	FECHA DE INICIO Y TERMINO O DURACION	EJECUTANTES	COSTO EN MILES DE DOLARES	FUENTE RECURSO
ADMINISTRACION Y DIRECCION	OEА	1	Realizar cursos y seminarios nacionales o interamericanos en proyectos hidroeléctricos, pequeñas centrales, embalses de uso múltiple, desarrollo y manejo de ciencias hidrológicas, manejo ambiental, riesgo, etc.	América Latina	1964 Permanente	CIDIAT, Ministerio de Recursos Naturales y Renovables, Programa de Desarrollo Regional (EXOSOC) - OEА	158,8 (OEА) 301,6 (Gob. Venezuela) 127,6 (Gob. Holanda)	Gobierno de Venezuela y Holanda
EXPLORACION Y PRODUCCION	OEА	2	Utilizar pequeñas centrales hidroeléctricas para experimentar el uso de pequeñas corrientes de agua en las regiones montañosas; capacitación de estudiantes del Instituto de Recursos Naturales y Estudios de Ingeniería (NATIN) para instalación y adaptación de la maquinaria pertinente. Incluye experimentación de pequeñas maquinarias para exploración y mejor utilización de madera, maderas, etc.	Suriname	Enero 1980 Dic. 1981	Instituto de Recursos Naturales y Estudios de Ingeniería, Depto. de Hidroelectricidad del Ministerio de Desarrollo, Depto. de Asuntos Científicos y Tecnológicos de la OEА.	90 (OEА)	
EXPLORACION Y PRODUCCION	BANCO MUNDIAL	3	Proyecto de aprovechamiento del Río Paraná (Ver cuadro Hidroenergía, ítem No. 3)	Argentina y Paraguay				
INVESTIGACION Y DESARROLLO	BANCO MUNDIAL	4	Proyecto de desarrollo de fuentes renovables de energía (Ver cuadro Hidroenergía, ítem No. 4)	Guyana				
INVESTIGACION Y DESARROLLO	OLADE	5	Preparar material técnico de consulta con énfasis en aspectos de aplicación de tecnologías no convencionales que comprende los trabajos ya realizados de: 1) Metodología Sintética para el Cálculo y Especificación Preliminar; 2) Hidrología para PCI en ausencia de datos; 3) Diseño y Estandarización de turbinas - Mitchell-Banki; 4) Regulador de Vel. Eléctrico Electrónico de Turbinas Hidráulicas para PCI; 5) Guía técnica para diseño Preliminar.	América Latina	Agos. 1980	OLADE	35 (OLADE)	
ADMINISTRACION Y DIRECCION	OLADE	6	Elaboración del Manual (Minicentrales Hidroeléctricas - Manual para Tomar Decisiones). Documento realizado por OLADE por encargo de ONUDI, quien está editando la versión en inglés y español.	América Latina	Agos. 1980	OLADE	9,9 (OLADE) 20,1 (ONUDI)	ONUDI
INVESTIGACION	OLADE	7	Manual de diseño y construcción de turbinas Mitchell-Banki	América Latina	Abr. 1981 Nov. 1981	OLADE	9,7 (OLADE) 87,3 (ONUDI)	ONUDI
EXPLORACION PRODUCCION	OLADE	8	Prestar asistencia técnica al Gobierno en la construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Costa Rica, como parte de un proyecto regional orientado a desarrollar metodologías de trabajo adecuadas a la implementación masiva en los demás países latinoamericanos.	Costa Rica	Abr. 1981	OLADE y Empresa de Servicios Públicos de Heredia	183 (OLADE) 127 (Gob.)	Fondo OPEP
EXPLORACION Y PRODUCCION	OLADE	9	Cooperar con INCEL en la ejecución de un proyecto de mini y microcentrales hidroeléctricas	Ecuador	Mayo 1981 Mayo 1983	OLADE e INCEL - Instituto Ecuatoriano de Electrificación	20 (OLADE) 1,980 (Gob.)	

AREA PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

CLASIFICACION PRINCIPAL DEL PROYECTO	ORGANISMO RESPONSABLE	No. DE REF.	SUSCRIPCION SIGUIENTA DEL PROYECTO	PAISES SUBREGION REGION BENEFICIARIOS	FECHA DE INICIO Y TERMINO O DURACION	EJECUTANTES	COSTO EN MILES DE DOLARES	FUENTE RECURSO
ADMINISTRACION Y DIRECCION	OLADE	10	Cooperar con INCEL en la elaboración de los términos de referencia para la contratación del diseño de cursos para PCH	Colombia	Dic. 1980 Enero 1981	OLADE e ICEL - Instituto Colombiano de -- Energía Eléctrica	2 (OLADE)	
EXPLORACION Y PRODUCCION	OLADE	11	Cooperar con el Gobierno en la ejecución de un programa de pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Utilizar la metodología desarrollada para beneficiar a los demás países del Caribe.	Granada	Marzo 1981 Marzo 1983	OLAPE y <del>compartido</del> nacional	100.0 (OLAPE) 246.1 (Gov.)	A sur definido
EXPLORACION Y PRODUCCION	OLADE	12	Cooperar con CADAFE en la formulación de un plan de desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	Venezuela	Marzo 1981 Junio 1985	OLADE y CADAFE	51 (OLADE) 496 (Gov.)	
EXPLORACION Y PRODUCCION	OLADE	13	Cooperar con el Gobierno en la ejecución de un programa de implementación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	Cuba	Agos. 1980 Mayo 1985	OLADE y Ministerio de Industria Básica	708 (OLADE) 1890 (Gov.)	A sur definido
INVESTIGACION Y DESARROLLO	OLADE	14	Cooperar con el IIE (México) para la formulación de un programa de investigación tecnológica en los aspectos de electrificación y equipamiento para PCH	México	15 días en Agos. 1980	OLADE y el IIE	2 (OLADE)	
INVESTIGACION Y DESARROLLO	OLADE	15	Manual de Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Elaborar un manual de ingeniería de diseño en el que se describa principalmente el diseño y dimensionamiento de los elementos de construcción, así como la especificación y selección de equipos, materiales y sistemas eléctricos.	América Latina	Mayo 1981 Oct. 1981	OLADE	28 (OLADE) 38 (GOB)	ONUDI

tivo de los proyectos que realiza la O.L.A.D.E. con los diferentes países miembros.

## 2.5 SITUACION ACTUAL ECONOMICA DE AMERICA LATINA (MARZO/1986)

En 1985 el superávit en la balanza de Latinoamérica (exportaciones - menos importaciones de mercancías) fue de alrededor de 34 mil 300 millones de dólares, 3.7 veces más que en 1982, cifra nunca vista en la década de los 70's. Sin embargo, el pago estimado de intereses de la deuda externa fue de 34 mil 800 millones de dólares, lo que indica a donde fueron a parar los recursos obtenidos de la balanza comercial. Más aún, el hecho de haber logrado un significativo saldo comercial no implicó un repunte del PIB (Producción de Bienes y Servicios del Año), ya que éste creció solamente el 2.8% en 1985, mientras que el año anterior el crecimiento fue de 3.2%, lo que denota un estancamiento económico de América Latina.

El positivo balance comercial más bien es resultado de la unión de - dos factores importantes durante el lapso de 1982 a la fecha: el ligero repunte de las exportaciones, paralelo a la caída significativa de las importaciones. De 1982 a la fecha, las exportaciones sólo se incrementaron en 5% mientras que las importaciones de mercancía declinaron en un 26.4%.

Latinoamérica modificó su tradicional estrategia, de importar para - crecer, es decir logró un significativo superávit comercial no sólo en 1985 sino desde 1982, sacrificando el crecimiento económico para cumplir con sus acreedores externos.

América Latina había logrado saldos positivos en su balanza comercial en la década de 1970, a pesar de sus necesidades de mayores im

portaciones que las efectuadas en 1982; es decir, se lograban superávit sin la necesidad de restringir importaciones.

La contraparte está en la balanza de cuenta corriente (exportaciones menos importaciones de bienes y servicios), ya que ésta pasó de un déficit de 3 mil 208.4 en 1970 a 19 mil 485 millones de dólares en 1979, seis veces más que al iniciar la década.

De 1980 a 1982 el problema se complicó cuando el saldo negativo pasó de 20 mil 100 a 40 mil 900 millones de dólares, lo que representa un incremento de alrededor del 45% durante dichos años.

Esta situación era resultado en gran proporción del notable incremento de las tasas de interés internacionales. Como el caso de la PRIME RATE estadounidense que de un nivel de 15.25% en enero de --- 1980, pasó a 21% en diciembre del mismo año. Este brusco cambio de las tasas de interés representó para América Latina una carga adicional en el costo de la deuda externa de aproximadamente 12 mil -- 800 millones de dólares, los cuales se reflejan en la balanza de -- cuenta corriente.

Para compensar los fuertes desequilibrios de la cuenta corriente, - cuyos montos llegaron a niveles sumamente elevados en 1981 y 1982, los gobiernos de la región, apoyados por el FMI, aplican políticas de ajuste. Siguen la receta al pie de la letra: reducir el gasto público, liberar precios, devaluar la moneda, vender paraestatales, controlar salarios y reprimir el crecimiento de los precios, entre otras medidas efectuadas con la finalidad de reducir el desequilibrio externo.

Este tipo de medidas provoca que la economía de América Latina se contraiga aún más, la cual implica menores importaciones y la su-- puesta elevación significativa de las exportaciones. Esto da como

resultado espectaculares superávit comerciales a partir de 1982, - que permiten compensar el déficit de la cuenta corriente y cumplir por tanto, con el costo de la deuda externa.

En la década de los 70's, América Latina logró durante varios años, saldos positivos en la balanza comercial, pero el costo de la deuda externa que se refleja en una cuenta corriente deficitaria, no implicó la contracción de la economía para obtenerlos; sin embargo, - en 1982, debido a la crisis financiera los saldos positivos de la - balanza comercial representaron la contracción de la economía, lo - cual significa un deterioro del nivel de la población y, la aceleración del crecimiento de la inflación, a pesar de las políticas de - ajuste antiinflacionarias con mayor rigor a partir de 1982.

La caída del PIB per capita medido en una base de 100 en 1980, indica una caída del 5.9% en 1982 y un 10.1% en 1983; un ligero repunte en 1984 y en 1985 el 9% que aún sigue en vigor.

La tasa de desempleo en Argentina ha pasado de 2.6% a 6.6% de 1980 a 1985, respectivamente; la de Chile de 11.7 a 17.7%; Venezuela de 6.6 a 14% para citar algunos países.

La inflación ha llegado a niveles inmanejables en la mayoría de las - economías de Latinoamérica, y a partir de 1982 ha mostrado repuntes significativos desde que el crecimiento de los precios al consumidor en la región creció 84.8%, un 27.2% más que el registrado el -- año anterior. En 1983 fue de 131.1% y en 1984 fue de 185.2%, para repuntar drásticamente en 1985 a 243.7% por arriba del crecimiento de 1982. Año en que los acuerdos de reestructuración de la deuda - externa los gobiernos de los principales países deudores se comprometieron a aplicar una política de ajuste anti-inflacionaria que - lograra reducir el desequilibrio externo.

Por tanto, los logros de tal política han sido: mayor desempleo, -

mayor deterioro del nivel de vida y mayor concentración de la riqueza, por una parte, y cumplimiento del pago de los intereses de la deuda, superávit comercial, altas tasas de inflación y fuertes cambios de paridad. Frente a estos logros, América Latina no se ha vuelto más competitiva en el exterior.

La principal causa del desequilibrio económico y financiero de América Latina se encuentra en su modo de industrialización basado en una sustancial importación de mercancía para producir bienes de consumo duradero para un mercado interno cautivo acompañado de una monoexportación. Esta generalmente representa el principal ingreso propio de divisas. Cuando el precio internacional del petróleo tiende a bajar constantemente a consecuencia de menor demanda y de políticas proteccionistas, como las practicadas por Estados Unidos. Dichos ingresos tienden a declinar, lo cual es compensado entre otras cosas recurriendo más al crédito externo.

Con la internacionalización de la economía mundial, América Latina se ve afectada por los problemas internos de otras economías, sobre todo por la de Estados Unidos, cuya política económica logra trasladar parte del costo y del efecto de la crisis económica en que se encuentra sumergida mediante las altas tasas de interés, tanto para ahorradores como para préstamos. Esto afecta enormemente a la región, pues las tasas pasivas (ahorro) motivan la fuga de capitales hacia el exterior y las activas (préstamos) elevan el costo de la deuda externa.

También hay que añadir la política proteccionista, tanto arancelaria como no arancelaria (cuotas de importación), que aplican Estados Unidos y otros países industrializados, cerrando las puertas de sus mercados a productos de origen latinoamericanos, lo cual acrecenta la caída de los precios de los principales productos exportados por la región.

Ambos factores, los internos y externos, rompen con el anterior --- "equilibrio" de deuda para importar, producir y monoexportar, logrado hasta fines de los años 70's. Posteriormente, es deuda para pagar más deuda, restringiéndose el flujo de crédito externo, es contracción económica para pagar deuda, que en 1978 era de 150 mil 893 y en 1985 era de 368 millones de dólares. Esto significa un incremento promedio anual de 18%, sin que esto se refleje en mejores tasas de crecimiento económico.

Sólo una menor carga del servicio de la deuda externa se reflejará en mejores condiciones de vida de la población Latinoamericana, sobre todo de los sectores obrero y campesino.

El 5 de marzo de 1986, los bancos de Estados Unidos redujeron su tasa de interés para préstamos preferenciales de 9.5% a 9.25%, la cual no había estado sobre el 9% desde junio de 1978. A la fecha - abril de 1986, la tasa de interés se redujo al 9%, la tasa preferencial ha estado estable desde junio de 1985 cuando los principales - bancos la redujeron de 10 a 9.5%. Esto, mantenerse podría significar para América Latina un ahorro de 300 millones de dólares en el presente año solamente por cuenta del pago de intereses. Lo que es un punto a favor de América Latina. Aunque está muy lejos de divisar una salida favorable a su situación actual.

- Cada vez las expectativas son peores. Para julio de 1986, Perú afirma que sólo pagará 35 de los 180 millones de dólares que debería pagar al FMI antes del 15 de agosto. El Gobierno Ecuatoriano suscribió un acuerdo con el FMI para conseguir un nuevo -- crédito. Argentina se ve seriamente comprometida para pagar: los 50 mil millones de dólares de su deuda externa a causa de la disminución del saldo comercial. Honduras pide un trato preferencial para el pago de su deuda externa (2.441 mil millones de dólares) semejante al que dieron a México).

- Las tasas de interés para agosto de 1986 se encuentran en los niveles inferiores más bajos que nunca (tasa libor 6%), con el fin de evitar un colapso a los principales bancos acreedores, y con el fin de incitar a seguir pagando los intereses como habían hecho anteriormente.
- En el caso de México, las noticias no son muy alentadoras, al mes de julio la tasa de inflación fue de 6.4%, que suman hasta ahora 47.6% en lo que va del año y se prevén para diciembre un total de -- 100%; la producción industrial registró una caída del 2.6% en el primer trimestre; según el Banco de México, el déficit financiero del sector público en el primer trimestre registró un crecimiento del 87.5% en términos nominales y de 12% en términos reales.

SALDO COMERCIAL Y CUENTA CORRIENTE EN A.L. (1970-1985)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Balanza Comercial	746	-344.6	-83.6	2035.1	280.1	-5842.2	183.9	2931.7
Cuenta Corriente	3208.4	-4830.5	-4459.6	-3375.2	7894.4	-14283.9	-10418.7	8581.1

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985 (1)
Balanza Comercial	-98.0	763.0	-1400.0	-1700.0	9100.0	31500.0	38700.0	34300.0
Cuenta Corriente	-14102.0	19485.0	-28100.0	-40100.0	-40900.0	-7400.0	-1000.0	-4400.0

Fuente: Para el período 1970-1979 es Copal; de 1980-1985, Avance Económico, Vol. I, No. 5, Enero 1986 ENEP-ARAGON-UNAM

(1) Preliminar.

VARIACION DE PRECIOS DEL COMERCIO MUNDIAL (1963-1983)

(MILLONES DE DOLARES)

GRUPO	PROMEDIO 1963-1972	%		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
		1973	1974									
Manufacturas	3.0	17.7	21.8	12.3	--	9.0	14.7	15.3	10.5	-5.1	-2.0	2.0
Petróleo	3.0	10.0	225.0	5.1	6.5	5.5	0.1	48.7	62.0	10.1	-4.6	-13.5
Productos Básicos No Petroleros (3)	2.5	53.2	28.0	-18.2	13.3	20.7	4.7	-16.5	9.7	-14.8	-12.1	5.0

Fuente: Boletín del Cenla, volumen XXIX, No. 4 Julio-Agosto 1983.

- (1) Según su valor en dólares
- (2) Tasa compuesta de variación anual
- (3) Precios de mercado

**C A P I T U L O   I I I**

**EXPERIENCIA DE LA REPUBLICA POPULAR CHINA**

**EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS**

En la vieja China, la electricidad era casi inexistente en las zonas rurales. Desde la fundación de la República Popular, el Gobierno Popular viene prestando mucha atención al desarrollo de la energía eléctrica en el campo. A finales de 1982, el consumo anual de electricidad en las zonas rurales llegaba a 45,000 millones de Kwh, cifra que constituye el 14% de la totalidad nacional. Hoy en día, dos fuentes suministran la energía que necesita el agro: la red eléctrica estatal y las pequeñas centrales locales que siguen desarrollándose a ritmo acelerado. A finales de este mismo año, el país contaba con más de 86,000 centrales pequeñas con capacidad para 8.08 millones de Kw, y la electricidad que dichas centrales generaron fue de 16,300 millones de Kwh, cifra que representaba la tercera parte de la energía que necesitaba el campo. Hoy día, el 99% de los distritos, el 88% de las comunas y el 56% de las brigadas y equipos de producción utilizan la electricidad.

Como el territorio de China es vasto y el desarrollo de la economía en las diversas zonas no es uniforme, al Gobierno le sería muy difícil implantar una administración unificada de distribución de energía eléctrica. Se hace necesario, por lo tanto, "caminar con las dos piernas", es decir, tanto el medio rural como urbano y en este sentido, las centrales hidroeléctricas pequeñas juegan un papel cada vez más importante.

### 3.1 RECURSOS HIDROENERGETICOS

China tiene una gran riqueza en recursos hidráulicos con potencial teórico de aproximadamente 680,000 Mw, de los cuales 370,000 Mw, pueden ser explotados ampliamente, y ocupa el primer puesto en el mundo.

De los 2,000 distritos con que cuenta el país, 1,100 podrán establecer centrales hidroeléctricas pequeñas con una capacidad de 10,000 Kw.

Las condiciones geográficas de China se caracterizan por tierras altas en el oeste y tierras bajas en el este. La gran mayoría de sus ríos se originan en el lado oeste. La precipitación es abundante en el sur de China, siendo ahí los recursos de potencia hidráulica mayores en comparación con el área norte donde la precipitación es bastante baja.

En 1979 el carbón estaba en segundo lugar y el agua que era sólo el 17% de energía total de producción, estaba en último lugar. La generación hidroeléctrica ahora sólo incluye más o menos un 5% de los recursos totales de agua. El potencial para el futuro es entonces --- grande.

#### Ríos Principales de China

- Río Yangtse.- Es el principal río de China, nace en la cordillera Kokosili; al oeste de la provincia de Chingjai, atraviesa 5,800 Km. a través de la provincia de Chingjai, Tibet, Yunnan, Sechuan, Jupei, Junan, Chiangsi, Anju, Chiangsu y la zona de Shanghai, para vertir finalmente sus aguas en el mar del este de China. Drena un valle de 1,800,000 Km<sup>2</sup> (cerca del 19% del área total del país y aproximadamente un tanto de la superficie total de la República Mexicana).
- Río Amarillo.- Es el segundo río principal de China por su longitud. Nace en los montes Bayan Kara. Atraviesa las provincias de Chingjai, Kansú, Shensi, Jonán y Shantung. Mide 4845 km. y corre hacia el este para desembocar en el Golfo de Pojoí, su cuenca cubre 745,000 km<sup>2</sup>.
- Río Jeilung.- Forma parte de la frontera entre China y la Unión Soviética. Cuenta con dos fuentes, el río Shilka y el río Erhkuna. Desemboca finalmente en el mar de Ojotsk en la Unión Soviética y --

tiene 2,850 km de longitud.

- Río Perla.- Es el mayor del sur de China, lo conforman tres ríos: Sichiang, Peichiang y Tungchiang, que convergen cerca del mar, en el Delta del río Perla. El río Sichiang que es el mayor de los tres y fluye a través de 2,100 km. hacia el mar del sur de China.
  
- Río Jaije.- Es producto de cinco grandes vías pluviales: el Gran Canal del Norte, el río Yungting, el Taching, el Tsiya y el Gran Canal del Sur. Todos convergen cerca de Tientsin y la faja de 70 km. de largo que va desde allí hasta el mar Pojai.
  
- Río Juai.- Recorre más de 1,000 km., su cuenca se halla en el corazón de China.

### 3.2 CLASIFICACION DE ESTACIONES POR CAPACIDAD DE GENERACION

La definición de generación con pequeñas hidroeléctricas y minigeneración eléctrica varían en los diferentes países y organizaciones como se puede ver en la Tabla 1.

PAIS - ORGANIZACION	MICROGENERACION KW	MINIGENERACION KW	PEQUEÑA GENERACION KW
CHINA			
Por Unidad			6000
Por Cap. Inst.			12000
PERU	5 - 50	51 - 500	500 - 5000
RUMANIA			5 - 5000
SUDAN			100 - 1500
TAILANDIA		1000	
TURQUIA	0 - 100	101 - 1000	1001 - 5000
E.E.U.U.			15000
KATIMANDU Seminario A	100	100 - 1000	
HANGZHOU-MANILA Seminario B	100	100 - 2000	2001 - 10000
COMISION PREPARATORIA POR LAS NACIONES UNIDAS	1000		1001 - 10000

En China las plantas hidroeléctricas con una capacidad instalada total de hasta 12 Mw, son clasificadas como pequeñas plantas de generación hidroeléctrica (PGH).

### 3.3 ETAPAS DE DESARROLLO

Las centrales hidroeléctricas pequeñas de China han atravesado tres etapas en su desarrollo. En la década de los 50's, siguiendo las estipulaciones contenidas en el "Programa de Desarrollo de la Agricultura" se establecieron en todo el país 9000 centrales pequeñas que elevaron el volumen total de electricidad generada a 240,000 Kw. El incremento anual de capacidad en ese período fue de 20,000 a 30,000 Kw; pero la mayoría de las centrales no podrían hacer frente a las necesidades que planteaba el desarrollo de la economía en el campo, debido a la falta de técnicos y a la escasez de recursos económicos. Ante esta situación, los departamentos centrales encargados de las pequeñas hidroeléctricas abrieron varios cursos de capacitación que permitieron el entrenamiento de centenares de especialistas, quienes pasaron a formar la columna vertebral de la administración hidroeléctrica en las diversas provincias.

En la década de los 60's, algunas zonas comenzaron a abrir centrales de mayor potencia. La capacidad alcanzó los 789,000 Kw, con un aumento anual de 70,000 a 90,000 Kw. En 1969 el Ministerio de Obras Hidráulicas y Energía Eléctrica, convocó en el distrito de Yongchun (provincia de Fujian) una primera reunión nacional sobre centrales pequeñas en la que se propusieron y adoptaron una serie de medidas eficaces. -- Por ejemplo, las referentes a la subvención y a la distribución por parte del Estado de materiales de urgencia como el acero, cobre y aluminio.

La producción anual de energía por PCH en 1979 fue de 11,900 Gwh., o aproximadamente 35% de la electricidad usada en la agricultura.

Para 1979, 1,500 de un total de aproximadamente 2,000 poblaciones, habían establecido su propio sistema de PCH y cerca de 700 comunas contaban principalmente con PCH para dar electricidad a industrias y agricultura.

La construcción de estaciones PCI en China se inició en la base de un movimiento nacional amplio de cooperación agrícola conducido a principios de los años 50's. Las áreas rurales se mantenían subdesarrolladas a comparación de la economía total.

En los últimos cinco años, las centrales pequeñas se han desarrollado con gran rapidez. La capacidad se ha incrementado a un ritmo promedio anual de 500,000 a 600,000 Kw. Al mismo tiempo, las centrales principales se han desarrollado a gran velocidad. El promedio de capacidad de cada central pequeña es ahora de 99 Kw. Muchos lugares cuentan con sus propias centrales y algunos distritos han instalado su propia red eléctrica. La calidad y la garantía del suministro eléctrico también se han elevado considerablemente.

¿Porqué han cobrado tal desarrollo a escala nacional las centrales pequeñas? La causa radica no sólo en la labor de las autoridades, sino también, y principalmente, en el esfuerzo de las amplias masas populares. El gobierno ayuda con materiales de construcción y subvenciones financieras para promover y coordinar su desarrollo.

Era difícil cumplir con las necesidades de corto plazo de las áreas rurales y hasta imposible hacerlo en las regiones rurales remotas, dependiendo solamente en una escala grande y mediana de estaciones de fuerza construidas por medio de inversiones del gobierno.

Hay muchas estaciones, cada una cubriendo ciertas áreas, regadas por todo el país. Una cadena local fue formada y conectada a la red llevada a cabo por el gobierno; esto debe ayudar a cumplir con la necesidad de electricidad en áreas específicas y promover un desarrollo más rápido de agricultura con menos inversión del gobierno.

En la República Popular de China, a la fecha, más de 50,000 plantas de menos de 500 Kw han sido instaladas. La mayoría de ellas construidas por las comunas populares en los distritos y generan energía eléctrica.

trica para las industrias locales y las pequeñas estaciones de trabajo.

### 3.4 BENEFICIOS MULTIPLES

Los beneficios que proporcionan las centrales pequeñas deben ser evaluados a la luz de la economía nacional del país. Tomemos como ejemplo el distrito de Yongchun (Fujian). En los últimos diez años dicho distrito creó 250 centrales hidroeléctricas pequeñas con una capacidad de 23,000 Kw. Las centrales proporcionaron energía barata a la industria distrital y comunal y promovieron el desarrollo de la producción. Gracias a ellas, el valor de la producción llegó en 1982 a 40 millones de yuanes (12'500,000 dls.), cifra que equivale al quíntuplo de 1969.

Las centrales hidroeléctricas pequeñas promueven la construcción de sistemas de irrigación y drenaje y han fortalecido la capacidad de resistencia contra las calamidades naturales. Muchas empresas industriales, agrícolas y auxiliares, administradas por las comunas se han desarrollado con rapidez gracias a la construcción de centrales pequeñas.

Ahora, muchas aldeas utilizan la electricidad no solamente para descascarar el arroz y moler el trigo, sino también para fabricar ladrillos, secar el té, etc. Con las centrales pequeñas, los ingresos financieros locales se han incrementado notablemente. En 1982 el total de los ingresos del distrito Dayi (Sichuan) llegó a los 300 millones de yuanes (93'750,000 dls.) y las ganancias líquidas fueron de 15 millones de yuanes (4'687,500 dls.). El desarrollo de dichas centrales ha mejorado también la vida cultural en el campo, especialmente en las zonas remotas a las que no llega el suministro de electricidad de la red eléctrica estatal.

### 3.4.1 Ahorro de Combustible

En los últimos años, la electricidad sobrante ha sido utilizada en algunas zonas rurales para preparar la comida y hervir el agua, aliviando de esta manera la carencia de leña. Según las investigaciones llevadas a cabo en Hunan, Guangxi y ---- Sichuan, en la preparación de la comida a base de electricidad cada familia puede ahorrar al año la mitad de los gastos por leña al año). El precio por kilovatio hora, de la electricidad sobrante suele ser muy bajo, de unos cuantos centavos de yuan.

La utilización de electricidad en lugar de leña contribuye a la protección forestal y contrarresta la erosión del suelo.

### 3.5 CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

En la China Rural, la electricidad es mayormente usada para irrigación y desagüe, equipo agrícola, reparación de máquinas, manufactura de azulejos, papel, ingenios, etc. Los consumos promedio de electricidad para los diversos usos están estimados como sigue:

<u>ACTIVIDAD / INDUSTRIA</u>	<u>CONSUMO DE ENERGIA KW/H</u>
Fertilizantes	30
Aceites comestibles	60 - 90
Molinos	40
Explotación minera	08
Papel	500 - 600
Pesticidas	80
Azúcar	12

ACTIVIDAD / INDUSTRIACONSUMO DE ENERGIA KW/H

Fab. azulejos	50
Maquinaria/granjas	40 - 80
Bombas eléctricas	Kwh por m <sup>3</sup>
20 m de carga	.091
40 m de carga	.181

3.6 MEDIDAS POLITICAS

El principio que se sigue para el desarrollo de las centrales hidroeléctricas pequeñas en China se basa en el establecimiento y la administración por parte de las masas populares y el apoyo del Estado. Los puntos clave de este principio son:

- 1) Los fondos que se necesitan para construir las centrales corren principalmente a cuenta de la localidad, la comuna o la brigada de producción, mientras que el Estado concede subvenciones o --- préstamos a largo plazo y de bajo interés.
- 2) El Estado no participa en la administración de las centrales locales.
- 3) Cada localidad tiene derecho a disponer la utilización de electricidad generada por dichas centrales.

3.7 COOPERACION INTERNACIONAL

En los últimos años, China ha realizado programas internacionales de

intercambio y cooperación en el terreno de las centrales hidroeléctricas de pequeña envergadura. En octubre de 1980, las Naciones Unidas y China celebraron conjuntamente el II Simposio sobre el Desarrollo Técnico y la Utilización de las PCH. (El I y III Simposio fueron celebrados en Nepal y Malasia, respectivamente). El centro de investigación, Desarrollo y Formación en Materia de PCH, de Asia y la Región del Pacífico establecido en Hangzhou, tiene por objeto coordinar la preparación, la información, la investigación y las consultas al respecto en toda la región.

De mayo a junio de 1983, se celebró en Hangzhou el primer curso internacional de formación, China también ha enviado a varios grupos de expertos a países de Asia y América Latina y exporta equipos para este tipo de centrales.

Aunque en la Conferencia sobre Nuevas Fuentes de Energía y Reprocesamiento de la Energía se dijo que China quizás fuera el país con experiencias más ricas en el desarrollo de las PCH, se tienen aún muchos problemas por resolver en el futuro. Existe la confianza en tener la oportunidad de cooperar con los países de Asia y otros países del mundo que han hecho grandes contribuciones al desarrollo de las PCH.

### 3.8 EQUIPO HIDROELECTRICO

Mientras virtualmente todos los artefactos de generación hidroeléctrica eran importados, China comenzó la fabricación local de un Amplio Rango de Turbinas en el comienzo de 1950 y en el inicio de los 70's, se estandarizaron los equipos de turbogeneración.

El Tiangin Electro Driving Institute, ha desarrollado pequeños artefactos de turbogeneración que van de uno a 20 Kw, miles de estos son

producidos anualmente. En la construcción de sus plantas, un gran es fuerza es puesto para maximizar el uso de materiales de la localidad en su edificación. Esto redonda en bajos costos, que van de uno a - tres centavos US/Kw y una recuperación de la inversión en una PCH de tres a cuatro años.

La regulación de las turbinas hidráulicas son clasificadas en tres - categorías e incluye 27 series y 85 diferentes tipos y se suministra electricidad a regiones remotas y montañosas. Las fábricas producen series especiales de 0.25 a 75 Kw. La miniunidad es pequeña en volu men grande en importancia, simple en construcción y baja en costo; - son de mucha utilidad para la gente de comunas alejadas y montañosas. Los requerimientos de estandarización, popularización y serializa--- ción, son importantes para China, que cuenta con hidrología diversificada.

Las ventajas de esos equipos son: manufactura simplificada, alta pro ductividad, buena en calidad, bajo en costo, operación y mantenimien to.

China ha producido 200,000 series de equipo hidroeléctrico, ha expor tado e instalado más de 80,000 pequeñas hidroeléctricas. Algunas de ellas tienen operando más de 20 años. En años recientes, las fábricas han producido muchos tipos de equipos para pequeñas estaciones - hidroeléctricas.

Investigaciones realizadas en China, sobre máquinas y equipo hidro-- eléctrico, después de grandes períodos de operación, han revelado -- que el equipo fabricado está bien construido y tiene excelente cali-- dad.

La producción de pequeñas máquinas hidroeléctricas y equipo en China ha evolucionado rápidamente.

La capacidad de energía eléctrica producida excede el millón de Kw.

CAPITULO IV

LA ENERGIA EN UN PAIS DESARROLLADO

LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA

Hemos revisado la problemática de la generación de energía eléctrica a través de PCH, en México, la República Popular de China y América Latina; trataremos en términos generales, en un contexto energético más amplio a Norteamérica. Esto, por ser la nación hoy en día que está a la vanguardia en tecnología energética, por ser nuestro país vecino y tener gran interdependencia en materia de energía con nosotros; su forma muy particular en que resuelven su problemática energética. Veremos a continuación:

- El contexto energético en que se desenvuelve el pueblo norteamericano.
- El porqué el organismo gubernamental FERC (Federal Electric Regulatory Commission), ha recibido una fuerte demanda de solicitudes para instalar pequeñas turbinas hidráulicas, para generación eléctrica, y cual ha sido el comportamiento sociológico hidráulico al respecto.

#### 4.1 CONTEXTO ENERGETICO

##### 4.1.1 Importancia de la Energía en Norteamérica

Para comprender mejor el comportamiento sociológico energético norteamericano, nos auxiliaremos con algunos párrafos del libro "Megatendencias" de John Naisbitt, estudioso de la conducta norteamericana.

"Quizá, dado que nos afecta individualmente más que a cualquier otra cuestión social, la energía es un catalizador de la iniciativa local. Por una u otra razón, la mayoría estamos llenos de preocupación por la vivienda, la educación o el transporte. Aunque a muchos no les preocupan los temas del ambiente, todos utilizamos energía".

"Si el costo de la calefacción no le preocupa, probablemente no será indiferente al precio de la gasolina. Si ninguno de los dos le preocupa, siempre esta el de la electricidad, sea cual fuere el estado en que vivamos todos, nos servimos de la electricidad y los teléfonos".

La energía tiene gran importancia para los norteamericanos, ya que ese solo país consume por sí solo más energía eléctrica, hidrocarburos, etc.; que la mayoría de los países latinoamericanos o del mundo inclusive; es palpable el gran consumo en gasolineras para sus automóviles, ya que es uno de los países que tiene más de estos. El consumo de energía eléctrica es también muy importante en Estados Unidos, donde es "popular" el uso de aspiradoras, cuchillos y cobertores eléctricos, etc., propios de una sociedad de consumo; como veremos a continuación, este país es un gran consumidor de energéticos.

#### 4.1.2 Consumo de Energéticos

Desde el punto de vista numérico, podemos percatarnos del consumo de energéticos en Estados Unidos, así como de su producción con la información del reporte "Actividad Energética en los Estados Unidos durante 1980" y para los años posteriores de la revista Petroleum Economist.

"Cálculos preliminares indican que Estados Unidos durante 1980, consumió una cantidad de energéticos equivalente a 37.6 millones de barriles de petróleo diarios, comparados con 39 millones de 1979 y 38.7 millones de 1978, el crecimiento de 1% en el consumo de energéticos en 1979, seguido por una disminución en 1980, cambiaron la tendencia de los últimos 25 años, durante los cuales el uso anual de energéticos creció aproximadamente 3% anual. La reducción de aproximadamente 3% durante 1980, se

atribuye principalmente a la baja de 8% en el consumo de petróleo. En 1980, este absorbió 16.9 millones de barriles diarios dentro del consumo total de energéticos en Estados Unidos; por su parte, el gas natural, el carbón, la energía nuclear y los recursos solares y renovables, representaban 9.7, 7.3, 1.3 y - 2.4 millones de barriles diarios, respectivamente, en el consumo".

La tendencia de producción se ha incrementado al menos hasta - 1985 y para tener idea de la dependencia norteamericana en el uso de energéticos, comparemos su producción anual con la producción de México en el mismo período.

PRODUCCION DE PETROLEO

<u>AÑO</u>	<u>ESTADOS UNIDOS</u>	<u>MEXICO</u>
1980	3,722,220,000	779,458,000
1981	3,716,065,000	932,384,000
1982	3,722,635,000	1,096,116,000
1983	3,730,048,000	1,075,255,000
1984	3,799,900,000	1,102,765,000
1985	3,868,448,000	818,815,000*

\* Datos hasta septiembre de 1985.  
En miles de barriles.

Petróleo

Con la reciente caída de los precios del petróleo, algunos estados que poseen el hidrocarburo, han resentido este colapso -

energético.

En Texas, dice Bernard Weinstein de la Universidad Metodista - del Sur, "El petróleo es la cola que menea a toda la economía". El estado ahora pierde tres billones de dólares en producción económica bruta, por cada dólar perdido en el precio del petróleo; así como cien millones de dólares en impuestos locales y federales. La mayor pérdida ha sido más de 200,000 empleos en industrias relacionadas con la energía, como la fabricación de equipo de extracción petrolera, refinería y petroquímicos.

Las fuerzas de mercado y los cambios regulatorios desde 1981, han permitido una contracción extensiva de la industria de refinación en los Estados Unidos, esto analizado en un nuevo estudio hecho por la "Harvard University's Energy Environmental Policy Centre". A comienzos de 1981, había 324 refinerías operables, con una capacidad total de destilación primaria de --- 18.62 millones de barriles por día, de los cuales 569,000 b/d no se utilizaban, de acuerdo con el Department of Energy Information Administration's Annual Survey", al comienzo de 1985, el número de refinerías había bajado dramáticamente a sólo 219 con una capacidad combinada de 15.66 Mbd, de los cuales 1.30 - Mbd no se utiliza. La declinación ha sido debido en parte -- por la total caída en la demanda de los productos petroleros - de un pico record de 18.85 Mbd en 1978, a 15.66 Mbd en 1984. La reducción en la demanda ha sido más severa en el sector industrial, debido a mayores esfuerzos de conservación, el pequeño crecimiento económico, el cambio a fuentes alternativas de --- energía, y más recientemente a la caída internacional de los - precios del petróleo.

#### 4.1.3 Eficiencia en el Uso de los Energéticos

La disminución en el consumo estadounidense de energéticos durante 1980, se debió en parte al estancamiento de la economía y al mejoramiento de la eficiencia en la utilización de los energéticos.

La eficiencia en el uso de los energéticos por dólar real del PNB ha sido progresivamente. Esta tasa en el consumo de energéticos ha disminuido aproximadamente 18% durante las últimas tres décadas. Esto permite percatainos de la creciente tendencia hacia el ahorro de energéticos, principalmente por su costo y que tiene diferente incidencia en cada uno de los estados de la Unión Americana.

#### 4.1.4 Consumo de Gas Natural

El consumo de gas natural durante 1980, permaneció aproximadamente al mismo nivel de 1979, o sea de 20 billones de pies cúbicos de gas (equivalente a 9.7 millones de barriles de petróleo diarios). El consumo durante 1979 fue casi 3% mayor al promedio de 1977-1978, mientras que para 1985, la producción de gas de la Unión Americana hasta noviembre era de 15,808 billones de pies cúbicos, por lo que se observa la tendencia a su economía.

Los mayores yacimientos se encuentran en Texas, Oklahoma y Kansas, desde donde se transporta a toda la unión a través de una red de tuberías de cerca de 400,000 km de longitud.

La producción interna de 1980 aportó 95% del gas natural utilizado en Estados Unidos. El resto se importó a través de gaso-

ductos de Canadá y México, y como gas natural líquido de Argelia.

#### 4.1.5 Consumo y Producción de Carbón

La Unión Americana es el país con la mayor cantidad de reservas de carbón en el mundo con un contenido energético de un total de  $5,299.22 \times 10^6$  terajoules de reservas comprobadas, esta situación privilegiada permitirá a la Unión, mantener su alto grado de desarrollo industrial, a pesar de la tendencia actual de diversificar los lugares de producción industrial fuera de la Unión Americana.

La producción y consumo de carbón en Norteamérica se ha incrementado, según se observa de los datos obtenidos del "Monthly - Energy Review", abril de 1986.

#### C A R B O N \*

AÑO	PRODUCCION	CONSUMO	EXPORTACION
1980	829,700	702,729	91,742
1981	823,755	732,627	112,541
1982	838,112	766,911	106,277
1983	782,091	736,672	77,772
1984	895,921	791,296	81,843
1985	886,096	818,049	92,680

\* En miles de toneladas cortas.

De la misma fuente informativa, sabemos que la producción de carbón en mayo de 1986, totaliza 71.9 millones de toneladas cortas (una tonelada corta equivale a 2,000 libras), 6.6 millones de toneladas cortas, 8.4% menos que las 78.6 millones producidas en mayo de 1985. Esto, entre otros, se debe principalmente a la caída internacional de los precios de hidrocarburos y la conveniencia de la substitución en su uso por estos.

El consumo de carbón para uso eléctrico en abril de 1986, totaliza 48.1 millones de toneladas cortas, 5.5% menos que los 50.9 millones consumidos en abril de 1986. Por lo que se observa la tendencia a su ahorro.

De lo anterior, podemos concluir que el carbón es uno de los energéticos básicos para los norteamericanos.

#### 4.1.6 Esquistos Bituminosos

En los Estados Unidos se encuentran las mayores reservas de ese energético, que no son más que capas de hidrocarburos en forma rocosa, los cuales por ahora no son económicos en su explotación por su alto costo y la posibilidad de energéticos baratos de importación, esto por la reciente caída del precio internacional del barril del petróleo. Este energético en el futuro será una interesante alternativa si el desarrollo de otras fuentes alternas de energía no son más rentables. En los Estados Unidos de Norteamérica, la cantidad de reservas comprobadas es del orden de  $6,363.85 \times 10^6$  terajoules. Esta reserva es mayor que las reservas de carbón en Estados Unidos, que es el país que más reservas de carbón tiene en el mundo.

#### 4.1.7 Energía Nuclear

Esta energía por la forma como se dió a conocer al mundo, las explosiones de bombas en Hiroshima y Nagashaki, al finalizar la Segunda Guerra Mundial, no siempre ha sido bien acogida en Norteamérica su desarrollo ha sido como sigue, del "Monthly --- Energy Review" abril de 1986.

En 1980 se dió por terminada la moratoria en autorizaciones -- que declaró la Comisión Nuclear Regulatoria provocada por el accidente en la "Isla Tres Millas II".

En abril de 1986, las Nucleoeeléctricas Norteamericanas generaron un total de 30.5 billones de kilowatts/hora de electricidad. esta generación representa un incremento del 15.2% comparado con la generación de abril de 1985. La energía nuclear proporcionó el 16.3% de la electricidad generada en abril de 1986, comparada con el 14.3% en abril de 1985. De lo anterior, observamos la tendencia a incrementar la participación de la energía nuclear en la energía norteamericana.

El 11 de abril de 1986, se otorgó una licencia de operación para "Hope Creek-1", esta fue otorgada por la Nuclear Regulatory Commission. Hope Creek-1 es una nucleoeeléctrica con un sistema que proporciona vapor de agua, con la cual se generan 1053 megawatts. La construcción de esta nucleoeeléctrica había comenzado en 1976.

El 13 de marzo de 1986, una nucleoeeléctrica de 1143 megawatts llamada Millstone-3 fue declarada comercialmente operable por la Connecticut Light and Power Company. Una licencia de operación había sido otorgada para Millstone-3 en agosto de 1985 y una enmienda de licencia de energía completa había sido proporcionada en enero de 1986. Millstone-3 había producido electri

cidad por primera vez en febrero de 1986.

Hasta abril 30 de 1986, había 97 nucleoelectricas operables -- con una capacidad colectiva de generacion de 81.9 millones de kilowatts. De las 97 unidades, tres estaban en construccion y 32 unidades no generaban electricidad u operaban substancialmente abajo de su capacidad, 22 de estas 32 unidades estaban -- recargandose. Hasta esa fecha habia 130 unidades de genera-- cion en todos los pasos de planeacion, construccion u opera-- cion con una capacidad de diseno de 121 millones de kilowatts.

Se podria pensar que la tendencia al incremento en establecer plantas nucleoelectricas, se detendria o modificaria por el reciente accidente en Chernobyl en la U.R.S.S.; esto no ha ocurrido asi como lo veremos e el siguiente inciso.

#### 4.1.8 Postura de los Estados y las Localidades en la Sensible Cues-- tion de la Energia Nuclear

Aunque los defensores de la energia nuclear la consideran como una alternativa muy importante en la diversificacion energetica, los estados tienen una larga historia de escepticismo hacia la industria y los proyectos nucleares respaldados por el gobierno en sus estados. Dada la gran escala de medios necesaria, la energia nuclear es centralista por definicion, empero, la energia nuclear no es una cuestion simple. Por lo menos -- tiene tres aspectos distintos, cada uno de los cuales es de vi tal interes para los estados y localidades. El primero es la construccion y funcionamiento de las plantas nucleares; el segundo son los colectores de residuos nucleares; el tercero es el transporte de los residuos. El primero es en muchos aspectos mas sencillo. Algunos estados favorecen la construccion

de plantas nucleares, otros no. La tendencia dominante es contra las plantas nucleares. En noviembre de 1980, dos estados, Oregón y Montana, aprobaron iniciativas que efectivamente impedían la construcción de nuevas plantas nucleares. Una medida antinuclear fue derrotada en Dakota del Sur, pero por un estrecho margen, en Maine y Missouri, las medidas antinucleares fueron también derrotadas, pero allí las posturas eran extre-mas; una de ellas el posible cierre de las plantas ya en fun-cionamiento. A pesar de todo, cerca del 40% de los votantes está en contra de las nucleoeeléctricas, según encuestas.

Los residentes de ciudades y comunidades cercanas a las plan-tas nucleares creen que no obtienen suficiente ayuda estatal y federal, de manera que han formado su propia red nacional para tratar acerca de los planes de evacuación, las relaciones con las empresas del servicio público y otras preocupaciones comu-nes.

La segunda cuestión, los vertederos nucleares, es menos contro-vertida aunque más importante en términos de descentralización. Algunos estados favorecen el funcionamiento de plantas nucleares que se necesitan verdaderamente, pero casi todos los esta-dos se oponen a los vertederos nucleares dentro de sus fron-teras.

En 1976, Colorado, Connecticut, Indiana, Wisconsin y varios es-tados se sintieron sorprendidos, y en algunos casos atropella-dos, al enterarse de que el gobierno federal los estaba consi-derando como emplazamientos de vertederos nucleares. El Goner-nador de Montana, John Mecher, formuló la cuestión más impor-tante ¿Porqué un estado que no tiene plantas nucleares tiene que cargar con la responsabilidad de ser depósito de residuos nucleares producidos en otra parte?

En 1978 por lo menos nueve estados estaban considerando una legislación para prohibir la construcción nuclear hasta que la cuestión de los residuos estuviera zanjada.

Finalmente, la tercera cuestión, el transporte de los residuos nucleares, puede muy bien convertirse en el centro del debate nuclear, por muchas razones, el transporte es el tema nuclear más delicado, debido al número de personas que se ven afectados por él, ahora mismo.

Los gobiernos locales están cuestionando la preeminencia de -- Washington en el transporte de residuos nucleares.

En 1979, por ejemplo, Charlestown Carolina del Sur, aprobó una reglamentación prohibiendo el envío de desechos nucleares comerciales a través de la ciudad.

Treinta y seis ciudades en Vermont han prohibido el almacenamiento y transporte de los desperdicios nucleares, pero la acción de Charlestown es especialmente digna de mención porque Carolina del Sur está considerada como conservadora pronuclear.

Un participante en Eugene, Oregon, resumió la posición anticentralista de muchos estadounidenses sobre la cuestión de la energía nuclear, tanto en el aspecto de transporte como en el del vertido, o del funcionamiento de las plantas nucleares; - "Es una cuestión -dijo el hombre de Eugene con grave simplicidad- demasiado peligrosa para dejarla en manos del gobierno federal". Para muchos estadounidenses, esto es también cierto - en toda la cuestión de energía, tema capital en lo que hace referencia a la descentralización y la iniciativa local".

¿En qué afectó Chernobyl?

El efecto que tuvo en el pueblo norteamericano el accidente de la Nucleoeléctrica de Chernobyl, en la Unión Soviética ha sido de diversa índole, según comenta Daniel Hirsch que es Director del Programa de Política Nuclear en la Universidad de California, Santa Cruz y sirve en un panel de consejo de la Nuclear - Regulatory Commission examinando problemas asociados con el potencial de fallas de contenedores en reactores norteamericanos durante accidentes severos; comenta: "La prensa norteamericana lo ha difundido ampliamente, pero en el sentido de un error -- tecnológico de los soviéticos que no puede ocurrir jamás en -- Norteamérica. La industria nuclear norteamericana trata de hacer su mejor esfuerzo para usar a la prensa norteamericana para distanciarse a sí misma del accidente soviético, aparentemente para conseguir preservar las ganancias de la no regulación atómica conseguida bajo la administración de Reagan".

El 30 de abril de 1986, el periódico "Los Angeles Times" publicaba "Mínimos estándares de seguridad.... claramente no han sido tomados en la Unión Soviética, donde la mayoría de los -- reactores nucleares -- aparentemente incluyendo la Planta de -- Chernobyl- no tienen estructuras contenedoras de fugas, las -- cuales son casi universales fuera de la Unión Soviética".

Por ejemplo, el tema empujado por la industria norteamericana, que sostenía también que la tecnología soviética era la única explicación para el accidente en Chernobyl, fue tomado del editorial del 30 de abril de 1986 del New York Times: "El accidente podría revelar más acerca de la Unión Soviética que los daños de energía nuclear.... detrás de Chernobyl podrían estar profundos defectos en una endeble tecnología y base industrial".

Algunas organizaciones periodísticas, eventualmente tomaron un punto de vista crítico de Chernobyl, de acuerdo al Newsweek - "Por todo el frenesí, la prensa estaba justamente obedeciendo - una ley natural: el periodismo aborrece el vacío": por lo tanto, el secreto soviético de que ocurría fue cubierto por noticias norteamericanas del accidente, correctas o no.

De lo anterior, podemos observar de los grandes medios de comunicación la tendencia de reducir la falta de información existente de parte de los soviéticos: la prensa norteamericana tomaba sus propias conclusiones. Defendiendo la posición de que el desastre era una moralidad entre las culturas soviética y americana, una y otra vez, el accidente fue ligado a la naturaleza de la sociedad soviética. Los editorialistas y comentaristas adoptaron un tono de propia congratulación, implicando que las virtudes de la democracia norteamericana, en particular la prensa libre, hacían de esa tragedia algo prácticamente imposible en los Estados Unidos.

#### 4.1.8.1 Tendencia de independencia de decisiones energéticas respecto al -- gobierno federal.

Según Naisbitt:

"A lo largo de la década de 1960 y 1970, los planes más importantes de arriba-abajo, sobre los temas sociales recopiló una abundante sucesión de fracasos"

"Mientras los intereses particulares, los políticos partidistas y las coaliciones regionales minaban el plan destinado al fracaso de la administración Carter, los estados y ciudades calladamente toma-

ron la iniciativa de analizar las necesidades locales, establecer políticas energéticas locales, e incluso asegurar los suministros de energía".

Los fracasos que más impactaron socialmente fueron, por ejemplo, Cuba, Viet-Nam, los problemas raciales, estudiantiles, etc.; esto entre otras cosas provocó una pérdida generalizada de la confianza en el gobierno federal en las tomas de decisiones, y al mismo tiempo, nuevas soluciones iban floreciendo en el ámbito del hogar, especialmente en relación con la energía.

La política del uso de la energía es manejada en la Unión Americana en forma muy distinta que como se opera en la República Popular de China o en Latinoamérica, en donde las decisiones energéticas se toman por parte del gobierno central y se llevan a cabo por lo general por éste, con cooperación de la gente que se va a beneficiar.

En los Estados Unidos, las decisiones de energía se toman por lo general, a partir de las necesidades de una población, ciudad, estado o grupo de estados, esto en vez de una política gubernamental nacional global de energía, de la información recabada por Naisbitt:

"La argumentación actual sobre los derechos de los estados es sencilla, y nadie la ha expresado mejor que el Ingeniero del Estado de Dakota del Norte, Vernon Fahy, en una entrevista aparecida en el -- Fargo Forum: "Dakota del Norte y sus habitantes son los que deberían tomar las decisiones y no el gobierno federal ni las compañías de la energía, esta filosofía no se impondrá de la noche a la mañana, va a traer consigo todo tipo de conflictos".

"Precisamente porque faltaba una política energética durante la última década, los estados y localidades cubrieron el hueco con iniciativas locales y planes de acción basados geográficamente. En -- realidad, ya ha sido diseñada una política energética "nacional" en

todo el país de abajo arriba, y sus principios básicos son la - descentralización y la diversificación. En esta coyuntura, si el gobierno federal llegara a decidir una política, sería conveniente que se conformara a las iniciativas locales, o sería rechazada".

#### 4.1.9 Diferencias Entre los Estados que Tienen Energía y los que No la Tienen

La energía sea petróleo, carbón, la aprovechable hidrológicamente no está distribuida uniformemente a lo largo del país, por ser una nación en donde los estados se gobiernan hasta cierto punto en forma autónoma, estos no la proporcionan a los estados que no la tienen en forma gratuita, o bajo una política energética de desarrollo nacional como México. Naisbitt:

"Mientras en los estados del norte y del sur se acentúan las diferencias, una batalla regional mucho más encenada está tomando auge en el este y el oeste, el elemento clave no son los gastos de defensa o los proyectos de obras públicas, sino el bien precioso de la energía que divide a los Estados Unidos en los estados que la tienen y en los que no la tienen".

"Los estados occidentales ricos en energía han hallado una nueva fuerza cohesiva en esta cuestión crítica. A esos estados ingresarán mucho más de 100 mil millones durante la década de 1980. Los consumidores de energía, situados en su mayoría en el este, serán quienes tengan que rascarse los bolsillos".

#### 4.1.10 Diversificación Energética

La tendencia de los estados de la Unión Americana en materia de energía ha sido tener una mayor independencia respecto al gobierno federal por el incremento en la demanda de energéticos, mayor apreciación de su valor a causa por ejemplo, del embargo petrolero por parte de los árabes, y ya que no en todos los estados existe la energía necesaria para satisfacer su demanda; la diversificación fue el movimiento a seguir.

"Las iniciativas energéticas locales son abundantes y diversas. Algunas comunidades crearon empresas de servicio público y probaron instalaciones cogeneradoras. Las plantas de conversión de basura en energía se multiplicaron. - Se aprobaron medidas de conservación en localidades, estados y condados. Algunos gobiernos locales iniciaron diversos planes energéticos para liberarse de la tiranía de una dependencia acusada de un tipo particular de suministro de energía. En Oregón se quemó leña, en Wichita se consideró la construcción de una planta gasificadora de carbón, mientras que en Columbus se trataba de una planta de carbón y basura. Algunos municipios compraron partes de industrias eléctricas".

"En los Estados Unidos, los innovadores locales se abrieron paso a través de laberinto energético. Algunos experimentos fueron válidos; otros no pero los administradores locales y estatales trataron de encontrar la combinación de programas que convenía a su propio panorama energético local; ¿caminos para bicicletas y energía nuclear? ¿conservación y gas natural? ¿créditos para el desarrollo de energía solar y mayor utilización del carbón?, todo estaba en función de condiciones locales".

"Mientras el congreso y las compañías petrolíferas libraban la guerra de la energía en Washington, los estados -- aprendieron a actuar por sí mismos. De modo individual o regional, los estados se movieron hacia una independización energética".

"El Gobernador de California, Jerry Brown, negoció con México y Canada unos futuros suministros de gas natural".

"Diversificación era la palabra clave. Las comunidades -- invirtieron en las distintas fuentes energéticas que mejor convenían a sus necesidades y recursos locales. Por ejemplo, en Springfield, Vermont, los votantes decidieron dedicar 58 millones de dólares para la restauración de -- seis presas locales. Mientras que tres comunidades de Texas se unieron para extraer carbón de sus propias minas y producir electricidad a precios asequibles. Diez estados, en su mayoría del oeste, experimentaron con la energía -- geotérmica, extrayendo energía del agua caliente o del vapor de agua existente bajo la superficie de la tierra.

En Oregon, donde los bosques son abundantes, el 58% de todos los hogares han vuelto a la madera para usarla como -- fuente de energía en parte de sus necesidades combustibles".

Un referendun de Columbus, Ohio, aprobó el lanzamiento de una emisión de bonos de 118 millones de dólares para construir una planta de basura y carbón para producir noventa megawatts".

"No es sorprendente que California sea el primer estado -- en el desarrollo de la energía solar, unas treinta ciudades y localidades californianas están considerando pedir

calentadores de agua por energía solar en todas las casas nuevas: algunas ya lo han solicitado, el Condado de Santa Clara ha efectuado solicitudes de equipamiento solar pasivo en todas las casas nuevas".

Aunque la energía solar es más fuerte en el cinturón del sol, es popular en el más septentrional Estado de Wisconsin, donde se instalaron 1200 nuevas unidades solares poco después de que el estado introdujera un crédito para la -- energía solar".

#### 4.1.11 Importancia del Ahorro de Energía

En los Estados Unidos es extensivo el uso de todo tipo de energéticos, pero eso no quiere decir que no exista tendencia a su ahorro, ya que en el noreste por los fuertes inviernos, los gastos de calefacción hacen más cara la vida, se tienen que "importar" del sur los hidrocarburos. Generalmente, el gasto en gasolinas es alto, pues las distancias a recorrer son grandes; para tener idea a lo que han llegado en ese aspecto, transcribimos:

"A pesar de la popularidad de las fuentes de energía solar y otras más esotéricas, la prioridad capital en la energía de muchas comunidades es la conservación. Uno de los programas de conservación más ambiciosos es el de Seattle, --- Washington. Esa ciudad pretende ahorrar 230 megawatts, o el 18% de todo su consumo de energía en 1990. Unas normas de construcción más eficientes a ese respecto, pueden por sí solas conseguir parte de ese objetivo".

"Y si el ejemplo establecido por Davis, California, sirve

de señal, Seattle probablemente conseguirá su objetivo. En Davis, el consumo total de energía bajó en un 18% desde --- 1973, año en que se adoptaron las normas energéticas en las nuevas construcciones. El Código de Davis exige que los -- acristalamientos de los edificios nuevos sean proporcionales al área del suelo, si no es así, el constructor debe -- utilizar cristal térmico o colocar zonas adicionales de -- cristal en las partes orientadas al sur".

#### 4.2 POLITICAS DEL GOBIERNO NORTEAMERICANO PARA LA CONSTRUCCION DE PCH

La Federal Energy Regulatory Commission ha recibido 1190 solicitudes de construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas, esto publicado en la obra "Small's Hidro's Second Coming" Rural Electrification, junio de 1981 pp 8-13.

Esto se debe a que dado el gran impulso, en la diversificación energética, las PCH ocupan un lugar importante por sus características, poco daño ecológico, ahorro energético por ser recurso renovable no tienen los problemas implícitos de la energía nuclear. Para tener idea de los recursos hidroenergéticos norteamericanos, estos constituyen el 13% del total del mundo, mientras que el de América Latina es del 18%. Los principales recursos están en un 35% en Río Columbia, en un 25% en Alaska y en un 40% en la región de los Montes Apalaches y en California, a pesar de tener grandes cantidades de ríos, hidroeléctricamente hablando, no todos sus ríos son aprovechables debido a que son ríos de poca pendiente.

En el contexto norteamericano de ahorro, diversificación energética y de preservación ecológica, las pequeñas centrales hidroeléctricas

son una alternativa útil para ese propósito, dadas las ventajas de utilizar una fuente de energía que no altera grandemente al ecosistema, donde se implemente, ya que en la decisión de instalar un sistema de hidrogenación eléctrica grande, o muchas PCH, es más ventajoso esto último, por no alterar mayormente al medio ambiente, lo cual es de gran importancia para la mayoría de los norteamericanos.

En 1980, la Rural Electric Power Conference, llevada a cabo en Rapid City, South Dakota en abril de 1980, se publican las políticas en cuanto a energía eléctrica en el Report on the Public Utility - Regulatory Policies Act of 1978 (PURPA), preparado por "The Rural Electric Power Committee" del Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.; mencionan las políticas para dar facilidades de construcción para las pequeñas centrales hidroeléctricas.

#### 4.2.1 A) Facilidades de Pequeñas Hidroeléctricas

La comisión ha simplificado sus reglamentos eliminando - el llenado de requerimientos que deben ser reunidos por un solicitante para autorizar todo proyecto pequeño (1.5 MW o menos).

#### 4.2.2 B) Facilidades Administrativas Hidroeléctricas

La FERC ha autorizado discrecionalmente, el conceder una exención de los requerimientos de licencia; de la parte I del Acta Federal de Energía: Proporcionar facilidades a proyectos de menos de 16 megawatts, localizados en zonas no federales y que utilicen el potencial hidroeléctrico no considerado primariamente para la generación de electricidad.

#### 4.2.3 C) Proyectos de Pequeñas Hidroeléctricas

La Secretaría de Energía está autorizada para establecer un programa de préstamos para alentar el desarrollo de - PCH en las presas existentes, las cuales no han sido usadas para generar energía eléctrica. La Secretaría podría hacer préstamos (por más del 90% del costo) a cualquier municipalidad, cooperativa u otra persona que determine la factibilidad del proyecto de PCH, y ayudar en la preparación de solicitudes necesarias de licencias. - El préstamo podrá vetarse si el proyecto no se hace factible.

#### 4.2.4 Programa de Préstamos

El programa de préstamos está sujeto a las siguientes -- condiciones.

4.2.4.1 Se dará preferencia a los solicitantes que no tengan acceso a financiamiento alterno y cuyos proyectos proveerán información usual que concierna a la generación y -- uso de energía en proyectos hidroeléctricos.

4.2.4.2 El termino máximo de un préstamo será de 30 años.

4.2.4.3 Las licencias apropiadas deben ser autorizadas.

Esto implica que la política federal en norteamérica es proporcionar grandes facilidades, incluso empréstitos para generar energía hidroeléctrica, con PCH.

Se acepta la independencia de decisiones al respecto, y si es factible económicamente se apoyan los proyectos.

De esto, podemos concluir que a pesar de la gran cantidad de energéticos que posee la Unión Americana, no desperdician la oportunidad de preservar sus recursos energéticos impulsando a las PCH como una fuente de energía.

Con la reciente baja del petróleo (febrero de 1986) ¿no es de esperarse que las PCH en su reciente impulso decaigan -- por esto? Creemos que grandes cambios se llevarán a cabo en Norteamérica. La energía se abaratará, pero los norteamericanos han aprendido la lección, partir del embargo petrolero no considerarán solamente depender de los hidrocarburos, la tendencia de buscar formas alternas de energía -- proseguirá con menos intensidad por la situación actual, esto a la larga cambiará encareciéndose los hidrocarburos y se retomará con más fuerza la posibilidad de construir más proyectos de PCH.

CAPITULO V

LEGISLACION EN MEXICO

SOBRE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

El objetivo principal de este trabajo es conocer las experiencias que se han obtenido en el mundo con respecto a la generación de energía eléctrica por medio de las PCH; en este capítulo se enfocará a la legislación existente en México sobre la electrificación, cuando ésta es manejada por particulares, tratando de no profundizar ni analizar exhaustivamente este tema, ya que sale del alcance de esta investigación.

También contempla la posibilidad de utilizar estas experiencias para la implementación de las PCH en lugares o zonas en donde, además de carecer de electrificación, no se tiene disposición de energía por parte de C.F.E., por no estar cerca de la red de distribución o, en su caso, por ser incosteable llevar estas líneas hasta esos lugares remotos. Esto implica que el manejo, mantenimiento y la administración de la PCH deberían hacerlo las personas que habitan el lugar; para esto, existirá el compromiso de darles el asesoramiento y capacitación adecuados por parte de las autoridades correspondientes.

Ahora, la instalación de una PCH requiere que sea sin contravenir las leyes existentes en el país sobre generación de energía; en los siguientes párrafos se tratará de dar una visión de éstas.

Como la "materia prima" para la generación hidroeléctrica es el agua, transcribiremos lo que al respecto dice la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo número 27.

"Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales... la de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional"...

Con respecto a lo anterior, nos percatamos que el recurso del agua de ríos

para la generación de energía no se puede utilizar sin cumplir reglamentos que marca la ley.

Además, con respecto a la generación de energía eléctrica, este mismo artículo dice: "Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, --- transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines".

Aparentemente con las disposiciones que contempla este artículo, los particulares no pueden generar energía eléctrica, pero, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en su artículo número 36, con Reformas por Decreto Presidencial, publicado en el Diario Oficial del martes 27 de diciembre de 1983, dice: La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SE MIP), oyendo a la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), otorgará permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales individuales consideradas. Para el otorgamiento de estos permisos será condición indispensable la imposibilidad o la inconveniencia del suministro del servicio de energía por parte de la C.F.E. Se exceptúan de dicha condición los casos previstos en los siguientes párrafos de este artículo, así como cuando se trate de -- plantas generadoras destinadas exclusivamente al uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

Igualmente, la Secretaría otorgará los permisos de autoabastecimiento correspondiente, cuando se satisfagan los siguientes requisitos:

- a) Que con la generación de la planta de autoabastecimiento se incremente la eficiencia de transformación de energéticos primarios, con base en la producción simultánea de otros energéticos secundarios o en la utilización de fuentes de calor provenientes de procesos industriales;
- b) Que el proceso utilizado en la generación de electricidad produzca otro

u otros energéticos secundarios requeridos para la satisfacción de las necesidades del solicitante, como vapor, o bien, que utilice energéticos obtenidos durante algún proceso industrial, como gas de alto horno; y que la electricidad se destine a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas y morales, individualmente consideradas, poniéndose los excedentes a disposición de la C.F.E. en los términos del inciso d) de este artículo.

- c) Que las obras e instalaciones para la producción de energía eléctrica se realicen y operen de acuerdo con las especificaciones técnicas que expida la SEMIP, atendiendo a las propuestas de la C.F.E., y
- d) Que el solicitante del permiso convenga en otorgar las facilidades necesarias a la C.F.E., a fin de que ésta pueda utilizar la electricidad que resultare en exceso de la que demandare el autoabastecimiento, --- siempre que pueda ser aprovechada por dicho Organismo para los fines -- que constituyen su objeto, en condiciones técnicas y económicas adecuadas, y sin detrimento o interferencia de los procesos de producción -- del permisionario, de conformidad con los estudios y programas que al efecto se aprueben".

"En los citados convenios que celebre la C.F.E. con los solicitantes de -- permisos, deberá pactarse la retribución que corresponda por la aportación de electricidad que resultare en exceso de la indispensable para autoabastecimiento. Los convenios mencionados se someterán a la Secretaría, en cada caso, para su aprobación, la cual deberá vigilar además el exacto cumplimiento de los mismos por ambas partes".

La legislación es clara con respecto a quién y en qué forma se puede generar energía eléctrica, pero, hasta la fecha, no se tiene conocimiento de -- que se cuente con una PCI para electrificación rural, la cual no la administre la C.F.E., sino en su caso sean los residentes los que la manejen. El artículo anterior nos da conocimiento para poder concluir que sí es posible esta forma de generación.

## CAPITULO VI

VISITA AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) fue creado por decreto el 1° de diciembre de 1975.

Los principales objetivos del IIE, de acuerdo con el citado decreto son:

- 1) Contribuir al desarrollo científico y tecnológico en todo lo relacionado con la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.
- 2) Impulsar la investigación científica y tecnológica para el aprovechamiento en la generación de electricidad, de otras fuentes de energía.
- 3) Fomentar la fabricación nacional de equipos y materiales utilizables en el servicio público de energía eléctrica.

Como uno de los objetivos a lograr, el IIE consciente de las necesidades de electrificación de las pequeñas comunidades rurales, aisladas y muy alejadas de las redes de distribución, desde hace varios años ha estado analizando el problema y realizando algunas actividades concretas para encontrar las mejores soluciones.

## 6.1 ACCIONES REALIZADAS POR EL IIE

- 6.1.1 Desarrollo de la Ingeniería Básica de una PCH, para la Ex-Hacienda de Dolores en el Estado de Michoacán, México.
- 6.1.2 Formulación del programa de investigaciones en PCH.
- 6.3 Participación de actividades con OLADE en grupos técnicos de tra-

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) fue creado por decreto el 1° de diciembre de 1975.

Los principales objetivos del IIE, de acuerdo con el citado decreto son:

- 1) Contribuir al desarrollo científico y tecnológico en todo lo relacionado con la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.
- 2) Impulsar la investigación científica y tecnológica para el aprovechamiento en la generación de electricidad, de otras fuentes de energía.
- 3) Fomentar la fabricación nacional de equipos y materiales utilizables en el servicio público de energía eléctrica.

Como uno de los objetivos a lograr, el IIE consciente de las necesidades de electrificación de las pequeñas comunidades rurales, aisladas y muy alejadas de las redes de distribución, desde hace varios años ha estado analizando el problema y realizando algunas actividades concretas para encontrar las mejores soluciones.

## 6.1 ACCIONES

- 6.1.1 - Desarrollo de la Ingeniería Básica de una PCH, para la Ex-Hacienda de Dolores en el Estado de Michoacán, México.
- 6.1.2 Formulación del programa de investigaciones en PCH.
- 6.1.3 Participación de actividades con OLADE en grupos técnicos de tra

bajo y en la elaboración de documentos.

6.1.4 Por parte de la Comisión Federal de Electricidad, a través de la Gerencia de Electrificación Rural, con apoyo del IIE, ha realizado importantes actividades para el suministro de energía eléctrica a las poblaciones rurales por medio de los sistemas de interconexión, e interesándose en las PCH como una alternativa económica que merece un análisis más profundo, en determinados casos, sobre todo en terrenos accidentados, distancias grandes y pequeñas demandas.

6.1.5 El IIE tiene como un objetivo desarrollar las actividades de investigación hacia una de las fuentes renovables de energía que pueda tener una mayor perspectiva de aplicación en el ámbito rural, desarrollando tecnologías para los equipos y materiales de PCH que puedan transferirse al sector industrial para la implementación de nuevas líneas de producción, con equipos de fácil construcción en la mayoría de los casos.

6.1.6 Proyectos de Turbinas.- Esto comprende el desarrollo de metodologías de diseño hidráulico y mecánico de turbinas, selección de materiales, preparación de planos y fabricación de prototipos; se desarrollarán con las siguientes prioridades: Turbinas Michell/Banki, Pelton, Axial Tipo Tubular y Francis, respectivamente. Asimismo, se desarrollarán investigaciones de ingeniería civil e instalaciones, proyectos de acoplamientos y transmisiones turbina generador, proyectos de reguladores de velocidad y de generadores eléctricos, entre otros.

## 6.2 DESARROLLO DE TECNOLOGIA MEXICANA EN TURBOMAQUINAS.

Pretendemos mostrar los adelantos en materia de tecnología lograda en

el país por parte del IIE.

Si en países como China, los Estados Unidos, Europa o Latinoamérica se han desarrollado turbomáquinas, ya sean grandes centrales hidroeléctricas o PCIH; ¿qué se ha hecho en México al respecto?

En entrevista con el Ing. Rodolfo Sosa Cordero, Jefe del Departamento de Hidromecánica, de la División de Estudios de Ingeniería del IIE, explicó lo siguiente:

"La asimilación de la tecnología de diseño de turbinas tiene dos ventajas importantes, por un lado, el diseño representa 10% del costo total de la turbina, por lo que se lograría un considerable ahorro de divisas si se hiciera en el país; permite adquirir el conocimiento y la experiencia que garantice la independencia tecnológica".

En el tiempo presente por la actual baja de los precios del petróleo, y por consiguiente menos ingresos de divisas, este ahorro por concepto de diseño es más importante aún.

"Para lograr primero la asimilación de la tecnología en el diseño y la manufactura de turbinas hidráulicas, se estableció una serie de programas en una computadora digital que permite el análisis, tanto hidráulico como mecánico, de los elementos de la máquina, con estos programas pueden obtenerse criterios para su diseño y entender las condiciones de operación".

"El análisis se hace con base en modelos previos, en los que puede verse cómo están dispuestas las partes que lo componen, esto permite en primer lugar, entender cómo se hacen y porqué se hacen así; y en segundo lugar, observar su comportamiento y los parámetros que intervienen en su operación, como los esfuerzos y la distribución de flujo presentes".

"Se trata, pues, de un análisis inverso: lo que significa que no se pretende en primera instancia diseñar una máquina, sino entender los diseños existentes y, a partir de eso, hacer diseños propios, con la ventaja de que pueden compararse con los existentes. Este análisis inverso se aplica en los diversos elementos de la turbina, como el rodete, la espiral y el tubo de desfogue"

"Para elaborar el sistema de análisis inverso de las piezas de la máquina, se propuso implantar en computadora un sistema que consta de los programas que se mencionan a continuación; considerados como la estructura básica.

- 1) Programa para gráficas bidimensionales.
- 2) Programa para construir los planos de manufactura del elemento de máquina en cuestión.
- 3) Programa de análisis del comportamiento hidráulico.
- 4) Programa de análisis estructural.
- 5) Programa de diseño".

"El programa de gráficas bidimensionales se desarrolló en Pascal, de acuerdo con un estándar de gráficas de dos dimensiones. Tiene la ventaja de que usa los digitadores electrónicos que hay en el Instituto, lo que permite introducir directamente un diseño a la computadora en forma de coordenadas, que es la manera en que ésta acepta los datos".

"El programa para construir los planos de manufactura forma parte integrante del programa de diseño, así como el programa de análisis del comportamiento hidráulico".

"El Programa de Análisis Estructural tiene por objeto interpretar y -reconstruir los criterios empleados en el diseño estructural de las -partes, según la complejidad del modelo, en un momento dado se requiere, para el estudio de la distribución de esfuerzos en él, la aplicación de avanzados métodos de cálculo como el del elemento finito y --una serie de ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos".

"Por último, es necesario mencionar que el Programa de Diseño sigue -la secuencia normal: datos de diseño, análisis hidráulico y estructu-ral, y elaboración de planos de manufactura".

Los programas permiten, por ejemplo, manejar la geometría del rodete y analizar con gran aproximación el flujo hidráulico que pasa a través de él, sin tomar en cuenta al principio la velocidad de rotación de la turbina, ni la forma de los alabes. Si luego se desean considerar, entonces el problema se complica mucho; sin embargo, se obtiene una idea más clara de lo que sucede en realidad dentro de una turbina. El próximo paso que se dará en el IIE será precisamente tomar en cuenta esos parámetros en el análisis del rodete.

Cabe mencionar que en el Departamento de Hidromecánica se aprende como se hace un rodete y porque se hace así; porque la espiral tiene tal o cual configuración; cuáles son los lineamientos generales que permitirán, posteriormente, diseñar las turbinas en el país, con un ahorro --significativo de divisas; no obstante, no hay que afirmar que México -pronto podrá ser independiente en la fabricación de ellas sobre todo -si se considera que después será necesario construir otro tipo de turbinas, como las Pelton o Kaplan.

### 6.3 TECNOLOGIA DE DISEÑO

Las actividades del Departamento de Hidromecánica para el desarrollo de las tecnología de diseño se componen de tres etapas:

- a) Análisis de los aspectos fluidodinámicos relacionados con la operación de las turbinas.
- b) Análisis del comportamiento estructural de los diferentes componentes, con técnicas como la del elemento finito, para realizar cálculos de esfuerzos y deformaciones y así obtener criterios de diseño.

Se pretende obtener los fundamentos necesarios para empezar a diseñar pequeñas turbinas como paso intermedio en el diseño de otras de gran capacidad. Las primeras se utilizarán en pequeños aprovechamientos y en la renovación de plantas antiguas. En México se encuentran muchas instalaciones que han operado desde hace varios decenios, su modificación permitirá elevar su eficiencia de 50 a 90 por ciento y lograr que su factor de planta sea más congruente con la realidad del sistema eléctrico del país. La baja eficiencia se debe a que las turbinas utilizadas datan de hace aproximadamente medio siglo, ya que la tecnología disponible no permitía obtener eficiencias superiores, como las que brindan las turbinas modernas. Un caso en el que el Instituto está trabajando es la modificación de la presa de la boquilla en el Estado de Chihuahua, en donde se planea modificar el diseño original, ampliando la capacidad instalada.

## CAPITULO VII

### TURBINA MICHELL-BANKI

Una pequeña Central Hidroeléctrica es una instalación donde se utiliza la energía hidráulica para generar reducidas cantidades de electricidad, hasta 5,000 Kw, por medio de uno o más conjuntos de turbina-generador.

CLASIFICACION SEGUN POTENCIA Y SALTO

	RANGO DE POTENCIA			
	KW	ALTURA DE CARGA EN METROS		
		BAJO	MEDIO	ELEVADO
Microcentrales	Hasta 50	Menos de 15	15- 50	Más de 50
Minicentrales	50- 500	Menos de 20	20-100	Más de 100
Pequeñas Centrales	500-5000	Menos de 25	25-130	Más de 130

Los rangos de potencia y salto son indicativos solamente. Los saltos bajos, medios y elevados corresponden a los empleos típicos de las turbinas axiales, francis o Michell-Banki y Pelton, respectivamente. La denominación de PCH es empleada tanto para el conjunto como para la agrupación correspondiente al rango mayor.

Del mismo modo que en las grandes centrales hidroeléctricas, los elementos se agrupan en obras civiles y equipo electromecánico; en las PCH las estructuras se definen de igual manera. Las obras civiles constan de:

- 1) Presa Derivadora

## DISPOSICION DE LAS ESTRUCTURAS QUE INTEGRAN UNA P.C.H.

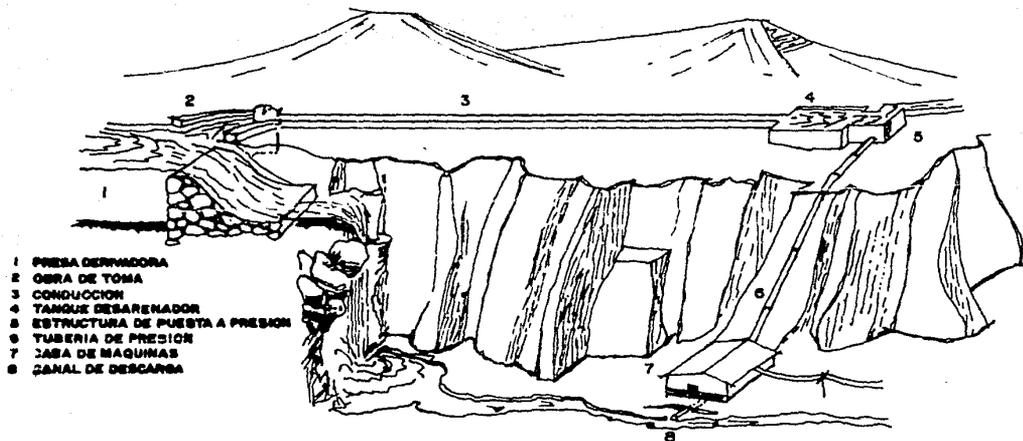


FIG. 7.1



tante. Todo el rodete se encuentra a la presión atmosférica.

**Turbina de Reacción.**- En el rodete la altura de presión disminuye hasta un valor menor que en las turbinas de acción. El rodete transforma la energía de presión y cinética en energía útil en el eje.

## 7.2 FABRICACION LOCAL DE TURBINAS HIDRAULICAS

Las especificaciones de diseño para PCH a bajo costo y su fabricación local son diferentes de pueblo a pueblo, de acuerdo a sus necesidades y posibilidades. El punto crucial es obtener de acuerdo a las mismas el diseño correspondiente. Ciudades industriales en posibilidad de fabricarlas, no lo hacen por diferentes razones. Sus precios son elevados debido a la alta tecnología, estándares, fabricación mecanizada, trabajo caro y elevados costos generales. Por otro lado, pueblos -- menos industrializados pueden ser alentados a fabricarlas por estas mismas razones.

Aunque sus posibilidades de fabricación son a veces limitadas y sus modelos y requerimientos son diferentes. Sus costos pueden ser reducidos considerablemente si se usan diseños y metodologías de fabricación adecuadas. Mano de obra barata y por tal, sus costos de producción son bajos, servicio y mantenimiento. En ciertos casos pueden -- ser operadas manualmente, por lo que sus costos se reducen drásticamente. Valores representativos de inversión de costo por Kw para funcionar en grandes centrales son de 0.03 a 0.05 US/Kw. Para pequeña hidrogenación es posible construirlas con costos de inversión menores de hasta 0.02 US/Kw y hasta funcionar económicamente. Con ello y su fabricación local, puede ahorrar divisas y crear empleos. Todos los componentes de una PCH como son equipo electromecánico, gobernador, sistema de distribución eléctrica, sistema de conducción de agua, etc.,

deben diseñarse cuidadosamente para mantener bajos los costos. Aplicaciones intensivas para unificar la producción masiva de elementos o partes entre trabajo civil y equipo electromecánico, puede lograr que las PCH sean más competitivas; siendo que es más importante la fabricación local económica, que alta duración y eficiencia.

### 7.3 COMPARACION DE LAS TURBINAS POR SUS CARACTERISTICAS

Comparamos las turbinas por los valores de eficiencia y condiciones de operación correspondientes. La siguiente figura muestra las características obtenidas para  $H_1 = \text{cte.}$ ,  $n = \text{cte.}$ , para valores relativos de potencia. Se considera que la máxima potencia de todas las turbinas es similar. Aquí, el objetivo es el análisis cualitativo - solamente, porque las características de cada turbina son diferentes unas de otras.

La Figura No. 7.2, muestra que las turbinas de diferente tipo responden diferente a la variación de potencia. Desde este punto de vista la mejor turbina es la pelton (1) y Kaplan (2). Las características de la Francis (3) son menores. La turbina de Helice (5) es la más desfavorable. La más eficiente de las de flujo axial es la de aspas de posición variable (Tomman Turbine 4). La moderna turbina Banki - (6) posee un control adecuado de funcionamiento. Sin embargo, la máxima eficiencia de esta turbina es menor que las otras turbinas de reacción.

La turbina Kaplan posee una eficiencia que permanece alta en un amplio rango de variación de carga, por lo que posee las mejores características. En la turbina Francis y Pelton, la eficiencia decrece rápidamente al declinar la carga. Los diferentes rangos para diferentes tipos de turbinas rigen según las condiciones de su aplicación.

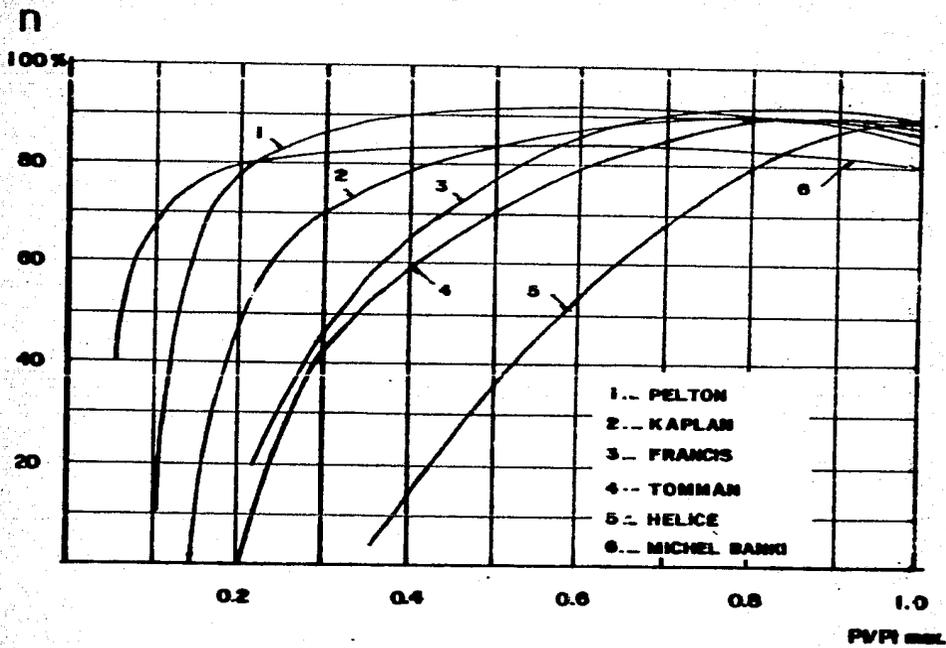


FIG. 7.2

En las condiciones de operación donde la variación de potencia y carga es probable, se recomienda el uso de la turbina Kaplan. La contracción de la variación de carga puede resultar en una justificada aplicación de la turbina de Helice. Si la operación permite una carga permanente, se hace posible el uso de turbinas con álabes y compuerta fijos. Posibles controles hacen más eficientes a las turbinas Pelton y Banki, pues poseen una alta eficiencia dentro de un amplio margen.

#### 7.4 TURBINA MICHEL-BANKI

Por primera vez, el desarrollo de este tipo de turbina, fue idea introducida por Michell y Banki, quienes formularon el diseño independientemente. Más tarde, algunas modificaciones fueron introducidas por "Ossberger Turbine Fabric Co." de Weissenburg, República Federal de Alemania.

La siguiente figura muestra el diseño de la turbina de Ossberger. - El rotor horizontal (1), con sus álabes inclinados (2). El agua alimenta a los álabes del rotor a través de un ducto rectangular de ancho igual al del rotor. Algunos diseños con un álabe directriz (3) en el ducto alimentador (4), para regular el agua de descarga de ce-ro al máximo de potencia.

La turbina Michel-Banki es una turbina de acción, de flujo transversal de admisión parcial y de doble efecto. Está formada por un inyector o tobera que tiene como función regular y acelerar el flujo de agua que ingresa a la turbina, orientándolo hacia los álabes del rodete con un cierto ángulo promedio, el cual usualmente tiene un valor de  $16^\circ$ . Geométricamente tiene uno de sus lados constante y el otro variable, de modo de permitir un aceleramiento del flujo de agua originando a la salida un chorro de agua de sección transversal rectangular.

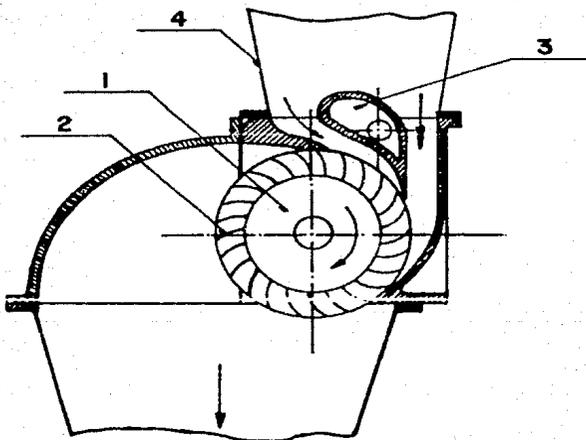


FIG. 7.4

Asimismo, posee un alabe directriz que está diseñado para garantizar y regular una buena conducción del flujo de agua a diferentes porcentajes de carga de operación de la turbina. El álabe directriz divide en dos el flujo de agua que ingresa a la turbina, obteniéndose con ello una disminución de la fuerza de accionamiento para fijarlo en distintas posiciones de regulación cuando la turbina opera a cargas parciales.

El rodete es el elemento de la turbina M.B. que al girar por acción de un chorro de agua genera energía. El inyector orienta con un cierto ángulo un chorro de agua, el cual toma contacto con los alabes al ingresar al rodete, dándole un primer impulso de giro en el que 70-75% de la energía disponible del flujo es usada, después el agua atraviesa el interior del mismo y toma contacto nuevamente con los alabes y les da un segundo impulso antes de salir y fluir por la descarga en donde se utiliza el resto de la energía disponible en el flujo de agua. El diseño del rodete está basado en determinar los diagramas de velocidad en cada etapa de operación, cabe decir al ingreso y salida de la primera etapa y el ingreso y salida de la segunda etapa.

#### 7.5 TURBINAS MICHELL-BANKI DE LA COMPANIA OSSBERGER (República Federal de Alemania)

La Compañía Ossberger fabrica turbinas hidráulicas de pequeña capacidad y diseños bastante simples. La aplicación de estas turbinas está limitada por su capacidad, pues no son aplicables a centrales de media y gran capacidad. Actualmente, la Cía. Ossberger es quizá la única fabricante de la turbina Michell-Banki tipo dividida. Se especializan solamente en este tipo de turbinas. Aún cuando su máxima eficiencia es baja, cuentan con ciertas ventajas:

- 1) El simple proceso de fabricación y diseño resulta en relativos bajos costos.
- 2) Eficiencia de más del 80% en rangos de carga de 0.167 - 1.0.
- 3) Completa automatización y simple servicio.

- 4) Períodos garantizados de operación confiable de alrededor de 30 a 40 años.

Los rangos de operación son los siguientes:

$$H_n = 1 - 200 \text{ m}; \quad Q = 0.02 - 9 \text{ m}^3/\text{s}; \quad P_t = 5 - 1000 \text{ Kw}; \quad n = 50 - 200 \text{ rpm.}$$

En comparación con otras turbinas como las fabricadas por Voith Company, muestra que el rango de  $Q - H_n$  cubren los rangos recomendados por Voith Co., para turbinas Pelton, Francis de espiral y turbinas de flujo Axial vertical y horizontal.

Los diseños de Ossberger Company incluyen la siguiente línea de diámetros de rodetes:

$$D_i = 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.8; 1.0; 1.25 \text{ m.}$$

Lo anterior nos permite considerar a las turbinas Ossberger competitivas en relación a otras modernas turbinas económicas; dada la experiencia desarrollada en ellas.

## 7.6 ESTANDARIZACION DE TURBINAS MICHELL-BANKI (OLADE)

Cuando se diseña una turbina se recomienda que la demanda máxima de la central se presente a 90% de la capacidad máxima de la turbina. Asimismo, en el diseño mecánico se considera fundamental la potencia y el salto máximo de operación. Como es conocido, la potencia de una turbina está dada por:

$$P_t = Q \times H \times \eta \times \rho g$$

Donde la potencia  $P$  (Kw); el caudal  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ); el salto  $H$  (m), siendo

$\eta_t$  la eficiencia de la turbina;  $\rho$  densidad [kg/m<sup>3</sup>]; g aceleración de la gravedad [m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>.]

La turbina diseñada bajo estas condiciones, pueden trabajar con saltos inferiores, generando otras potencias con otros caudales. Esta situación se representa por su número específico de revoluciones, expresado en caudal  $N_q$  o potencia  $N_s$ , en donde:

$$N_q = N \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \quad ; \quad N_s = N \frac{P^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Siendo N la velocidad óptima nominal de giro de la turbina (rpm). -- Por consiguiente, si la misma turbina opera con cargas parciales suponiendo un límite inferior de 70% de su capacidad máxima, tendremos una área de combinaciones de salto y caudales en que se podrá operar sin sufrir ninguna modificación geométrica y mecánica. Teniendo en cuenta ese principio se pueden diseñar una serie estandarizada de -- turbinas que se complementen y cubran toda una zona de combinaciones de saltos y caudales. En este caso, se fija como salto máximo una altura de 100 m.

El eje de accionamiento del álabe directriz determina la estandarización del inyector, ya que por razones mecánicas y geométricas existe un límite máximo de estos diámetros que dependen del diámetro exterior del rodete, como muestra la siguiente tabla; encontrando para cada diámetro exterior del rodete el límite del ancho del inyector y el caudal máximo que puede fluir por él. En esta misma tabla se -- muestran los resultados obtenidos.

DIMENSIONES PRINCIPALES DE TURBINAS MICHELL-BANKI ESTANDARIZADAS

No.	DIAMETRO DE RODETE STD (mm)	ANCHO DEL INYECTOR [ B ] STD (mm)	ANCHO DEL RODETE [ BR ] STD (mm)
T <sub>1</sub>	200	30	40
T <sub>2</sub>	200	45	60
T <sub>3</sub>	200	65	85
T <sub>4</sub>	200	* 60 - 30	160
T <sub>5</sub>	400	60	80
T <sub>6</sub>	400	85	110
T <sub>7</sub>	400	120	160
T <sub>8</sub>	400	* 120 - 60	305
T <sub>9</sub>	400	240	315
T <sub>10</sub>	400	* 240 - 120	610
T <sub>11</sub>	600	270	350
T <sub>12</sub>	600	390	500
T <sub>13</sub>	600	560	700
T <sub>14</sub>	600	* 560 - 270	1200

\* NOTA: En estos casos se hace uso de inyectores de dos compartimentos con los anchos indicados.

DIAMETRO DE RODETE (mm)	DIAMETRO MAXIMO DEL EJE DEL ALABE DIRECTRIZ (mm)
200	19
300	29
400	38
500	48
600	58

Con este criterio y tratando de complementar áreas se han determinado diámetros de rodets estándar de 200, 400 y 600 mm, a los cuales corresponden anchos de inyectores estándar, tal como muestra la tabla.

Establecidas las series estándar de turbinas, el proceso de selección se limita a hacer uso de gráficas H-Q.

Por ejemplo, si disponemos de un salto de 60 m con una demanda de 400 Kw, de la Tabla H - q, seleccionamos la turbina T<sub>10</sub>, la cual posee un inyector de dos compartimientos, uno de 240 y el otro de 120 mm, y un rodete de 400 mm de diámetro exterior, con un ancho de 610 mm, debiendo girar aproximadamente a 760 rpm con un caudal de 1,100 lt/s.

De mm	H m	Q m <sup>3</sup> /seg	B máx.	KW máx KW
200	100	0.140	65	86
300	100	0.500	150	308
400	100	1.100	240	679
500	100	2.200	380	1359
600	100	4.000	570	2471

## 7.7 MATERIALES RECOMENDADOS PARA EL DISEÑO MECANICO DE LA TURBINA MICHELL-BANKI

Para realizar el diseño mecánico de una turbina Michell-Banki se requiere seleccionar el material que resista mejor las condiciones de operación, principalmente su resistencia a la abrasión y corrosión, teniendo también en cuenta la producción o comercialización nacional o regional.

La siguiente tabla muestra algunos materiales recomendados para turbinas hidráulicas, los cuales pueden ser de utilidad principalmente para la fabricación y producción del álabe directriz del inyector. En el caso del rodete y las paredes del inyector es posible utilizar aceros inoxidable que se comercializan en planchas de distintos espesores, pudiéndose sugerir el AISI-316.

Para la selección del material de la carcasa se sugiere el uso de planchas de acero común y corriente, a la cual se le aplicará pintura anticorrosiva, terminada la fabricación.

En el proceso de selección del material más adecuado para cada una de las piezas que conforman la turbina, también se requiere un análisis de efectos corrosivos que se puedan presentar al estar en contacto dos materiales diferentes en presencia de agua.

COMPOSICION DE LAS ALEACIONES USADAS CORRIENTEMENTEEN TURBINAS HIDRAULICAS

MATERIAL	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %
Acero al 13% Cr	0.10	0.5	0.4	12.5	0.9
Acero al 18% Cr 8% Ni	0.10	0.5	1.0	18.0	9.0
Acero al 2% Ni	0.24	0.7	0.3	0.2	0.2
Acero al 1.5% Mn	0.24	1.6	0.3	0.2	0.4
Bronce al Aluminio	Al	Fe	Mn	Ni	Cu
	10.00	9.0	5.0	2.0	Residual

PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ALEACIONES USADASEN TURBINAS HIDRAULICAS

Material	Esfuerzo de Fluencias	Esfuerzo de Tension	Mínima Elongación L = 5l	Mínima Resistencia de Impacto	Dureza Brinell	Límite de Fatiga
	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>
Acero al 13% Cr	45	65 - 75	15	4	190 - 30	30
Acero al 18% Cr 8% Ni	15	40 - 50	30	18	150 - 170	13
Acero al 2% Ni	35	55 - 65	18	6	155 - 195	22
Acero al 1.5% Mn	34	50 - 60	22	6	140 - 180	18
Bronce al Aluminio	30	60 - 70	7	1	190 - 250	15

7.8 TURBINA DE FLUJO CRUZADO "T3" DE SKAT (Centro Suizo para Tecnología apropiada en Latinoamérica)

Históricamente todo mejoramiento en las tradicionales ruedas de --- agua dió como resultado el desarrollo de turbinas de agua. Hace algunos años, varios diseños de turbinas de hélice y de flujo --- transversal fueron desarrolladas, probadas y evaluadas para su instalación en NEPAL. Fueron usadas principalmente para aplicaciones de potencia mecánica. Arriba de 100 turbinas fueron instaladas y - están en uso actualmente. De las experiencias obtenidas se logra- ron instalar algunos generadores eléctricos.

En 1981 un nuevo diseño de turbina de flujo transversal fue introdu- cida (Turbina T3), desde entonces 30 instalaciones han sido completadas. El diseño en su base es el mismo de los anteriores las dife- rencias son la experiencia acumulada. La demanda hizo posible que pequeños talleres las fabricaran con materiales disponibles en Ne- pal y posteriormente fueron mandadas a probar a Suiza.

Para simples aplicaciones de potencia mecánica la turbina se regula manualmente, también es posible agregar un gobernador mecánico o un controlador electrónico de carga en combinación con un regulador manual.

7.8.1 Selección del Ancho de la Turbina

Se trata de una turbina estandarizada como puede apreciarse

en los dibujos anexos, en la que su única dimensión variable es el ancho  $b_0$ . El siguiente es un ejemplo de como de terminar este ancho.

Si disponemos de una carga total de 30 m que nos produzca una potencia total de  $P = 30 \text{ Kw}$  (con un gasto  $Q = 102 \text{ -- It/s}$ )  $P = \rho Q g h$ ; donde:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $H_n = 30 \text{ m}$ , --  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

$$\text{Carga Neta} = H_g - \Delta H$$

Supongamos que las pérdidas  $H = 3 \text{ m}$  y eficiencia de 0.7

El gasto  $Q$  de agua necesario para las condiciones anteriores se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{P \times 102}{H_n \times \eta} = \frac{30 \times 102}{27 \times 0.7} = 162 \text{ It/s} \quad P(\text{Kw}); H_n (\text{m}); Q (\text{It/s})$$

Con la descarga aproximada  $Q$  las pérdidas de carga  $\Delta H$  pueden calcularse.  $\Delta H$  es la suma de todas las pérdidas. Para este caso consideremos: pérdidas a la entrada y salida de 0.4 m; en la tubería de 50 m de largo y 250 mm de diámetro las pérdidas para un gasto de 162 It/s son de 2 m; y las pérdidas en la succión son de 0.6 m.

Total de pérdidas  $\Delta H = 0.4 + 2 + 0.6 = 3\text{m}$ ; de tal forma que la carga neta  $H_n = H_g - \Delta H = 27 \text{ m}$ .

Consideremos una abertura a la entrada con el ástabe directriz de el 87.5% ( $\rho$ ). De la gráfica No. 1 con una carga neta de 27 m y una abertura del 87.5%, obtenemos una efi--

ciencia de 0.71. Para determinar el ancho de la turbina  $b_0$ , la descarga específica para una abertura de álabe de 87.5% debe ser conocida. De la Gráfica No. 2  $Q_s = 0.145$ , para  $\beta = 87.5\%$  y  $b_0$  lo encontramos de la siguiente fórmula:

$$b_0 = \frac{Q}{Q_s \times (H_n)^{1/2}} = \frac{162}{.145 \times (27)^{1/2}} = 215 \text{ mm}$$

De las dimensiones estándar, la medida de  $b_0$  más próxima es 220 mm y el nuevo  $Q_s$ :

$$Q_s = \frac{162}{220 \times (27)^{1/2}} = 0.142$$

La abertura  $\beta$  para  $Q_s$  es de 83%. De la Gráfica No. 1, corresponde una eficiencia de 0.70. Así la eficiencia supuesta resultó ser correcta, de otro modo se tendrían que revisar los cálculos.

De la gráfica No. 3, para una carga de 27 m le corresponden 1010 rpm para una óptima eficiencia. Si la velocidad de diseño es distinta a la óptima, la eficiencia debe ser corregida de acuerdo a otras gráficas y la descarga también debe ser cambiada.

### 7.8.2 Fabricación de la Turbina T3 de Flujo Cruzado

La Turbina T3 puede fabricarse en cualquier pequeño taller mecánico, el cual cuenta con el equipo básico como el siguiente:

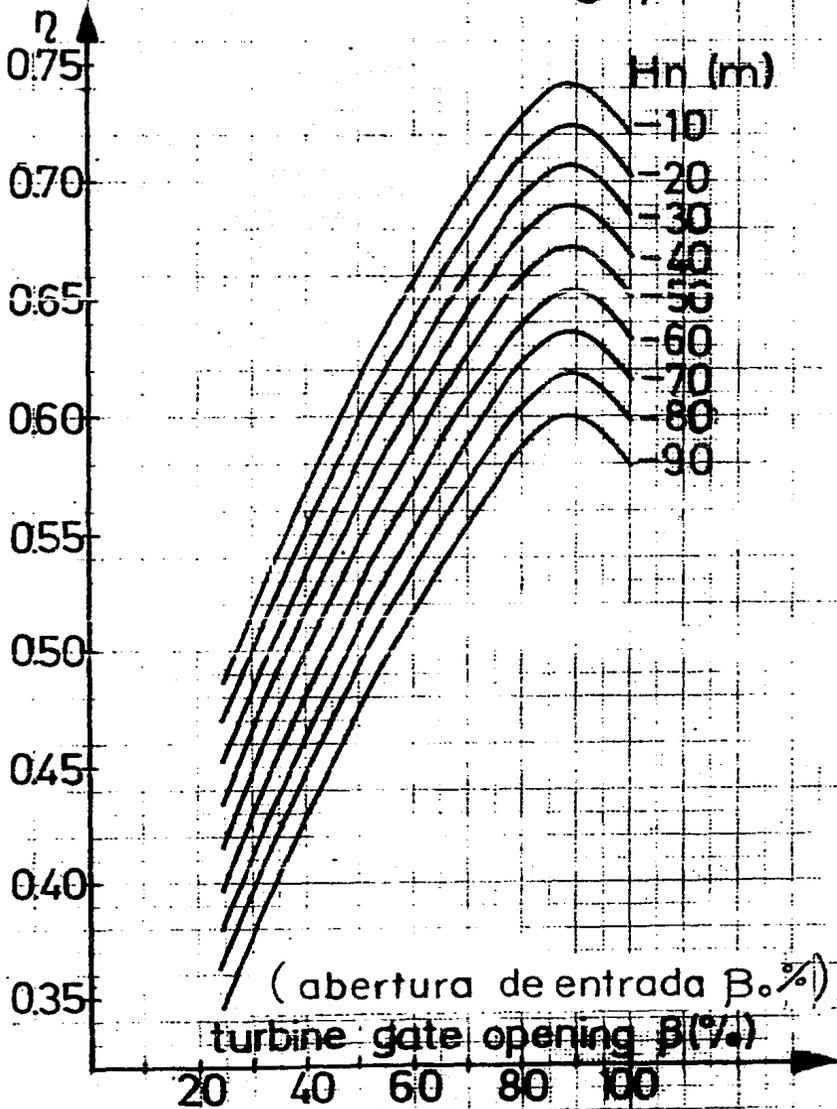
- Cortadores diversos (cisalla, gas acetileno, sierra, etc.)
- Máquina soldadora de arco eléctrico
- Taladro
- Torno (hasta 125 mm)
- Fresadora
- Herramientas básicas como desarmadores, machuelos, tarrajas, martillo, etc.

El proceso de fabricación se describe en los dibujos anexos.

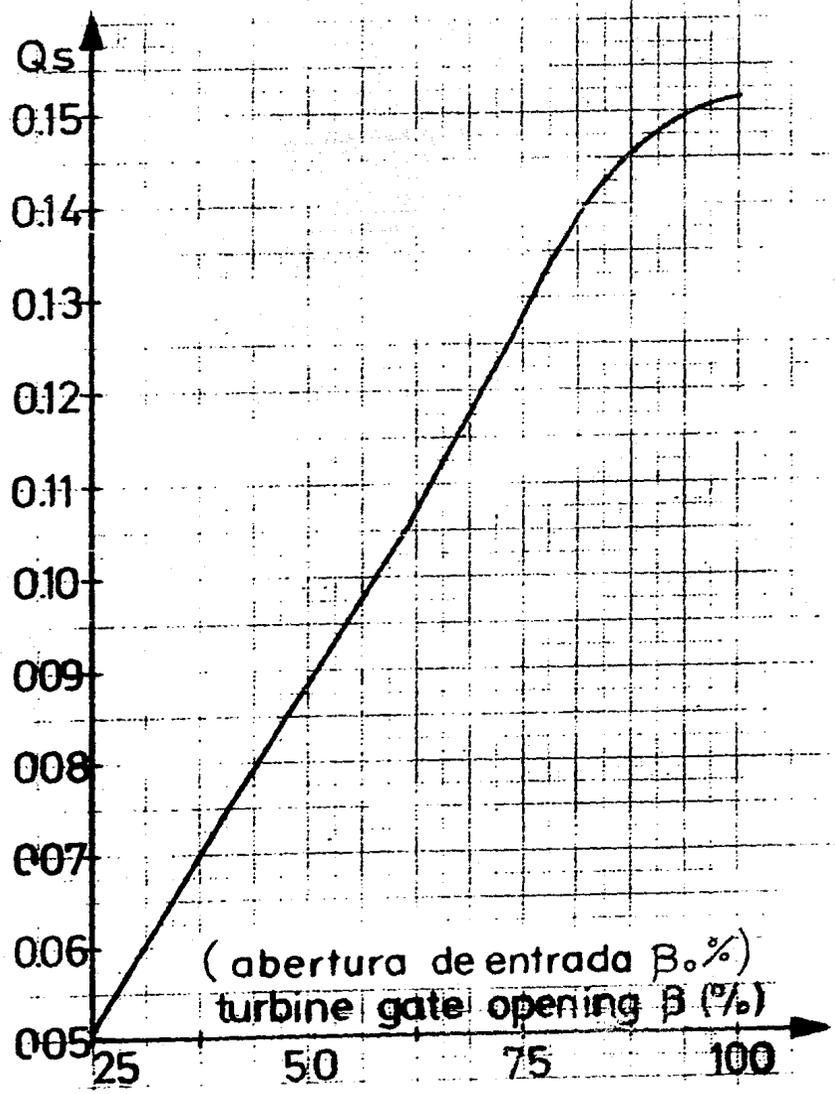
La turbina consiste de diferentes subensambles, los cuales se encuentran en los planos de fabricación anexos.

GRAFICAS NO 1,2 y 3 POR SELECCIONAR EL ANCHO DE LA TURBINA "T3"

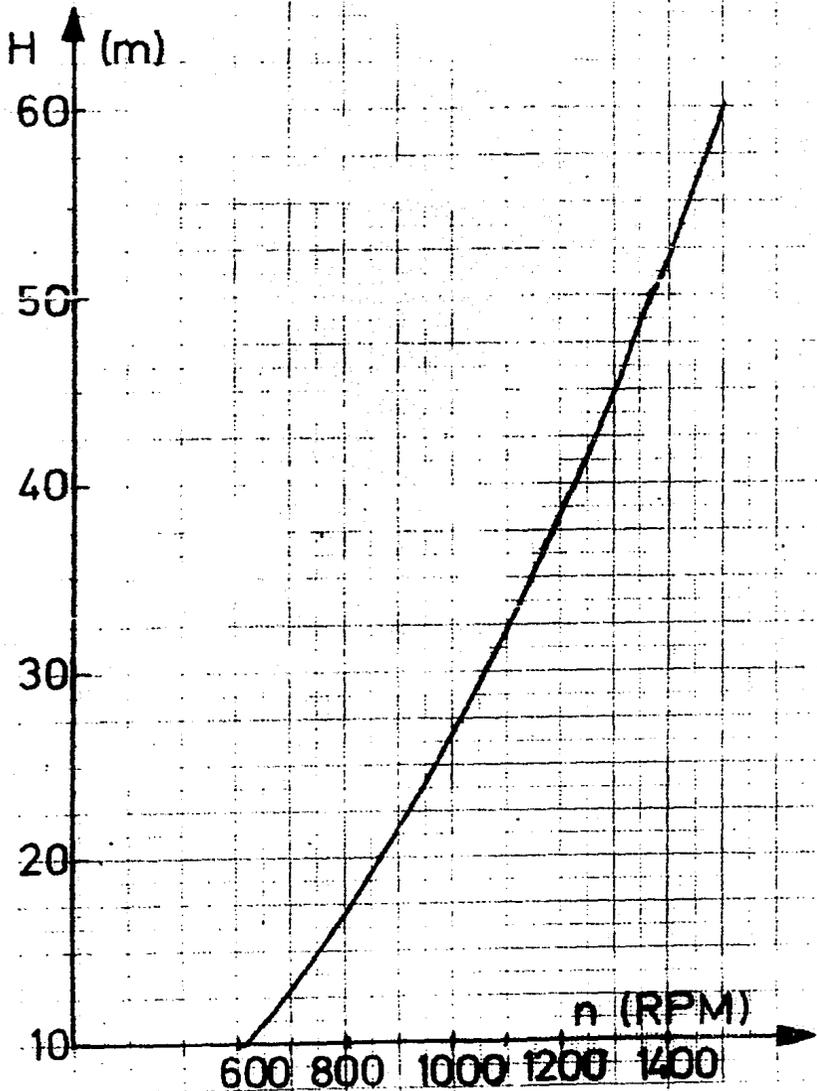
graph no. 1



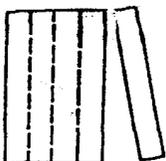
graph no. 2



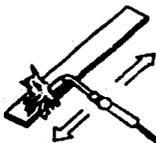
graph no. 3



**ENSAMBLE DE LOS ALABES PARA LA TURBINA " T3 "**

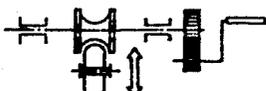


201.  
Tome una placa de acero de  
2.5 mm de espesor y corte a  
las dimensiones requeridas.



800 °C

Caliente las piezas arriba de  
800°C.



Rollar con mucho cuidado.

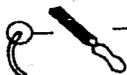


Checkar que las piezas no esten  
torcidas e irregulares.



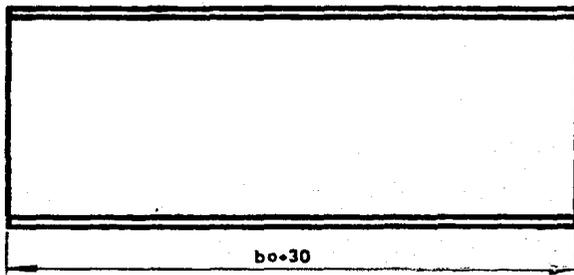
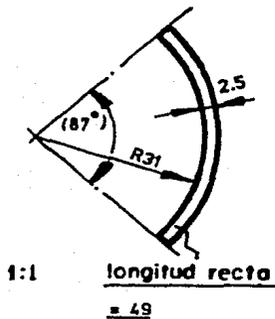
600 °C

Empacar las piezas como se muestra  
en rebabas de acero. Calentar la -  
caja de acero uniforme en todos sus  
lados arriba de 600°C.

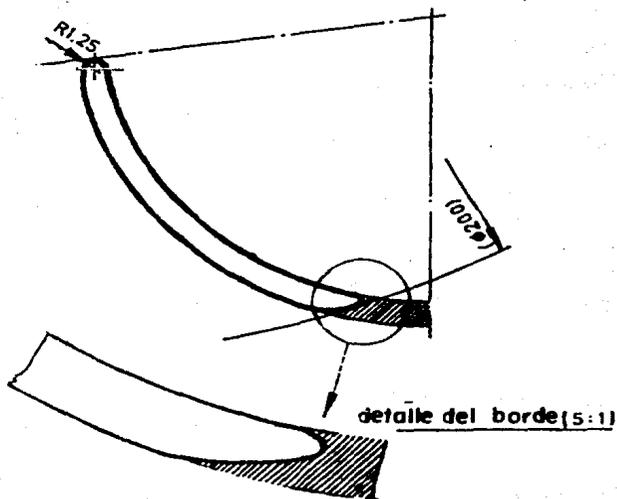


Limar los bordes filosos de  
acuerdo al dibujo.

## ALABE DEL ROTOR



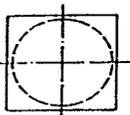
borde redondeado (2:1)



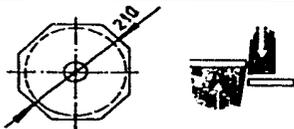
M.S.SHEET

32.PCS

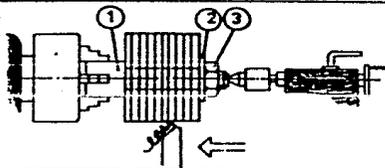
**ENSAMBLE DEL ROTOR.**



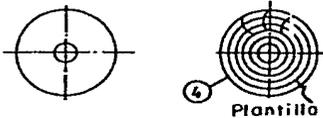
Corte una placa de acero de forma cuadrada de 4 mm X 210 X 210. -- Marque el centro y trace un círculo 205 mm  $\varnothing$ .



Cortar las cuatro esquinas como se muestra y hacer una perforación en el centro de 50.5 mm  $\varnothing$ .



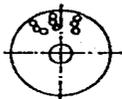
Usando un posicionador de disco monte 10 pzas., como se muestra y torne a 205 mm  $\varnothing$ .



Con una plantilla dibuje los círculos y los alabes.



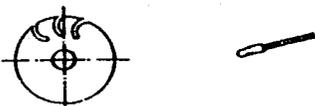
Sobre el dibujo de los alabes marque con un punzón.



Taladrar sobre las marcas punzonadas en el dibujo del alabe.

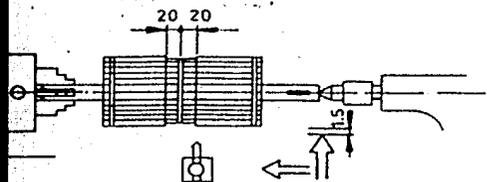


Si es necesario hablandar, caliente a 600°C y haga las ranuras con una sierra manual.

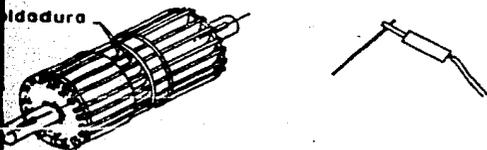


Finalmente con una lima redonda matar los filos y dar la forma final. Dos piezas a la vez.

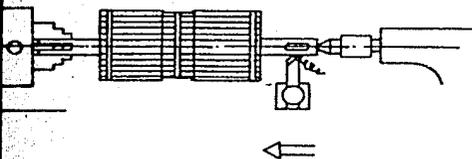
Cilindrar el rotor en su parte me-  
dió 20mm por lado como se mues-  
tra. Desmonte del torno, para-  
soldar posteriormente.



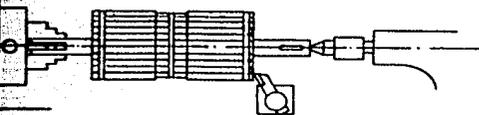
Suelde en ambas caras del disco  
medio alternativamente y en am-  
bas caras de los discos exterie-  
res.



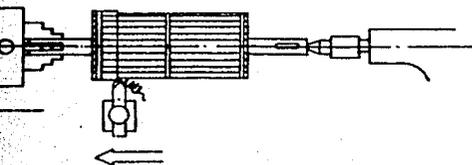
Cilindrar el eje del rotor  
a 50 mm. de diámetro.



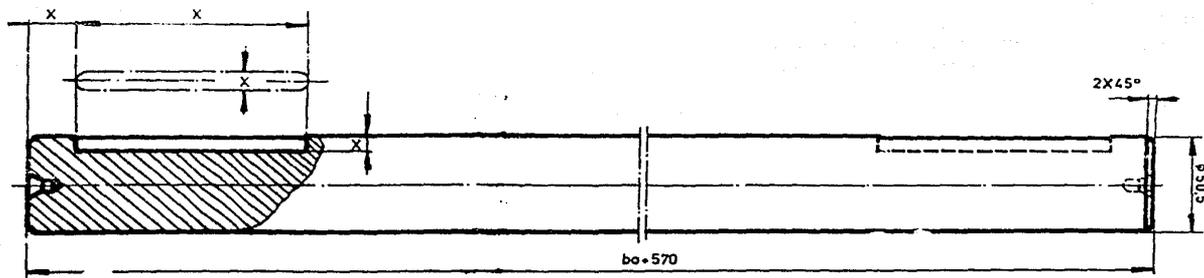
En la misma posición refrentar  
una cara del rotor.



Cilindrar el rotor a 200 mm.  
de diámetro, final. Girar el  
rotor 180° y refrentar la otra  
cara.



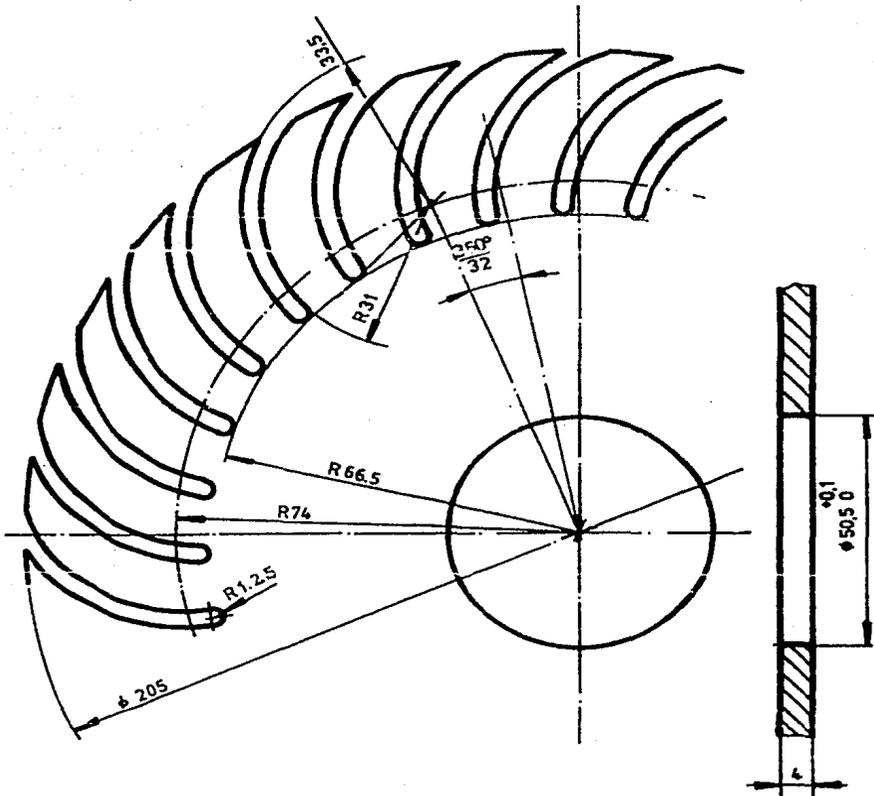
FLECHA DEL ROTOR



MATERIAL  $Z'(50,8)$

X DIMENSION ACCORDING TO PULLEY USED  
( dimension de acuerdo a la polea usada )

PC

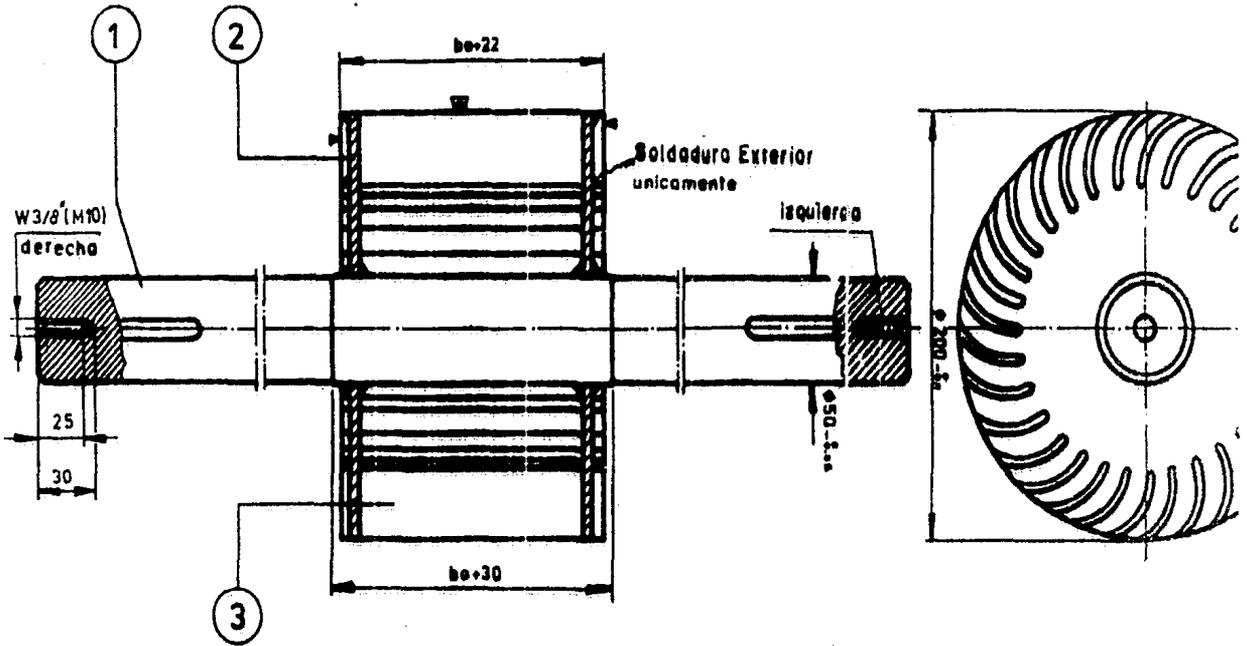


M.S. PLATE

PC

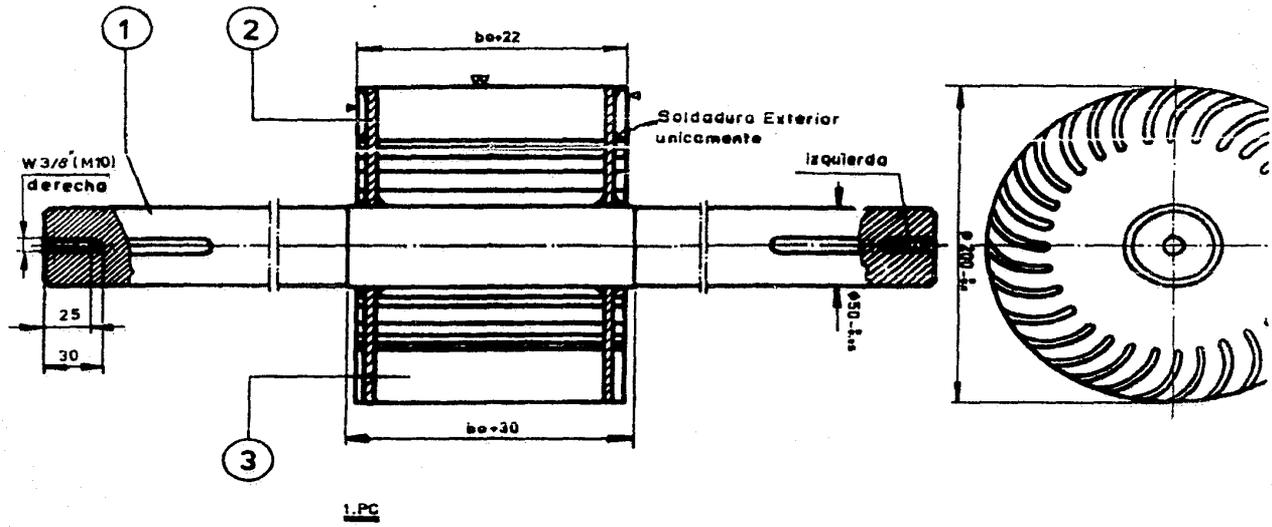
DISCO DEL ROTOR 1.1

# ENSAMBLE DEL ROTOR



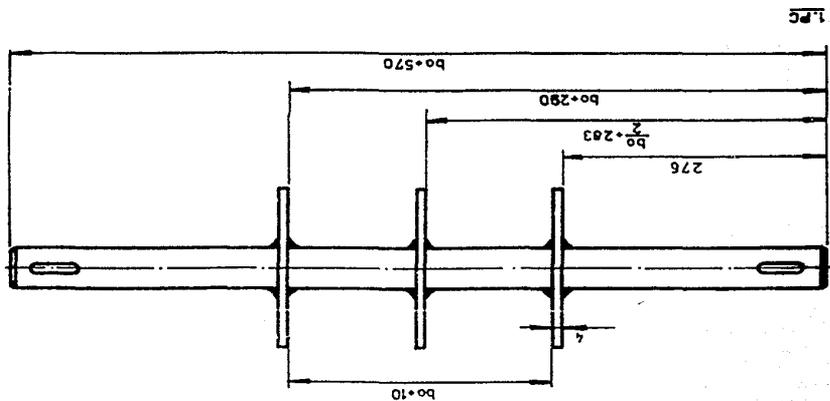
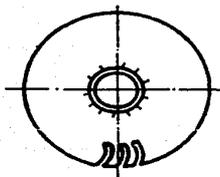
1.PC

# ENSAMBLE DEL ROTOR

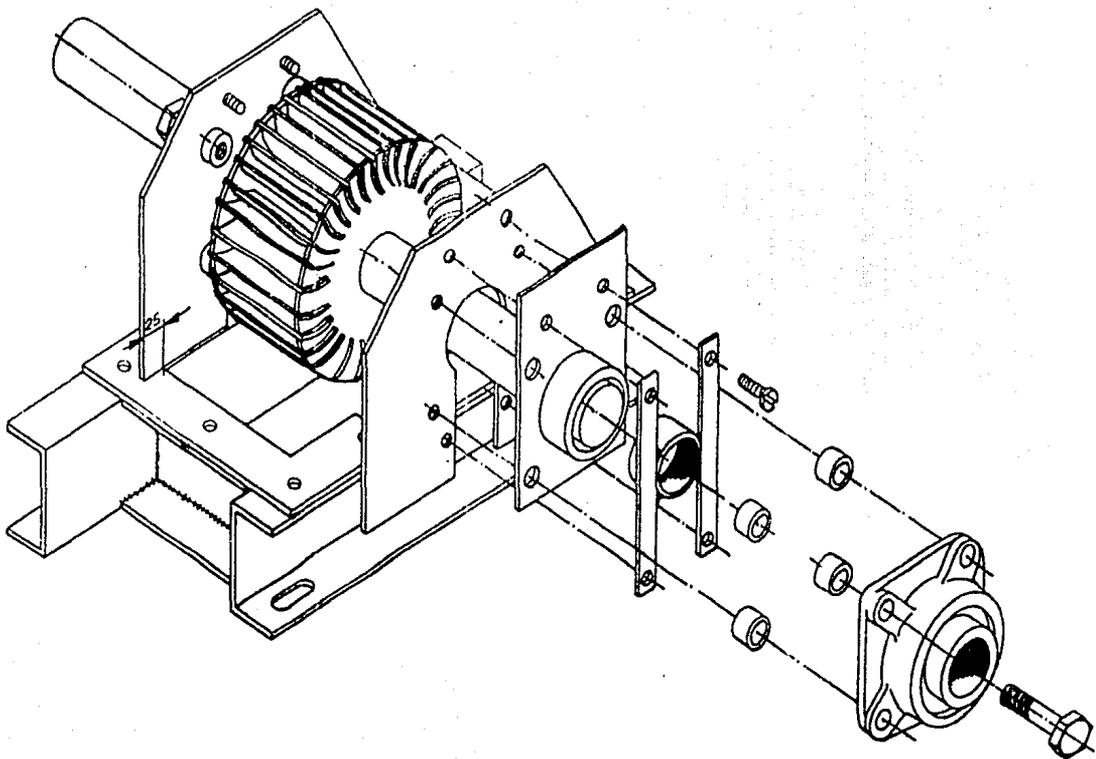


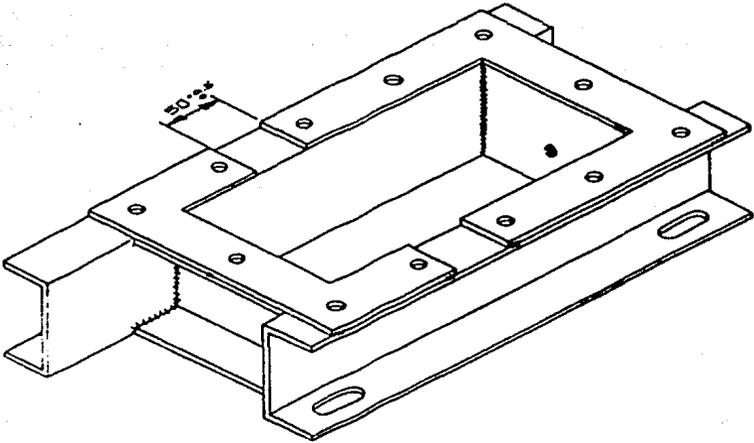
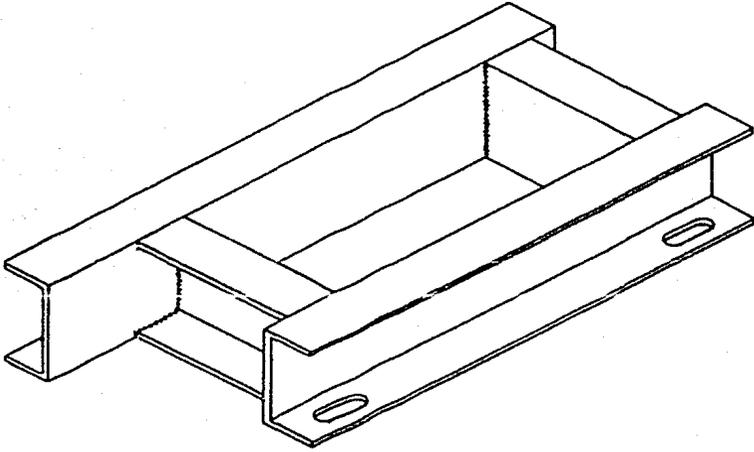
ENSAMBLE DE DISCOS AL ROTOR

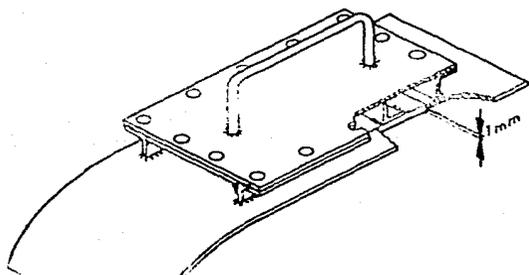
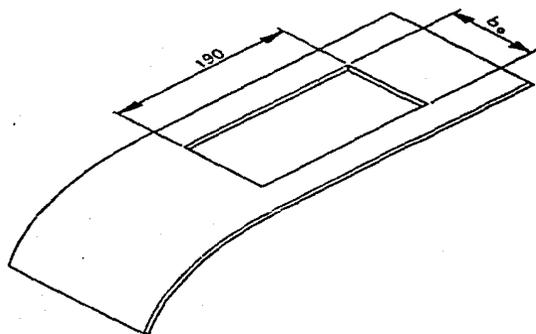
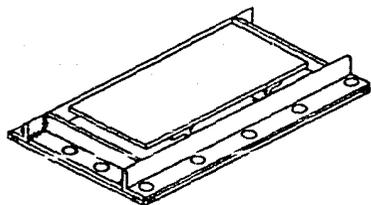
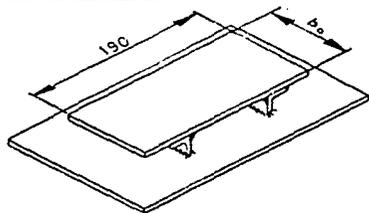
209

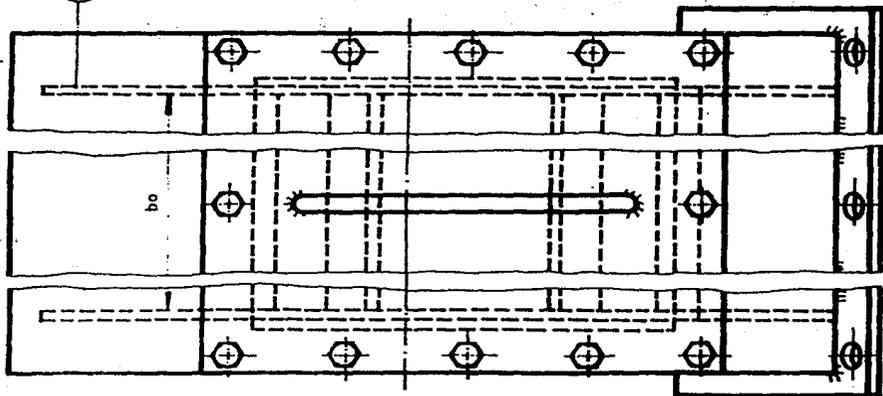
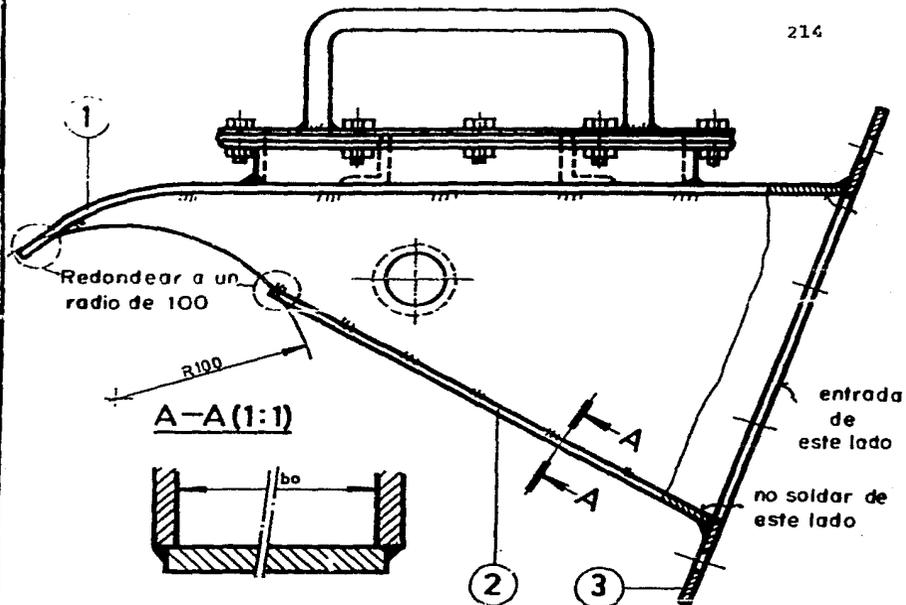


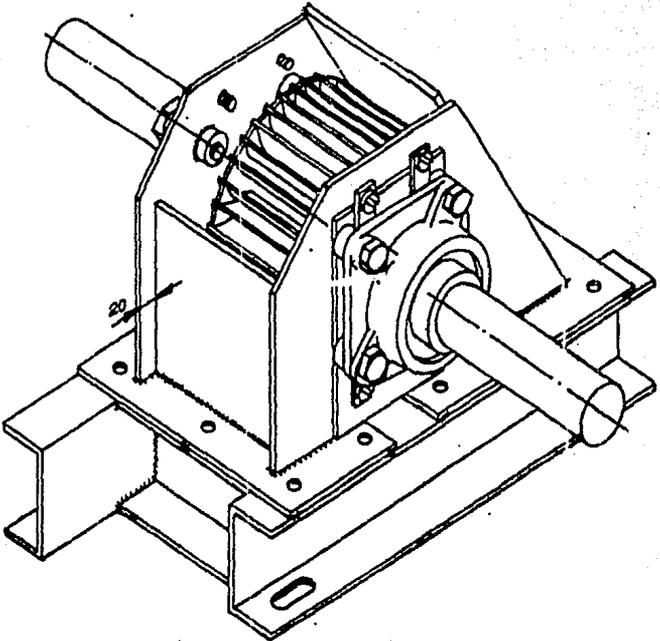
ENSAMBLE GENERAL DE LA TURBINA " T 3 "

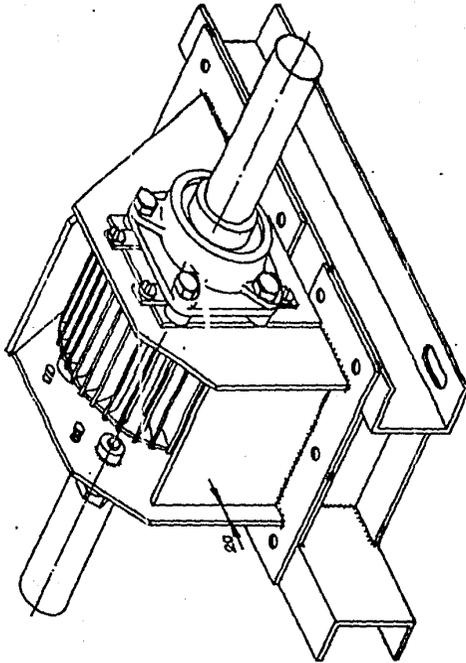


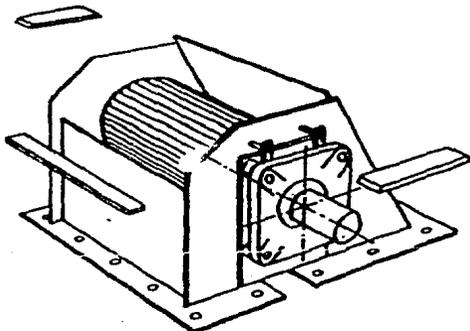
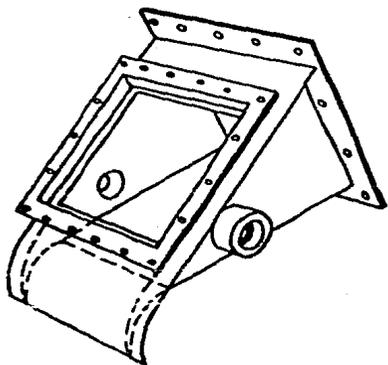




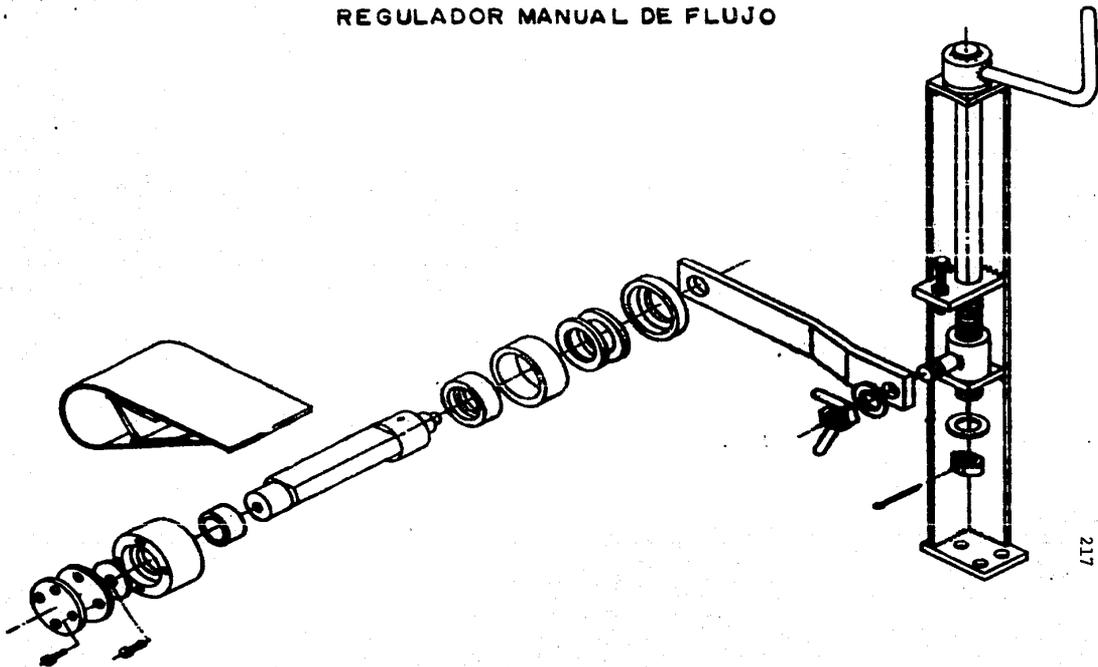


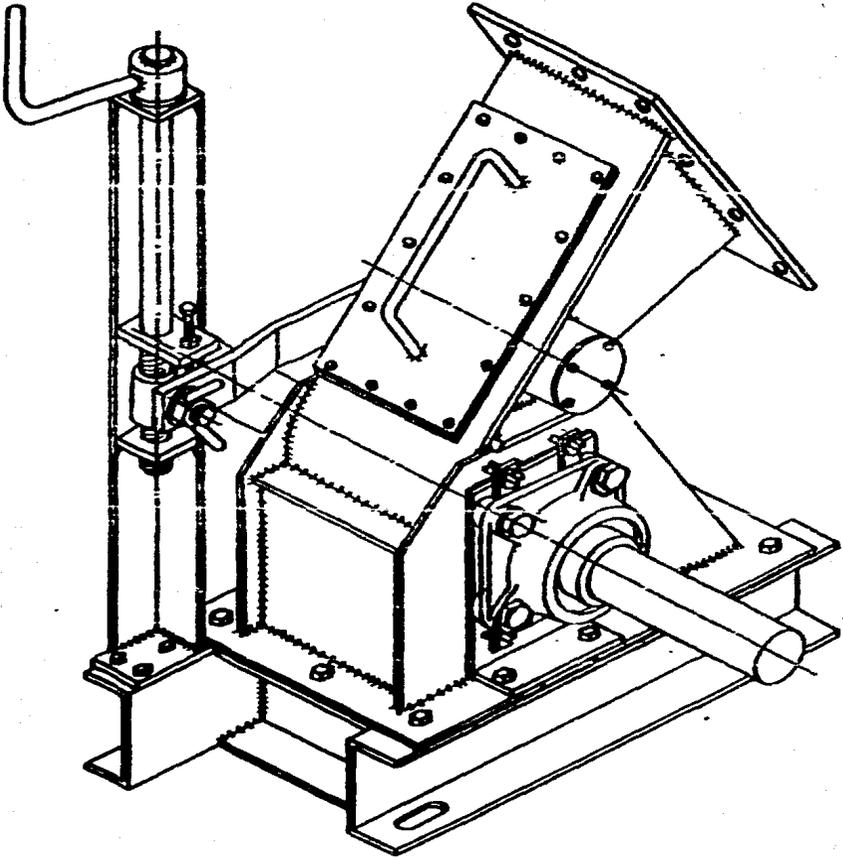






REGULADOR MANUAL DE FLUJO





Las gráficas y dibujos de fabricación de las turbinas " T3 " de ---  
" SKAT " fueron tomadas de la ponencia de MARKUN EISERING en el ter-  
cer encuentro sobre pequeños centrales hidroeléctricos en KUALA LUM-  
PUR MALASIA. Marzo de 1983, el cual fue auspiciado por SKAT ( centro  
Suizo de investigación de recursos y desarrollo de tecnologías apro-  
piadas para Latinoamérica ). En cooperación con la Universidad de -  
Saint- Gall, Suiza.

VARNBUJELSTRABE 14, CH-9000 ST gallen, Switzerland, telf: 071-23-3481

CAPITULO VIII

TURBINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES, S. A.

( T. E. I. S. A. )

Después de la revisión de las experiencias obtenidas en países como China respecto a las pequeñas centrales hidroeléctricas, donde se observó la -- construcción masiva de éstas, dando preferencia al uso de materiales de - la región donde se construyen, con diversificación de modelos, hasta que se definió su estandarización; en el caso de Norteamérica en donde la "in dependencia" de decisiones energéticas en cada estado, da lugar a proyectos a nivel particular o estatal con apoyo a nivel de empréstitos por parte del gobierno federal; en América Latina con la OLADE con su programa - latinoamericano de energía, lo cual ha impulsado entre otros el desarrollo de PCH, esto con aportaciones tecnológicas y metodológicas, a nivel - práctico ¿Qué se ha hecho en nuestro País?

En nuestro país también es importante el desarrollo de tecnología y manufactura de turbinas hidráulicas, dado que hemos mostrado la importancia - que tiene en el mundo el desarrollo de esta fuente renovable de energía, actualmente la independencia tecnológica se ha vuelto más importante, dando el encarecimiento de los productos de importación, por la devaluación del peso, así como la baja de los precios del petróleo, lo cual implica - menos divisas para compra de turbinas hidráulicas para nuestro caso de es tudio.

En vista de la necesidad de desarrollo de este tipo de tecnología y para ahorrar divisas vía importación, y de acuerdo a la política de sustitución de importaciones, y así generar empleos en nuestra nación, se creó - la Compañía Turbinas y Equipos Industriales, S.A. (TEISA).

TEISA se constituyó el 15 de julio de 1981, con objeto de fabricar turbinas y equipos industriales, de ahí su nombre. La decisión de fabricar -- turbinas hidráulicas en México, se debió a que en el marco de los estu-- dios llevados a cabo por Nacional Financiera, con la asistencia de un gru po de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y de acuerdo con las estadísticas de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), se había encontrado que el principal ru

bro de importación lo constituía la turbomaquinaria. En consecuencia, se realizaron varios proyectos y uno de ellos fue el establecimiento de TEISA para la fabricación de equipo hidráulico exclusivamente. La empresa fabricaría principalmente turbinas y equipos industriales, en los que se incluyen compuertas para grandes plantas hidroeléctricas, válvulas para sistemas de acueductos de abastecimiento de agua, válvulas para plantas hidroeléctricas.

### 5.1 ESTIMULOS

El gobierno federal dió a TEISA estímulos a través de los certificados de promoción fiscal (CEPROFI). Concedió estos estímulos debido a la localización de la planta en Morelia, Michoacán, el número de personal que se emplea y al total de la inversión efectuada en estos años. Lo hizo en congruencia con las políticas de promoción a la inversión, motivadas por la depresión en que se encontraba. Asimismo, ha contado también con apoyo del gobierno estatal de Michoacán, mediante la exención de algunos impuestos por determinado tiempo.

La C.F.E. ha sido cliente principal de TEISA con el compromiso, -- por parte de esta última, de equiparar los precios que ofrezcan -- los países fabricantes de turbinas hidráulicas, nunca ha sido política de la C.F.E. comprar equipos a una empresa a precios fuera de la competencia por el solo hecho de que se establezca en México.

La C.F.E. ha apoyado a TEISA principalmente con trabajo, al encargarle las compuertas de la Central de Peñitas, las turbinas y válvulas de la Central de Bacurato, así como las turbinas y válvulas de la Central de Comedero, y de la central de Agua Prieta.

## 8.2 AHORRO DE DIVISAS

El ahorro de divisas que significará la fabricación nacional de -- turbinas hidráulicas es una cantidad creciente y variable. Lo primero, en vista de que el programa de TEISA de integración es cre--- ciente, y variable porque, debido a la inflación permanente que se da en el país, se usan las cláusulas de escalación fijadas por la propia C.F.E. Lo que puede señalarse es el hecho de que TEISA empezó con un porcentaje de integración del 30%, que se acerca a 60% en los equipos para la C.F.E., y a casi 90% en los equipos para Cutzamala. Todo el dinero que representa este porcentaje de integración constituye las divisas que por este renglón ahorra el país.

## 6.3 SELECCION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

La compra de la tecnología a la empresa suiza-alemana Escher-Wyss - (EW), se debió a dos razones; por una parte, EW es una fábrica que tiene 175 años de experiencia y en México ya se tuvo una buena experiencia con ellos: las turbinas que se instalaron en 1908 en Neca-xa son de EW. Además, también suministró turbinas para Infiernillo, Malpaso, Angostura. Es decir, la C.F.E. ha obtenido buenos resulta dos con las turbinas compradas a esta empresa. Por otra parte, el grupo Sulzer Escher-Wyss estuvo dispuesto a asociarse con Nacional Financiera dentro de la proporción de 30% del capital. La calidad y experiencia de los productos fabricados, así como el deseo de participar en una coinversión con el gobierno mexicano, a través de -- NAFINSA, constituyeron las dos razones principales.

Un contrato de transferencia de tecnología se celebró por un período de diez años. La transferencia se inició con la construcción de la planta en Morelia. El proceso de transferencia de tecnología in

cluyó también la ayuda que EW prestó en la selección de la maquinaria, la supervisión de la construcción y el montaje de la misma. Después ha sido necesario efectuar un proceso muy interesante de capacitación de personal, 80% del mismo, que proviene principalmente de Morelia y de zonas cercanas, como Cuitzco y La Aldea y Minsilla, no tenía ninguna experiencia en los procesos de soldadura y de pailería de piezas mecanosoldadas de alta precisión. A este respecto, se ha tenido la magnífica cooperación de cuatro ingenieros alemanes encargados de realizar la capacitación en los procesos de diseño, pailería, soldadura, maquinado y control de calidad.

#### 8.4 TECNOLOGIA DE DISEÑO Y MANUFACTURA PROPIA

En cuanto a la asimilación de la tecnología, en un principio se recibieron los planos de Alemania; ahora, ya muchos de los componentes se empiezan a diseñar en México, por ejemplo, la carcasa espiral y el tubo de succión de la central de Comedero. Es motivo de orgullo para TEISA haber ganado el Concurso Internacional que se efectuó para la fabricación de 21 válvulas de 3.10 metros de diámetro de Cutzamala, con un diseño realizado totalmente en el país, en la planta de Morelia. Para ello se tuvo que competir con dos empresas de Estados Unidos, dos japonesas, una de España y dos de México.

Como parte del proceso de asimilación tecnológica, se estableció un contrato con el Instituto de Investigaciones Eléctricas, y se trabaja en estrecha relación con el Departamento de hidromecánica. En ese sentido se consideran dos aspectos principales; en primer termino, el IIE ha preparado a varios de los ingenieros que actualmente trabajan en el Departamento de Diseño de TEISA. En segundo, tanto las experiencias de TEISA como las del Instituto, se

comparten en un proceso y un proyecto conjunto. El objetivo es que en el futuro, a solicitud de la propia C.F.E., puedan implantarse en México plantas, donde se diseñen carcazas espiral, rodetes, etc; en suma, todas las piezas diseñadas desde el punto de vista hidráulico, así como desde el estructural. Para ello, se empieza con plantas antiguas como la planta de la Boquilla, en Chihuahua, y de Botello en Michoacán, donde se sustituirán turbinas muy antiguas con eficiencias del orden de 50 ó 60 por ciento, por turbinas con eficiencias mayores a 80%, que justificarán el cambio.

### 8.5 CAPACITACION DE PERSONAL

TEISA cuenta con personal de diseño proveniente de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto Politécnico Nacional, del Instituto Tecnológico Regional de Morelia y de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Este grupo de diseño ha trabajado conjuntamente con ingenieros que se han preparado en el IIE. Cuando se cuenta con buenos asesores, como los que ahora tiene TEISA, tanto de Alemania como del IIE, el resultado de la capacitación es muy satisfactorio, podría decirse que no hay grandes diferencias entre el personal capacitado en el IIE y el que se capacita en la planta de Morelia.

### 8.6 PERSPECTIVAS DE EXPORTACION

La situación ha cambiado a partir de la reducción de gastos del Gobierno, - esto por la reducción de precios del petróleo, CFE ha sido afectada en sus proyectos de cambio de turbinas e instalaciones de nuevas, llegaron en un momento a afectar a TEISA por esto.

Debido a la política de reconversión industrial TEISA tiene una fábrica con maquinaria moderna de control numérico, con capacidad de fabricar turbomaquinaria competitiva a nivel mundial.

Con ayuda de ESCHER-WYSS se ha logrado participar en concursos contra Italia Suiza, Corea y España. Estos concursos se realizan en dólares; y los costos son en su mayoría en pesos esto permite gran competitividad.

Se han logrado órdenes, por ejemplo partes para ocho turbinas Francis de 340 MW cada una (Planta ATATURK Turkia); partes para dos turbinas Pelton de 120 MW c/u (planta STANISLANS E.U.); partes para cinco turbinas pelton de 40 MW c/u (Planta GUAVIO Colombia).

De lo anterior podemos afirmar que TEISA es un ejemplo de que en México es posible lograr exportar, si esto se hace con calidad y a precios competitivos

la ingeniería mexicana está ayudando a la superación económica, así como la generación de empleos del país.

CAPITULO IX

PROBLEMATICA ACTUAL DE ENERGETICOS

El acuerdo de la Organización de Países Extranjeros de Petróleo, para reducir su producción petrolera en 3.5 millones de barriles diarios a 16.8 millones permitirá que algunos hombres poderosos puedan conservar la calma, desde el Presidente de la Exxon al Vicepresidente de E.E.U.U., y sin excluir Nigel Lawson, Canciller Británico.

Con tal inexorable lógica comercial es sorprendente que los 13 miembros - del cartel más poderoso en la historia económica no hubiera podido llegar a un acuerdo conjunto anteriormente.

El hecho de que hayan argumentado en forma infructuosa, mientras que los precios se redujeron a la mitad una y otra vez, plantea en forma inmediata las siguientes interrogantes: "¿Durará?", y tal vez más importante -- "¿Qué significa para los precios del crudo?".

La primera interrogante es difícil para la OPEP. A un precio de 12 dólares el barril, las ganancias de exportación del grupo estarán en el orden de una tasa anual de aproximadamente 70 mil millones de dólares en comparación de 134 mil millones de dólares durante 1985. A los precios en nivel reciente (abril y mayo) de 7 a 8 dólares el barril, las ganancias de la OPEP fueron de aproximadamente una tercera parte de su promedio de los últimos tres años.

Se trata de una medida de incentivo de que los países de la OPEP tienen - que adherirse a su acuerdo para evitar la repetición de la historia de -- los últimos años cuando país tras país comenzó a producir un poco más que las cuotas oficiales señaladas por la organización.

Además, el hecho fundamental acerca de los carteles, es que mientras más éxito tiene, mayores son los incentivos para que los miembros defrauden y para que los países no miembros socaven el acuerdo al producir más petróleo.

Para contrarrestar esta tendencia, Arabia Saudita y su aliado principal Koweit, tendrá que emplear mayor juicio y capacidad en los meses venideros.

En primer lugar, el precio debe mantenerse a un nivel que sea lo suficientemente alto para fortalecer la lección de que la disciplina beneficia a todos. Por otra parte, el precio no debe elevarse tanto, a fin de evitar que provoque otra ronda de incrementos en la producción, revivir el impulso de la exploración petrolera fuera de la OPEP o impulse los programas de conservación energética nuevamente. El precio que equilibrará estas fuerzas opuestas es de 18 dólares el barril, según la facción "moderada" en la OPEP, aunque el grupo de "Fundamentalistas" (Irán, Irak y Libia), han insistido en forma nostálgica por el antiguo precio de aproximadamente 28 dólares el barril.

Fue hace casi un año cuando Arabia Saudita dió comienzo a la espiral descendente en los precios del crudo, al abandonar formalmente su papel como "Productor Oscilante" para la OPEP, al generar únicamente el petróleo suficiente para satisfacer la demanda residual del mundo. Como consecuencia de la diseminación de fraudes en la producción por parte de los miembros de la OPEP, la producción saudita cayó a 2 millones de barriles diarios, menos de la mitad de su cuota de producción y tal vez una cuarta parte de su capacidad para abastecer petróleo.

En este punto, los dirigentes sauditas llevaron a cabo un abrupto cambio de política decidiendo mantener su producción a 4 ó 5 millones de barriles diarios, cualesquiera que fueran las consecuencias para el precio, y si fuera necesario, producirán por encima de dicho límite. Su estrategia fue disminuir el precio a poco menos de 20 dólares el barril para desalentar la exploración y la sustitución del recurso, y por consiguiente, salvaguardar sus mercados a futuro.

Cuando otros miembros de la OPEP rehusaron unirse a este cambio de táctica, Arabia Saudita decidió, en efecto, disminuir el precio hasta que los

demás productores cambiaran la actitud.

La reciente táctica de Arabia Saudita y de Koweit para producir más e inundar los mercados con petróleo barato, fue un plan preliminar obvio para -- obligar a que los demás productores aceptaran un plan moderado de producción. A principios de agosto, a medida que la reunión de Ginebra parecía fracasar, el precio de 18 dólares el barril debe haber parecido altamente deseable, aunque no pudiera ser sostenible.

Para Irán, carente en forma desesperada de armamento y otros suministros - en su sexto año de guerra contra Irak, con recientes éxitos militares y un sentido renovado de victoria total, un precio de 18 dólares pareció, por - lo menos, dos veces mejor que 9 dólares.

Su producción como la de su enemigo acérrimo, está actualmente en el máximo posible dentro de las exigencias de la guerra, aunque produce menos que la cuota autorizada de 2.3 millones de barriles diarios, establecida por - el acuerdo de la OPEP en octubre de 1984. Así que la decisión de Irán en esta semana de autorizar que Irak produzca tanto como pueda -la renuencia de Irak para considerar la restricción había sido un sorprendente obstáculo para llegar a un nuevo acuerdo en la OPEP- puede considerarse como un cálculo esencialmente militar. En el corto plazo, los requerimientos de - Irán son mayores que los de su enemigo, el que cuenta con poderosos amigos, como Arabia y Koweit, países que suministran financiamiento sustancial para la guerra.

Superficialmente Arabia Saudita pareció ejecutar un cambio de posición en sus negociaciones durante la reunión de la OPEP. Después de oponerse en - forma determinada a cualquier trato que no fuera unánime, el reino aceptó repentinamente la exclusión de Irak del pacto de restricción. En efecto, el compromiso propuesto por Irán estuvo de acuerdo con la estrategia de - El Raid de obligar menores precios hasta que los miembros más recalcitrantes del cartel advirtieron la necesidad de restaurar la disciplina. Esto

fue la estrategia del reino desde el pasado agosto, cuando Arabia Saudita comenzó primero a incrementar la participación en el mercado a través de contratos "netback", en los que los precios del crudo están relacionados al precio de los productos refinados con un margen garantizado para los refinadores.

Ahora, al haber obtenido un acuerdo, Arabia Saudita cuenta con un arma importante sobre sus compañeros miembros en la forma de un enorme volumen de petróleo en buques tanque ubicados en todas partes del mundo, esperando entregarlo en el mercado spot cuando ocurra la primera señal de desorden entre sus compañeros miembros.

Este incremento fue producido como consecuencia de un aumento de la producción por parte de Arabia Saudita y Koweit antes de la última reunión de la OPEP. Durante el mes de julio, su producción combinada de aproximadamente 7.3 millones de barriles diarios fue de casi 80% más que su correspondiente promedio a 1985.

Este exceso permitió llegar a un nivel de producción de la OPEP de más de 20 millones de barriles, por lo menos 3 millones diarios más de lo que se requiere para mantener el equilibrio de la oferta y la demanda en el mundo.

La lección que dió Arabia Saudita a los miembros más ruidosos del cartel, es que puede superar la producción de éstos por dos o tres veces más si es necesario, de que Arabia Saudita y Koweit pueden afrontar las consecuencias de menores precios, mejor que cualquier otro productor de la OPEP y que si es necesario, volverá a actuar de la misma manera.

A medida que el precio se desplomó a partir de 18 y 20 dólares el barril a principio de este año, a menos de 10 dólares por barril en los meses de mayo y junio, fue obvio que un sacrificio modesto relativamente de la producción por parte de la OPEP podría permitir en todos los miembros recuperación en sus ingresos.

El ejercicio demostró también que en corto plazo, el precio tiene un efecto relativamente pequeño sobre la cantidad de petróleo que se consume o produce.

Un motivo es que, las principales inversiones irreversibles fueron hechas en ahorros de energéticos y en el cambio de petróleo a otros recursos --- energéticos, por ejemplo, energía nuclear y carbón. Sin embargo, existen otras razones más políticas. El Reino Unido, por ejemplo, tiene la capacidad para consumir, tal vez, 600,000 barriles diarios en sus estaciones eléctricas. A los precios actuales, esto habría tenido sentido económico, producir electricidad mucho más barata que a partir de carbón. En términos de equilibrio de la oferta y demanda mundial, esto habría sido como - 25% de reducción en la producción petrolera del Mar del Norte de G.B., mucho más de lo que la OPEP hubiera podido esperar.

Sin embargo, al proclamar su creencia en un libre mercado para el petróleo, los ministros británicos rehusaron seguir la lógica del mercado cuando ésta amenazó a una industria del carbón basada en precios desesperanzadamente por encima del promedio mundial.

#### Estados Unidos Protege a su Industria

En Estados Unidos el Vicepresidente Bush sugirió también, cuando el precio del crudo alcanzó por primera vez el nivel de 10 dólares el barril en abril, que la administración tal vez se vería obligada a adoptar medidas para proteger su propia industria -tal vez por conducto de un impuesto -de importación- en caso de que el precio permaneciera en niveles deprimidos.

La dosis reciente de precios del crudo muy bajos, demostró también que -- las compañías petroleras muestran renuencia total para cerrar los pozos -existentes, aún cuando las ganancias operativas hayan llegado a un punto

de desvanecimiento. Aún en partes de Mar del Norte y Alaska, regiones en las que los costos deben estar cercanos a 7 dólares por barril, las compañías petroleras se apartaron de los costos financieros y humanos de reducir la producción.

Como consecuencia, la oferta petrolera fuera de la OPEP ha permanecido notablemente constante en casi 28 millones de barriles diarios, mientras -- que la demanda mundial de petróleo mostró únicamente una recuperación muy leve. La Agencia Internacional de Energía (AIE), con sede en París, señaló que la cifra se incrementará a poco menos de 5% en este año. El consumo del mundo libre en este año es probable que permanezca en un nivel de 10 a 11% por debajo de la cifra correspondiente a 1979.

Es obvio, por consiguiente, aún en la atmósfera cargada de las recientes conferencias de la OPEP, que una guerra de precios para obtener participación del mercado, es una contienda que no podría ser ganada por el grupo en total.

Como lo muestra la gráfica, las pérdidas no han sido distribuidas de manera uniforme. Para Koweit y Arabia Saudita, la caída del precio fue ampliamente compensada por incrementos en la producción en grado considerable.

### Irán, el Gran Perdedor

Aunque los precios del crudo se habían reducido a casi la mitad entre los dos períodos, Koweit se las ingenió para mantener sus ingresos al duplicar su producción. El perdedor principal, entre los productores más grandes de la OPEP, fue Irán, cuya producción se vino abajo por la guerra a medida que el precio se desplomó. Sus ingresos por petróleo durante el primer semestre de este año (1986), fueron menores que la mitad de los -- que obtuvieron durante el mismo período del año pasado (1985). Por otra parte, Irak incrementó su producción por un promedio de 400,000 barriles diarios.

Un acuerdo para reducir la producción que eleve al precio, digamos a 18 dólares el barril, no ablandará las tensiones y rivalidades dentro de la organización. Una de las interrogantes clave acerca del último acuerdo de la OPEP, es cómo podrá controlarse el convenio.

Los esfuerzos pasados para seguir la pista de la producción de estos países en su mayor parte autoritarios, no tuvieron resultados felices, ya -- que la falsificación de los registros no es difícil. La última propuesta a favor de una operación para controlar este acuerdo con la OPEP, no puede esperar un éxito, a menos que los principales productores estén preparados para sufrir más o menos por los reglamentos.

Aún se desconoce si la OPEP recibirá el apoyo del resto del mundo. La mayor parte de los productores no miembros de la OPEP, entre ellos el Reino Unido y E.E.U.U., sin importar lo que digan en público, desean fervientemente un precio del petróleo mayor de los niveles recientemente deprimidos. La esperanza de que menores precios estimularían a la economía ha sido muy decepcionante hasta ahora. Lo que sucedió son menores ganancias para los productores y un enorme desorden en la industria petrolera del mundo libre. Hasta los países consumidores como Japón y Alemania Occidental han mostrado preocupación acerca de la amenaza de una crisis de la deuda en México y en otras partes, así como la intranquilidad a largo plazo con respecto a la seguridad de Occidente de la oferta del petróleo.

Los acontecimientos recientes deben haber fortalecido tales preocupaciones, que aseguran que la OPEP hará todo lo posible por elevar el precio cuando tenga el poder. Las bajas del precio de hidrocarburos ya ocasionaron reducciones salvajes en la exploración petrolera, que aseguran el día en que Occidente dependa una vez más del crudo del Golfo Pérsico.

De esa manera, si todos los países industrializados pudieran votar a favor de un precio de energéticos, se demostraría que el precio de 18 dólares, preferido por Arabia Saudita, resultaría ser del consenso general.

Ello no significa que vayan a asistir a la OPEP para que consiga dicho objetivo. Cualquier compañía comprará crudo barato si se ofrece en el mercado spot. Noruega, México y otros productores no miembros de la organización, tal vez decidan ser más condescendientes con la OPEP. Sin embargo, la conclusión debe ser que las reducciones de producción serían vanas si la OPEP no puede mantener el orden entre sus miembros, e innecesarias - en caso de que pueda mantener la disciplina.

TENDENCIAS DE EXPORTACIONES DE CRUDO PARA PAISES SELECCIONADOS DE LA OPEPEXPORTACION EN MILLONES DE BARRILES DIARIOS

P A I S	1er. SEMESTRE	1er. SEMESTRE
	1 9 8 5	1 9 8 6
Arabia Saudita	2.3	3.5
Irán	1.6	1.3
Irak	1.0	1.4
Kuwait	0.6	1.1
E.U.A.	1.0	1.3
Nigeria	1.3	1.3
Libia	1.0	0.9
Venezuela	1.1	1.1
Indonesia	0.7	0.8

INGRESOS EN MILES DE MILLONES DE DOLARES

P A I S	1er. SEMESTRE	1er. SEMESTRE	DIFERENCIA EN %
	1 9 8 5 (28 MIL. BARRIL)	1 9 8 6 (14 MIL. BARRIL)	
Arabia Saudita	11,700	8,900	- 24
Irán	9,200	3,300	- 59
Irak	5,100	3,600	- 30
Kuwait	3,100	2,800	- 8
E.U.A.	5,100	3,300	- 35
Nigeria	6,600	3,300	- 50
Libia	5,100	2,300	- 55
Venezuela	5,600	2,800	- 50
Indonesia	3,500	2,000	- 43

## C O N C L U S I O N E S

MEXICO

Al inicio del seminario, contábamos con ciertas premisas, las cuales al transcurso del desarrollo de investigación, se fueron modificando. Primero se tenía que el petróleo crudo, principal fuente de recursos económicos de México, se encontraba en un precio de venta estable, - en la actualidad (agosto de 1986), aún se encuentra a precios demasiado reducidos causados por la sobreproducción. Segundo, al modificarse el precio del petróleo, la economía del país ya de por sí problemática, provoca una reducción en el gasto público, de ahí que actualmente todos los presupuestos asignados para estudios de fuentes alternas de energía, en la cual caen las pequeñas centrales hidroeléctricas, han sido reducidos o en algunos casos hasta eliminados. Tercero, la posibilidad de llevar energía eléctrica a zonas rurales alejadas por medio de la red existente, en algunos casos es imposible, dada la lejanía y posición geográfica, dando como posible solución la utilización de PCH. Cuarto, el desarrollo de estudios e implantación de proyectos hidroeléctricos, sólo los maneja Comisión Federal de Electricidad, la cual no ha escapado a la problemática de la reducción del gasto público. Con esta reducción se han tenido que proponer o eliminar, según el caso, la construcción de grandes centrales hidroeléctricas; quedando, si no eliminada, cuando menos relegada por algún tiempo la posibilidad de estudios más profundos e implementación de PCH, mientras no se encuentre la solución de desarrollo necesario de energía eléctrica.

Aún con el cambio de estas premisas, podemos concluir:

- 1) El fenómeno que se presentó con la baja del precio del petróleo redujo la posibilidad de un mayor estudio para implantar la PCH en México, pero no se debe dejar a la deriva los conocimientos que se adquirieron hasta la fecha, este fenómeno no se puede suponer eterno, ya que va en juego la economía de diversos países

petroleros, además se han comenzado a tomar medidas por parte de la OPEP, como reducir su producción diaria, con esto se logró que el precio del energético subiera a 18 dólares (marzo — 1987) en promedio por barril. Tomando una hipótesis optimista, se debe de planear para que en el momento oportuno con el conocimiento suficiente para poder desarrollar las PCH.

- 2) Dado que los estudios hasta la actualidad sobre hidroenergética que se tienen son exclusivamente para grandes ríos, y los que se requieren para la PCH fueron interrumpidos por parte de C.F.E. y el IIE, se deberían de concluir éstos por medio de escuelas o institutos basados en los comienzos que se hicieron. Para poder hacer un gasto mínimo, estos estudios se desarrollarían por parte de los alumnos de las diversas ramas afines a los estudios necesarios.
- 3) Si se lograra comenzar a implementar estos PCH en zonas rurales, se lograrían avances de gran importancia como son: un adelanto económico de la región por medio del desarrollo de la agroindustria, y a su vez, mayores posibilidades de trabajo para los habitantes de la región reduciendo considerablemente la emigración del campo hacia las grandes ciudades.
- 4) El avance o estancamiento para la implementación de este tipo de generación está basado principalmente en que continúan o no los estudios necesarios por parte de los organismos de gobierno.
- 5) Es necesario crear una conciencia de la necesidad existente de dar electrificación a los 15 millones de personas que carecen -

de este servicio, que actualmente deja de ser un lujo para convertirse en una necesidad.

- 6) Comisión Federal de Electricidad da pocas posibilidades al desarrollo de IGH, dado que no podrá iniciar estudios sin haber antes concluido con la cantidad de construcciones que se han suspendido o atrasado por falta de recursos económicos. La crisis en que vivimos debe de dar nuevas ideas de desarrollo, no se puede pensar en no crecer, porque esto sería una forma de retroceso que nos llevaría a situaciones caóticas para el país, por lo cual se debe de contemplar un crecimiento sfouro aunque fuese lento. Es necesario crear una independencia tecnológica, aunque el comienzo se haga con máquinas tan pequeñas como las turbinas Michel-Banki; este tipo de turbinas es tan fácil de construir que se pueden hacer en talleres casi artesanales. Ahora, si tomamos en cuenta que existen en México factorías como HEISA, que ya están construyendo turbinas hidráulicas de grandes potencias, con más razón se pueden contemplar la construcción de pequeñas turbinas.
- 7) Si tomamos como base que una parte considerable del costo total para poder implementar una pequeña turbina es la obra civil para canales o represas y tomando en cuenta que se pueden instalar en sistemas combinados irrigación-generación, los costos finales se reducirán considerablemente si se utilizan los canales de irrigación existentes.
- 8) El cambio tecnológico es acelerado, por lo cual, se debería de contemplar una revisión periódica a la legislación que existe sobre generación eléctrica.

- 9) Las PCH, como se vió, son de costo reducido en comparación a -- las grandes plantas, que puede ser uno de los puntos claves para implantarlas en nuestro país.
  
- 10) Aunque en un principio del desarrollo del país no se tomó en -- cuenta el impacto ecológico que se tiene al momento de crear -- una planta de generación, en la actualidad no podemos dejar a -- un lado este punto, por lo cual toma verdadera importancia la -- utilización de PCH, las cuales no causan deterioro al medio ambiente.
  
- 11) Las PCH pueden ser utilizadas para generación de energía en las horas pico, dando una gran posibilidad de subsanar la demanda -- creciente en estas horas.
  
- 12) Hasta la fecha se ha logrado elevar la eficiencia energética en todos los sectores, más por las medidas de ahorro que por la in -- troducción de tecnologías alternativas, por lo cual si persis-- ten los bajos niveles de precios del petróleo, disminuirá la -- viabilidad financiera de los proyectos de inversión en fuentes alternas de energía.

### LATINOAMERICA

Si bien, la bondad de los programas regionales de OLADE es inegable desde, cualquier forma que se les considere. Por su escasa rentabili -- dad económica, estos programas no tendrían justificación; sin embar -- go, los efectos multiplicadores de la teoría económica de Keynes se

rían contudentes. Al contribuir al desarrollo social de comunidades aisladas, elevando los niveles educacionales regionales. Se dispondría de energía eléctrica para la prestación de servicios tan indispensables como son la salud, se mejorarían las condiciones alimenticias de la población en el medio rural donde los índices alimenticios son muy bajos, se ayudaría a disminuir las presiones migratorias del campo a las ciudades, puesto que se contribuiría en alguna medida a la creación de fuentes de trabajo en el medio rural. Por todo lo anterior y considerando el potencial de recursos hidroenergéticos, es justificable y merece estudiarse con mayor detalle la implantación masiva de PCH en el medio rural de América Latina y en primordial instancia aquellas regiones que cuenten con las mayores posibilidades de éxito con el mínimo de recursos.

Después de analizar la situación económica de América Latina, nos damos cuenta que sus problemas actuales son muy diversos y muy complicados, y nada favorables: Deuda externa, deterioro del nivel de vida; inflación elevada, inestabilidad política, desempleo, etc.; sus problemas son más importantes en este momento que el beneficiar a pequeñas poblaciones con la instalación de PCH. En este momento nadie va a invertir en proyectos de investigación a menos que sean prioritarios. Más aún cuando la baja en los precios del petróleo hace más atractivas a las centrales termoeléctricas que a las centrales hidroeléctricas, sería una locura invertir en un tipo de energía que sea más cara que otra. ¡En definitiva, no es este el momento de invertir en un programa de desarrollo e implementación masiva de PCH desde el punto de vista financiero!

Si considerásemos en este momento el desarrollo de PCH en América Latina y en especial de una de sus partes más importantes como es la turbina hidráulica, como parte de un programa de energización rural, sería muy difícil en este momento el tratar de estandarizar un modelo, pero si se partiera de adecuar turbinas perfectamente estudiadas y estandarizadas como la "T3" de Skat, que cuentan con venta-

jas como son la de un modelo sencillo y son muy fáciles de construir en pequeños talleres mecánicos que contaran con el herramental común. Con esto nos damos cuenta que el problema de aspecto técnico de la turbina estaría resuelto, y además con ello, se crearían fuentes de trabajo para satisfacer una demanda creciente en su implantación. El problema se disminuiría a instalar un programa que solucionara -- los problemas de aspecto organización e instalación física. Tal vez este no sea el momento de implantarlas, pero cuando las condiciones lo requieran será una alternativa a los problemas de energía, y muy atractivo desde el punto que se le considere.

## CHINA

Considerando la gran extensión de terreno en la República Popular de China, que es bañada por sus principales ríos, y la gran cantidad de comunas distribuidas a lo largo de todo el cauce de los ríos, se dieron las causas para el gran desarrollo hidroenergético en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH). Lo que a su vez, dió origen al desarrollo de una gran variedad de turbinas hidráulicas para las PCH. Se construyeron de los más variados materiales y se ocupó la mano de obra local. Lo que llevó a China no sólo a producir sus propias turbinas, sino también a exportarlas. Desde pequeñas capacidades para microcentrales hidroeléctricas, hasta turbinas para grandes centrales.

China es el país que ha instalado la mayor cantidad de PCH para uso y administración de las comunidades rurales, y lo ha hecho con mayor éxito que cualquier otro país en el mundo, con sus 89,000 PCH, lo -- que ha beneficiado a más de 1,500 comunidades.

El éxito de la implantación masiva de las PCH se debe a la propia or

ganización de las comunas y a la participación del estado en su financiamiento y a los diseños mismos de turbinas, que van desde una simple, construida de bambú, hasta una moderna turbina de acero de aleación; instalando la que fuera necesaria según convenga.

No todo en China fue éxito, el precio que se pagó fue que para la gran variedad de turbinas no existían estándares de piezas de refacción para su mantenimiento. Más aún el tiempo que se invirtió en la instalación de las centrales fue tiempo que se dejó de invertir en otras necesidades de las propias comunidades.

Con las PCH, los ingresos financieros se han incrementado notablemente. Muchas empresas industriales agrícolas se han desarrollado con rapidez, debido a que muchas comunidades usan la energía eléctrica para descascarar el arroz, moler el trigo, fabricar ladrillos, secar el té, para irrigación y desagüe, equipo agrícola, reparación de máquinas, manufactura de azulejos, papel, ingenios, etc.

Por todo lo anterior, el desarrollo de las PCH ha incrementado notablemente el nivel de vida y la cultura en el campo, especialmente en las zonas más remotas donde no llega el suministro de la red eléctrica estatal.

## ESTADOS UNIDOS

En una sociedad industrializada, la energía es muy importante, pero también el pueblo norteamericano en su mayoría está muy interesado en la preservación ecológica.

En general, la energía eléctrica generada por energía nuclear, no tiene muchos simpatizantes. Principalmente por los riesgos que in-

plica, pero la tendencia respecto de su utilización es seguir invirtiendo en nuevas nucleoelectricas, aún inclusive con el accidente de la Planta de Chernobyl. Los porcentajes de generación de -- abril de 1985 a abril de 1986, fue un incremento del 15.2%, lo -- que nos da idea de la importancia que tiene en los Estados Unidos seguir generando grandes cantidades de energía eléctrica.

#### DE LA VISITA AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

El desarrollo tecnológico en la industria eléctrica en México ha recibido un fuerte impulso a partir de la creación del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Definitamente es muy positiva la labor realizada por el IIE en el campo de las turbinas hidráulicas. A partir de la crisis del petróleo, ha habido reducciones y cancelaciones de presupuestos para programas de investigación tecnológica. En este caso eso no debe ocurrir, se debe continuar aún con presupuestos reducidos, pues sólo así será posible esperar la debida independencia tecnológica en este campo.

#### DE LA VISITA A TURBINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES (TEISA)

Hemos revisado la labor de TEISA, pionero en la industria de turbinas hidráulicas en México, y considerando el gran potencial con -- que cuenta, es posible construir turbinas hidráulicas para PCH en gran escala. Con ello se ahorrarían gran cantidad de divisas por la sustitución de importaciones por parte de C.F.E., se crearían -- más empleos, que tanta falta hacen en estos momentos y se abriría la posibilidad de exportarlos y obtener divisas.

## B I B L I O G R A F I A

"Diseño de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas para Microgeneración".

Ing. Flavio Ferrán Riquelme.

Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Noviembre, 1980.

"Aprovechamiento de Microsistemas Hidráulicos".

Luis Héctor Valdez.

Arnulfo Rangel.

Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Junio, 1978.

Formulación de un Programa de Investigación sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México.

Ing. Flavio Ferrán Riquelme.

Noviembre, 1980.

Alternativas Energéticas en América Latina.

Estudio de Capacidades para el uso de Fuentes no Convencionales de Energía.

OLADE, ONU. 1981.

Primera Reunión Interagencial sobre Cooperación Energética en América Latina. Cuadro Resumen de los Programas de Energía.

OLADE - 1981.

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Vol. 9, Núm. 4, Agosto, 1985.

Documentos Técnicos Elaborados por los Expertos del Programa Regional de P.C.H. de OLADE.

OLADE. Septiembre, 1980.

El Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Latinoamérica y el Caribe.

OLADE. Octubre, 1980.

Tercer Encuentro sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas auspiciado por: SKAT. (Centro Suizo para Tecnología apropiada en América Latina, Recursos y Desarrollo). Cooperación - Universidad de Saint-Gall, Suiza.

Kuala Lumpur Malasia - Marzo, 1983.

Guía para la Aplicación de Pequeñas Turbinas Hidráulicas.

Por G. V. Victorov.

UNIDO. Noviembre, 1984.

China en Desarrollo.

Recursos Energéticos en el Campo.

Publicado por: La Revista "China Reconstruye".

Beijing, China, 1984.

Energía Hidroeléctrica.

Turbinas y Plantas Generadoras.

Ing. Manuel Viejo Zubicaray - Ing. Pedro Alonso Palacios.

México, 1977.

Enciclopedia de México.

José Rogelio Alvarez.

Ciudad de México, 1977.

Rural Electric Power Conference

Rapid City, South Dakota

April, 27-29, 1980.

Institute of Electrical and Electronics  
Engineers, Inc.

**Small Hydropotential in Developing Countries**  
**Dr. Zoellaer, C.I. King, and A. R. Inversin.**  
**1980.**

**Federal Power Commission**  
**The National Power Survey.**  
**Advisory Committee Report:**  
**Research and Development for the**  
**Electric, Utility Industry, 1974.**