

94
29.

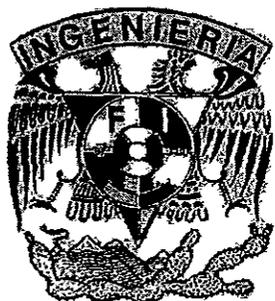


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN
DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO, LA
PAROTA, GUERRERO”.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA
FRANCISCO JAVIER TRUJILLO VARGAS



México, 1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

258413



Universidad Nacional
Autónoma de México

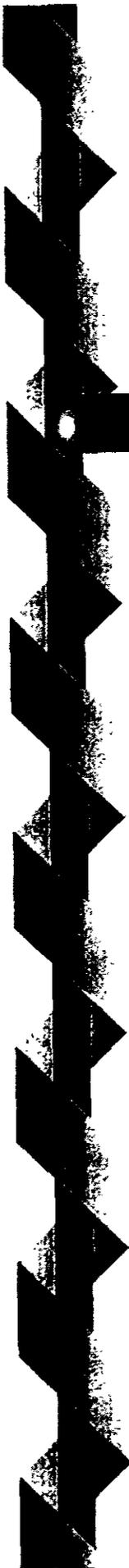


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS:

**ALTERNATIVA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO, LA PAROTA, EDO.
DE GUERRERO**

NOVIEMBRE DE 1997.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-80/97

Señor
FRANCISCO JAVIER TRUJILLO VARGAS
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO HIDROELECTRICO, LA PAROTA, GUERRERO"

- INTRODUCCION**
- I. ASPECTOS GENERALES**
- II. JUSTIFICACION DEL PROYECTO**
- III. DESCRIPCION DEL PROYECTO**
- IV. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL PUERTO DE ACAPULCO**
- V. IMPACTO AMBIENTAL**
- VI. ANALISIS FINANCIERO**
- CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 13 de agosto de 1997.
EL DIRECTOR.



ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*lmf

AGRADECIMIENTOS.

Me encuentro muy contento de ver consumado este trabajo, un acontecimiento que comenzó como una mera ilusión, sembrada muchos años atrás, posiblemente unos veinte. Sin lugar a dudas no se trata de un mérito del que pueda adueñarme, puesto que un inmenso número de personas han estado pendientes de ayudarme.

Primeramente deseo darle gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento, no es fácil y sin su ayuda seguramente no podría festejarlo.

Luego, el papel que mi familia ha desempeñado para conmigo me hace sentir muy afortunado, puesto que es inmensurable la cantidad de beneficios que se obtienen con una familia como la mía, desde el miembro más cercano, hasta el más lejano. A mi madre, Oliva Vargas, a mi padre, Francisco P. Trujillo, a mis hermanos, Juan y Ana Trujillo, a mis abuelos, mamá Rafaela y papá José, y a mis tías, Nene y Esther Trujillo, mi más sincero agradecimiento.

Hay una linda mujer en la que tengo puestas mis ilusiones; sus hermosos ojos verdes, su honestidad, sinceridad y enormes valores humanos me proporcionan gran tranquilidad y al mismo tiempo me permite analizar con más paciencia las cosas, a ti Janette, gracias.

No puedo dejar de lado otro importante núcleo de formación, mis amigos, entre los que se encuentran, compañeros de escuela, maestros e ingenieros, de quienes me honro contar con su amistad.

Espero no pecar por omisión al mencionar algunos nombres, el orden no importa ya que lo que cuenta es su amistad: Luis Estala, Francisco Izquierdo, Carlos Rabago, Francisco Lovera, Carlos Flores, Mónica Villanueva, Adriana Leyva, Israel Reyes, Nidya Pech, Oscar Hernández, Miguel Pedrizco, Uriel Mancebo del Castillo, Noe Torres, Pablo Rodríguez, Fausto, Adela Morales, Bertha, Jorge Tafoya, Luis Moguel, Mauricio Maldonado, Teresa Segovia, Elia Benítez, ...

La Universidad Nacional Autónoma de México, es la institución a la que debo mi preparación y juicio crítico, por ende deseo externar un sincero agradecimiento a todos aquellos catedráticos que tuvieron a bien transmitir sus conocimientos en las aulas de clases.

Al pensar en la Universidad, no escapa de mi pensamiento los múltiples estímulos que he recibido, entre ellos se encuentra el apoyo brindado por el Ingeniero Eric Moreno Mejía, a quien admiro y espero corresponder prontamente; mientras tanto, un sincero gracias.

El Instituto de Ingeniería fue la institución que me abrió las puertas para efectuar mi servicio social y es al Instituto a quien agradezco por ayudarme con la impresión de esta tesis, especialmente a los Ingenieros: Víctor Franco, Armando Martínez y Manuel García Flores.

El Grupo de Ingenieros Civiles Asociados (ICA), es el lugar en donde adquirí la información y algunos recursos para elaborar esta tesis, así como invaluable consejos para llevar a feliz término esta empresa, agradezco enormemente la participación de los Ingenieros: Luis Zarate Rocha, Martín Cordero y Jesús Cruz.

INDICE.

Introducción		1
Capítulo I		
1.- Aspectos Generales		3
1.1.- Condiciones geográficas		3
1.1.1.- Descripción general del área de estudio		3
1.2.- Condiciones físicas		5
1.2.1.- Hidrología		5
1.2.2.- Geología		6
1.3.- Situación social política y económica de la zona		6
Capítulo II		
2.- Justificación del Proyecto		9
2.1.1.- Transmisión de energía		9
2.1.2.- Centrales eléctricas		9
2.1.3.- Elementos principales de una planta hidroeléctrica		10
2.1.4.- Curvas de demanda		11
2.1.5.- Factor de planta		11
2.1.6.- Reserva		12
2.2.- Análisis de la demanda de energía eléctrica		12
2.2.1.- Evolución esperada de la demanda		12
2.2.2.- Comportamiento horario y estacional de la demanda		14
2.2.3.- Variables que intervienen		18
2.2.4.- Energía necesaria y demanda de capacidad		19
2.2.5.- Capacidad comprometida		19
2.2.6.- Perspectivas de exportación		19
2.2.7.- Oportunidades de participación de inversionistas privados en la generación de energía eléctrica		20
2.2.8.- Evolución esperada del consumo de combustibles fósiles		20
2.3.- Las presas hidroeléctricas como opción para generar energía		21
2.3.1.- Situación eléctrica de México		21
2.3.2.- Comparación entre plantas hidroeléctricas y termoeléctricas		23
2.3.3.- Central hidroeléctrica La Parota		24
2.4.- Otras actividades		25
2.4.1.- Turismo y recreación		25
2.4.2.- Pesca y acuicultura		26
2.4.3.- Agricultura		27
2.4.4.- Riego		27

	2.4.5.- Control de avenidas	27
	2.5.- Beneficios	27
	2.5.1.- En generación de energía eléctrica	27
	2.5.2.- Económicos	27
	2.5.3.- Generación de empleos	28
	2.5.4.- Abastecimiento de agua potable	28
	2.5.5.- Riego	28
	2.5.6.- Saneamiento ecológico	28
	2.5.7.- Desarrollo turístico	28
	2.5.8.- Control de inundaciones	29
Capítulo III		
	3.- Descripción del Proyecto	30
	3.1.- Obra de desvío	31
	3.2.- Obra de toma	32
	3.3.- Obra de contención	33
	3.4.- Obra de generación	34
	3.5.- Obra de excedencias	36
	3.6.- Características generales del P.H. La Parota	36
Capítulo IV		
	4.- Suministro de Agua Potable al Puerto de Acapulco	39
	4.1.- Captación	40
	4.2.- Conducción	43
	4.3.- Estado actual	45
	4.4.- Demanda de agua potable	46
	4.5.- Acueducto La Parota-Acapulco	48
	4.6.- Características generales	52
Capítulo V		
	5.- Impacto Ambiental	55
	5.1.- Impacto de la construcción en el entorno ecológico	55
	5.2.- Rehabilitación de la Laguna de Tres Palos	57
Capítulo VI		
	6.- Análisis Financiero	59
	6.1.- Análisis económico de proyectos del sector público	59
	6.1.1.- Técnicas para la toma de decisiones para resolver problemas económicos a corto plazo	59
	6.1.2.- Estimación durante la planeación	59
	6.1.3.- Análisis económico de proyectos del sector público	60
	6.1.3.1.- Naturaleza de los proyectos públicos	60
	6.1.3.2.- Objetivos de la evaluación de proyectos	61
	6.1.3.3.- Análisis beneficio – costo	61

6.1.3.4.- Consideraciones importantes en la evaluación de proyectos públicos	62
6.2.- Análisis económico del proyecto, para la iniciativa privada	64
6.2.1.- Análisis financiero	65
6.2.2.- Bases para la evaluación económica	67
Conclusiones	68
Bibliografía	70

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

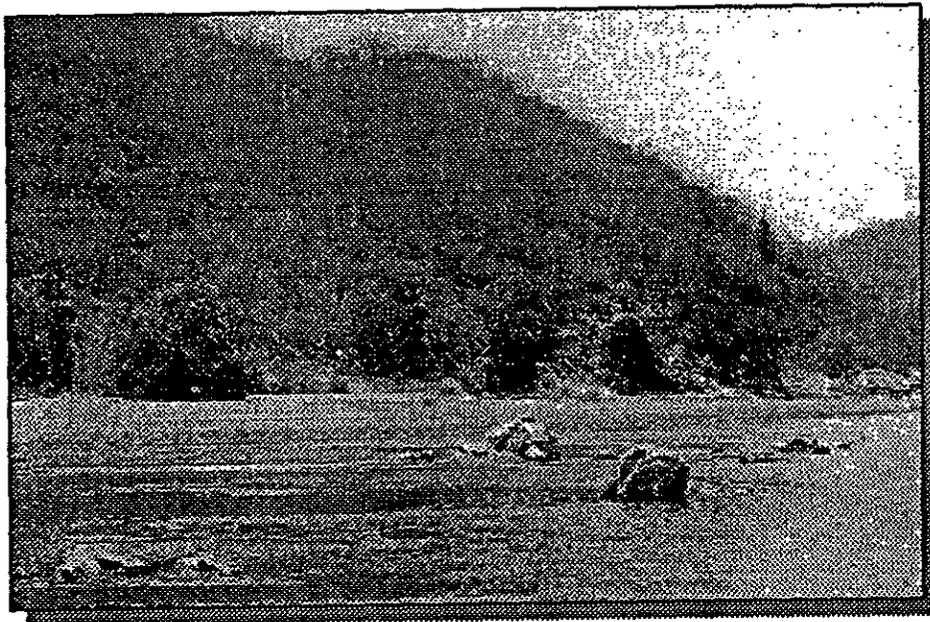
El aprovechamiento racional de los recursos naturales es una premisa fundamental del desarrollo sustentable, enfoque que permitirá ofrecer un futuro promisorio a las generaciones venideras.

El agua es fuente inagotable de vida. Todos los sistemas ambientales en nuestro planeta dependen de ella. Pero cuando la fuerza del agua desborda cauces, produce daños y destrucción.

Es por ello que el hombre, en su búsqueda incesante por mejorar sus condiciones de vida, ha tratado de controlar las aguas de los ríos que surcan la superficie de su territorio.

En ese afán ha construido una gran cantidad de obras hidráulicas cuya utilización le ha permitido dotar de agua potable a ciudades, irrigar superficies cultivables, controlar las grandes crecientes de los ríos, producir energía eléctrica y desarrollar otras actividades productivas y recreativas para beneficio del ser humano.

El proyecto La Parota se localiza sobre el Río Papagayo, en el estado de Guerrero a 28 kilómetros aguas arriba de su desembocadura al Océano Pacífico y a unos 30 kilómetros al noreste de Acapulco.



Río Papagayo

El proyecto La Parota fue concebido para aprovechar el potencial hidroenergético del Río Papagayo pero ahora se ve como un proyecto hidráulico de propósitos

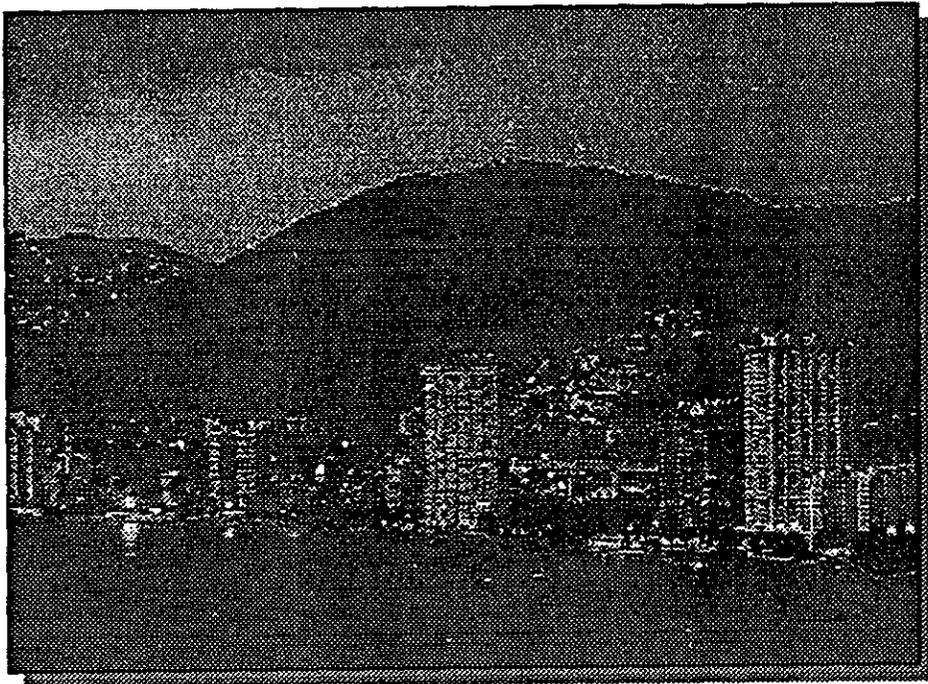
múltiples, contempla la construcción de una presa de almacenamiento y control de avenidas, una central hidroeléctrica, un acueducto, el desarrollo de una zona de riego, el impulso al aprovechamiento del embalse para desarrollar la acuicultura y actividades turísticas, también incluye la construcción de obras que permitirán sanear la laguna de Tres Palos.

Esta visión del proyecto permite plantear un esquema de financiamiento y recuperación del proyecto y hacer más viable su construcción.

Las captaciones Papagayo I y II, requieren importantes bombeos para llevar el agua captada hasta los puntos de distribución principales que son los túneles alto y bajo y los tanques la bandera y renacimiento.

Otro aprovechamiento importante de los recursos hidráulicos del Río Papagayo es el suministro de agua potable para Acapulco.

En el renglón agrícola el Río Papagayo no ha sido muy desarrollado, en toda la cuenca se cultivan un poco más de 2,500 hectáreas.



Puerto de Acapulco

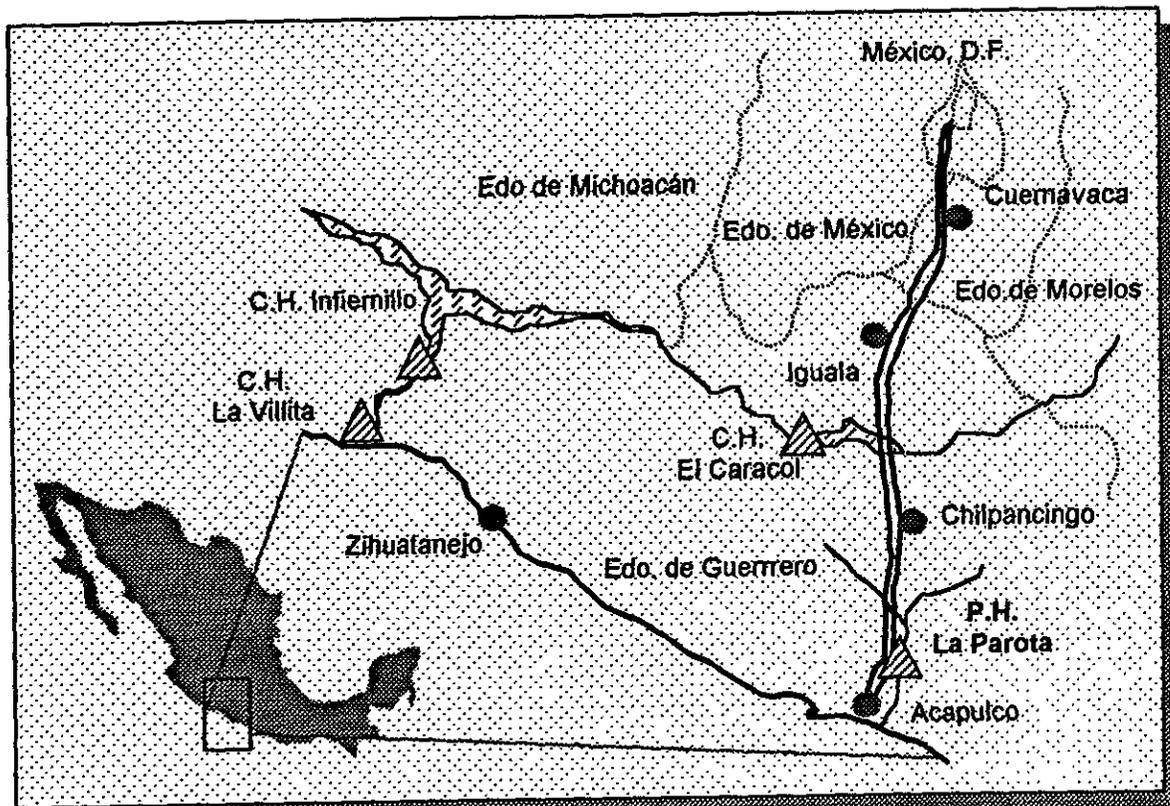
I

**ASPECTOS
GENERALES**

1. ASPECTOS GENERALES.

1.1. CONDICIONES GEOGRÁFICAS.

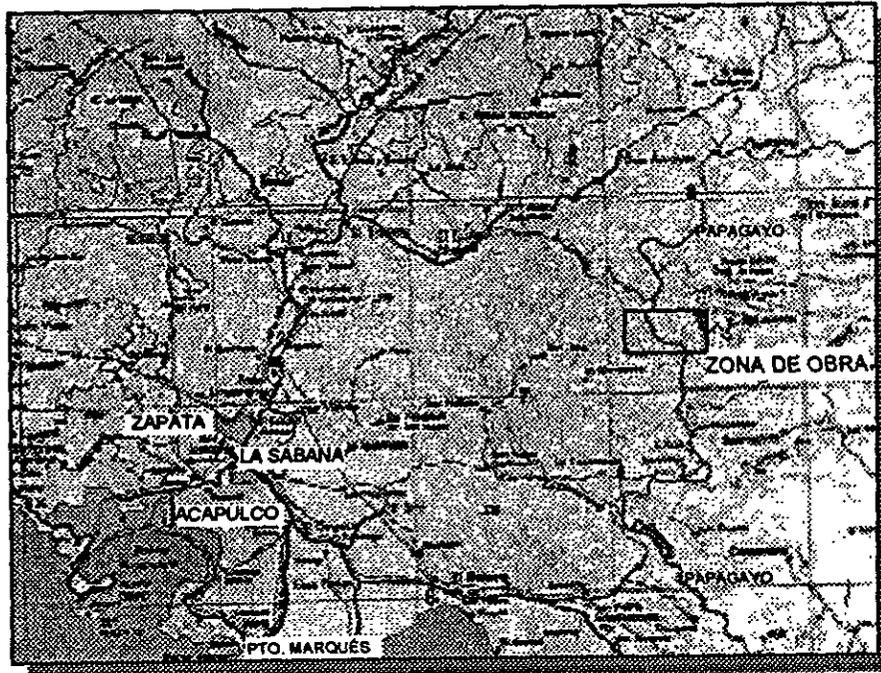
1.1.1. Descripción general del área de estudio. La ciudad de Acapulco, se localiza en la costa del Océano Pacífico del Estado de Guerrero a los 99°53' de longitud oeste y a los 16°51'30" de latitud norte del meridiano Greenwich. Es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre, el cual colinda al norte con el municipio de Chilpancingo de los Bravo, al este con los municipios de Juan R. Escudero y San Marcos, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el municipio de Coyuca de Benítez. Tiene una extensión territorial de 1,882.6 km², que representa el 2.95% de la superficie total del estado.



Croquis de localización

La ciudad es considerada como un centro de importancia turística a nivel nacional internacional, debido a lo cual presenta un crecimiento de la mancha urbana de tal magnitud que han quedado conurbadas pequeñas poblaciones circunvecinas, como son la Sabana, Puerto Marqués, Col. Zapata y la recién creada ciudad Renacimiento entre otras.

El área donde se localiza la ciudad pertenece a la región hidrológica No. 19, de la cuenca del río Sabana, cuyo río descarga en la Laguna de Tres Palos y en la Bahía de Puerto Marqués, localizadas al sur - este de Acapulco. La parte principal de la ciudad se encuentra en una pequeña subcuenca que drena a la Bahía de Acapulco por medio de pequeños arroyos que en su parte baja son entubados hasta su descarga. Existen recursos hidráulicos cercanos a la cuenca del Río de La Sabana como son: El Río Papagayo, de donde se abastece en gran porcentaje a la ciudad de Acapulco de agua potable; los arroyos El Chorro, Moyado, Chapultepec y Montealegre, que son la otra fuente de abastecimiento y también existen dos manantiales de aguas termales denominados La Concepción y Aguascalientes.



Ubicación geográfica

Las temperaturas máximas y mínimas registradas son de 28°C y 22°C respectivamente, siendo el valor promedio de 26°C considerándose como clima subhúmedo cálido. La temporada de lluvias empieza en junio y termina en septiembre, con valores de 1,500 a 2,000 mm teniendo lluvias aisladas en los meses de octubre a diciembre, las lluvias de mayor magnitud son las de tipo ciclónico.

Acapulco se ubica entre la cota 0 y la 300, teniendo en el municipio alturas máximas de 1,699 m, siendo la configuración del terreno de tipo plano (20%), lomerío (40%) con pendientes medias y escarpado (40%). La geología de la región está conformada por suelos de tipo Chernozem o negro y Estepas Prairig.

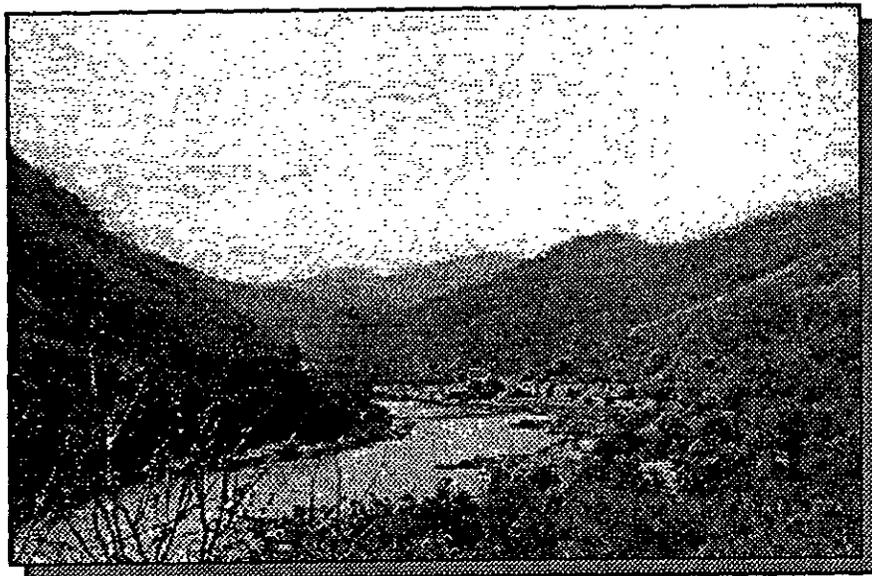
La cuenca del Río Papagayo cuenta con una superficie total de casi 7,500 kilómetros cuadrados, y se desarrolla en su totalidad dentro del Estado de Guerrero. Esta cuenca genera un escurrimiento medio anual del orden de 4,000 millones de metros cúbicos al año.

El proyecto hidroeléctrico "La Parota" que se localiza sobre el Río Papagayo a 30 km de la ciudad de Acapulco, Guerrero, es el proyecto más importante de la región pacífico sur, tanto por su capacidad de generación, como por la cercanía de los centros de consumo y por los beneficios adicionales que se obtendrán con su construcción.

1.2. CONDICIONES FÍSICAS.

1.2.1. Hidrología.

Área de la Cuenca	7 480 km ²
Área de Captación	7 067 km ²
Número de años de registro	29
Escurrecimiento medio anual	4 211 hm ³
Gasto medio	133.5 m ³ /s
Volumen aprovechable	3 978 hm ³



Sitio del P.H. La Parota

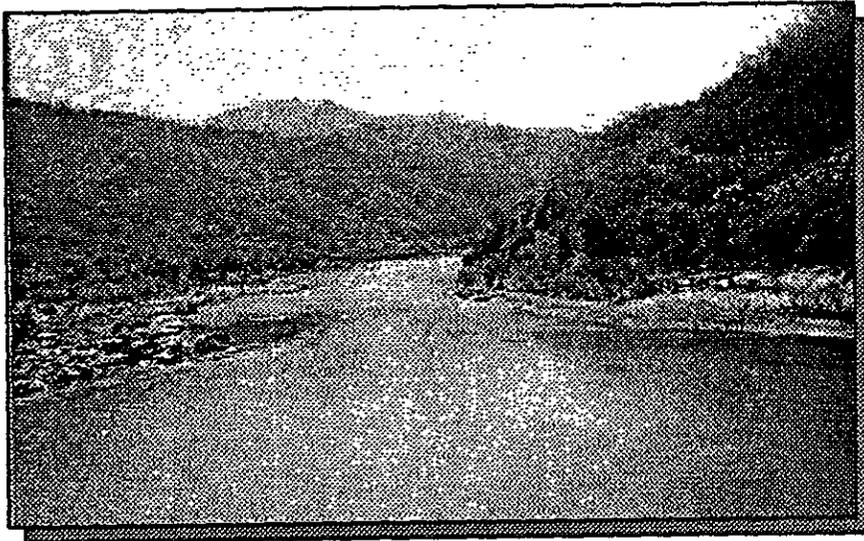
1.2.2. Geología.

Boquilla:

Rocas metamórficas (Gneiss), del Mesozoico - Triasico (tipo pelítico), intrusionadas por diques graníticos en algunas partes, foliación buzante hacia aguas arriba.

Zona de Diques:

Gneiss de tipo cuarzo feldespático intrusionado por diques de granito, dioritas y andesitas cubiertos en ocasiones por el mismo Gneiss alterado.



Sitio del P.H. La Parota

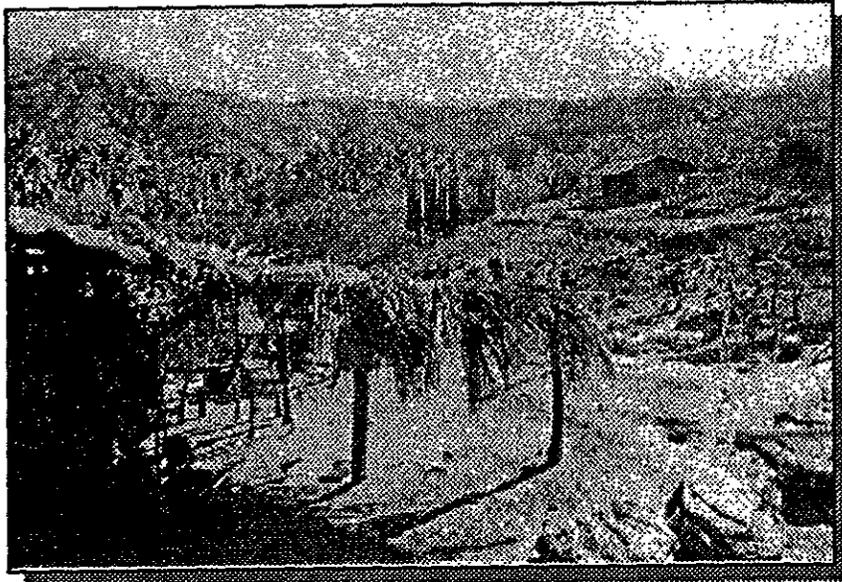
1.3. SITUACIÓN SOCIAL POLÍTICA Y ECONÓMICA DE LA ZONA.

Otro de los aspectos fundamentales que se consideraran paralelamente al desarrollo del proyecto, lo representa el conocimiento del medio social que involucra directa e indirectamente la construcción del mismo.

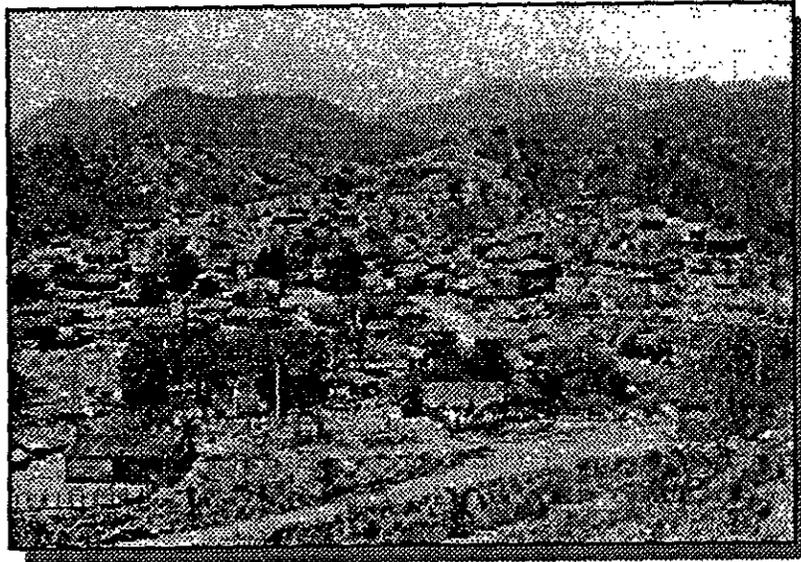
Este conocimiento hacia las comunidades y sus pobladores, obedece a que la construcción de obras de gran magnitud producen cambios en la dinámica social, política, económica y cultural que a través de los años ha mantenido un equilibrio entre las comunidades.

Debido a la importancia de este proceso, la Comisión Federal de Electricidad, a través de sus áreas especializadas en aspectos sociales ha realizado estudios tendientes a identificar en el área de influencia del proyecto, los siguientes aspectos: formas de organización social, procesos productivos, formas de aprovechamiento de los recursos, servicios e infraestructura disponibles y otros

aspectos que precisen las acciones para minimizar los cambios negativos y multiplicar los favorables.



Poblado Pochottaxco



Colonia Guerrero

Con los resultados de estos y de otros estudios se están elaborando programas específicos de desarrollo social que contemplan la reactivación y restitución de bienes, servicios, infraestructura, actividades productivas, y el desarrollo comunitario; actividades que se pondrán con práctica durante las etapas de construcción y operación del proyecto. Todo lo anterior será implementado en estricto acuerdo con los pobladores y autoridades federales, estatales y

municipales, respetando las costumbres y necesidades de los núcleos de población.

Con base en la dinámica demográfica de los últimos 20 años, la cual permite observar la reducción de la tasa anual promedio de crecimiento poblacional, y de acuerdo a las políticas nacionales de disminución de la misma, en el Estudio de Factibilidad Técnica y Financiera, entregado a la Comisión de Agua Potable y Obras Urbanas de Interés Social del Municipio de Acapulco (CAPOUISMA) en marzo de 1993; se propone el siguiente esquema de tasas de crecimiento para los próximos años:

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO
1993-2000	4.00
2001-2005	3.50
2006-2010	3.00
2011-2012	2.50

Siguiendo estas tendencias, el crecimiento anual de la población se presenta como sigue:

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE ACAPULCO, GRO.

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACIÓN
1993	4.00	585,598
1994	4.00	609,021
1995	4.00	633,383
1996	4.00	658,718
1997	4.00	685,718
1998	4.00	712,469
1999	4.00	740,968
2000	4.00	770,607
2001	3.50	801,431
2002	3.50	828,481
2003	3.50	858,513
2004	3.50	888,561
2005	3.50	919,661
2006	3.00	951,849
2007	3.00	980,404
2008	3.00	1'009,816
2009	3.00	1'040,111
2010	3.00	1'071,314
2011	2.50	1'103,453
2012	2.50	1'131,040

II

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

2.1.1. Transmisión de energía.

En 1886, Marcel Deprez y Arsene D' Arsonoval, físicos franceses, inventaron la forma de transmitir energía eléctrica. Este descubrimiento tuvo una gran trascendencia para el ingeniero civil, porque a partir de ese momento fue posible desarrollar las centrales hidroeléctricas.

El principio es el siguiente:

1. El gasto y el desnivel producen energía mecánica en el rodete de la turbina. Dicha energía es transmitida al generador, que a su vez produce electricidad a bajo voltaje: 13.8 y 17 KV en México (en otros países 21 KV). El bajo voltaje es para evitar aislamientos caros entre alambres de la bobina del generador.
2. La línea de transmisión. Una vez salida la energía del generador es necesario subir el voltaje para hacer la transmisión por los cables. Para una potencia dada, al subir el voltaje se baja la intensidad y pueden ponerse cables de menor diámetro, lo que es la razón económica más importante para hacerlo.

El voltaje se eleva con sistemas de transformadores llamados subestaciones elevadoras, dado que, durante la transmisión se pierde carga y cada determinada longitud hay necesidad de sobre elevar el voltaje. En México el voltaje de transmisión es de 230 KV o 440 KV, y se proyecta construir líneas con 800 KV, ya sea con corriente directa o alterna. Con corriente directa hay menos pérdidas, pero el equipo necesario es más costoso.

Una vez que se llegó al centro de consumo, se baja el voltaje para repartirlo por la ciudad a 6,000 o 13,000 volts, utilizando las llamadas subestaciones reductoras. Este voltaje se transmite por las calles y con transformadores colgados de los postes de luz se baja aún más (115 V ó 220 V) para entregarlo al consumo doméstico.

2.1.2. Centrales eléctricas.

En términos generales, puede decirse que la energía eléctrica proviene de dos fuentes principales, a saber: hidráulicas y térmicas, en las segundas quedan incluidas las nucleares.

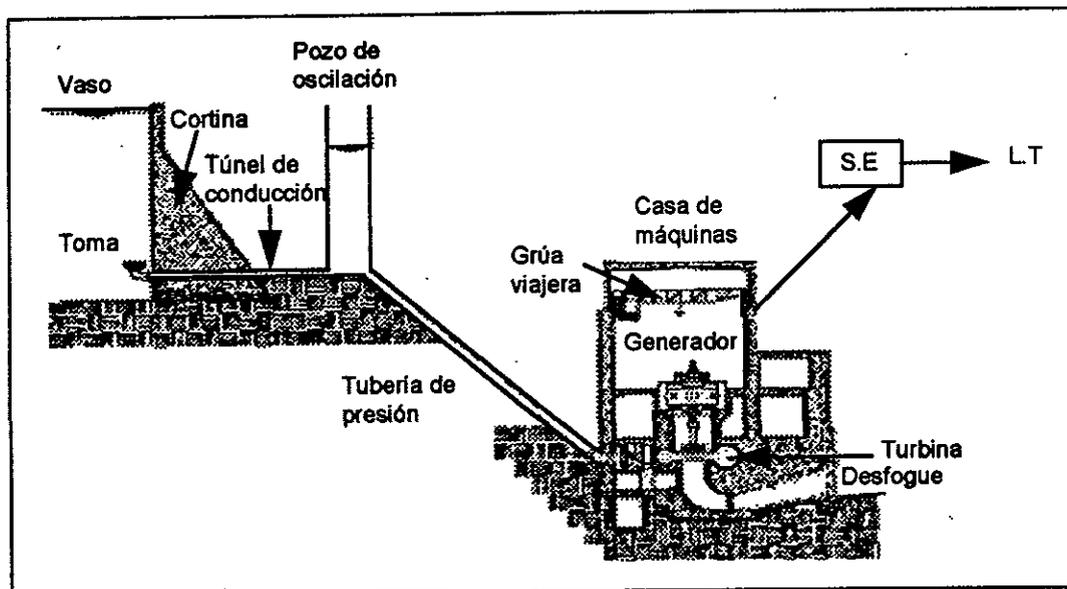
Sin embargo, una visión más completa de las fuentes de energía eléctrica puede ser la siguiente:

1. Hidroeléctricas.
2. Termoeléctricas.
3. Geotérmicas (Cerro Prieto, Los Azufres).
4. Nucleares (Laguna Verde).
5. Eólicas.
6. Maremotrices.
7. Solares (San Luis de la Paz: en etapa de prueba).

2.1.3. Elementos principales de una planta hidroeléctrica.

Algunas de las obras que son necesarias para conducir el agua desde el embalse hasta la turbina son:

- Obra de toma,
- Obra de contención,
- Túnel de conducción,
- Pozo de oscilación,
- Tubería de presión,
- Casa de máquinas,
- Grúa Viajera,
- Generador,
- Turbina,
- Desfogue.



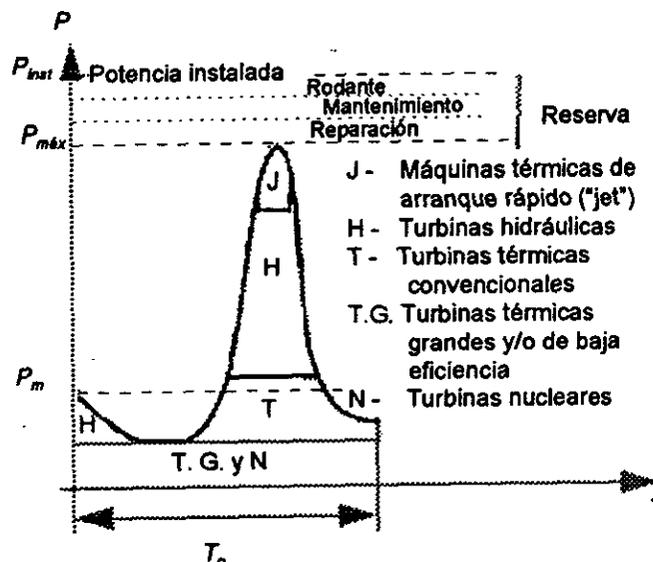
S.E., Subestación eléctrica.
L.T., Línea de transmisión.

2.1.4. Curvas de demanda.

La representación cronológica de la relación "tiempo - potencia demandada" se llama curva de demanda, y el área bajo dicha curva es la energía pedida en un lapso determinado. Si esta gráfica reproduce el funcionamiento de una central en particular se denomina curva de operación. Una vez conocida la curva de demanda se debe resolver el problema siguiente: ¿con qué tipo de máquina debe proporcionarse la energía pedida?, un sistema integrado de potencia debe contar con máquinas hidráulicas y térmicas. En general, las hidráulicas toman con facilidad las variaciones de potencia sin afectar mucho su eficiencia, y sucede exactamente lo contrario con las térmicas. Por eso es conveniente que cada tipo de máquina se coloque en la curva de demanda, de la siguiente manera:

- En la base, turbinas térmicas grandes y/o de baja eficiencia, así como turbinas nucleares.
- Posteriormente se colocarían las turbinas térmicas convencionales.
- En seguida se ubicarían las turbinas hidráulicas.
- Y en la punta de la curva se localizarían las máquinas térmicas de arranque rápido ("jet").

Desde luego, por arriba de la potencia máxima requerida (máximo de la curva de demanda), se encuentra la potencia instalada, tanto como la reserva lo determine.



2.1.5. Factor de planta.

La forma de la curva de operación de una planta hidroeléctrica indica si ésta trabaja mucho o poco tiempo con su potencia máxima. Así se dice que una planta es de "pico" si trabaja fundamentalmente a mayor capacidad durante las horas de máxima demanda, aun cuando fuera de dichas horas deje de funcionar. Si la

planta trabaja con una potencia que no tome muchas variaciones, se dice que es de "base". Para hacer esta clasificación se usa el concepto llamado *factor de planta*.

$$f_p \leq 0.40, \text{ planta de pico}$$

$$f_p > 0.40, \text{ planta de base}$$

2.1.6. Reserva.

La necesidad de garantizar el servicio obliga a instalar una potencia mayor que la máxima demandada. A este exceso de potencia se le llama "reserva" y se clasifica en la siguiente forma:

1. *Reserva rodante*. Constituida por máquinas que giran en vacío, es decir, sin producir energía, de manera que en caso de falla puedan entrar en el sistema con rapidez.
2. *Reserva por mantenimiento*. Cada determinado tiempo las máquinas deben retirarse temporalmente para recibir mantenimiento; en este caso son sustituidas por las que están en la reserva específicamente para este fin.
3. *Reserva para reparación*. Sustituyen a las máquinas que tienen fallas imprevistas.

2.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La industria eléctrica ha sido tradicionalmente, factor fundamental para el desarrollo económico de México. El abasto suficiente y oportuno de electricidad es el soporte básico de la planta productiva del país. Es precisamente el carácter estratégico de esta actividad lo que torna indispensable atender permanentemente los requerimientos de capacidad adicional, adaptación a los cambios tecnológicos y adecuación a las distintas modalidades de inversión, previstas en la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica

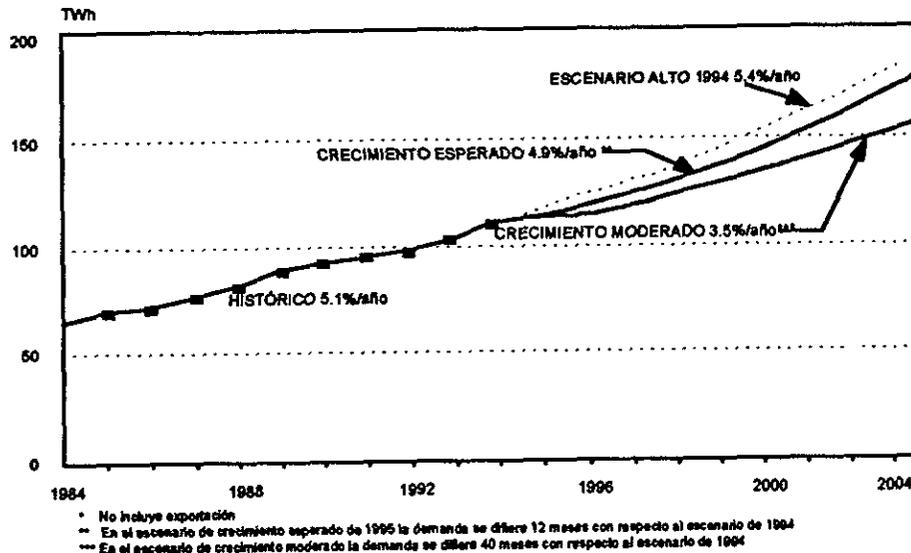
2.2.1. Evolución esperada de la demanda.

El proceso de estimación consiste en:

- a) Ajustar y perfeccionar los modelos sectoriales, cuyas variables independientes son socioeconómicas, para reflejar la evolución histórica de las ventas de cada sector, y
- b) Efectuar e integrar las proyecciones de las ventas sectoriales para obtener las ventas totales de la siguiente década.

Considerando 1994 como año base, se asumieron dos escenarios de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), el *escenario de crecimiento esperado*, que asume las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y el *escenario de crecimiento moderado*, que supone la recuperación económica más lenta a partir de la situación actual.

**HISTORIA Y ESTIMACIÓN DE VENTAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SECTOR ELÉCTRICO
ESCENARIOS DE CRECIMIENTO***



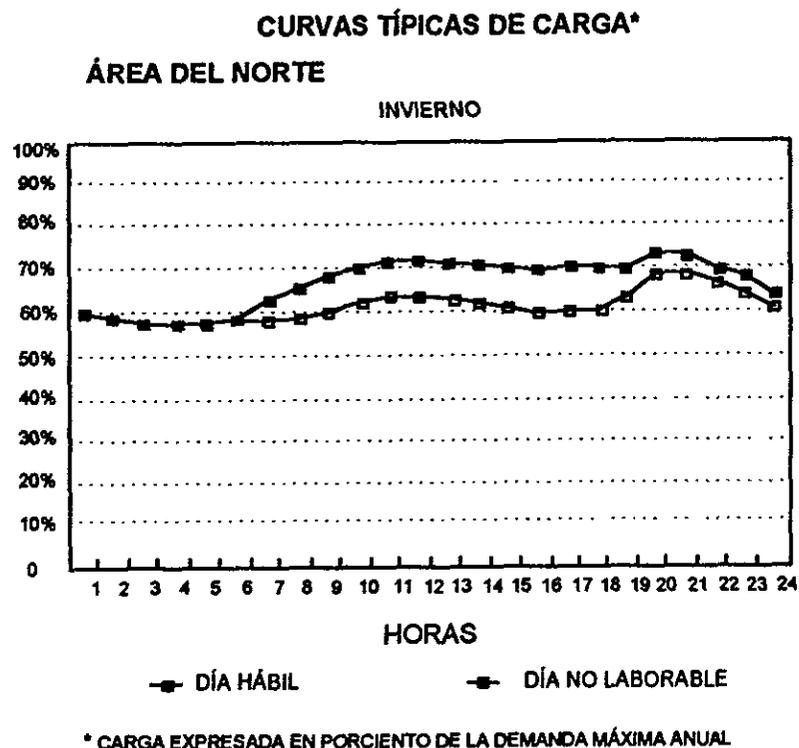
En materia de indicadores socioeconómicos se utilizan la dinámica de la población (que se supone crecerá en promedio al 1.7% anual durante la década) y el número de viviendas (que aumentará 2.4% anual en el escenario esperado y 2.3% en el escenario moderado).

CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LAS VENTAS (%)

Sector	1985 - 1994	1995 - 2004	intervalos de confianza al 80%
RESIDENCIAL	7.6	4.3	3.4 - 5.1
COMERCIAL	3.9	4.7	4.3 - 5.1
SERVICIOS	3.1	2.4	0.5 - 3.9
INDUSTRIAL	4.8	5.6	5.3 - 5.9
AGRÍCOLA	3.5	1.9	0.8 - 3.0
TOTAL (sin exportación)	5.1	4.9	4.4 - 5.0

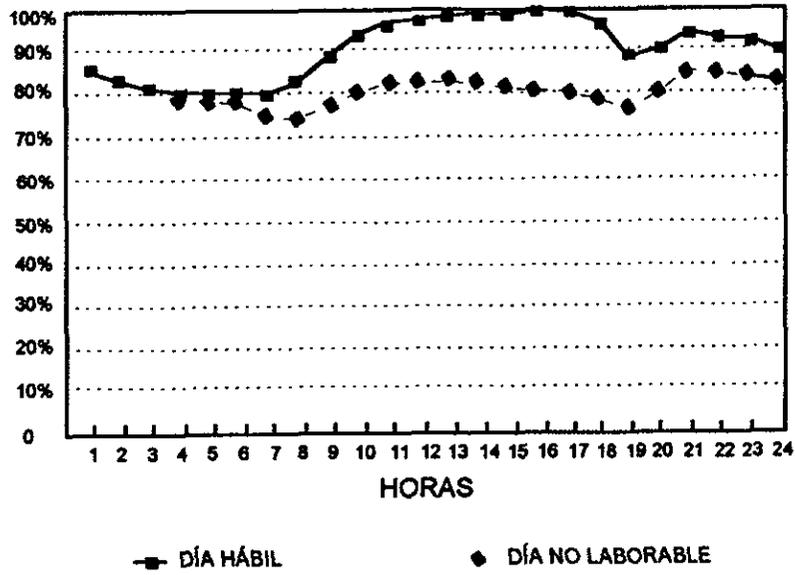
2.2.2. Comportamiento horario y estacional de la demanda

La carga global de un sistema está constituida por un gran número de "cargas" (potencia requerida por los dispositivos eléctricos de consumo), individuales de diferentes clases (industrial, residencial, comercial, etc.) de potencia pequeña comparada con la potencia total consumida. Los instantes respectivos de conexión y desconexión de estas cargas son aleatorios, pero la potencia media requerida en un período dado por el conjunto de cargas sigue una ley bien determinada, que depende del ritmo de las actividades humanas en la región servida por el sistema eléctrico. Algunas curvas típicas son las siguientes:



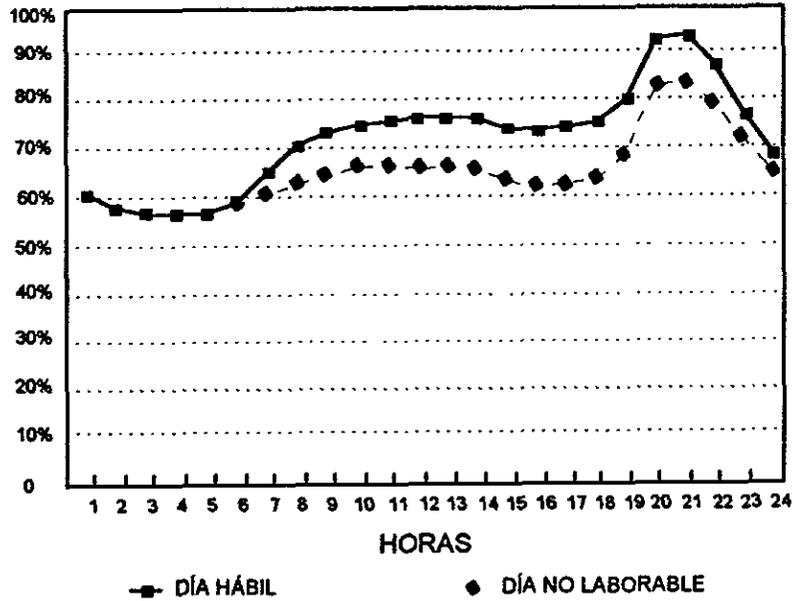
ÁREA DEL NORTE

VERANO

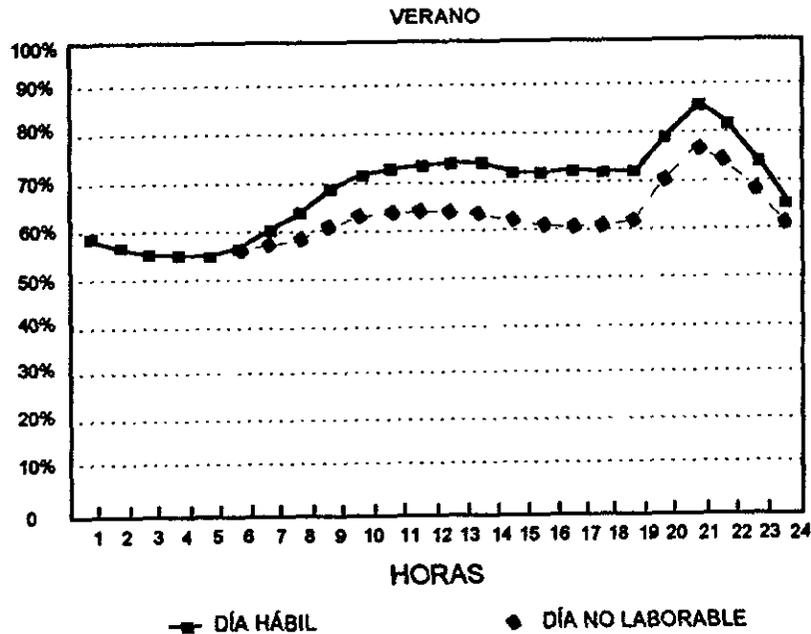


ÁREA DEL SUR

INVIERNO



ÁREA DEL SUR



A diciembre de 1995, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) tenía 69,868 km de líneas de transmisión, que operaban en niveles de tensión de 69 a 400 KV. Del total anterior, el 16.3% corresponde a líneas de 400 KV; el 27.8% a las líneas de 230 KV, y el 55.9% restante a las líneas con tensiones de 69 a 161 KV. En subestaciones de transmisión y distribución se tenía una capacidad instalada de 132,561 MVA.

En la planeación de la capacidad, el SEN se divide en nueve áreas, estas son:



CAPACIDAD EFECTIVA POR ÁREA (MW)

ÁREA	HIDROELÉCTRICA	HIDROCARBUROS					DUAL	CARBOELÉCTRICA	GEOTERMIOELÉCTRICA Y EÓLICA	NUCLEOELÉCTRICA	TOTAL
		TÉRMICA CONVENCIONAL	CICLO COMBINADO	TURBOGÁS	C. INTERNA						
NOROESTE	519	1842		157						2518	
NORTE	25	1074	200	253						1552	
NORESTE	117	1685	378	170			1900			4250	
OCCIDENTAL	1507	3508	218	40		2100		98		7471	
CENTRAL	1902	2474	482	374						5232	
ORIENTAL	5050	1517	400	37				37*	675	7716	
PENINSULAR		442	220	404						1066	
BAJA CALIF.		620		177				620		1417	
BAJA CALIF. SUR		112		96	82					290	
ZONAS AISLADAS				69	67					136	
TOTAL	9121	13274	1898	1777	149	2100	1900	755*	675	31649***	

* incluye 1.6 MW de la Eólica de la Venta.

** Las cifras están redondeadas a números enteros por lo que los totales podrían no corresponder exactamente a las sumas.

***La capacidad total incluye en "zonas aisladas" 58 MW en turbogás arrendada a Honduras.

Las siete primeras se encuentran interconectadas entre sí y forman el Sistema Interconectado Nacional (SIN), las últimas dos permanecen como sistemas independientes, debido a que su interconexión con el resto de la red nacional no se ha justificado por razones técnicas y económicas

En términos generales, la potencia máxima de transmisión de un enlace depende de los siguientes factores: a) límite térmico de los conductores; b) control de voltaje en los extremos del enlace, y c) margen de seguridad para preservar la integridad y estabilidad del sistema al ocurrir una contingencia crítica en una unidad generadora o en un elemento de la red. En el caso de la red nacional, los factores b) y c) son los que, con mayor frecuencia, restringen la potencia máxima de transmisión de los enlaces.

Los proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica tienen periodos largos de maduración. Para que una nueva central de generación se encuentre en condiciones de iniciar su operación comercial, se requiere un período previo de cuatro a siete años, en el cual se realizan las actividades de diseño, licitación y

construcción del proyecto. Debido a lo anterior es necesario planificar la expansión del sistema eléctrico a largo plazo.

El programa de expansión óptimo se determina mediante modelos de optimización y simulación. La capacidad requerida toma en consideración el impacto de diversos factores en la confiabilidad del suministro, como la variación horaria y estacional de la demanda; la disponibilidad aleatoria de las unidades generadoras y de las líneas de transmisión, y la incertidumbre con respecto a las aportaciones hidráulicas.



2.2.3. Variables que intervienen.

En la estimación de los requerimientos de capacidad del sistema eléctrico nacional intervienen las siguientes variables:

Energía necesaria y demanda de capacidad. Esta variable es intrínsecamente incierta, pues se debe estimar con muy amplia anticipación. La estimación de la energía necesaria se ajusta cada año y en ella se toma en cuenta el programa de reducción de pérdidas en las redes de transmisión, subtransmisión y distribución.

Capacidad existente. Es la suma de las capacidades de los medios disponibles en el sistema (centrales de generación, compras firmes, etc.) al inicio del período decenal que comprende el estudio.

Capacidad comprometida. Incrementos de capacidad que entrarán en operación a lo largo del período, provenientes de fuentes de generación en proceso de construcción, licitación o ya contratadas, así como de compras firmes de capacidad, incluyendo importaciones.

Adiciones de capacidad por modernización. Capacidad que se logra mediante mejoras en los procesos de generación y mediante la incorporación de adelantos tecnológicos.

Capacidad retirada. Capacidad que se pondrá fuera de servicio a lo largo del período, por terminación de la vida útil o económica de las instalaciones o por vencimiento de contratos de compra de capacidad.

Capacidad adicional. Capacidad no comprometida que podrá ser suministrada por proyectos de inversionistas privados o de la CFE, según sea el caso.

2.2.4. Energía necesaria y demanda de capacidad.

Considerando el escenario de crecimiento esperado, al 31 de diciembre de 1995 se requería incorporar al sistema 12, 761.7 MW de capacidad en el período 1996-2005. De éstos 2,995.7 MW corresponden a la capacidad comprometida y a los 9,766 MW restantes se refieren a capacidad adicional. El estudio de los requerimientos de capacidad adicional se actualiza anualmente incorporando nueva información sobre las tendencias de la demanda, las opciones de expansión y la participación de los particulares en la generación.

2.2.5. Capacidad comprometida.

El programa de unidades generadoras en proceso de construcción o comprometidas, se presenta en el siguiente cuadro, en el se indican la identificación del proyecto, la región donde se ubica, su capacidad y la fecha prevista de operación comercial.

2.2.6. Perspectivas de exportación.

- a) Con Belice se estableció un nuevo convenio entre la CFE y la compañía de suministro eléctrico de Belice para incrementar la exportación de 5 MW a 6 MW a partir de 1997, hasta 18 MW a partir de que se cuente con mayor

disponibilidad por la entrada en operación de la central Mérida III y la segunda línea de transmisión Ticul a Xul - Ha en una segunda etapa, y hasta 25 MW a partir de la operación en 230 KV de la línea de transmisión Ticul a Xul - Ha.

- b) Guatemala. Se han estado realizando estudios para llevar a cabo operaciones de exportación a Guatemala y otros países centroamericanos.

2.2.7. Oportunidades de participación de inversionistas privados en la generación de energía eléctrica.

Si bien de tiempo atrás ha existido la oportunidad de que los particulares generen electricidad destinada al autoabastecimiento, a partir de las modificaciones introducidas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a la publicación de su Reglamento, en 1992 y 1993 respectivamente, la posibilidad se ha extendido a las modalidades de cogeneración, pequeña producción y producción independiente. De acuerdo con el estudio *Desarrollo del Mercado Eléctrico*, durante 1995 la generación de energía eléctrica para autoconsumo fue del orden de 9.67 TWh., y se estima que crecerá a una tasa de 6% para alcanzar 17.2 TWh en el año 2005.

Durante 1993 a 1996 se han otorgado 49 permisos bajo algunas de las modalidades de generación externa consideradas, para alcanzar una capacidad de 1,921 MW, y uno de 4 MW para importación.

Podemos citar algunos proyectos que ya tienen contratos firmados con la CFE, uno de cogeneración ubicado en Altamira, Tamps., con capacidad de 100 MW, de los cuales 60 requieren servicio de transmisión para consumo en cargas ubicadas en el área de Monterrey, N.L., otro para autoabastecimiento ubicado en San Juan del Río, Qro. con capacidad de 21.3 MW, de los cuales 3.7 requerirán servicio de transmisión para alimentar cargas ubicadas en Guadalajara, Jal., y otro más de cogeneración localizado en la ciudad de Cozumel, Q. Roo. con una capacidad de generación de 29.5 MW.

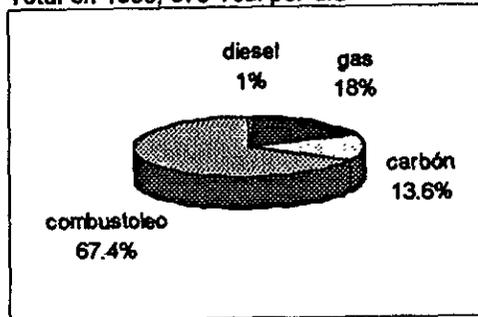
2.2.8. Evolución esperada del consumo de combustibles fósiles.

Tomando en cuenta la evolución de los precios relativos esperados para el gas y el combustóleo, el consumo de combustibles fósiles en el año 2005, habrá registrado una disminución sustancial del combustóleo (-4.2% anual), y otra, menor, del diesel (-8% anual). En cambio, el consumo de gas natural habrá aumentado muy significativamente (+16.9% anual), así como el de carbón (+8% anual). Debido a que la central dual Petacalco espera iniciar el consumo de

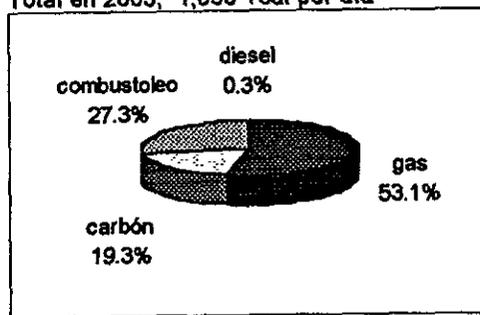
carbón importado a partir de 1999, hasta alcanzar 6.25 millones de toneladas en 2005).

CRECIMIENTO Y ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA GENERACIÓN BRUTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Total en 1995, 676 Tcal por día



Total en 2005, 1,090 Tcal por día



Esta reducción del consumo de combustóleo por parte de la CFE, se debe al cambio a gas en centrales existentes para cumplir con la normatividad ambiental.

2.3. LAS PRESAS HIDROELÉCTRICAS COMO OPCIÓN PARA GENERAR ENERGÍA

2.3.1. Situación eléctrica de México.

El desarrollo eléctrico de un país debe estar sujeto a la aplicación de una planeación adecuada, lo cual además resulta mucho más barato, ya que así se estudian con cuidado todos los factores del crecimiento y pueden seleccionarse mejores alternativas.

Si se conoce la situación energética de un país y se analizan los factores relacionados con ella, como son: capacidad económica, avance tecnológico,

potencial energético y nivel cultural, puede entenderse por qué el desarrollo ha seguido tal o cual camino.

El mayor desarrollo hidroeléctrico de nuestro país se encuentra en la cuenca del Río Grijalva en el sureste del país y esta integrado por las centrales Belisario Domínguez (Angostura), M. Moreno Torres (Chicoasén), Malpaso y A. Albino Corzo (Peñitas). La capacidad total del conjunto es de 3,900 MW y representa 42.7% de la capacidad hidroeléctrica en operación a diciembre de 1994.

Otro desarrollo hidroeléctrico importante es el de la cuenca del Río Balsas, localizado al sur del país. Las centrales que integran este conjunto son: C. Ramírez Ulloa (Caracol), Infiernillo y J. Ma. Morelos (La Villita), con un total de 1,895 MW que corresponden a 20.8% de la capacidad hidroeléctrica. En 1994 entró en operación la central hidroeléctrica Aguamilpa - Solidaridad, con 960 MW, que corresponden al 10.5% de la capacidad hidroeléctrica. Esta central se localiza en el estado de Nayarit en la cuenca del Río Santiago. El 26.0% restante se encuentra distribuido en las cuencas de los Ríos Papaloapan, Santiago, Pánuco, Yaqui, El Fuerte, Culiacán y Sinaloa

La energía termoeléctrica generada a partir de hidrocarburos proviene de unidades generadoras de diferentes capacidades y tecnologías. El combustóleo se emplea principalmente en unidades generadoras de base, que se encuentran localizadas principalmente en los puertos o en la proximidad de las refinerías de Petróleos Mexicanos. El gas se utiliza en las centrales generadoras ubicadas en las áreas metropolitanas del Distrito Federal y de Monterrey y también para alimentar las unidades de ciclo combinado. El diesel se usa en unidades que operan durante los períodos de carga pico y en las zonas aisladas.

El desarrollo carboeléctrico de mayor relevancia se encuentra localizado en el estado de Coahuila y corresponde a las centrales J. L. Portillo (Río Escondido), con 1,200 MW, y Carbón II, con 700 MW en operación y 700 MW adicionales en proceso de construcción.

Una central carboeléctrica con flexibilidad para quemar combustóleo es la presidente P. Elías Calles (Petacalco), localizada en el estado de Guerrero, aproximadamente 25 km al noroeste de la ciudad de Lázaro Cárdenas, Mich., con 2,100 MW de capacidad.

El mayor aprovechamiento de energía geotérmica se encuentra en la central de Cerro Prieto en las cercanías de Mexicali, Baja California, con 620 MW de capacidad, que representan 82.3% del total de la capacidad geotermoeléctrica en operación en el país. El 17.7% restante se encuentra ubicada en los Azufres en Michoacán y los Humeros en Puebla.

La central nucleoelectrónica de Laguna Verde se encuentra localizada en el municipio de Alto Lucero, Ver.; la primera unidad de 675 MW entró en operación en septiembre de 1990; la segunda unidad, también de 675 MW, inició su operación comercial en abril de 1995.

2.3.2. Comparación entre Hidroeléctricas y Termoeléctricas.

HIDROELÉCTRICAS.

VENTAJAS:

- Alto contenido nacional (insumos)
- Efecto multiplicador
- Impacto social positivo por infraestructura:
 - Carreteras
 - Centros de salud
 - Escuelas
 - Comunicaciones
- Control de avenidas
- Uso de agua en riego
- Acuicultura
- Suministro de agua potable
- Agricultura
- Menores importaciones agrícolas
- Mejoramiento ecológico
- Desarrollo Regional
- Operación sin combustibles
- No genera contaminación atmosférica
- Vida útil prolongada
- Menor costo de operación y mantenimiento

DESVENTAJAS:

- Alta inversión
- Impacto ambiental negativo por afectaciones del embalse
- Costo de generación elevado
- Uso parcial para generación
- Producción discontinua de energía
- Crecimiento limitado
- Generación dependiente del agua
- Restricciones de localización
- Costos adicionales para líneas de transmisión.

TERMOELÉCTRICAS.

VENTAJAS:

- Menor inversión
- Menor limitación por localización (cerca de centros de consumo)
- Crecimiento flexible
- Menor costo de generación
- Producción continua
- Flexibilidad de conversión de combustibles

DESVENTAJAS:

- Genera contaminación
- Consumo de combustibles no renovables
- Uso único para generación de energía
- No provoca efecto multiplicador de la inversión

2.3.3. Central hidroeléctrica La Parota.

La central contará con tres unidades turbogeneradoras que quedarán alojadas en una casa de máquinas subterránea localizada en la margen derecha; por la longitud del desfogue será necesario contar con galería de oscilaciones.

Cada uno de los grupos turbogeneradores tendrá una potencia de 255 MW, para sumar una capacidad instalada total de 764 MW. Las turbinas serán del tipo Francis, para una carga neta de 129.94 m y gasto unitario de 221.59 m³/s.

La central de La Parota ha sido concebida como una planta generadora que operará principalmente en las horas pico de la demanda, por lo que el factor de planta con el que ha sido diseñada es de 0.198.

La energía firme que producirá esta central se ha estimado en 1,111 GWh por año y la generación secundaria se ha calculado en 215 GWh. De la energía firme, el 77% correspondería a generación de pico o punta y 23 % a generación de base.

Para integrar al sistema interconectado la energía producida en esta central, se deberá contar con una subestación elevadora del voltaje.

Por su potencia instalable y la producción de energía eléctrica, La Parota será una de las diez hidroeléctricas más importantes del país:

Nombre	Potencia (MW)	Generación (millones de KWh)
Chicoasén	1,500	5,195
Malpaso	1,080	2,795
Infiernillo	1,000	3,032
Aguamilpa	960	2,131
Angostura	900	2,187
La Parota*	765	1,332
El Cajón*	635	1,237
El Caracol	594	1,486
Peñitas	420	1,912
La Villita	300	1,128

*En proyecto

La energía que se obtendrá del proyecto hidroeléctrico La Parota equivale al 90% del consumo total anual del Estado de Guerrero, dentro del cual 82% de su población y el 35% de sus localidades se encuentran beneficiadas con este servicio (datos de 1993).

Anualmente el Río Papagayo vierte al mar el volumen equivalente a 24 veces la Laguna de Tres Palos (4,000 millones de metros cúbicos de agua). El potencial hidroeléctrico del Río Papagayo sólo se aprovecha en un 3%, 38 MW de 1,300 MW potenciales. El Estado tiene una población de 2'700,000 habitantes de los cuales el 24 % (650,000) carecen del servicio de energía eléctrica, además el Estado de Guerrero tiene un consumo anual de energía eléctrica equivalente a 1,380 GWh, para los primeros años del siglo XXI demandará del orden de 2,500 GWh anuales.

Con la puesta en marcha del proyecto se regularizaría el régimen de la corriente del Río Papagayo permitiendo su mejor aprovechamiento, además se usaría el 60% del potencial hidroeléctrico de la cuenca del Río Papagayo mediante la instalación de 764 MW de capacidad. Por otra parte se generaría anualmente el equivalente en energía eléctrica como si se tratase del consumo de casi un millón de barriles de combustóleo con un costo aproximado de \$ 322 millones.

2.4. OTRAS ACTIVIDADES.

2.4.1. turismo y recreación.

En la actualidad el desarrollo turístico del Estado de Guerrero se concentra en la zona de Acapulco, ya que nadie niega el reconocimiento del que gozan sus playas, mención dada tanto por extranjeros como por nacionales. Es necesario destacar que con toda seguridad este proyecto permitiría abrir nuevos desarrollos turísticos cercanos a Acapulco y así diversificar la gama de atractivos en la zona.

Desgraciadamente no se cuenta con un área importante para el refugio y la preservación de la flora y fauna de la región, pero este inconveniente se vería disminuido dado que el proyecto permitiría la creación de una isla de 700 ha, misma que se formaría dentro del embalse y serviría de reserva ecológica.

El parque ecológico Papagayo es uno de los pocos recintos naturales que existen para la preservación del hábitat silvestre, pero es insuficiente para la protección y preservación de algunas especies del medio natural, desde luego la isla favorecería la creación de áreas controladas para campamentos, zonas de estudio, recreación, desarrollo de deportes acuáticos y pesca.

Otra parte en la que encontramos una falta de atención es en los paraderos y áreas intermedias de esparcimiento, del trayecto Chilpancingo - Acapulco de la nueva Autopista del Sol, ya que estos son inexistentes, pero la nueva autopista, prácticamente atraviesa 9 puntos factibles para desarrollar muelles y centros de recreación, esparcimiento, restaurantes y hoteles entre otros.

2.4.2. pesca y acuacultura.

En la actualidad el potencial pesquero de la Laguna de Tres Palos se ha reducido considerablemente, debido a los niveles tróficos que se presentan en este cuerpo de agua, sin embargo el proyecto permitiría incrementar significativamente el potencial pesquero, a través del saneamiento que se realizaría.

Los pescadores de la región son los más afectados por la disminución de este potencial pesquero, hecho que se ha reflejado notablemente en su economía, desde luego que se tendrían mayores ingresos económicos, mejores condiciones de vida y arraigo de la población en el momento en que se incremente el potencial pesquero, esta condición se puede dar con la realización de este proyecto.

Otro problema que requiere atención es la pesca en el Río Papagayo ya que esta se limita a unos cuantos pobladores, a pocas especies y a un bajo volumen, tal circunstancia encontraría solución con el establecimiento de centros acuícolas para la siembra y comercialización del langostino, mojarra, bagre, camarón y ostión, entre otras, estimando un potencial de producción de 5,000 toneladas al año, con un rendimiento de \$15,000 anuales por hectárea, estos serían sólo algunos de los efectos benéficos a los que conduciría este proyecto.

Pero no dejemos de lado aquel beneficio que preocupa más a nuestro pueblo y que este proyecto puede proporcionar: una mejoría en el nivel socio - económico de la región al generar fuentes de empleo formales. Se estima que durante la construcción del proyecto se generarán del orden de 12,500 jornales directos y unos 2,500 indirectos y que en forma permanente se generarán unos 1,500 jornales anuales

2.4.3. Agricultura.

El aprovechamiento de la presa La Parota para fines agrícolas es un aspecto que hasta ahora no ha sido estudiado con suficiente profundidad, sin embargo los análisis preliminares disponibles no permite descartar esta posibilidad.

Se estima que en la zona de la planicie costera, podrían abrirse a la irrigación del orden de 2,000 a 4,000 hectáreas, en las que se establezcan cultivos altamente redituables.

La infraestructura agrícola necesaria para estos fines consistiría de una presa derivadora y de regulación diaria, sobre el Río Papagayo, el sistema de canales y drenes para lograr la distribución y colección del agua, así como de los caminos, estructuras especiales y trabajos de nivelación necesarios.

2.4.4. Riego.

Suponiendo que se abren al riego 3,000 hectáreas, con cultivos de alto rendimiento, se estima un beneficio neto por hectárea de \$4,000 por año.

2.4.5. Control de avenidas.

No se cuenta con información histórica acerca de los daños que causan las avenidas actualmente no controladas en el Río Papagayo, pero con la construcción de la presa los daños prácticamente desaparecerán.

2.5. BENEFICIOS.

2.5.1. en generación de energía eléctrica.

Al entrar en operación la planta, la generación media anual será de 1,111 GWh. En el lapso de su vida útil (50 años), el proyecto por si sólo generará 55,550 GWh, y se podrán obtener aproximadamente 322.1 millones de pesos al año de generación de energía eléctrica.

2.5.2. Económicos.

Según estadísticas de la CFE, se requeriría de 4,415 barriles de combustóleo por cada GWh producido por medio de una planta termoeléctrica similar.

Por lo tanto, el ahorro en combustóleo será de 4.905 millones de barriles anuales lo que implica un ahorro de 49.05 millones de dólares si se considera un precio de 10 dólares por barril de combustóleo.

Al final de la vida útil del proyecto se habrá ahorrado 2,452 millones de dólares por concepto de combustóleo.

Y desde luego la derrama económica que en la región se tendrá

2.5.3. Generación de empleos.

15,000 Empleos directos e indirectos.
1,500 Empleos anuales permanentes

2.5.4. Abastecimiento de agua potable.

De llevarse a cabo este proyecto es posible garantizar que al concluirse el mismo, el suministro de agua potable será continuo y suficiente, así mismo se habrá evitado un costo de \$ 58 millones anuales por conceptos de bombeo y aplicaciones, el mantenimiento que se le proporcionaría a este sistema tendría un menor costo, sustituye la inversión que ocasionaría la construcción de pozos y conducciones del proyecto Papagayo III, (mayor detalle en el capítulo V, "Suministro de Agua Potable al Puerto de Acapulco").

2.5.5. Riego.

Se tendrán mejoras al rendimiento de la producción agrícola en las 8,000 ha y se integrarán 3,000 Ha adicionales al riego

2.5.6. Saneamiento ecológico.

- Rescate de la alguna de Tres Palos
- Rescate de la Laguna Negra
- Mejoras en las condiciones salubres de la región.

2.5.7. Desarrollo turístico.

- Incentivos económicos al abrirse nuevas fuentes de empleos
- Desarrollos inmobiliarios y turísticos en la zona del embalse
- Plusvalía de la propiedad inmobiliaria

2.5.8. Control de inundaciones

Se evitarán daños a las cosechas y bienes materiales en la planicie.



Esquema de los beneficios

III

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La construcción de la presa La Parota en el estado de Guerrero, constituye un proyecto integral.

El anteproyecto prevé la construcción de una cortina de enrocamiento con cara de concreto en el paramento de aguas arriba, desplantada en la elevación 18 msnm, coronando a la cota 180 msnm. Para cerrar seis puertos topográficos que se forman en el vaso a 7 km al sur - sureste de la boquilla, y cuando se considera una presa de la magnitud prevista, se requieren sendos diques; éstos se han propuesto de materiales térreos y tienen alturas comprendidas entre los 12 y los 28 m.

Para desviar el río se contemplan dos túneles sin revestir; ambos de sección portal, ancho de 14 m y área total de aproximadamente 350 m², excavados en la margen izquierda de la boquilla. La magnitud de la cuenca, su forma y su disposición geográfica le imponen condiciones hidrometeorológicas de frecuente incidencia, así como de alta intensidad en las precipitaciones. Por esta razón, el gasto de la avenida de diseño para el desvío asciende hasta los 9440 m³/s, considerando un período de retorno de 100 años, originando un gasto descargado a través de la obra de 4732 m³/s. Complementan a la obra de desvío, dos ataguías de materiales térreos: la dispuesta aguas arriba se ha aislado de la cortina y la de aguas abajo, integrada a ella.

El vertedor que deberá controlar y canalizarlos excedentes de agua, es un canal a cielo abierto dispuesto en la margen derecha de la boquilla. El control se obtiene por medio de una estructura de concreto equipada con tres compuertas radiales de 13.6 m de ancho y 15.6 m de alto. La cresta de la obra se situó a la elevación 156.35 msnm. La descarga máxima de esta estructura se calculó en 7,461 m³/s, transitando por el vaso una avenida de diseño cuyo pico es de 12,144 m³/s y 3,436 millones de metros cúbicos de volumen.

Para la planta hidroeléctrica se propone excavar en la margen derecha del cauce una caverna dimensionada para alojar tres grupos turbina (Francis) - generador, cada uno capaz de desarrollar una potencia de 254.67 MW, 764 MW en total. Las turbinas operan con una caída neta de 129.94 m y cada una se alimentará de 221.59 m³/s de agua a través de un conducto circular de 7.25 m de diámetro. La disposición de la casa de máquinas con relación a la toma no requiere pozo de oscilaciones aguas arriba de las turbinas; sin embargo aguas abajo de ellas es preciso disponer de él, en virtud de la longitud del desfogue, dado que para reintegrar el agua al río se consideraron sólo dos túneles para las tres unidades.

Con este aprovechamiento del Río Papagayo será posible garantizar anualmente 1,111 GWh de energía firme, además de una generación secundaria de 215 GWh en promedio.

Con la elevación de agua máxima extraordinaria en el vaso se inundan 13,900 ha, en las cuales se encuentran asentados 13 poblados donde habitan 3,250 personas en 590 viviendas, aproximadamente. Además se inundan: la central Hidroeléctrica "Ambrosio Figueroa" ("La Venta"), cuya generación es prácticamente secundaria; 7.6 km de caminos pavimentados; dos puentes; 5.3 km de carretera federal y 28.8 km de terracerías.

3.1. OBRA DE DESVÍO.

Para desviar el río mientras se construye la cortina será necesario contar previamente con la obra de desvío, la cual estará formada por dos túneles, de sección portal con ancho de 14 m y con longitud de 1,625 m, y dos ataguías de materiales graduados, algunos datos importantes de esta obra son los siguientes:

Gasto máximo (Av. de diseño):	9 440 m ³ /s
Período de retorno:	100 años

Volumen de la avenida:	2 112 hm ³
Gasto máximo de desvío:	4 732 m ³ /s

Tipo:	Túnel
Número:	2

Área transversal:	349.94 m ²
Longitud:	1 625.4 m

ATAGUÍAS.

Aguas arriba:	altura 66.00 m
taludes:	2.1 : 1 (aguas arriba)
	2.1 : 1 (aguas abajo)
Aguas abajo:	altura 18.00 m
taludes:	1.5 : 1 (aguas arriba)
	2.8 : 1 (aguas abajo)

3.2. OBRA DE TOMA.

Tipo: Rampa
 Dimensión: 43.00 m X 57.50 m

No. de rejillas: 3
 Dimensión: 15.50 m X 20.00 m

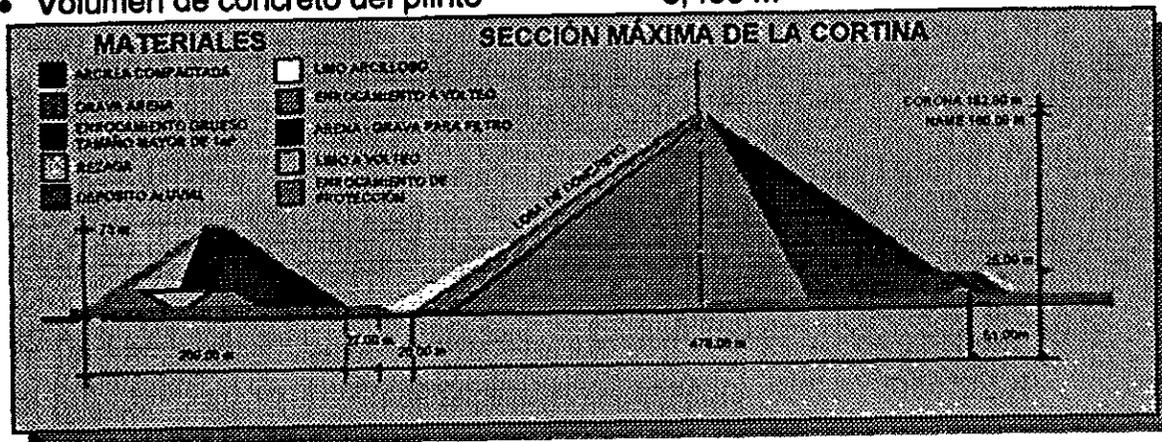
No. de compuertas: 3
 Dimensión: 4.71 m X 7.25 m

Conducción: Tubería a presión
 No. de conductos: 3
 Gasto: 221.59 m³/s
 Diámetro: 7.25 m
 Longitud: 169.15 m

EMBALSE:

	ELEVACIONES msnm	ÁREAS km ²	CAPACIDADES hm ³
CORONA	180.00	139.00	6 897.00
NAME	178.00	124.00	5 841.00
NAMO	170.00	76.00	2 873.00
NAMINO	140.00	108.00	4 799.00
NDIS	161.00		
DESFOGUE	29.56		
		CONTROL	1 056.00
		ÚTIL	2 968.00
		MUERTA	2 873.00
		AZOLVES	1 528.00

- Elevación de la corona (parapeto): 180 m
- Longitud de la corona (parapeto): 796.00 m
- Altura del parapeto: 5.00 m
- Volumen de concreto: 13,400 m³
- Talud en el paramento de aguas arriba: 1.7 : 1
- Talud en el paramento de aguas abajo: 1.7 : 1
- Volumen de la cortina (sin ataguías): 14'300,000 m³
- Área de la cara de concreto: 139,300 m²
- Volumen de concreto de la cara: 88,880 m³
- Longitud del plinto 1,131 m
- Volumen de concreto del plinto 5,400 m³



Sección máxima de la cortina

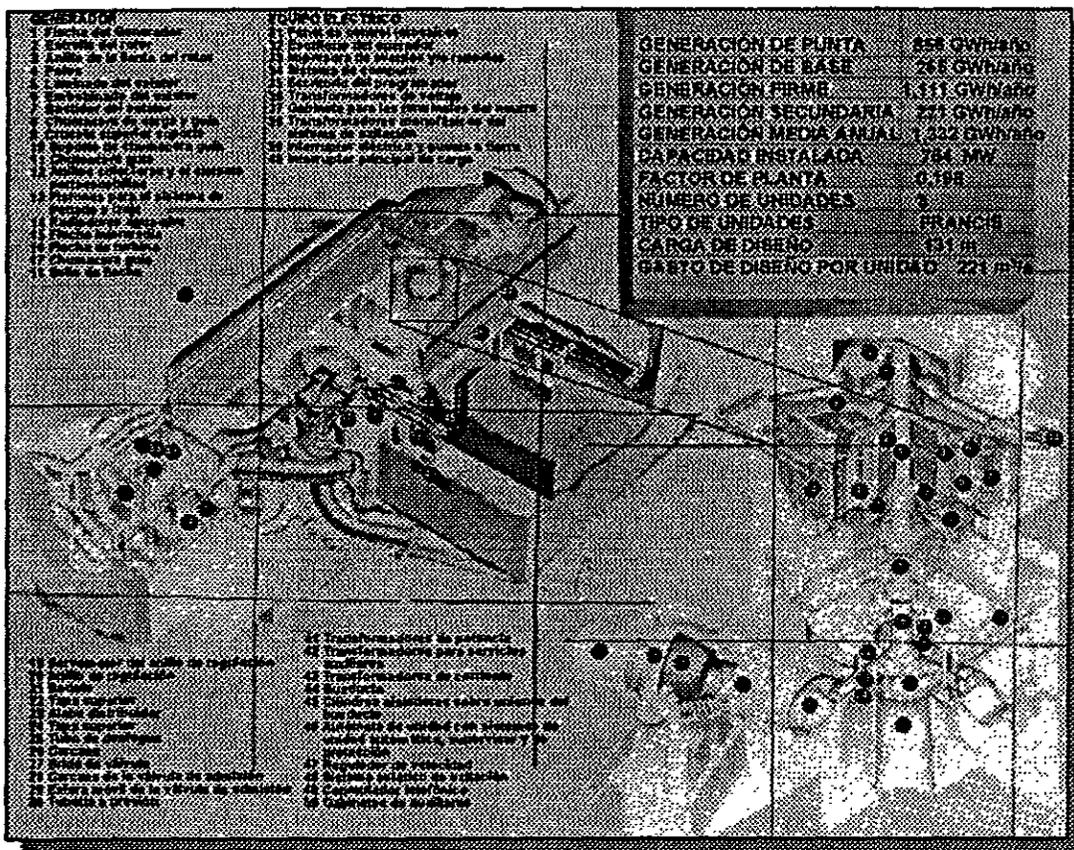
DIQUES: para cerrar el vaso se requieren 6 diques, situados hacia el SSE de la boquilla; su altura varía de 12 a 28 m y la longitud entre sus coronas entre 50 y 90 m, sumando un total de 410 m, los que requieren un volumen de materiales de 500 000 m³

3.4. OBRA DE GENERACIÓN.

Desde hace varias décadas la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha venido estudiando la posibilidad de aprovechar el potencial hidroeléctrico del Río Papagayo. El potencial teórico de este río se estima del orden de los 1,300 MW, pero solamente se han aprovechado 38 MW: 30 MW de la hidroeléctrica de La Venta y 8 MW en la planta de Colotlipa. Con la hidroeléctrica de La Venta se logra una generación media anual del orden de los 145 GWh pero presenta el inconveniente de contar una capacidad de almacenamiento prácticamente nula, pues su embalse quedó azolvado durante los primeros años de operación.

- Casa de máquinas: Subterránea
- Dimensiones: B = 19 m, L = 86 m, h = 42 m

- Número de conductos: 3
- Longitud de cada conducto: 165 m
- Número y tipo de turbinas: 3, Francis
- Potencia por turbina: 260 MW
- Velocidad de rotación: 150 r.p.m.
- CARGAS.
- bruta máxima: 141.83 m
- bruta mínima: 112.00 m
- bruta de diseño: 131.44 m
- neta de diseño: 129.94 m
- Gasto de diseño por unidad: 221.88 m³/s
- Gasto medio aprovechable: 131.03 m³/s
- Potencia de cada generador: 255 MW
- Factor de planta: 0.198
- Número de conductos de desfogue: 2
- Longitud de cada conducto 248 m
- Generación media anual: 1,332 GWh
- Firme: 1,111 GWh/año
- Secundaria: 221 GWh/año



Equipo de Generación

3.5. OBRA DE EXCEDENCIAS.

Para manejar el paso de las avenidas durante la operación de la presa se ha planeado contar con un vertedor que será controlado por compuertas, quedando formado por un canal a cielo abierto alojado en la margen derecha del cañón. Algunos datos importantes son:

- Gasto máximo de la avenida de diseño: 12,144 m³/s
- Duración de la avenida: 8 días
- Volumen: 3,436 hm³
- Gasto de diseño de la obra de excedencias: 7,461 m³/s
- Tipo de vertedor: canal
- Elevación de la cresta: 156.35 msnm
- Longitud efectiva de cresta: 40 m
- Longitud total de cresta: 48.80 m
- Carga de diseño: 20.23 m
- Número de compuertas: 3
- Tipo de compuertas: radial
- Dimensiones: 13.60 X 15.65 m
- Ancho de pilas: 4.00 m
- Tipo de estructura de descarga: cubeta deflectora
- características: A = 25°
ST = 20 m
R = 49.78 m
Ángulo total de cubeta = 43° 46' 41"

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA P.H. LA PAROTA.

Tipo de cortina	Enrocamiento con losa de concreto
Elevación de la cortina	180.00 m
Longitud de la corona	820.00 m
Ancho de la corona	10.00 m
Bordo libre	2.00 m
NAME	178.00 m
NAMO	170.00 m
Nivel de diseño	161.00 m
Nivel de la plantilla en la estructura colectora de la obra de toma (NOT)	118.25 m
NAMINO	140.00 m
Nivel de desfogue	29.56 m
Área de la cuenca hasta el sitio	706,700.00 ha
Área al nivel de la corona	14,214.00 ha
Área al NAME	13,856.00 ha
Área al NAMO	12,378.00 ha
Área al nivel de diseño	10,841.00 ha

Área al NOT	4,888.00 ha
Área al NAMINO	7,607.00 ha
Capacidad al nivel de la corona	7,167.00 hm ³
Capacidad al NAME	6,897.00 hm ³
Capacidad al NAMO	5,841.00 hm ³
Capacidad al nivel de diseño	4,799.00 hm ³
Capacidad para azolves (capacidad al NOT)	1,528.00 hm ³
Capacidad muerta (capacidad al NAMINO)	2,873.00 hm ³
Carga bruta máxima	141.83 m
Carga bruta de diseño	131.44 m
Carga bruta mínima	110.44 m
Capacidad útil	2,968.00 hm ³
Capacidad para control de avenidas	1,056.00 hm ³
Gasto medio	133.50 m ³ /s
Escurrimiento medio anual	4,211.00 hm ³
Escurrimiento medio anual de sólidos en suspensión (arrastre de lavado)	5.70 hm ³
Escurrimiento medio anual de sólidos en el fondo del cauce (arrastre de fondo)	14.82 hm ³

PLANTA HIDROELÉCTRICA.

Casa de máquinas	Subterránea
Número de conducciones	3.00
Longitud de las conducciones	169.15 m
Número de unidades	3.00
Tipo de unidades	Francis
Gasto de diseño de cada unidad	221.59 m ³ /s
Gasto de diseño de la obra de toma (total)	664.77 m ³ /s
Eficiencia de las turbinas (al nivel de diseño)	92.00 %
Eficiencia del generador	98.00 %
Velocidad de rotación síncrona	150.00 rpm
Velocidad específica de las turbinas	174.30 KW - m
Frecuencia de generación	60.00 Hz
Sumergencia mínima (referida a la línea de centros del distribuidor)	6.42 m
Elevación de la línea de centros del distribuidor	21.75 m
Potencia de diseño de cada turbina	259.86 MW
Potencia de diseño de la planta (turbinas)	779.58 MW
Potencia máxima de la turbina (al NAMO)	291.65 MW
Potencia activa del generador	754.67 MW
Capacidad instalada	764.00 MW
Factor de potencia del generador	0.95 P.U.
Potencia aparente del generador	268.07 MVA
Pozo de oscilaciones	galería aguas abajo para las tres unidades
Número de desfogues	2
Longitud de los desfogues	248.00 m
Generación media anual firme	1,111.00 GWh
Generación media anual secundaria	215.00 GWh
Generación media anual total	1,326.00 GWh
Gasto medio aprovechable	131.08 m ³ /s
Factor de planta	0.198

OBRA DE DESVÍO.

Período de retomo de la avenida de diseño	100 años
Gasto máximo de la avenida de diseño	9,440.00 m ³ /s
Volumen de la avenida	2,112.00 hm ³
Conducto de desvío	Túnel
Longitud del conducto (promedio)	813.00 m
Gasto máximo por la obra	4,732.00 m ³ /s

OBRA DE EXCEDENCIAS.

Gasto en el pico de la avenida de diseño (hidrometeorología)	12,144.00 m ³ /s
Volumen de la avenida de diseño	3,436.00 hm ³
Gasto de diseño de la obra	7,461.00 m ³ /s
Elevación de la cresta del vertedor	156.35 m
Capacidad a la elevación de la cresta del vertedor	4,332.00 hm ³
Longitud total de la cresta del vertedor	48.80 m
Número de compuertas de control	3
Tamaño de las compuertas (ancho X alto)	13.60 X 15.65 m
Tipo de compuertas	radiales
Ancho de la pila	4.00 m
Tipo de vertedor	A cielo abierto
Carga máxima sobre la cresta vertedora	20.23 m

IV

SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL PUERTO DE ACAPULCO

4. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL PUERTO DE ACAPULCO.

El crecimiento en la población fija de Acapulco y el incremento en la oferta de servicios relacionados con el turismo, han hecho que este puerto demande volúmenes de agua cada vez más importantes. Entre 1970 y 1990 la población fija creció de 186,000 a 543,000 habitantes y entre 1975 y 1990 la oferta de cuartos de hotel creció de 13,900 a más de 20,000.

Se estima que la demanda de agua potable en Acapulco asciende a 3.2 m³/s pero el suministro es de 2.5 m³/s, el proyecto resolverá el déficit presente y futuro de agua potable en forma total. Para el año 2000 se calcula una demanda de 4.2 m³/s y se pretende dejar programada la infraestructura para satisfacer 6 m³/s, estimados para el año 2010.

El suministro actual se logra a partir de tres captaciones denominadas: El Chorro, Papagayo I y Papagayo II.

La primera se localiza a 40 km al norte de Acapulco, explotándose 100 lt/s, de los cuales llegan a la ciudad 50 lt/s, ya que se da servicio en ruta a varias localidades ubicadas cerca del trazo del acueducto.

Papagayo I consta de un pozo tipo Ranney que suministra 580 lt/s y una batería de pozos que proporcionan un caudal de 145 lt/s. Este caudal se ve disminuido en 129 lt/s por abastecer en ruta a poblaciones asentadas a lo largo de la conducción.

La captación del Papagayo II es la más importante de todas y está constituida por una obra de toma directa, sobre la margen derecha del Río Papagayo, con un aprovechamiento promedio de 1,850 lt/s.

Con el transcurso del tiempo la cantidad de agua enviada hacia Acapulco desde El Chorro ha ido disminuyendo hasta convertirse en una aportación marginal, aunque tiene la ventaja de conducirse por gravedad.

Las conducciones Papagayo I y II requieren de importantes bombeos para llevar el agua a los puntos de distribución, con la realización de este proyecto se garantizaría la solución de suministro de agua potable a mediano y largo plazo, dado que se eliminaría la necesidad de vencer una carga de 255 metros.

La construcción de la presa La Parota abre la posibilidad de sustituir total o parcialmente las fuentes de suministro de agua para Acapulco dotando a la población con un abasto, para esos fines prácticamente ilimitado, por gravedad, de mayor confiabilidad y con agua de mejor calidad. Para lograr lo anterior será necesario construir una obra de toma para 6 m³/s en la zona de

diques y un acueducto de 15 kilómetros de longitud, así como la ampliación de la potabilizadora existente, permitiendo reducir considerables consumos de energía que ocasionan los bombeos de las fuentes actuales, teniéndose un ahorro sustancial, en comparación con las obras que tendría que hacer el gobierno estatal para cubrir la demanda del año 2010.

Uno de los retos del gobierno del Estado es abastecer de agua potable a las diversas poblaciones que conforman el área de influencia de Acapulco, de tal manera que este proyecto posibilitaría el abastecimiento por medio de ramales secundarios a costos muy atractivos.

Debido a las características de turbiedad en el agua captada en el sistema Papagayo II, resulta necesario enviarla a la planta potabilizadora, la cual tiene una capacidad de 2,000 lt/s. Esta potabilizadora es del tipo convencional y consta de un tren de tratamiento a base de floculación, sedimentación, filtración y desinfección. En época de lluvias los sólidos en suspensión que acarrea el río se incrementan significativamente, disminuyendo la eficiencia del proceso de potabilización y por tanto del abastecimiento de agua al Puerto de Acapulco, con la puesta en marcha de este proyecto se reduciría el volumen de sólidos en suspensión, incrementando la eficiencia y reduciendo los costos por los mantenimientos de los equipos potabilizadores, por otra parte, se permitiría que Acapulco Diamante fuese cubierto con Papagayo I y II, disminuyendo la demanda al nuevo acueducto, así mismo, no se cancela la operación de las conducciones actuales y estas servirán también de respaldo para mantenimiento y reparación del nuevo acueducto.

4.1. CAPTACIÓN.

EL CHORRO:

En el sistema de abastecimiento El Chorro se tiene la captación de los arroyos El Chorro, Moyado, Chapultepec y Montealegre, mediante presas derivadoras construidas sobre los cauces de los arroyos.

El gasto de explotación del Sistema El Chorro es de 100 lt/s, aunque éste no llegue a la ciudad pues se ve disminuido porque el sistema reparte el líquido a las siguientes localidades ubicadas cerca del trazo del acueducto San Martín Tixlacingo, El Platanillo, Ocotillo, Texca, Loma Larga, Tecopama, El Zapote, Chivería, Carabalín y Veladero.

La captación de este sistema se localiza al norte de la ciudad, a una distancia de aproximadamente 28.7 km, la ubicación geográfica de esta captación es de 99° 55' 34" de longitud oeste y 17° 06' 37" de latitud norte. Este sistema entró en operación en el año de 1940 y se le ha dado poco mantenimiento.

Del caudal explotado únicamente llegan a la ciudad de Acapulco 50 lt/s, debido a las malas condiciones del acueducto y que suministra agua en ruta a las localidades mencionadas.

PAPAGAYO I

En el sistema de abastecimiento Papagayo I se identifican dos tipos de captaciones, una el pozo tipo Ranney que capta las aguas subterráneas del Río Papagayo por medio de diez galerías filtrantes a base de tubería de acero ranurada de 12" y la otra un conjunto de siete pozos someros y tres pozos profundos localizados en la margen derecha del Río Papagayo en las inmediaciones del sitio en donde se ubica el pozo tipo Ranney.

La captación del sistema Papagayo I se localiza al este de la bahía de Acapulco, aproximadamente a 27.6 km de la presidencia municipal, su localización geográfica está entre 99° 38' 33" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 16° 50' 53" y 16° 51' 04" de latitud norte. El pozo tipo Ranney tiene una profundidad de 21.00 m a partir del cauce del río y diámetro de 4.00 m, sobresale de la superficie del río 15.00 m, a este pozo confluyen diez galerías filtrantes, ocho de estas galerías filtrantes se construyeron en el año de 1970, son de tubería de acero ranuradas de 12" de diámetro con longitud variable entre 8.00 m y 22.00 m, están cubiertas con una serie de filtros a base de gravas. En el año de 1985 se construyeron las otras dos galerías filtrantes también con tuberías de acero ranurada de 12" de diámetro, estas galerías se construyeron transversales al Río Papagayo, una tiene 68 m de largo y la otra 57 de longitud.

De los 15 pozos someros construidos en el año de 1970, actualmente quedan 7, la gran avenida que se presentó en el año de 1985 sobre el Río Papagayo tiró 8 pozos; de los 7 pozos restantes en promedio trabajan cuatro de ellos, ya que normalmente tres se encuentran en mantenimiento. En el año de 1987 se construyeron tres pozos adicionales, de estos uno esta fuera de servicio dado que las avenidas del año de 1989 inclinaron su columna. Las características generales de los equipos instalados en los siete pozos son bombas tipo sumergibles de turbina marca KSB, con gasto de bombeo por equipo de 50 lt/s y potencia por equipo de 62 HP.

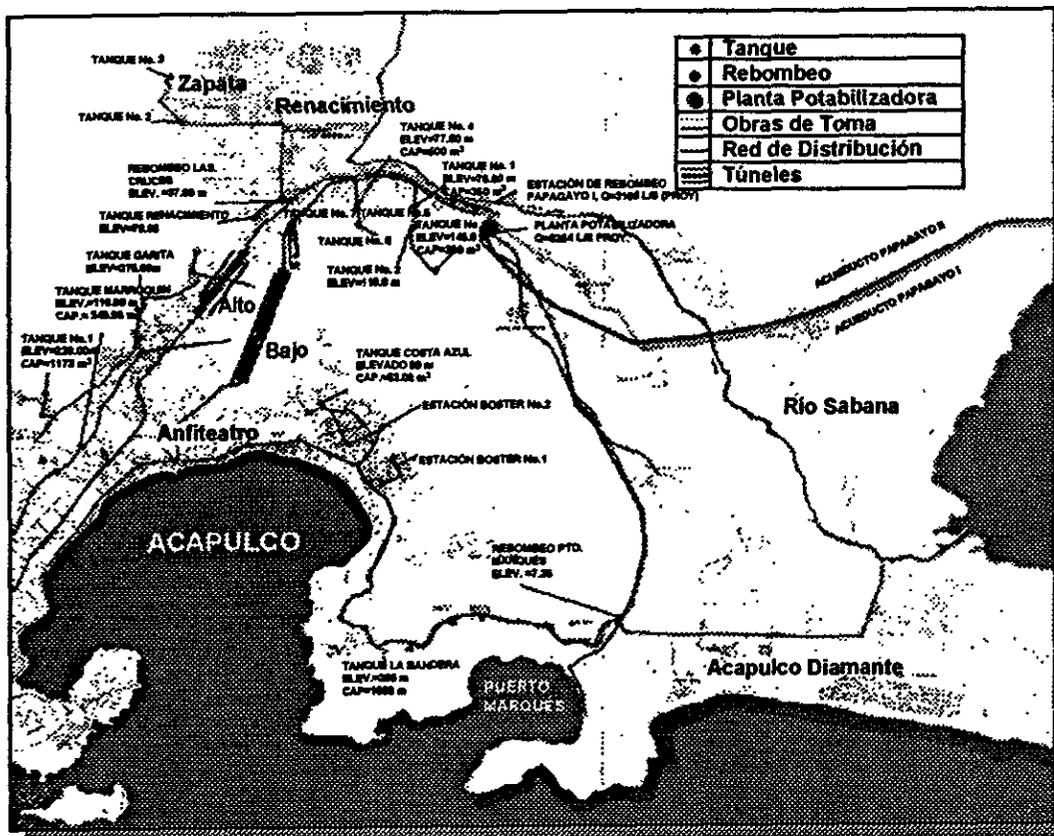
Actualmente la captación suministra un caudal entre 450 lt/s y 900 lt/s con un promedio de 725 lt/s, de los cuales el pozo tipo Ranney suministra 580 lt/s y los pozos 145 lt/s.

PAPAGAYO II

En el sistema de abastecimiento Papagayo II, la fuente de abastecimiento la constituye el escurrimiento superficial del Río Papagayo captado mediante una obra de toma sobre la margen derecha del mismo río, cerca de la localidad de Agua Caliente.

La capacidad de diseño de la obra de toma es de 4,200 lt/s. La obra de toma consiste en un canal de llamada, perpendicular al cauce del río, que conduce los volúmenes de agua derivados directamente del Río Papagayo a un cárcamo de bombeo. Esta captación se localiza al Este de la bahía de Acapulco, aproximadamente a 28.7 km de la Presidencia Municipal, su localización geográfica está en 99° 37' 58" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y en el paralelo 16° 50' 15" de latitud norte.

El suministro de agua de esta fuente a la ciudad de Acapulco es de 1850 lt/s en promedio.



Infraestructura de agua potable, distribución

4.2. CONDUCCIÓN.

Las líneas de conducción del sistema de abastecimiento se describen a continuación, de acuerdo al sistema de captación:

EL CHORRO

La línea de conducción de este sistema fue diseñada para un gasto de 200 l/s, construida originalmente con tubería de concreto simple y una serie de canales, túneles y puentes - canal; sin embargo en los años de 1951 y 1952 la tubería de concreto se cambió por tubería de asbesto - cemento de diferentes clases y diámetros de 12", 14", 16", 18" y 20". Esta línea trabaja por gravedad en todo su desarrollo.

La línea de conducción se inicia en la cortina de la presa derivadora del arroyo El Chorro en la elevación 818.00 msnm, en un tramo de 6 km se le unen a la línea las aguas de los arroyos Moyado, Chapultepec y Montealegre, a lo largo de la línea existen 60 sifones invertidos, 241 cajas o registros de mampostería, 13 túneles excavados con diferentes tipos de sección y dos caídas importantes, una de ellas con un desnivel de 118.38 m en el sitio conocido con el nombre de Loma Larga. Esta línea de Conducción tiene una longitud de 38.305 km y llega al tanque la Garita localizado a la elevación 275.00 msnm, de donde se distribuye el agua a la zona alta del anfiteatro de la ciudad, sin embargo dado el desarrollo urbano que ha tenido esta zona de la bahía de Acapulco, el agua que suministra el sistema El Chorro es insuficiente para cubrir sus necesidades.

Se considera que conforme transcurra el tiempo este sistema suministrará menos agua, ya que las localidades cercanas al acueducto van demandando mayores volúmenes del vital líquido.

PAPAGAYO I

El agua captada en el sistema Papagayo I se bombea hasta una caja de transición localizada a la elevación 42.50 msnm mediante una línea de conducción de tubería de acero de 30" de diámetro y longitud de 553 m. El sistema de pozos de Papagayo I se interconecta con tuberías de acero de 18" y 20".

De la caja de transición los volúmenes de agua son llevados hasta la estación de rebombeo denominada Papagayo I, a través de una línea de conducción de 42" de diámetro con longitud de 28 km de concreto. La planta de rebombeo Papagayo I se localiza en las coordenadas geográficas 99° 39' 03" y 16°50'17", a 5 km del entronque de las carreteras México - Acapulco y Acapulco - Pinotepa Nacional rumbo a Pinotepa Nacional, en la elevación

22.00 msnm. Esta planta rebombee los volúmenes de agua al portal de entrada del túnel bajo a la elevación 52.30 msnm, a través de una línea de conducción de 4.43 km, con tubería de concreto de 42" y 48" de diámetro, diseñada para un gasto de 1.1 m³/s, esta línea tiene una derivación con tubería de 20" de diámetro a la altura de planta de bombeo Las Cruces con el fin de derivar volúmenes de agua a la planta de bombeo Las Cruces en caso necesario.

PAPAGAYO II

El cárcamo de bombeo adjunto a la obra de toma Papagayo II, sube el agua a la caja de transición ubicada a la elevación 75.00 msnm, y de esta caja de transición parte la línea de conducción principal de este sistema, que es una tubería de concreto de 48" de diámetro, longitud de 30 km y diseñada para conducir un gasto de 2,100 lt/s. Esta línea llega a la planta potabilizadora ubicada en las coordenadas geográficas 99° 48' 30" y 160°51'53"; adjunto a la planta potabilizadora se tienen instaladas tres plantas de bombeo, una de las plantas bombea el agua a la planta de bombeo de Las Cruces, a través de una línea de conducción de 36" de diámetro y 5.1 km de longitud. De la planta de bombeo Las Cruces se sube el agua hasta el portal de entrada del túnel alto, mediante diez bombas cuatro para un gasto de 80 lt/s cada una y seis para un gasto de 6.5 lt/s cada una, a través de dos líneas de conducción de tubería de acero de 20" y 24" de diámetro con una longitud de 1.52 km, llevando el agua hasta la elevación 160.00 msnm. Desde la salida del portal del túnel alto, se domina toda la zona media del anfiteatro de la bahía de Acapulco.

Con el objetivo de proporcionar agua del sistema Papagayo II a la zona de abastecimiento del sistema El Chorro, se instaló una planta de bombeo para llevar volúmenes de agua del túnel alto al tanque La Garita.

La segunda planta de bombeo instalada junto a la planta potabilizadora envía el agua hasta la planta de bombeo Puerto Marqués, de aquí se bombea el agua por medio de cuatro rebombes hasta el tanque La Bandera. Desde este tanque se distribuye el agua a la parte oriente de la bahía de Acapulco y con la planta de bombeo se abastece también la zona de Puerto Marqués, Punta Bruja, Punta Diamante y Copacabana, estas dos últimas en proceso de desarrollo.

La tercera planta de bombeo localizada junto a la planta potabilizadora, es una planta que a través de una línea de conducción envía volúmenes de agua al tanque de regulación Renacimiento, ubicado al poniente del cruce de las carreteras México - Acapulco y Acapulco Pinotepa Nacional, desde este tanque se distribuye el agua a las colonias Emiliano Zapata, Renacimiento I, II, III, IV y Postal.

4.3. ESTADO ACTUAL.

SISTEMA EL CHORRO.

La línea de conducción del sistema El Chorro está en malas condiciones, se tienen varias fugas a lo largo del acueducto principalmente en los registros existentes. Actualmente no se le proporciona al sistema un mantenimiento preventivo, se proporciona mantenimiento correctivo cuando se presenta una fuga de agua considerable.

SISTEMA PAPAGAYO I.

Las líneas de conducción de este sistema están en buenas condiciones.

SISTEMA PAPAGAYO II

La planta de bombeo Papagayo II y la línea de conducción principal, se han visto afectadas en su capacidad por la cantidad de sólidos en suspensión que se captan en época de lluvias. Las pichanchas de las bombas se tapan continuamente, las columnas de succión, las bombas y la línea de conducción se desgastan más de lo normal encareciéndose el mantenimiento de estas obras.

Las demás plantas de bombeo y línea de conducción, de abastecimiento de agua en bloque de este sistema, están en buenas condiciones, ya que se tiene un buen mantenimiento preventivo y correctivo por parte del organismo operador, lo que permite un abastecimiento de agua continua.

PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA POTABLE PAPAGAYO II

Esta planta se construyó en el año de 1976 y se modificó en el año de 1984. Las partes que integran la planta potabilizadora son: un canal desarenador, floculadores, clarificadores y sifones.

El agua captada en la obra de toma del sitio Papagayo, llega a la planta potabilizadora con una ligera dureza, turbiedad, color, y contenido de algas. En la época de lluvias el principal contaminante es la turbiedad (se ha llegado a tener una turbiedad de 3000 unidades) y en época de estiaje el principal contaminante son las algas.

El sistema de potabilización es convencional, por sedimentación, clarificación y cloración. Al agua del influente no se le da ningún tratamiento para remover su dureza.

El proyecto original de la planta potabilizadora considera la construcción de 4 módulos con capacidad individual de 1,050 lt/s cada uno.

4.4. DEMANDA DE AGUA POTABLE.

En el Estudio de Factibilidad, Técnica y Financiera, entregado a la Comisión de Agua Potable y Obras Urbanas de Interés Social del Municipio de Acapulco (CAPOUISMA), se determinó la demanda futura a partir de las siguientes consideraciones:

- El nivel de cobertura para 1996 es del 75%.
- Posteriormente, para el año 2000 se incrementa al 85%.
- La dotación para el sector doméstico popular se considera de 168.33 lt/hab/día.
- La dotación para el sector doméstico residencial se considera de 428.48 lt/hab/día.
- Las demandas comercial y de servicios públicos crece con la misma tasa de población.
- La demanda turística crece a una tasa anual del 1.1%.
- Las pérdidas de agua se mantienen del 40%.

A partir de los supuestos anteriores, se estima que la demanda de agua potable en la ciudad de Acapulco, Gro., tendrá el comportamiento que se muestra en el cuadro siguiente:

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA, 1993 - 2012

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	DEMANDA
1993	585,598	3,139.21
1994	609,021	3,280.17
1995	633,383	3,416.22
1996	658,718	3,558.73
1997	685,718	3,708.00
1998	712,469	3,864.37
1999	740,968	4,015.20
2000	770,607	4,172.77
2001	801,431	4,309.34
2002	828,481	4,434.78
2003	858,513	4,564.34
2004	888,561	4,698.14
2005	919,661	4,836.34
2006	951,849	4,979.09
2007	980,404	5,107.24
2008	1'009,816	5,238.99
2009	1'040,111	5,374.47
2010	1'071,314	5,513.77
2011	1'103,453	5,657.00
2012	1'131,040	5,781.91

Nota: La dotación promedio aplicada es de 459.50 lt/hab/día

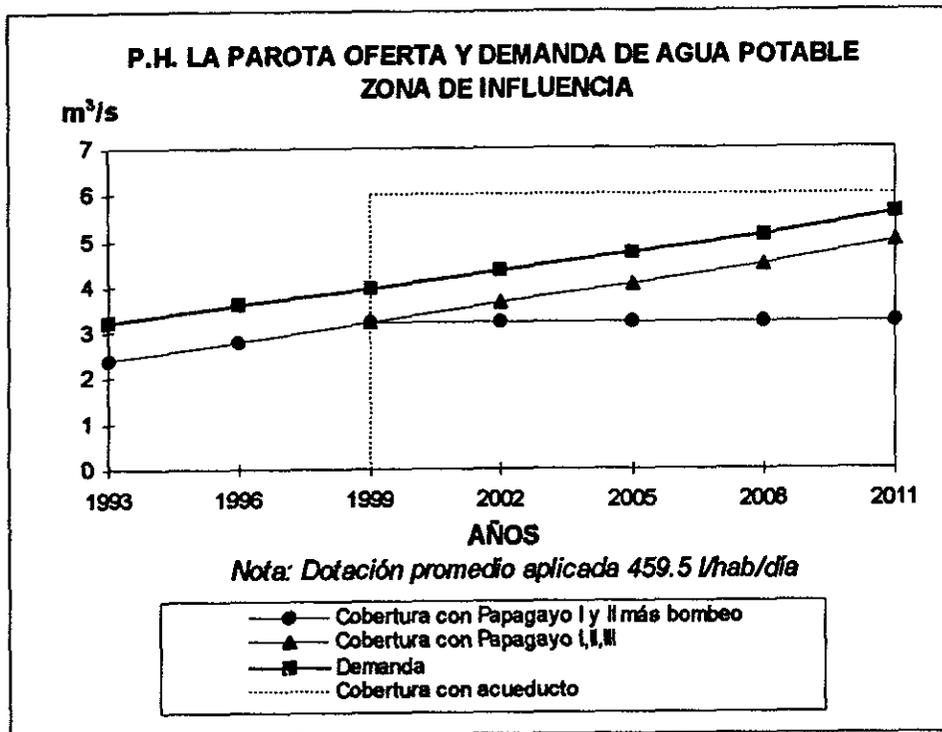
Del cuadro anterior se observa que para el período 1993 - 1995 la demanda de agua se incrementará en 277.0 lt/s, cifra que será incrementada en la medida en que se aumente el nivel de cobertura de servicio de agua potable.

Durante el período 1995 - 2000 la demanda se incrementará en 756.55 lt/s

Asimismo, del año 2001 al 2005 la demanda de agua aumentará en 663.57 lt/s.

En el quinquenio de 2006 - 2010, la demanda se incrementará en 677.43 lt/s.

Por último, entre 2011 y 2012 la demanda se incrementará en 268.14 lt/s.



4.5. ACUEDUCTO LA PAROTA - ACAPULCO.

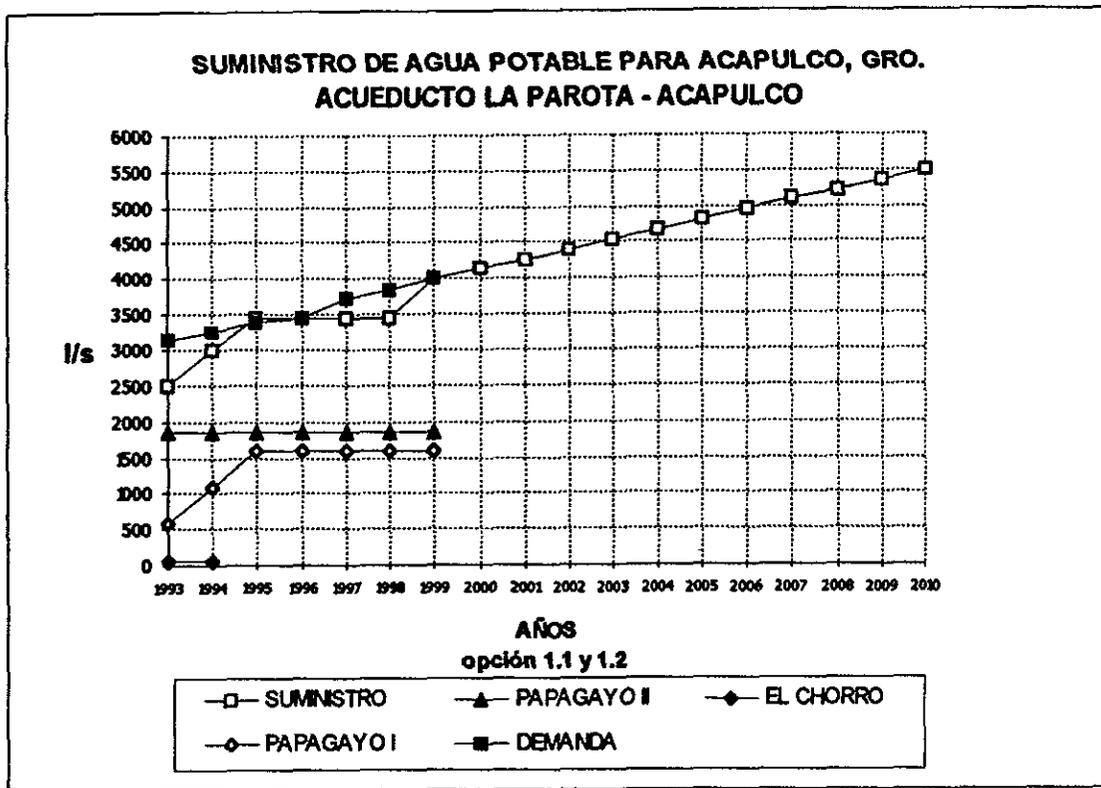
El aprovechamiento de la presa La Parota para fines de abastecimiento de agua, representa una opción muy viable, para la cual se estudiaron las siguientes opciones:

1. Suspender la operación de Papagayo I y Papagayo II a partir de 1999, fecha en que se iniciaría la operación del acueducto, cubriendo el total de las demandas hasta el año 2010. En este caso, la capacidad del acueducto sería de $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para esta opción, se analizaron las siguientes variantes:

- 1.1. Entregar el agua en bloque en la planta potabilizadora existente, la cual deberá ampliarse para tratar el gasto excedente ($4 \text{ m}^3/\text{s}$). La desventaja que se presenta es que se pierde toda la carga al llegar a la planta, por lo que se mantiene la necesidad de bombear el agua hacia el túnel bajo y hacia la zona de Puerto Marqués.
- 1.2. Entregar el agua en bloque ya potabilizada en el portal de entrada del túnel bajo, requiriéndose para ello la construcción de una nueva potabilizadora para $6 \text{ m}^3/\text{s}$, que se ubicaría cerca de la zona de los diques de la presa. Con esta opción se conserva la carga, se eliminan los bombeos hacia Puerto Marqués y sólo se tendría un menor bombeo del túnel bajo al túnel alto.

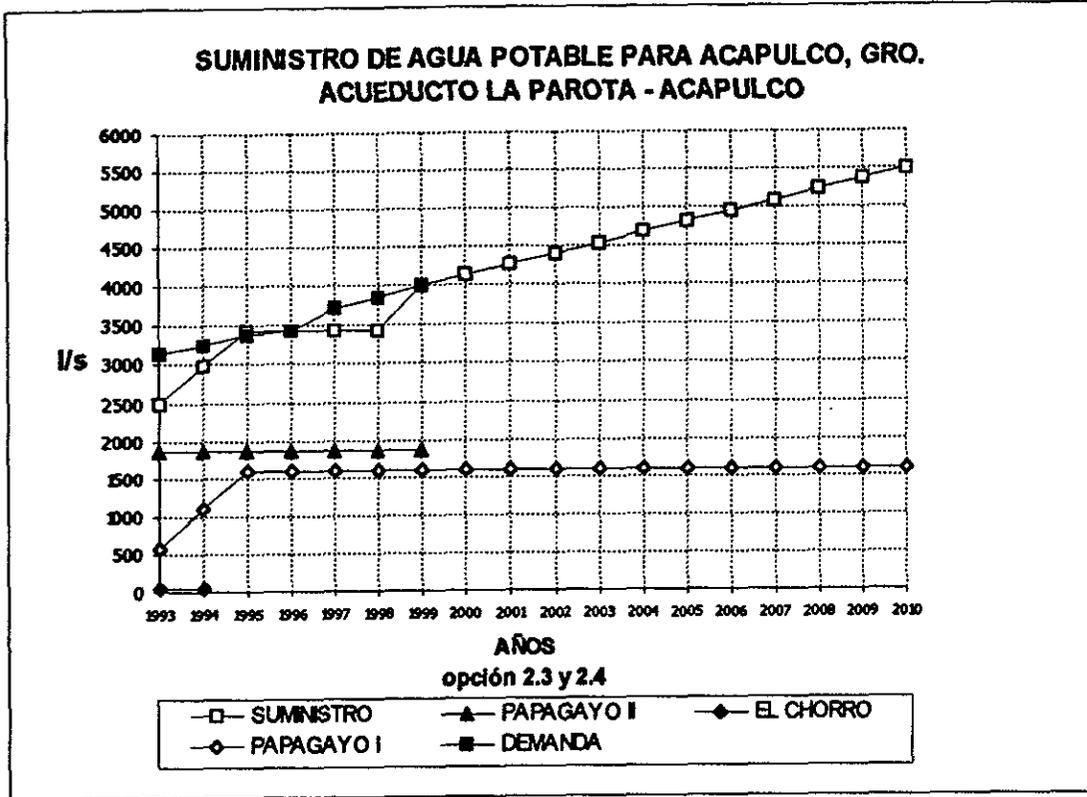
Además se estudio la conveniencia de construir el acueducto en dos etapas de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ cada una o construirlo en una sola etapa ($6 \text{ m}^3/\text{s}$).

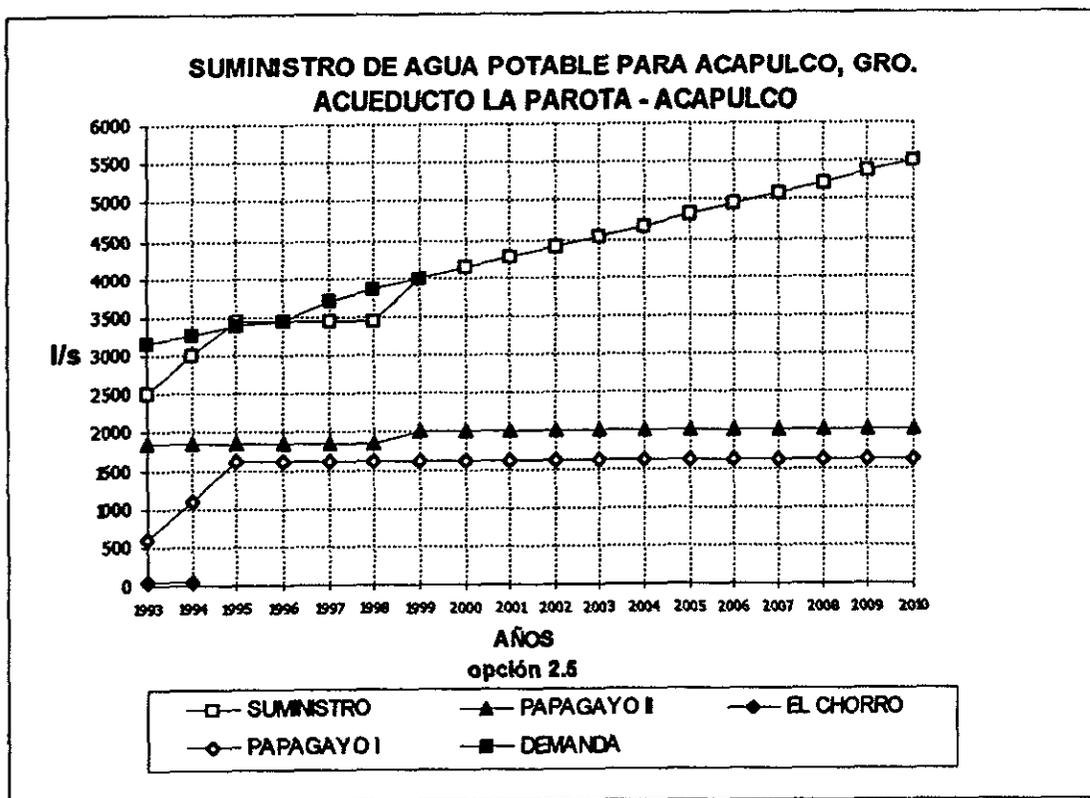


2. Suspender solamente Papagayo II (a partir de 1999), en virtud de la serie de problemas que presenta la toma directa, conservar Papagayo I que es agua de buena calidad y cubrir la demandas con el acueducto. Las variantes analizadas son:
 - 2.3. El acueducto tendría una capacidad de 4.5 m³/s y el agua en bloque se entregaría en la planta potabilizadora existente, la cual sólo se tendría que ampliar en aproximadamente 2.5 m³/s Papagayo I daría los 596 lt/s actuales más 1.0 m³/s adicional al resultado de la construcción de los dos pozos radiales programados por CAPOUISMA.
 - 2.4. En esta opción se contempla que el acueducto llegue hasta el portal de entrada al túnel bajo entregando agua en bloque ya potabilizada, por lo que es necesario construir una nueva potabilizadora en la zona de los diques que tenga una capacidad de 4.5 m³/s.
 - 2.5. Con el fin de no dejar abandonada la infraestructura de Papagayo II, se pensó en aprovechar su línea de conducción diseñada para 2,100 lt/s, incorporando en ella el gasto que enviarían cuatro nuevos pozos radiales de 500 lt/s cada uno; Papagayo I aportaría 1,600 lt/s y el resto lo aportaría el acueducto, es decir:

Papagayo I (incluye 2 pozos radiales)	1,600 lt/s
Papagayo II (4 nuevos pozos radiales)	2,000 lt/s
Acueducto	<u>2,400 lt/s</u>
TOTAL	6,000 lt/s

Hay que hacer notar que esta solución depende en gran medida del potencial subterráneo aprovechable que se tenga en el Río Papagayo, en la zona donde se ubiquen los pozos.





De igual forma que para las opciones anteriores, el análisis comprende que el agua se entregue en la potabilizadora existente, requiriendo de una pequeña ampliación o que el agua se entregue en túnel bajo y de ahí por rebombeo enviarla al túnel alto.

A manera de comparación y con el fin de detectar lo que ocurriría si se decide no construir el acueducto, se pensó en la siguiente alternativa:

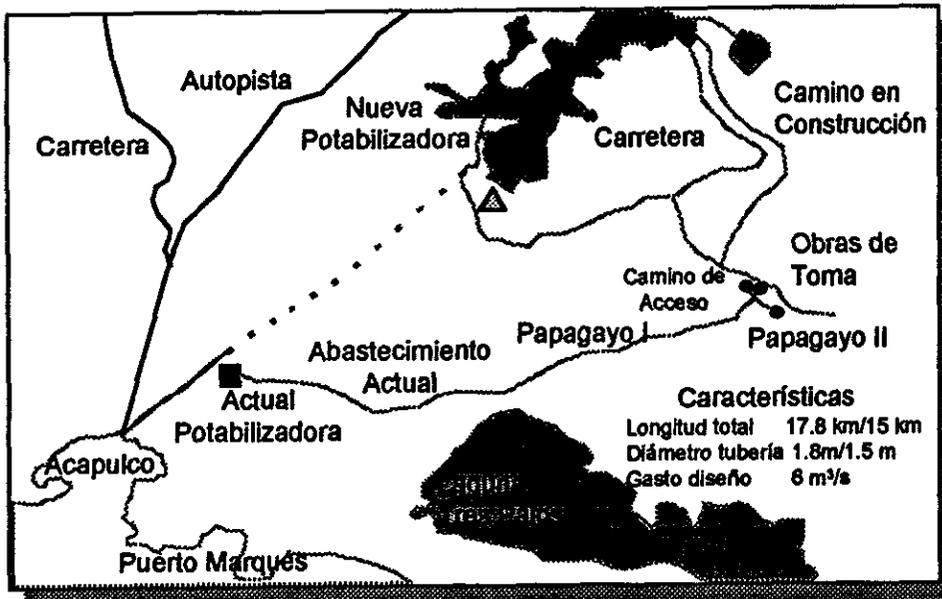
3. Dejar Papagayo I y Papagayo II como están funcionando actualmente y la diferencia cubrirla con Papagayo III pero construyendo los pozos radiales que fueran necesarios, es decir:

Papagayo I (incluye 2 pozos radiales)	1,600 lt/s
Papagayo II	1,850 lt/s
Papagayo III (aproximadamente 5 pozos de 500 lt/s)	<u>2,550 lt/s</u>
TOTAL	6,000 lt/s

Con esta opción, también se debe depender de la capacidad máxima aprovechable de las aguas subterráneas además de que se tiene un incremento de bombeos.

Con el fin de que todas las opciones pudieran ser comparables, los análisis se hicieron considerando un mismo gasto (6 m³/s) y un mismo punto de entrega.

También se consideró que las tuberías existentes a partir de la potabilizadora tienen la capacidad para distribuir el gasto analizado.



Croquis del Acueducto

Adicionalmente se vió la posibilidad de construir la potabilizadora en una zona cercana al túnel bajo, pero con la información topográfica disponible no se encontró ningún sitio adecuado entre las cotas 80 y 100 msnm, en el que se pudiera ubicar a la potabilizadora, dado que en las cartas del INEGI de 1981 en las elevaciones mencionadas, se observan construcciones por lo que, actualmente esas zonas deben estar más pobladas; además de tomar en cuenta la configuración topográfica.

4.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

ACUEDUCTO (OPCIÓN 1.2. Y 2.4.) OBRA DE TOMA

Localización	Dique No.4
Alimentación	Canal de llamada
Sección canal de llamada	Trapezoidal taludes 2:1
Elevación plantilla canal de llamada	135 msnm
NAMINO	140 msnm
NAMO	170 msnm
NAME	178 msnm
Tipo de obra de toma	Torre de concreto
Sección de toma	Cuadrada

Tipo de control	Compuertas deslizantes
Desplante	133 msnm
Conducto de toma	Circular 1.5 de diámetro
Longitud conducto	200 m
Seccionamiento	Válvulas en el extremo

PLANTA POTABILIZADORA

Elevación entrega en planta potabilizadora	135 msnm
Elevación salida planta potabilizadora	125 msnm
Carga para proceso	10 mca

ACUEDUCTO

Longitud total	17.8 km
Diámetro de la tubería	1.8 m
Material de la tubería	Concreto
Carga en túnel bajo	34 mca
Gasto en túnel bajo	1 m ³ /s
Carga máxima	71 mca
Pérdida de carga total	37 mca
Gasto en túnel alto	3 m ³ /s

ESTACIÓN DE REBOMBEO TUNEL ALTO

Elevación estación bombeo túnel alto	88 msnm
Gasto	3 m ³ /s
Carga estática	72 m
Potencia	4415 kw

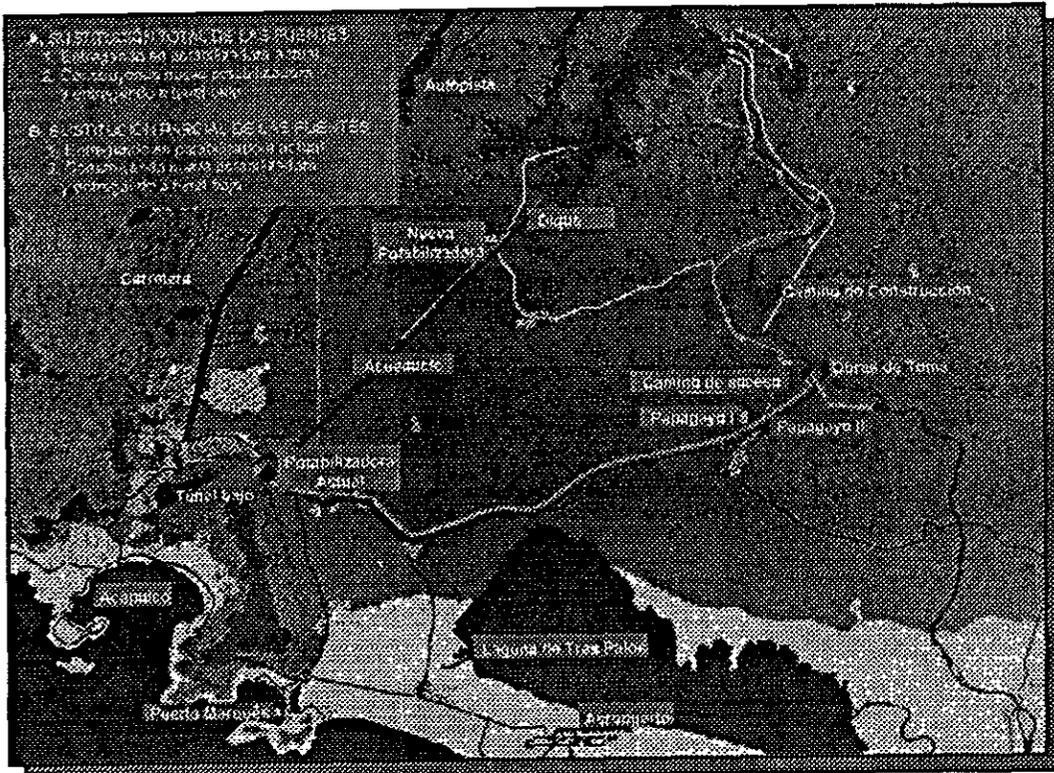
ACUEDUCTO (OPCIÓN 1.1. Y 2.3.) OBRA DE TOMA

Localización	Dique No.4
Alimentación	Canal de llamada
Sección canal de llamada	Trapezoidal taludes 2:1
Elevación plantilla canal de llamada	135 msnm
NAMINO	140 msnm
NAMO	170 msnm
NAME	178 msnm
Tipo de obra de toma	Torre de concreto
Sección de toma	Cuadrada
Tipo de control	Compuertas deslizantes
Desplante	133 msnm
Conducto de toma	Circular 1.5 de diámetro

Longitud conducto	200 m
Seccionamiento	Válvulas en el extremo

ACUEDUCTO

Longitud total	15 km
Diámetro de la tubería	1.5 m
Material de la tubería	Concreto
Carga máxima	51 mca
Pérdida de carga total	3784 mca
Gasto en túnel alto	m ³ /s



La Parota, Alternativa de Acueducto

V

**IMPACTO
AMBIENTAL**

5. IMPACTO AMBIENTAL.

5.1. IMPACTO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL ENTORNO ECOLÓGICO.

El control humano sobre las fuerzas de la naturaleza a través de la ingeniería implica también responsabilidad hacia las comunidades y ambiente afectados. A continuación se presenta un resumen general de los impactos ambientales que pueden provocarse con el proyecto de una presa en las etapas de planeación, construcción y operación.

Aunque en la planeación no se generan acciones físicamente en el sitio del proyecto, se identifican impactos en el ambiente socioeconómico; por ejemplo, al seleccionar el sitio del proyecto se generan fenómenos como la especulación de la tierra que cambia su valor, además de protestas de la comunidad que debe modificar sus patrones sociales ante el necesario cambio de residencia.

Durante la construcción se provocan modificaciones en el ambiente producidas por los movimientos de la población del área de inundación, construcción de caminos y líneas de transmisión de energía eléctrica, protección contra inundaciones y canalizaciones, formación de bancos de materiales, preparación del sitio de la cortina y construcción de la obra civil, acumulación de desperdicios de diferentes acciones y, finalmente el embalsamiento. Los aspectos del impacto en esta etapa del proyecto son muy importantes ya que pueden generar transformaciones fisicoquímicas del agua, ecológicas (terrestres y acuáticas), estéticas y socioeconómicas, con amplios ámbitos de duración y magnitud. Por ejemplo, durante la construcción del túnel de desvío y la cortina, los efectos adversos sobre el factor agua son muy significativos y se generan al descargar aguas turbias que se emplean en el proceso constructivo aguas abajo de la corriente. Actividades tales como la excavación para la cimentación de la cortina, la perforación del túnel de desvío y producción de agregados y concreto, requieren grandes cantidades de agua que luego de los procesos son descargadas sin tratamiento en la corriente. Puede afectarse así alguna fuente de abastecimiento municipal aguas abajo, crear perturbaciones en las actividades de riego, afectar la fauna ictiológica así como las actividades recreativas.

En otros países se han empleado algunas técnicas para tratar las aguas generadas durante la construcción del túnel de desvío y la cortina tales como: sedimentación, floculación y filtración.

En la fase de operación y mantenimiento de las presas para efectos del análisis del impacto ambiental es conveniente diferenciar las causas y efectos aguas arriba, en el área del embalse o próxima de ella, y aguas abajo.

Aguas arriba del proyecto se consideran aquellos fenómenos que afectan el manejo y conservación de la obra, tales como la erosión y contaminación producidas por las descargas de agua residuales que alteran las características fisicoquímicas originales e incorpora en ocasiones materiales tóxicos. Si no se controla la contaminación aguas arriba se causan problemas ecológicos en los embalses que se manifiestan principalmente en la aparición de malezas acuáticas, mortalidad de peces incluso desaparición de especies, disminución en la calidad de los productos acuícolas comestibles y acumulación de materiales tóxicos que pueden producir a largo plazo un deterioro ecológico general en el embalse, con repercusiones aguas abajo.

En el área de influencia directa, la modificación ecológica principal consiste en una sustitución total del hábitat terrestre por el acuático. Sin embargo con el transcurso del tiempo se presenta una tendencia hacia la estabilización de las comunidades acuáticas y palustres, que depende de las características limnológicas promedio y de sus rangos extremos de variación. La cortina contribuye al atrape de sedimentos; la nueva superficie de agua aumenta la exposición a la evaporación y erosión de las playas; se modifican algunos elementos del clima; dependiendo de la naturaleza geológica se presenta también un aumento en el nivel freático en los alrededores de los embalses. Los cambios bruscos en el nivel de las presas pueden destruir las especies cuya ovoposición está directamente relacionada con las orillas o zonas bajas lo que al eliminar la competencia y/o control de ellas representan para otros organismos el aumento inconveniente y/o disminución de otras poblaciones.

Aguas abajo del proyecto se presenta la mayor parte de las modificaciones ambientales debido a que las entradas de agua son diferentes en cantidad y calidad a las que existían antes del proyecto; además, aquí es donde tiene lugar el uso del agua que justifica el embalse. La disminución en los gastos tiene efectos sobre la vegetación riparia natural, y llega a provocar en algunos casos su desaparición, y una mayor exposición de las márgenes a la erosión; en otros casos la vegetación invade el lecho del río. Dicha disminución afecta también la migración y la dispersión de la población de los peces, y se puede favorecer la intrusión salina en la áreas cercanas al litoral marino. Estas variaciones en los gastos, aunadas a los cambios en la calidad del agua afectan la productividad biótica en los pantanos, manglares y lagunas litorales, lo que a su vez puede afectar la producción pesquera en estas últimas y en el área marina adyacente.

Los retornos de agua tales como los urbano - industriales y agrícolas pueden tener acciones sinérgicas o multiplicativas del impacto ecológico por la contaminación que provocan; afectan al río a las lagunas litorales, y en menor grado, a los pantanos y manglares. La operación de los proyectos mencionados puede orientarse de manera que se eviten los efectos negativos aguas abajo.

Indudablemente una presa introduce un elemento de riesgo en la población situada aguas abajo. La peligrosidad de una presa no es tanto por su tamaño, sino por su localización en relación con concentraciones humanas, desarrollos industriales y agrícolas. Algunas presas se rompen, se estima estadísticamente que una cada 1500 - 1800 años. Todo, este riesgo se compensa sobradamente con la eliminación de otro caso menos grave, pero desde luego más cierto y frecuente: el de las avenidas, que resultan corregidas y reguladas por el embalse.

Las medidas de seguridad y vigilancia en la obra y zona afectada, las redes de alarma, los cálculos de ondas de sumersión, etcétera, ayudan a prever y evitar daños y a asegurar la población afectada.

El embalse de la presa inundará una superficie de 13,900 hectáreas, en las cuales existen 2,618 Ha de aprovechamiento agrícola, además de 13 poblaciones que representan 587 viviendas y 3,242 habitantes, dentro de la infraestructura afectada se encontrará, la planta hidroeléctrica de La Venta, 7.6 km de camino pavimentado, dos puentes, 5.3 km de carretera federal, 28.8 km de terracería, 10 escuelas, 10 iglesias, 8 canchas deportivas, redes de agua potable y energía eléctrica. El acueducto afectará del orden de 60 hectáreas.

5.2. REHABILITACIÓN DE LA LAGUNA DE TRES PALOS.

La Laguna de tres Palos es un cuerpo de agua salobre que se desarrolla cerca de la desembocadura del río Papagayo al Pacífico, su aprovechamiento actual se limita a la explotación de algunos crustáceos y a la pesca, principalmente para autoconsumo.

En la actualidad la laguna presenta signos de eutroficación, debido a la baja capacidad para la renovación de sus aguas como resultado de la escasa aportación de agua dulce y al prácticamente nulo intercambio de agua con el mar, esto último debido al cierre de las bocas de comunicación que antiguamente existían.

A lo anterior se agrega que el cuerpo lagunar recibe aportaciones de aguas residuales sin tratamiento, esto ocasiona un incremento de nutrientes en la laguna provocando el crecimiento de la maleza cuya putrefacción incrementa nuevamente el nivel de nutrientes y propicia el desarrollo de más maleza. El resultado de este proceso es el envejecimiento de la laguna y la reducción de su capacidad productiva.

La Laguna de Tres Palos recibe importantes descargas residuales que reducen significativamente su capacidad productiva, la laguna presenta alta concentración de nitratos y fosfatos que gradualmente se acentúan, bajo las actuales

condiciones, la tendencia de este cuerpo lagunar es llegar a una alta concentración de los nitratos y fosfatos que limitaría e impediría sus usos.

Las malezas acuáticas flotantes y sumergidas que existen pueden llegar a niveles de reproducción que afectarían la calidad del agua, provocarían un desequilibrio ecológico, disminuirían la productividad pesquera, incrementarían la evapotranspiración, se desarrollarían insectos vectores de enfermedades e impedirían la navegación.

En la problemática descrita acerca del saneamiento de la laguna de Tres Palos, se pueden citar dos medidas para mejorar la capacidad de renovación de sus aguas, primera, fomentar el intercambio de agua entre las lagunas y el mar e incrementar la aportación de agua dulce hacia las mismas.

La segunda posibilidad puede plantearse a partir del agua regulada en la presa La Parota, mediante las obras necesarias para la derivación y conducción del agua hacia los cuerpos lagunares, desde el río Papagayo.

La solución propuesta implica la construcción de un canal de intercomunicación entre el río Papagayo y la Laguna de Tres Palos para $25 \text{ m}^3/\text{s}$ con longitud de 1,100 m; la construcción de un dique vertedor de enrocamiento pesado en el río Papagayo, de 1 m de altura, longitud de 1000 m y talud aguas abajo 12:1 y la ejecución del dragado de la barra en boca vieja mediante tractor hasta la elevación 000 msnm y en un ancho de 200 m para lograr el flujo y refluo de la marea, así pues se formará un canal estable de intercomunicación.

El proyecto contribuiría en la planeación del control y tratamiento de las descargas residuales, podría además contribuir al saneamiento de la Laguna a través de aportes de agua dulce, también se permitiría implementar un programa integral de saneamiento incorporando la apertura de las bocas hacia el mar, actualmente cerradas, se evitaría un prolongado y costoso programa de recuperación ecológica y productiva de la laguna y finalmente se alentaría la planeación para el saneamiento ecológico de la Laguna Negra.

VI

**ANÁLISIS
FINANCIERO**

6. ANÁLISIS FINANCIERO.

Para la construcción del proyecto hidroeléctrico La Parota, se pueden tener dos alternativas importantes a seguir; de acuerdo con la magnitud del proyecto, el Gobierno Federal podría encargarse de ejecutarlo mediante el concepto de Obra Pública, o por el otro lado, la Iniciativa Privada tomaría la responsabilidad de la construcción, y puesta en marcha del proyecto hidroeléctrico; es necesario resaltar que la empresa constructora que realice el proyecto debe poseer un excelente historial, en cuanto a la construcción de proyectos de gran importancia y de alcance semejante, ya que esto proporcionaría cierta garantía de calidad en el proceso y desde luego la puesta en marcha del mismo.

Teniendo estas ideas presentes conozcamos algunos pormenores de ambas situaciones.

6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROYECTOS DEL SECTOR PÚBLICO.

6.1.1. Técnicas para la toma de decisiones para resolver problemas económicos a corto plazo.

Los nueve elementos en la toma de decisiones en Ingeniería son:

1. Reconocimiento del problema.
2. Definición de las metas u objetivos.
3. Recopilación de información.
4. Identificación de las alternativas factibles.
5. Elección del criterio para juzgar las alternativas.
6. Construcción del modelo de interrelaciones.
7. Predicción de resultados para cada alternativa.
8. Elección de la mejor alternativa para lograr el resultado.
9. Postauditoría para lograr los resultados.

6.1.2. Estimación durante la planeación.

La planeación de las estimaciones normalmente se basa en costos de un solo parámetro, estos se establecen a partir de datos sobre los costos históricos de proyectos anteriores de naturaleza semejante, analizados cuidadosamente para llegar a un costo base de la instalación. Este costo base de la instalación de un sólo parámetro es el que forma el fundamento de la planeación de la estimación. Cuando se analizan los costos históricos resulta importante identificarlos cuidadosamente y atribuirles las funciones apropiadas. Es importante utilizar los costos históricos de proyectos equivalentes recientes, en vez de basarse en su

totalidad en los costos promedio publicados. Sin embargo, estos últimos se pueden utilizar para verificar o complementar los datos actuales analizados.

Este costo base de la instalación se ajusta, de manera que abarque diferencias en el tiempo y ubicación geográfica. Se hacen los ajustes por referencia a los índices de costo publicados, los ajustes se hacen tomando en cuenta cualesquiera características individuales del proyecto, tales como normas y calidad que difieren, y otras peculiaridades físicas, tales como condiciones del suelo o acceso al lugar.

Las reservas para contingencias se añaden para cubrir los cambios en el diseño que serán inimitables conforme este evoluciona y para anticiparse a cualesquiera dificultades no previstas de la construcción que puedan ocurrir. La cantidad de la suma reservada para contingencias dependerá de cierto número de factores, tales como la complejidad del proyecto, la confianza en los datos del costo usados y otros factores de riesgo potenciales. Finalmente se presenta la estimación de un formato que permita realizar ajustes rápidos cuando se estudien las alternativas del diseño. Esta última práctica es particularmente útil cuando se están implicadas estimaciones comparativas en las cuales se compara el costo de un tipo de inversión con otro.

6.1.3. Análisis económico de proyectos del sector público.

Es necesario conocer los métodos para evaluar y seleccionar proyectos de inversión, para la aprobación, financiamiento y explotación por la iniciativa privada o por el sector público. Por fortuna, los métodos de análisis económico para proyectos del sector público o del privado son semejantes, aunque hay algunas diferencias significativas entre ellos. Algunos métodos utilizados son: análisis de costo - beneficio y de costo - efectividad. Se le da más importancia al método de costo - beneficio, en el cual se necesitan evaluar los costos y los beneficios sobre una base monetaria. El método de costo - efectividad requiere una medida numérica de rendimiento; sin embargo no es necesario que dicha medida sea expresada en términos de dinero.

6.1.3.1. Naturaleza de los proyectos públicos.

Existen muchos tipos de proyectos de gobierno y en ellos intervienen muchos organismos; dentro de estos proyectos hay cuatro categorías: las cuales abarcan: el desarrollo cultural, la protección social, los servicios económicos y los recursos naturales. El *desarrollo cultural* se mejora a través de la educación, el recreo y las instituciones históricas o similares. Se otorga *protección* de tipo militar, policiaca, y contra incendios, además de los servicios prestados por el sistema judicial. Los *servicios económicos* son los de transporte, generación de energía eléctrica y los

programas de préstamos para adquirir viviendas. Los proyectos de *recursos naturales* abarcan protección a la naturaleza, control de la contaminación y control de las inundaciones. Aunque obviamente éstas son listas incompletas de proyectos dentro de cada categoría y es posible que algún proyecto corresponda a más de un área. Por ejemplo, el control de las inundaciones es ciertamente una forma de protección, además de estar relacionado con los recursos naturales.

Los proyectos gubernamentales poseen algunas características interesantes que los diferencian de los proyectos del sector privado. Muchos proyectos gubernamentales tienen enormes inversiones iniciales, tienden a ser de vida extraordinariamente larga, como 50 años para una presa. Es común el concepto de usos múltiples, como en los proyectos de protección a la naturaleza, donde los proyectos económicos, protección de la vida silvestre y recreo se consideran usos de importancia para la naturaleza. No suele haber una medida precisa de éxito o fracaso en el sector público, como la que se obtiene con los criterios de la tasa de rendimiento o valor presente neto.

6.1.3.2. Objetivos de la evaluación de proyectos.

Si se desea evaluar proyectos grandes, complejos, prolongados, de usos múltiples y de interés para varios grupos en cuanto a su conveniencia, primero se debe convenir qué criterios se van a usar para la evaluación.

Según Prest y Turvey ("*Cost - Benefit Analysis: A Survey*", *Economic Journal*) dan una corta y razonable definición del análisis beneficio - costo: Es "una forma práctica de estimar la conveniencia de proyectos en los cuales es importante analizar rápidamente una inversión a largo plazo (en el sentido de analizar las repercusiones en el futuro más lejano y en el más próximo) y estudiar un amplio espectro de consecuencias (en el sentido de tomar en cuenta los efectos secundarios, de diversas clases, que afectan a un gran número de personas, industrias, regiones, etc.); es decir, implica la enumeración y evaluación de todos los costos y beneficios pertinentes".

6.1.3.3. Análisis beneficio - costo.

La noción de análisis beneficio - costo es sencilla en principio. Sigue el mismo enfoque sistemático que se usa para escoger entre alternativas de inversión económica, incluyendo los siguientes pasos:

1. Definir el conjunto de alternativas factibles y mutuamente exclusivas del sector público que se desean comparar.

2. Definir el horizonte de planificación que se va a usar en el estudio beneficio - costo.
3. Expresar en términos monetarios los perfiles costos - ahorros y beneficio - cargo para cada alternativa.
4. Especificar la tasa de interés que se va a usar.
5. Especificar las medidas de mérito o eficacia que se van a usar.
6. Comparar las alternativas empleando las medidas de mérito o de eficacia.
7. Efectuar análisis complementarios.
8. Escoger las alternativas que se prefiera.

6.1.3.4. Consideraciones importantes en la evaluación de proyectos públicos.

Hay varios errores que pueden afectar los análisis beneficio - costo en los proyectos gubernamentales. En realidad, los análisis beneficio - costo están llenos de posibilidades de error. Los temas principales que se deben considerar son los siguientes:

1. Punto de vista (nacional, estatal, local, individual).
2. Elección de la tasa de interés.
3. Estimación de los factores beneficio - costo.
4. Sobrecuenta.
5. Vidas diferentes.
6. Cuotas o cargos.
7. Proyectos de uso múltiple.
8. Problemas con la relación beneficio - costo.

Punto de vista: La actitud que adopte el ingeniero al analizar un proyecto de obras públicas puede ejercer un profundo efecto en los "hechos" económicos. El analista puede adoptar cualquiera de varios puntos de vista, incluyendo los de:

1. Un individuo que se beneficiará o se perjudicará.
2. Una organización gubernamental particular.
3. Un área local, como una ciudad.
4. Una región, como un estado.
5. Toda la nación.

Selección de la tasa de interés: La tasa de interés, la tasa de descuento o la tasa de interés mínima atractiva es otro factor importante sobre el cual hay que decidir cuando se evalúan proyectos de obras públicas. La tasa de interés ejerce un importante efecto en el valor neto presente o el valor anual de los flujos de efectivo en el sector privado. Asimismo, hay un efecto significativo en el valor neto presente de los beneficios menos los costos, en los análisis del sector público.

Financiamiento de proyectos de gobierno: Son diferentes las formas en que las unidades del Gobierno financian proyectos del sector público. La forma más obvia es, por supuesto, por tributación tal como impuesto sobre la renta, impuesto a la propiedad, impuesto por ventas, etc. Otro enfoque aceptable es mediante la emisión de bonos para proyectos específicos o para uso general. Otras formas de pedir prestado, son los pagarés, los cuales se pueden considerar de la misma categoría que los bonos. Un tercer tipo de acopio de fondos lo constituyen ciertas generadoras de ingresos, como una planta de energía eléctrica propiedad del municipio. Aunque estas son las principales fuentes de ingresos del Gobierno, hay algunas otras formas por las que este dinero se puede transferir de una autoridad del Gobierno a otra por medio de pagos directos, prestamos, subsidios y concesiones.

Los fondos federales se reúnen con dinero de los impuestos y con prestamos. Los proyectos federales pueden ser financiados entonces por pago directo. En este caso el Gobierno no espera rendimiento monetario; sin embargo el "rendimiento" se expresa por los beneficios que obtiene el público.

También se puede obtener financiamiento para proyectos de impacto nacional, mediante la intervención total o parcial de la banca multilateral o extranjera, tales como: Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y bancos o agencias de cooperación internacional de países como EU, Japón, Canadá, etc. Tales instituciones exigen cada vez más que los proyectos financiados por ellas cumplan con requisitos mínimos de carácter ambiental.

Estimación de los factores beneficio - costo: El analista del beneficio y del costo, sabe, antes de iniciar un estudio, que colocar una cifra de dinero sobre ciertos "beneficios sociales" puede ser difícil. En realidad hay un problema más importante, que es cuáles factores estimar, algunos tipos de factores a considerar son: efectos internos, efectos tecnológicos externos, efectos pecuniarios y efectos secundarios.

Sobre cuenta: Una disfunción común es considerar una gran variedad de efectos en un análisis beneficio - costo es sobre contar, o contar inadvertidamente dos veces algunos factores.

Vidas diferentes: Cuando se comparan proyectos simultáneamente de obras públicas que tienen vidas diferentes, es común que el horizonte de planificación coincida con la alternativa de vida más larga. Cuando se espera que algunos proyectos tengan una vida larga y otros una vida más corta, los cambios en la tasa de descuento podrían cambiar el atractivo de algunos proyectos con respecto a las otras alternativas.

Derechos, cuotas y cargos al usuario: los derechos, las cuotas y los cargos al usuario producen un efecto interesante en los aspectos fiscales de los proyectos públicos. Si un derecho, una cuota, o un cargo al usuario se considera como un pago o como un pago parcial por los beneficios derivados, se puede afirmar que los beneficios netos que se reciben se reducen en el importe del pago. De igual modo, el importe del pago reduce el costo del proyecto para el Gobierno.

Proyectos de usos múltiples: Los proyectos de usos múltiples reciben mucha atención tanto a favor como en contra. Usos múltiples significa beneficios múltiples y a menudo se pueden obtener con ligeros incrementos de los costos de proyectos de un solo uso. Por supuesto, el incremento del capital y los costos netos de operación que se requieren para un uso adicional, deben proporcionar por lo menos un valor semejante para los beneficios.

Problemas con la relación beneficio - costo: Hay dos problemas frecuentes que requieren una explicación y una advertencia. Se pueden obtener resultados engañosos a través de un análisis perfecto y elegir el proyecto inadecuado. Primero, en ocasiones es difícil decidir si un proyecto es un beneficio para el público o un ahorro de costos para el Gobierno. De igual modo, a menudo hay incertidumbre entre cargos y costos.

6.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO, PARA LA INICIATIVA PRIVADA.

La construcción de la central hidroeléctrica se podría realizar bajo un esquema B.L.T. (Construcción, Renta y Transferencia), para la cual se constituiría un fideicomiso, quien firmará con la C.F.E. un contrato de *arrendamiento firme a fecha cierta (hell or high - water)*. con base en los ingresos futuros de este contrato, se obtendrá de instituciones financieras nacionales e internacionales los financiamientos necesarios para pagar el contrato de construcción, equipamiento y puesta en marcha de la central. Al término del contrato de arrendamiento la central pasará a ser propiedad de la CFE sin costo adicional.

Para el acueducto y la planta potabilizadora se contemplaría un esquema B.O.T., (Construcción, Operación y Transferencia), en la que una empresa concesionaria firmará con el municipio de Acapulco de Juárez un contrato de venta de agua en bloque con un volumen mínimo garantizado (*take - or - pay*). Este contrato se podrá monetizar y junto con el operador que se seleccione, se pagará la ingeniería, construcción, equipamiento y puesta en marcha. Esta empresa contratará con una empresa operadora, el servicio de operación y mantenimiento del sistema. Los pagos realizados por el municipio se utilizarán para pagar la operación y mantenimiento, cubrir el servicio de la deuda y pagar a los accionistas el capital invertido, al igual que el rendimiento esperado. Al término de la

concesión, las instalaciones se transferirán sin costo al organismo municipal de agua potable y alcantarillado.

Las inversiones en el distrito de riego y saneamiento de la Laguna de Tres Palos serán realizadas por el Gobierno Federal sin forma directa de recuperación. Tanto el desarrollo turístico como el acuícola se consideran como paralelos, con inversiones y formas de recuperación independientes de la central hidroeléctrica y del acueducto.

Es importante mencionar que el contrato de arrendamiento firme a fecha cierta presenta problemas de tipo legal para su implementación bajo la legislación mexicana, ya que si la planta no estuviera en condiciones de operar no sería exigible a la CFE el pago de rentas.

6.2.1. Análisis financiero.

El objetivo es determinar la factibilidad financiera del proyecto, así como determinar el monto de la renta que debería pagar CFE y el costo del m³ de agua en bloque. Por ello se consideraron las siguientes premisas:

INVERSIONES (Montos en millones de pesos)

Presa	1,379
Central hidroeléctrica	576
Acueducto	200
Planta Potabilizadora	135
Total cubierto	2,290

Las afectaciones, rehabilitación de la laguna y zona de riego correrán por cuenta del Gobierno Federal y/o Estatal.

INGRESOS

Para la central hidroeléctrica se consideró el pago de rentas denominadas en dólares al tipo de cambio vigente al momento del pago. Para el acueducto se estimó un pago por m³ de agua entregada, con volumen mínimo garantizado de 6 m³/s, que se actualiza con la inflación (en el contrato se deberá establecer otros índices de actualización como son tipo de cambio, tasa impositiva, tasa de interés, etc.). Ambos contratos tendrán una vigencia de 15 años, incluyendo el período de construcción de 5 años para la central y 2 para el acueducto.

GASTOS

Tanto para la central hidroeléctrica como para el acueducto se consideró un gasto por supervisión equivalente a 2% del costo de construcción. Para la central se incluyó el pago del fiduciario (0.1% de los bienes fideicomitidos) y en el acueducto los gastos de administración se estiman en 1% de los ingresos.

FINANCIAMIENTO

Para la central hidroeléctrica se plantea que el fideicomiso contrate tres créditos: uno para la compra de equipo, uno subordinado otorgado por los promotores y el último contratado con la banca internacional.

Para la compra de equipo:

Monto	US\$ 92 millones
Plazo	12 años
Gracia de principal	5 años
Tasa	9.5%
Comisiones:	
Prima de riesgo	6.5%
Compromiso	0.5%
Apertura	1.0%

Crédito Adicional

Monto	US\$ 577 millones
Plazo	15 años
Gracia de principal	5 años
Tasa	15%
Comisión de apertura	1.5%

Crédito Promotores

Plazo	15 años
Tasa	15.0%

Para el acueducto, los accionistas aportarán capital por el equivalente a 25% del costo de la obra, el resto de los recursos se obtendrá a través de un crédito bajo las siguientes condiciones:

Crédito

Monto	600 millones
-------	--------------

Plazo	12 años
Gracia de principal	2 años
Tasa de interés	CPP o TIP + 3 puntos porcentuales
Comisión de apertura	2.0%

IMPUESTOS

Como el último beneficiario del fideicomiso será la CFE, se puede considerar que se obtendrá autorización de la SHCP para no pagar impuestos. Para el acueducto se incluyó el pago de ISR y PTU.

6.2.2. Bases para la evaluación económica

Evaluación bajo los siguientes aspectos:

- Vida útil de 50 años para la hidroeléctrica y 30 años para los demás usos.
- Inversión en 5 años para la hidroeléctrica y 2 años para los demás usos.
- Beneficios con tarifas

Energía eléctrica a 0.077 USD/KWh

Agua potable a \$ 1/m³

Tasa de descuento: 10% anual

Energía eléctrica

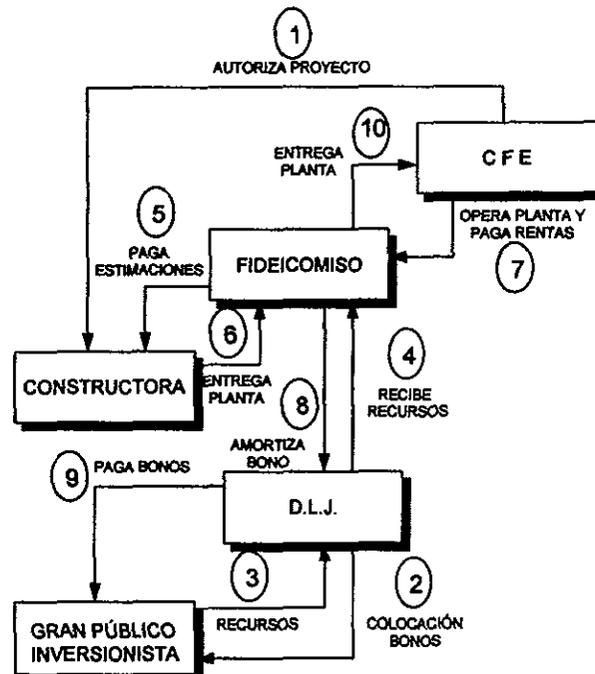
Producida 1,332 GWh/año

Pérdida en La Venta 142 GWh/año

Neta 1,190 GWh/año

Agua Potable Suministrada 6 m³/s

P. H. LA PAROTA, ESQUEMA BLT



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

La Parota es un proyecto hidráulico de propósitos múltiples, en el que a través de la construcción de las obras hidráulicas que lo componen, se aprovechará el potencial hidráulico del Río Papagayo.

La ubicación es un factor que debe ser aprovechado al máximo, por su cercanía con los centros de consumo y proporcionará una importante capacidad de generación, por lo menos en la región pacífico sur.

Actualmente, los estudios tendientes a identificar los posibles daños que provocará la ejecución de este proyecto, son más sensibles y específicos, por lo que mitigarlos será una labor más sencilla que la realizada en años anteriores.

Con las modificaciones introducidas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los particulares ahora tienen la oportunidad de generar electricidad con fines de cogeneración, pequeña producción y producción independiente. Esta modalidad permite tener otra visión sobre la ejecución del proyecto.

La tendencia es producir energía eléctrica mediante termoeléctricas, esta es una idea muy común en países del primer mundo, pero para casos como el nuestro, conviene aún explotar racionalmente los enormes recursos naturales, ya que se daña en menor grado al ambiente; por ejemplo, los requerimientos que las autoridades encargadas de preservar el medio ambiente establecen en nuestro país, obligan a buscar, en el caso de termoeléctricas, combustibles menos perjudiciales, por esta razón, se estima que para el 2005, se presentará una reducción sustancial en el consumo de combustóleo a cambio de gas, para cumplir con la normatividad ambiental.

Por su potencia instalable y la producción de energía eléctrica, La Parota será una de las diez hidroeléctricas más importantes del país, la energía firme que producirá esta central se ha estimado en 1,111 GWh por año y operará principalmente en las horas pico de la demanda.

En cuanto al suministro de agua potable, se estima que la demanda en Acapulco asciende a 3.2 m³/s, pero el suministro es de 2.5 m³/s, para el año 2000 se calcula una demanda de 4.2 m³/s, de aprovechar este proyecto para suministrar el vital líquido, se podría dejar programada la infraestructura para satisfacer 6 m³/s, estimados para el año 2010.

El suministro actual, se lleva a cabo a través de tres captaciones denominadas: *El Chorro*, localizada a 40 km al norte de Acapulco y cuya conducción es por gravedad; *Papagayo I*, conducción por bombeo de un pozo tipo Ranney y una

batería de pozos; *Papagayo II*, es la más importante de todas y esta constituida por una obra de toma directa, pero también necesita de un importante bombeo.

La presa La Parota abre la posibilidad de sustituir total o parcialmente las fuentes de suministro de agua para Acapulco, con agua de mejor calidad, mayor confiabilidad y por gravedad, por lo que será necesario construir una obra de toma para 6 m³/s en la zona de diques y un acueducto de 15 km de longitud.

El potencial pesquero de la Laguna de Tres Palos se ha reducido considerablemente, debido a los niveles tróficos que se presentan, sin embargo este proyecto permitirá incrementar el tan disminuido potencial a través del saneamiento que se realizaría.

El aprovechamiento de La Presa, para fines agrícolas es un aspecto que no ha sido estudiado con profundidad, pero se estima que en la zona de la planicie costera, podrían abrirse a la irrigación del orden de 2,000 a 4,000 hectáreas, de cultivos altamente redituables.

El suministro de agua potable será continuo y suficiente, esta es una premisa que es posible garantizar con la ejecución de este proyecto.

Habiendo conocido las dos sugerencias económicas expuestas, creo conveniente sugerir que la opción más segura para realizar este proyecto hidroeléctrico, se encuentra en la propuesta de Obra Pública, dado que ofrece el mayor número de garantías y encaja perfectamente en el esquema de obras que el Estado debe realizar para proporcionar beneficios a la nación.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFÍA.

- Gardea Villegas, Humberto, Aprovechamientos Hidroeléctricos y de Bombeo, Trillas, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1992.
- Vázquez González, Alba, y Valdez, Enrique Cesar, Impacto Ambiental, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1993.
- Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Construcción, Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos, Gerencia Técnica de Proyectos Hidroeléctricos, Subgerencia de Anteproyectos, Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Gro., enero de 1992.
- Documento de Prospectiva del Sector Eléctrico (1995-2004), Secretaría de Energía, México, 1995.
- Documento de Prospectiva del Sector Eléctrico (1996-2005), Secretaría de Energía, México, 1996.
- Ingenieros Civiles Asociados, S. A. de C. V., Acueducto La Parota-Acapulco, expediente técnico, mayo 1993, Consultores en Ingeniería y Proyectos, S. A de C. V.
- Oportunidades de Inversión en el Sector de la Energía, México, Secretaría de Energía.
- Proyecto: P. H., La Parota, Dirección de Desarrollo de Negocios, tomos I y II, ICA.
- Ahuja, Nira N. & Walsh Michael A. Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos, Alfaomega, México, 1989.
- Newman, Donal G., Análisis Económico en Ingeniería, segunda edición, McGraw-Hill, México, 1985.
- White, John; Agee, Marvin; Case, Kenneth, Técnicas de Análisis Económico en Ingeniería, Limusa, México, 1986.