

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

18  
2EJ

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA



DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA  
DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA GENERACION  
DE ENERGIA ELECTRICA EN MEXICO Y  
GENERALIDADES DEL IMPACTO AMBIENTAL EN  
LAS 13 PRESAS MAS IMPORTANTES.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**LICENCIADO EN GEOGRAFIA**  
P R E S E N T A  
**NORMA ANGELICA HERNANDEZ BERNAL**

MEXICO, D. F.



1995

**FALLA DE ORIGEN**

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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 esta 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.

Para mis padres:

Dr. Gustavo Hernández Alcántara

Dra. Ma. Elena Bernal de Hernández, q.e.p.d.

con amor, respeto y eterna admiración.

Agradezco la información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en especial al Ing. Jaime Albarrán, jefe del Departamento de Hidrometeorología y al Ing. Jorge Villanueva M., jefe de la Oficina de Información y Estadística de la Gerencia del Centro Nacional de Control de Energía de la misma CFE.

Asimismo, agradezco el apoyo proporcionado en su momento por la Comisión Nacional del Agua a través del Ing. Martín Molina de la Subgerencia de Evaluación y Seguridad Ambiental.

Mi agradecimiento a:

Dra. Laura Elena Maderrey, Mtra. Graciela Pérez Villegas, Mtro. Cuauhtémoc Torres Ruata, Lic. Arturo Jiménez Román quienes leyeron este trabajo y contribuyeron con sus sugerencias, críticas y correcciones.

Agradezco al Mtro. Víctor Manuel Martínez Luna por su valiosa guía y paciencia en la elaboración del presente trabajo.

**INDICE GENERAL**

	PAG.
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	
<b>1. El agua</b>	13
A) Su importancia como recurso.	
B) Generación de energía a partir del agua y su importancia.	
C) Generación de energía hidroeléctrica en el Mundo y en México	
<b>2. Antecedentes históricos.</b>	26
A) Síntesis de la historia de la generación de energía eléctrica en México.	
B) Primeras plantas hidroeléctricas en México.	
<b>3. Medio Geográfico.</b>	55
A) Aspectos del medio físico relevantes en la localización de presas hidroeléctricas.	
B) Población. Distribución: Zonas urbanas e Industriales	
<b>4. Hidrografía de México</b>	45
A) Factores del medio que permiten el escurrimiento	
B) Principales ríos de México	
C) Ríos aprovechados para la generación de energía eléctrica en México	
D) Presas hidroeléctricas de México en general. Localización y su relación con el medio físico	
E) Regionalización de la Comisión Federal de Electricidad para la administración de energía hidroeléctrica	
<b>5. Impacto ambiental generado por grandes presas</b>	58
A) Definición, conceptos y clasificación de Impacto Ambiental	
B) Intervención del agua en los diversos tipos de Impacto Ambiental	
C) Impacto ambiental en las cuencas hidrográficas	
D) Impacto ambiental producido por obras hidráulicas	

E) Impacto ambiental en el sistema hidrográfico	
F) Vegetación acuática	
G) Impacto en la fauna	
H) Impactos sociales	
<b>6. Las trece presas hidroeléctricas de mayor importancia</b>	<b>88</b>
A) Localización de los embalses y recursos hidroeléctricos	
B) Datos hidrológicos y de generación de cada presa	
C) Disponibilidad de agua almacenada y extracción por turbina	
D) Generación hidroeléctrica	
<b>Resultados, conclusiones y sugerencias</b>	
<b>Datos por Vertiente y por Presa:</b>	
<b>Anexo I: Promedios Mensuales y Gráficas de Aporte, Almacen, Extracción y Generación de cada presa.</b>	<b>123</b>
<b>Anexo II: Datos mensuales de Aporte de Agua a cada presa. (Millones de metros cúbicos).</b>	<b>141</b>
<b>Anexo III: Datos mensuales de Almacen de agua en cada presa. (Millones de metros cúbicos).</b>	<b>149</b>
<b>Anexo IV: Datos mensuales de Extracción de agua por turbina de cada presa. (Millones de metros cúbicos).</b>	<b>157</b>
<b>Anexo V: Datos mensuales de Generación de Energía Eléctrica de cada presa. (Millones de MW).</b>	<b>165</b>
<b>Bibliografía.</b>	

**INDICE DE MAPAS.**

<b>Mapa 1. Regiones de producción hidroeléctrica en Europa</b>	20
<b>Mapa 2. Producción hidroeléctrica en la Región América del Norte</b>	22
<b>Mapa 3. Países con recursos hidroeléctricos abundantes</b>	24
<b>Mapa 4. Primeras plantas hidroeléctricas en México</b>	31
<b>Mapa 5. Precipitación. Distribución de lluvias y presas hidroeléctricas estudiadas</b>	37
<b>Mapa 6. Regiones geográficas</b>	40
<b>Mapa 7. Distribución de la población y presas hidroeléctricas</b>	42
<b>Mapa 8. Ciudades principales y presas hidroeléctricas</b>	44
<b>Mapa 9. Ríos principales</b>	48
<b>Mapa 10. Cuencas hidrográficas y Comisiones de Cuencas</b>	56
<b>Mapa 11. Regiones Hidroeléctricas (CFE)</b>	57
<b>Mapa 12. Localización de las presas estudiadas</b>	92
<b>Mapa 13. Porcentaje de Aporte de agua por vertiente</b>	97
<b>Mapa 14. Porcentaje de Almacenaje de agua por vertiente</b>	103
<b>Mapa 15. Porcentaje de Extracción de agua por vertiente</b>	107
<b>Mapa 16. Porcentaje de Generación hidroeléctrica por vertiente</b>	108
<b>Mapa 17. Promedios de Aporte, Almacen y de Extracción de agua y de Generación de Energía</b>	110

**INDICE DE FIGURAS**

1. Recursos hidroeléctricos a nivel regional en el mundo	19
2. Plantas hidroeléctricas construidas por la CFE a partir de 1960 (capacidad y porcentaje)	29
3. Porcentaje de Almacenaje, Aporte, Extracción de agua y Generación de Energía por vertiente	99
4. Promedios de Aporte, Almacenaje, Extracción y Generación de cada presa	111

**INDICE DE TABLAS.**

Tabla 1: Recursos hidroeléctricos a nivel regional en el mundo	18
Tabla 2: Países con recursos hidroeléctricos abundantes	23
Tabla 3: Plantas hidroeléctricas construidas por la Comisión Federal de Electricidad a partir de 1960	29
Tabla 4: Plantas hidroeléctricas adquiridas por la CFE posterior a 1960	30
Tabla 5: Primeras plantas hidroeléctricas en México	32
Tabla 6: Plantas hidroeléctricas que inician operación durante los años cincuenta	33
Tabla 7: Escurrimiento por vertientes	47
Tabla 8: Presas hidroeléctricas y ríos aprovechados	51
Tabla 9: Tabla síntesis del Impacto Ambiental de una presa por zonas y etapas:	85
<b>Aguas Arriba</b>	
<b>Embalses</b>	
<b>Aguas Abajo</b>	
Tabla 10: Totales y promedios de los datos de volúmenes de Agua y Generación de Energía Eléctrica de cada presa	93
Tabla 11: Promedio y porcentaje de Aporte, Almacen y Extracción de agua de las principales presas hidroeléctricas de la Vertiente del Pacífico	98



<b>Tabla 12: Promedio y porcentaje de Aporte, Almacen y Extracción de agua de las principales presas hidroeléctricas de la Vertiente del Golfo de México</b>	100
<b>Tabla 13: Promedios y porcentajes por vertiente y del total nacional de Aporte y Almacen de agua de las 13 principales presas hidroeléctricas de México</b>	102
<b>Tabla 14: Promedios y porcentajes por vertiente y del total nacional de Extracción de agua por turbina y de Generación de las 13 principales presas hidroeléctricas de México</b>	105
<b>Tabla 15: Tabla síntesis de las presas estudiadas</b>	120

## INTRODUCCION.

Actualmente se desconoce cuál es la capacidad y disponibilidad de agua en todas las presas generadoras de energía eléctrica de México por parte de las autoridades encargadas de su manejo, aunque en los últimos años se está llevando a cabo una reestructuración y ordenamiento de su material informativo. De igual modo se carece de un estudio geográfico que permita conocer la distribución espacial del total de los embalses para generación eléctrica en el territorio nacional con base en los diferentes elementos de la superficie terrestre. Así mismo se desconocen los datos cuantitativos concernientes a la disponibilidad de agua para fines hidroeléctricos por vertiente y región, ya sean provincias fisiográficas o unidades geomorfológicas y orogénicas.

Debido a la carencia y actualización de datos la misma Comisión Federal de Electricidad (CFE) únicamente dispone de la información hidroeléctrica completa de las 13 presas de mayor capacidad de almacenamiento y de generación hidroeléctrica del país. Es por esto por lo que este estudio se circunscribe temporalmente a estos 13 embalses y con datos que comprenden hasta mayo de 1991. Quedando excluidas las presas hidroeléctricas de reciente inauguración como son Aguamilpa, en Mayarit; Zimapan, en el estado de Hidalgo y Cerro de Oro en Oaxaca, que ya fueron inauguradas oficialmente, pero que no están produciendo la energía eléctrica en cantidades significativas. Por lo que de haberse incluido los datos

correspondientes a estas presas hidroeléctricas no serían representativas en cualquiera de los parámetros utilizados para este estudio.

También es importante destacar el impacto ambiental que estas obras de gran magnitud originan en el medio geográfico circundante. Por ello en este trabajo se consideró pertinente mencionar la necesidad de implementar estudios que contemplen los posibles problemas que se presentan antes, durante y después de la construcción de un embalse, en este caso los dedicados a la generación hidroeléctrica; por estas razones se estimó necesario plantear y mencionar de una manera general e inicial los principales aspectos del impacto ambiental que producen estas presas. La problemática anterior fue detectada cuando originalmente se pretendió hacer una tesis que permitiera conocer cuál es la capacidad de agua disponible en todo el conjunto de presas para fines hidroeléctricos que hay en el país, y así sentar las bases que permitan pasar a estudios regionales para saber cuál es la distribución geográfica por vertientes, regiones climáticas, regiones hidroeléctricas y establecer su posible correlación con algunos aspectos demográficos, uso industrial y uso doméstico.

Se considera que la carencia de esta información representa un vacío en el conocimiento hidrogeográfico de México, ya que se hizo una revisión bibliográfica exhaustiva, que abarcó desde la misma CPE hasta diferentes archivos de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR) y de la Comisión Nacional del Agua (CNA). El resultado de esta búsqueda fue la circunscripción a únicamente las trece presas hidroeléctricas más importantes del país, la mayoría de las cuales son de construcción relativamente reciente (Temascal, 1956 - El Caracol, 1989).

Posiblemente, el origen de esta carencia de información se debe a que las diversas empresas hidroeléctricas que existieron antes de la integración y nacionalización de la industria eléctrica tenían sus propios bancos de información o por que nunca se llevaron a cabo registros de una manera sistemática.

El desconocimiento de esta información impide, hasta cierto grado, conocer las variaciones de disponibilidad de agua tanto espacialmente como durante el transcurso de las estaciones del año. Aquí cabe indicar que el agua de algunas presas tiene otros usos, sobre todo en la agricultura; así, el desconocimiento de la disponibilidad de agua para la generación de electricidad impide, parcialmente, la planeación adecuada para su uso y el establecimiento de una política realista del manejo de cuencas, en general y del agua en particular.

Otro de los problemas con los que se asocia el desconocimiento de la información mencionada es el inherente a las modificaciones y perturbaciones de algunos aspectos relacionados directamente con la cobertura vegetal y la ecología de las cuencas de captación. Al respecto se vislumbra que en varios de los casos estudiados, los escurrimientos eran anteriormente paulatinos y en cambio en la actualidad empiezan a ser torrenciales. Estos aspectos se relacionan, a su vez con el azolvamiento de las presas, lo cual paulatinamente les resta capacidad de almacenamiento y en consecuencia disminuye la disponibilidad de agua en general.

La capacidad de almacenamiento es la cantidad o volumen de agua máximo que un embalse puede contener en sí mismo a lo largo de su vida útil.

La disponibilidad de agua en un embalse es la cantidad de agua que puede utilizarse para diferentes fines, ya sean riego, servicios o para la generación de energía eléctrica. Esta disponibilidad varía a lo largo del año, dependiendo de diferentes factores como pueden ser la estación del año o la demanda que exijan ciertos sectores del recurso.

También puede decirse que llegar a conocer -o a determinar en promedio- cuál es el volumen de agua disponible para la generación hidroeléctrica es un aspecto que debe interesar fundamentalmente a tres dependencias gubernamentales: la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional del Agua (CNA) y a la actual Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Con base en la recopilación de datos, su procesamiento e interpretación geográfica y los resultados obtenidos este estudio constituye un panorama inicial de utilidad y aporte al conocimiento hidrogeográfico del país.

Al respecto, se considera que estos 13 grandes embalses constituyen un alto porcentaje de la disponibilidad de agua del total del país y que el volumen de agua de las otras plantas tiene una importancia mucho menor, sin embargo la información disponible únicamente se limita a algunos estudios geográficos generales efectuados por la CFE de acuerdo con las grandes regiones hidroeléctricas que maneja la dependencia.

La fundamentación bibliográfica de esta tesis se obtuvo principalmente en la CFE, la CNA y de la actual SAGAR, así como en las bibliotecas de diversos institutos y facultades de la UNAM. Además se consultaron otros libros de informes técnicos incluidos en la bibliografía general del presente trabajo, así como a la concerniente a diversas cartas y

Además de lo anterior, la tesis pretende sentar las bases iniciales para establecer un estudio más amplio concerniente a la disponibilidad de agua embalsada que se usa para generar electricidad; los estudios posteriores deberán incluir a todas las demás presas hidroeléctricas de menor capacidad. Estos aspectos permitirán conjuntar los estudios de disponibilidad de agua inherentes al almacenamiento de los embalses y los dedicados a la irrigación, a fin de obtener un panorama más completo.

Como ya se indicó, las obras de grandes dimensiones como son estas presas hidroeléctricas implican la modificación del medio ambiente, por esto se consideró necesario incluir un capítulo dedicado a esta temática; en él se exponen, de una manera general, algunos aspectos del impacto ambiental y riesgos ecológicos que se derivan de la construcción y operación de las presas hidroeléctricas.

Antes de mencionar los aspectos concernientes a la importancia del agua en la hidroelectricidad es necesario indicar que desde siempre este recurso natural ha jugado un papel importante en el desarrollo del hombre, ya sea como organismo o como ser social. Así mismo, el agua ha sido fundamental en el desarrollo económico de las sociedades en todas sus actividades.

De los múltiples usos que actualmente tiene el agua, destaca el de su utilización para la generación de energía eléctrica, debido a la importancia que tiene en las actividades humanas, lo cual a su vez se asocia con la capacidad energética de cada país en el contexto de la economía mundial.

mapas. Cabe mencionar que, aunque en algunos de los documentos las presas aparecen con dos nombres, se prefirió respetar los nombres que se mencionan en los textos consultados.

Los textos básicos para la elaboración de este trabajo se mencionan en la Bibliografía al final de este trabajo, la cual se complementó con otros libros concernientes a la misma temática, algunos artículos de diversas revistas, desde luego con los registros hidrométricos de los boletines de la CFE y algunos informes técnicos como son las carpetas de funcionamiento de las diferentes plantas hidroeléctricas, mismos que se me facilitaron en la CFE. Algunos de los datos en este trabajo se obtuvieron del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Estos datos se encuentran en forma aislada y no se expresa ninguna correlación entre estos. Además de la bibliografía y los datos ya mencionados, se utilizaron cartas temáticas de cada una de las zonas donde se localizan los embalses, así como diversas cartas del Atlas de México, elaborados en el Instituto de Geografía de la UNAM y mapas elaborados por la CFE.

Con base en lo anterior se estableció el objetivo general de este trabajo, el cual es el de conocer inicialmente la capacidad de almacenamiento de agua de las 13 presas hidroeléctricas consideradas como las más importantes de México -ya que es en ellas donde se produce una mayor generación de energía eléctrica-, en función de su distribución geográfica, a fin de conocer la disponibilidad de agua que se tiene en este rubro, como un recurso natural renovable.

Al respecto, el geógrafo francés Dolffus (1976) afirma que, " Los recursos naturales de un espacio determinado tiene valor únicamente en función de una sociedad, de una época y de unas técnicas de producción determinadas; están en relación con una forma de producción y con la coyuntura de una época... Un mismo recurso ofrece distintas posibilidades de utilización según las épocas y las técnicas". Es por esto que se intenta actualmente aprovechar al máximo las instalaciones hidroeléctricas para contrarrestar de alguna manera el aumento de los precios de los energéticos, particularmente los del petróleo.

Por otra parte se sabe que el volumen de agua en la tierra es constante. Sin embargo, del total, 97% es agua salada y del 3% restante el 2.8% es agua en estado sólido (glaciares y casquetes polares) y el resto (0.2%) se encuentra en ríos, lagos y demás aguas superficiales. Esto pone de manifiesto que la energía hidroeléctrica depende de una cantidad muy pequeña de agua, pero que como recurso natural renovable es capaz de generar energía eléctrica en una cantidad notable, aunque hasta el presente no se aproveche totalmente. Además, es importante conocer la distribución que tiene este porcentaje sobre la superficie terrestre, y los lugares en donde es factible lograr la construcción de presas y plantas generadoras. Por esto es indispensable conocer, tanto cuantitativamente como cualitativamente los recursos hidrográficos con los que cuenta el país. De este modo se podrá determinar cual será su mejor utilización y aprovechamiento. Según el mismo Dolffus, para lograr el mejor uso posible de un territorio es necesario conocer la potencialidad de sus recursos y determinar su utilidad en función de las necesidades de la sociedad. Tal es el caso del agua, por lo



cual es importante evaluar cuanta existe potencialmente en algunas cuencas, y con base en ello, saber cual es el volumen que se podría emplear en la generación hidroeléctrica, si otras características geográficas lo permiten.

Algunos elementos del medio natural constituyen limitantes para las actividades humanas, aunque a la vez las determinan hasta cierto punto. Sin embargo, esto puede ser superado por las sociedades, dependiendo de su nivel tecnológico y económico y de las finalidades que estas persiguen.

Es por esto que es necesario tomar en cuenta diferentes aspectos geográficos de nuestro país, como son su ubicación geográfica a nivel mundial, el relieve, el clima -principalmente la precipitación y su distribución sobre el territorio nacional-, la distribución de la población y localización de zonas urbanas e industriales. Esto en conjunto, determinará la localización de las presas hidroeléctricas, su capacidad de almacenamiento, extracción de agua y por lo tanto su capacidad de generación.

En México existe un gran número de estudios sobre la generación de energía eléctrica, sin embargo, llama la atención la escasez de estudios sobre los volúmenes de agua que se manejan en las obras hidroeléctricas, ya sea de almacenamiento, aporte y extracción de agua del embalse para lograr un determinado nivel de producción de electricidad.

Con base en el procesamiento estadístico que fue la obtención de los promedios de los datos hidrométricos y de generación eléctrica se establecieron correlaciones entre los diferentes datos estudiados. Así mismo también se correlacionaron los datos numéricos con los factores del medio

geográfico que intervienen en la localización de estos embalses. Sin embargo, cabe destacar que sólo se presenta una visión global del problema, ya que los datos obtenidos están incompletos, por lo que se realizaron algunas estimaciones sobre los mismos.

Cabe mencionar que debido al carácter de esta tesis, con un enfoque fundamentalmente hidrogeográfico, se incluyen básicamente las características concernientes a la geografía física, aunque se tuvo siempre presente que la generación hidroeléctrica es totalmente para el uso y beneficio de la población. En este tenor, los aspectos de tipo demográfico, social y económico se mencionan someramente, además de que existen varias investigaciones de carácter económico enfocadas a la distribución, demanda y uso de la energía en las regiones hidroeléctricas delimitadas convencionalmente por la CFE, establecidas con base en sus propios criterios.

El método que se utilizó en el trabajo fue de tipo deductivo, con base en información estadística obtenida, concerniente a los volúmenes de agua manejados en cada una de las presas estudiadas.

De acuerdo con la información obtenida inherente a la disponibilidad de agua para la generación de energía eléctrica en las presas estudiadas -la cual abarca un periodo de 10 años en la mayoría de los casos-, se hizo una estimación del Aporte de agua del río al embalse, definido como la cantidad de agua promedio vertida en el embalse. Se calculó el Almacenaje promedio, o sea la cantidad de agua retenida dentro de la presa hidroeléctrica; también se estudio la Extracción por turbina, la cual es la cantidad de agua extraída para generar una determinada cantidad de energía eléctrica y,

finalmente, la Generación promedio de energía hidroeléctrica de cada presa. En los casos en los que las series fueron menores a los 10 años se siguió el mismo procedimiento. Debido a lo anterior los datos numéricos generales de algunos embalses carecen de coincidencia con respecto a otros de los embalses. Sin embargo, los resultados de alguna manera indican el funcionamiento y efectividad de dichas presas.

Las tablas y gráficas presentadas en este trabajo se elaboraron con los datos hidrométricos y de generación obtenidos, principalmente, en la CFE, y constituyen un aporte personal al tema.

La totalidad del trabajo fue de gabinete, ante la imposibilidad económica y las trabas institucionales y burocráticas para realizar trabajo de campo y recopilar directamente en cada una de las presas estudiadas los datos hidrométricos, así como la observación de las características del medio ambiente de los embalses.

A manera de presentación, cabe mencionar que la distribución de la disponibilidad de agua para la generación de energía eléctrica en México se encuentra determinada por los factores físicos del medio ambiente, por lo tanto, las obras destinadas a la producción hidroeléctrica están localizadas, en donde las condiciones geomorfológicas y de pluviosidad permiten un alto índice de escurrimiento, para lograr la efectividad que requiere una presa hidroeléctrica. Las trece presas incluidas en este estudio son las siguientes: Oviachic, El novillo, El Fuerte, Sta. Rosa, El Infiernillo, La Villita y Caracol, las cuales se localizan en la vertiente del Océano Pacífico. En la vertiente del Golfo de México se encuentran las presas Mazatepec, Temascal, Peñitas, Malpaso, Chicoasén y Angostura.

Aunque en algunos de los documentos las presas aparecen con dos nombres, se prefirió respetar los nombres que aparecen en los textos consultados.

En cuanto al Aporte de agua de los sistemas fluviales a las presas se observó que el volumen de agua es superior en la vertiente del Golfo de México ya que representa el 58.89% de ambas vertientes, correspondiendo a la vertiente del Pacífico un poco más de 2/5 partes del total.

En cuanto a la capacidad de almacén de agua de las presas, éste varía notablemente entre unas y otras, debido a las condiciones topográficas y características de cada lugar. Sin embargo, los embalses de la vertiente del Golfo tienen mayor capacidad de almacenamiento y por lo tanto mayor disponibilidad de agua para la producción hidroeléctrica. En conjunto, las seis presas localizadas en esta vertiente, tienen la capacidad de almacenar el 63.13% de agua considerando ambas vertientes. En tanto que las presas de la vertiente del Pacífico solo pueden almacenar el 36.86% del total considerado.

En cuanto al volumen promedio de agua extraída durante el periodo observado, en la vertiente del Pacífico se extrajeron 3/5 partes del total que generaron el 18.4% de energía eléctrica total. En tanto que en la vertiente del Golfo de México se extrajo un 37.82% del total y se produjo más del 80% de la energía eléctrica generada en las trece presas estudiadas en el mismo periodo de tiempo. Estas trece presas son de vital importancia para el desarrollo económico del país ya que representan, a la fecha, casi el 50% de la generación hidroeléctrica a nivel nacional, en tanto que el

otro 50% se genera en poco más de 60 embalses localizados a lo largo y ancho del país.

Finalmente se considera que este trabajo establece la base para realizar, posteriormente, un estudio más detallado y preciso en cuanto al tema. Cuando se disponga de una base de datos y de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que constantemente se actualicen para conocer los posibles cambios que se presentan en el manejo de los volúmenes de agua durante el funcionamiento de las presas estudiadas y otras, para así establecer su vida útil y mejorar su conservación

## I. El agua.

### A) Su importancia como recurso.

El agua es un elemento abundante en el planeta Tierra. Más del 70% de su superficie está cubierta por agua, principalmente agua salada de los océanos. El agua de la que dependen la fauna y la flora terrestre solo constituye una pequeñísima fracción: 2.59% del agua del planeta. (World Resources Institute, 1988)

Aún así, este porcentaje no se encuentra del todo disponible ya que una gran parte de éste se concentra en los glaciares o en el subsuelo. Sin embargo, esta cantidad es más que suficiente para sostener todas las formas de vida en la Tierra. El abastecimiento es constantemente renovado por el interminable ciclo del agua, generado por la energía solar.

La principal fuente de abasto de agua para sostener la vida en la superficie de la Tierra es la precipitación. Aún siendo una parte minúscula del agua en el planeta, la precipitación que cae en zonas continentales es un enorme recurso. Más de 110,000 kilómetros cúbicos anuales. (Loftness, 1988) El 65% de la precipitación regresa eventualmente a la atmósfera por evaporación y el resto (35%) recarga los mantos acuíferos y lagos.

La distribución de ésta cantidad de agua sobre el planeta no es uniforme. Esto se debe a las diferencias de clima que existen de un lugar a otro. Hay regiones del mundo que tienen poca precipitación y altos niveles de evaporación, otras, en cambio, tienen un régimen opuesto: abundantes lluvias y menor evaporación.

El agua es un elemento primordial tanto en el medio físico como para la vida. El agua es fuente de vida para animales y plantas, modela el

relieve de la superficie terrestre, regula la temperatura, etc. Así mismo, ha sido y es utilizada por el hombre con diversos fines, ya sea como medio de transporte, para la agricultura, como elemento cultural y recreativo, así como importante fuente de energía.

Sin embargo el uso que se le ha dado al agua ha sido tal que actualmente hay insuficiencia generalizada de este vital líquido. El desperdicio que se hace de ésta se encuentra ligada a las grandes aglomeraciones humanas e industriales. Esto ha dado lugar a que el agua disponible para uso humano sea sustancialmente poca, aun sin considerar la contaminación a la que se ha expuesto.

La disponibilidad de agua para uso humano, aún en pequeñas áreas es difícil de definir y medir. Para esto es necesario considerar diferentes parámetros como podrían ser el tipo de precipitación, su duración, los escurrimientos, la disponibilidad de los mantos freáticos, además de la intervención humana para su uso. En México, no se cuenta con una infraestructura eficiente para llevar a cabo este tipo de información, por lo que las estadísticas sobre el agua en general son inconsistentes y por lo tanto no son confiables. Sin embargo se parte de algunos de estos datos para poder establecer, junto con otros criterios, una opinión que refleje en cierta medida los requerimientos de este trabajo.

**B) Generación de energía a partir del agua y su importancia.**

El uso de la energía de agua en corriente para mover ruedas para la molienda de granos data de la época de los antiguos romanos. La conversión de energía hidráulica en energía mecánica para la operación de pequeñas fábricas alcanzó su auge en el siglo XVIII, hasta que la máquina de vapor permitió la ubicación de las fábricas en cualquier lugar. Anteriormente esto se hacía a orillas de los ríos únicamente. Los recursos hidráulicos adquirieron importancia de nuevo con el desarrollo eficiente de generadores eléctricos y de tecnología de transmisión que permitió la ubicación de plantas hidroeléctricas a cientos de kilómetros del punto de consumo.

La energía que se puede derivar del agua es una función de cantidad de agua y de la altura de la cual puede caer del almacén a la turbina eléctrica. La construcción de presas de almacenamiento para plantas de generación eléctrica requiere de una topografía adecuada, y que los lechos de los ríos tengan una base firme para la estructura de la presa. Además es importante y necesario un ángulo de caída relativamente agudo para hacer posible la operación de las turbinas (Loftness, 1988). Esto es que la energía potencial del agua es proporcional a la cantidad de agua y a la altura de la caída.

Teóricamente son utilizables cuatro fuentes mecánicas naturales para la producción de energía eléctrica: el agua en corriente, las mareas, el viento, y la geotermia. En la actualidad las fuerzas mecánicas de generación de mareas se encuentran en un proceso de experimentación y desarrollo. De hecho sólo se utiliza como fuente de generación eléctrica complementaria a nivel local. (George, 1982) La única instalación de generación eléctrica a



base de mareas a gran escala es la del estuario del río Rance, al norte de Francia (Teixidó, 1981).

En lo que se refiere a la energía eoloelectrica, en México, se han desarrollado proyectos donde esta opción para la generación de energía eléctrica resulta ser una de las mejores. Es necesario indicar que la producción de energía eléctrica por medio de la energía mecánica del viento ya es un hecho en varias partes del mundo. En el caso de México también se han hecho aplicaciones e instalaciones para aprovechar la energía eólica, aunque cabe aclarar que la generación es de muy poca potencia comparada con las cantidades producidas por otros medios a nivel nacional. La Comisión Federal de Electricidad ha instalado ya en la localidad de La Venta en Oaxaca los primeros 1,575 kw eólicos, constituyendo uno de los desarrollos más grandes de generación de energía eléctrica por viento en el mundo, el cual tiene un potencial superior a los mil Megavatios. Actualmente, de acuerdo a la CFE, se encuentra en proceso la construcción de una central eólica de 2 megavatios en el Cerro de la Virgen, Zacatecas. (La Jornada, 2 de sept.1994)

Lo anterior representa un gran paso en la historia de la tecnología de la generación de electricidad e indudablemente en el futuro tendrá un mayor desarrollo y se llegarán a producir grandes cantidades de electricidad en algunas zonas del mundo y de México.

El agua como fuente de energía presenta ventajas ya que es renovable, es decir que no se extrae ni se consume y es factible de emplearla para otros fines, e inclusive volver a utilizarla en la producción de energía hidroeléctrica, como es el caso de los sistemas de presas escalonadas.

Aún así, depende de un cierto número de variables que pueden presentar una gran complejidad. El almacenaje de agua destinado a la producción de energía eléctrica debe tomar en consideración las variaciones estacionales de los ríos utilizados para este fin. En este tipo de presas, se pretenden los mayores desniveles para explotar la energía potencial del agua y la altura de la caída. Es necesario señalar que tanto la regularidad de las precipitaciones como la de los caudales tiene tanta importancia como su cantidad para el funcionamiento de una planta hidroeléctrica. Las variaciones estacionales determinan, en última instancia, la generación de energía eléctrica, lo cual debe ser considerado en la construcción de este tipo de obras.

Es importante señalar aspectos relevantes en la producción y consumo de energía hidroeléctrica: la imposibilidad de almacenaje de la energía que debe ser generada en el mismo momento que se produce la demanda y la transmisión de la misma recorriendo la distancia entre la central productora y el lugar de consumo. Otro factor técnico de importancia es el transporte de la energía eléctrica para la localización de los centros de producción de la misma y en especial de la hidroelectricidad.

### C) Generación de energía hidroeléctrica en el Mundo y en México.

Las obras de almacenamiento para la generación de energía hidroeléctrica son necesarias y, aunque ya se mencionó, pueden normar la producción de energía, la regularidad de las precipitaciones y de los caudales son tan importantes como su cantidad.

En general considerando las precipitaciones, las zonas más favorecidas son las ecuatoriales y las zonas occidentales de los continentes

en sus zonas templadas por la reducción de la evaporación y las regiones montañosas por el recrudescimiento de las precipitaciones que provocan. Otros factores regionales de importancia son la geomorfología y litología. Todo esto aunado a factores económicos hace que la producción de energía hidroeléctrica esté muy localizada.

Para 1925, alrededor del 40% de la energía generada en el mundo se producía en plantas hidroeléctricas. En la actualidad, los recursos hidráulicos proporcionan 1,307,000 Megawatts por hora (MWh) anuales. Este es un valor considerable pero sólo representa el 13.3% de la energía disponible a nivel mundial, estimada en 9,802,420 MWh anual. (Tabla 1). (World Resources, 1988)

Tabla 1.

Recursos Hidroeléctricos a Nivel Regional en el Mundo.

REGION	CAPACIDAD	CAPACIDAD	GENERACION
	POTENCIAL	DESARROLLADA	PROMEDIO
	MW	MW	GW/h
Africa	437104	8163	2019934
Asia	684337	47118	2638169
Europa	215407	103998	772368
U.R.S.S.	269000	31500	1095000
América Norte	330456	90210	1487847
América Sur	288289	18773	1637031
Oceanía	36515	7609	202071
<b>TOTAL:</b>	<b>261108</b>	<b>307371</b>	<b>9852420</b>

Fuente: World Resources, 1988.

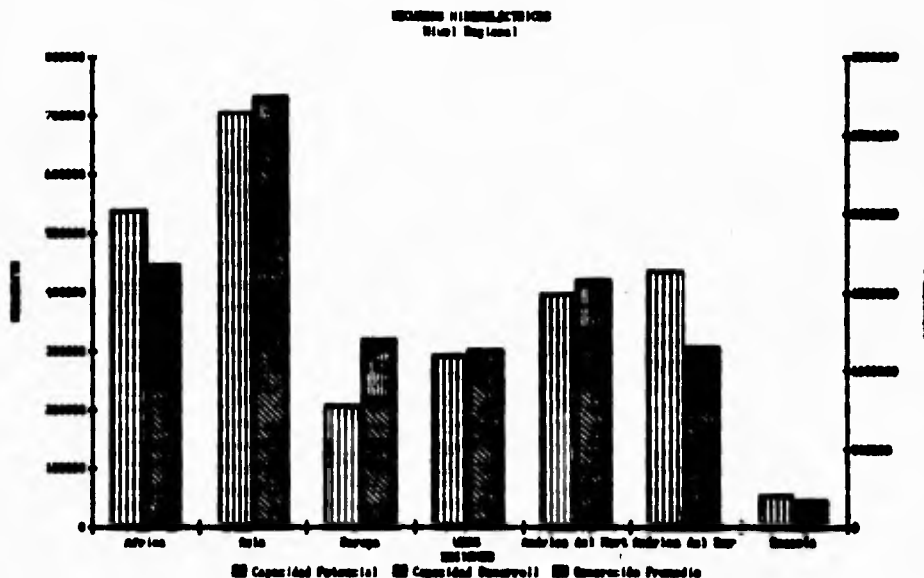
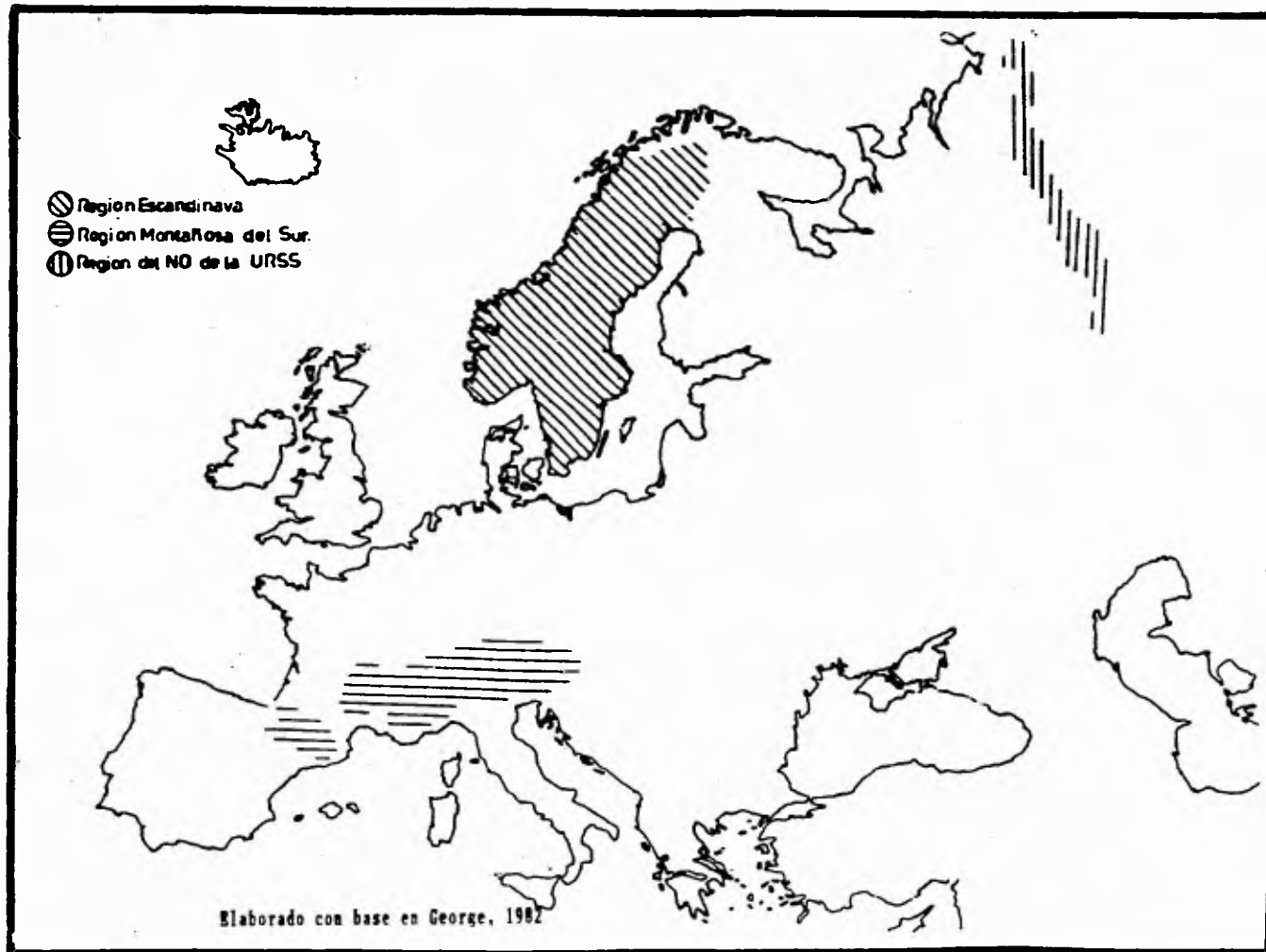


Figura 1: Recursos Hidroeléctricos a Nivel Regional en el Mundo.

El mayor porcentaje de generación de energía eléctrica en el mundo se concentra en plantas situadas en Europa, Comunidad de Estados Independientes (antiguamente URSS), con un 90% de la producción mundial. (Debido a los cambios políticos que se han presentado en los últimos años en la antigua URSS, no existe información actualizada sobre la Comunidad de Estados Independientes y se incluyen datos de las Repúblicas Bálticas).

Dentro de la zona europea hay dos regiones claramente delimitadas de producción hidroeléctrica: países escandinavos, montañas del sur de Europa, Pirineos, Suiza, Italia, Austria. En la antigua URSS las plantas hidroeléctricas cubren una séptima parte de la producción eléctrica. Estas centrales se encuentran en el noroeste de la Comunidad de Estados Independientes. (Mapa 1)

Mapa 1: Regiones de Produccion Hidroelectrica en Europa



En cuanto a América del Norte, que incluye a México, produjo en 1979 unos 22,000 MWh donde los E.E.U.U. aportaron 18,050 MWh de los cuales el 15% se produjo en plantas hidroeléctricas. Canadá generó 2,400 MWh donde el 75% corresponde a plantas hidroeléctricas (George, 1982).

Sin embargo estas cantidades se han modificado debido al incremento del uso de agua para satisfacer las necesidades, cada vez mayores de una población en constante crecimiento. Así tenemos que, según datos de 1987, la región Norteamericana, incluido México, posee una generación promedio de electricidad en plantas hidroeléctricas fué de 5081 MW de los cuales a México le corresponden unos 573.5 MW, el 11.3% de la cifra total, es decir casi un octavo del total. En base a estos datos obtenidos del World Resources (1988), así como otros proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), resultó que de la capacidad potencial de la Región Norteamericana, estimado en 330456 MW, México cuenta con importantes recursos hidrológicos. (Mapa 2).

Puede parecer que la participación de México en la producción de energía hidroeléctrica a nivel regional es mínima, sin embargo esta cifra es muy importante para el país, gracias a que México cuenta con importantes recursos hidráulicos. Es por esto que el Comité Norteamericano de Energía Mundial (1982) lo ha considerado como uno de los países que cuentan con importantes recursos hidrológicos. (Tabla 2)

Mapa 2 : Producción Hidroeléctrica en la Región América del Norte



Tabla 2: Países con recursos hidroeléctricos abundantes.

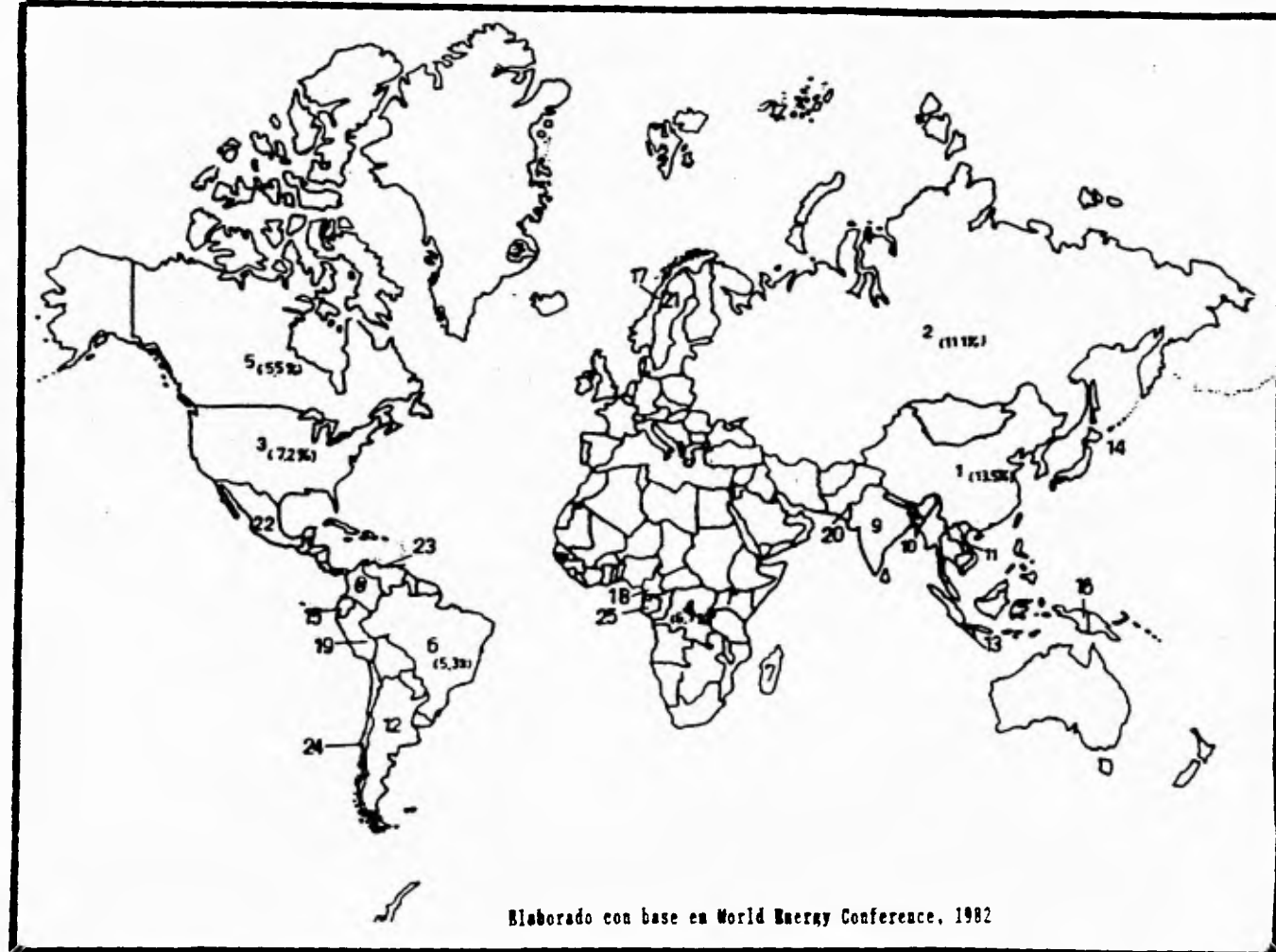
PAIS	GASTO PROMEDIO		PORCENTAJE
	GW/año	MW	
1. Rep. China	1320000	330000	13.5
2. URSS	1095000	269000	11.1
3. EEUU	701500	186700	7.2
4. Zaire	600000	132000	6.7
5. Canadá	53520	94500	5.5
6. Brasil	519300	90200	5.3
7. Madagascar	320000	64000	3.3
8. Colombia	300000	50000	3.1
9. India	280000	70000	2.9
10. Burma	225000	75000	2.3
11. Vietnam del N.	192000	48000	2.0
12. Argentina	191000	48100	1.9
13. Indonesia	150000	30000	1.5
14. Japón	130000	49600	1.3
15. Ecuador	126000	21000	1.3
16. Papua Nva. Guinea	121700	17800	1.2
17. Noruega	121000	29600	1.2
18. Camerún	114800	23000	1.2
19. Perú	109200	12500	1.1
20. Pakistán	105000	20000	1.1
21. Suecia	100300	20100	1.0
22. México	99400	20300	1.0
23. Venezuela	98000	11600	1.0
24. Chile	87600	15800	0.9
25. Gabón	87600	17500	0.9
Demás naciones	2011800	514800	20.5
TOTAL MUNDIAL	9802400	2261100	100.0

Fuente: Survey of Energy Resources, U.S.A. National Committee of the World Energy Conference, 1982. (Mapa 3).

Es importante reconocer que, aunque México cuenta con una infraestructura hidroeléctrica considerable, es necesario implementar estudios más detallados sobre los recursos hídricos con que el país cuenta. Las posibilidades de aprovechamiento de este recurso son múltiples. Además de ser fuente de energía se puede utilizar en otras actividades económicas y aún culturales. Este aprovechamiento debe ser racional ya que, como menciona Bethemont (1980), el agua se presenta cada vez relativamente más escasa con los nuevos usos que se le ha dado. En primer lugar en el sector urbano, colectivo o industrial; el incremento de su uso en la irrigación por el



Mapa 3: Países con Recursos Hidroeléctricos Abundantes



crecimiento de la población y, por lo tanto un aumento del número de usuarios. No se puede dejar de mencionar la calidad del agua, que se ha visto deteriorada por el impacto de las actividades humanas en el medio en general.

## 2.- ANTECEDENTES HISTORICOS.

### A) Síntesis de la historia de la generación eléctrica en México.

Las primeras plantas de generación eléctrica en México se destinaron para el alumbramiento de minas y para iniciar el funcionamiento de motores y telares con el fin de aumentar la producción. Esto sucedió a fines del siglo pasado. Está por demás decir que, durante el gobierno de Porfirio Díaz, las compañías extranjeras eran las que dominaban este sector de la economía del país.

En 1881 se establece el principio del alumbrado eléctrico en la Ciudad de México. Fué la compañía Knight la que instaló las primeras lámparas incandescentes que desplazarían en 1890, el alumbrado público a base de aceite de nabo que estuvo en servicio desde 1790. (CFE, 1987 y Enciclopedia de México, 1982)

En diversas partes del país ya existían desde poco antes plantas generadoras de electricidad como en León, Gto. donde desde 1879 una fábrica textil instaló la primera planta termoeléctrica. En 1889 en el Mineral de Batopilas, Chih. se instaló la primera planta hidroeléctrica que tuvo una capacidad de 22.38 KW. También por esos años se estableció la Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, abastecedora de energía para las minas de Real del Monte. Para 1906 adquirió también la Cía. de Luz y Fuerza de Guadalupe y más tarde la de El Oro, que operaba en este lugar y en Acámbaro, Mex.

Para la empresa cuprífera de El Boleo, cerca de Santa Rosalía, en Baja California, instaló una planta de vapor para las tareas de bombeo,

ventilación, arrastre, alumbrado y molienda. Ya en 1906 contaba con una planta de 1000 caballos, la más moderna y eficiente de aquella época.

En 1895, el francés Arnold Vaquié adquirió la concesión para aprovechar los recursos hidráulicos del río Necaxa. Después la transfirió a la Mexican Light & Power Co., empresa canadiense. Esta montó una primera unidad de 5,000 kilowatts (KW) en 1905.

Durante la década de los años treinta el crecimiento demográfico del país se aceleró. Por lo tanto la demanda de servicios aumentaba. Fue por esto que la Mexican Light & Power Co. elevó la capacidad de la planta hidroeléctrica Necaxa y modernizó las plantas que tenía ya en Nonoalco y Tepexic. Por esos años adquirió la planta hidroeléctrica del Río Alameda, la Compañía de Luz y Fuerza de Toluca, la de Temascaltepec y la de Cuernavaca.

La capacidad instalada creció de 350,000 KW, en 1926 a 510,000 KW en 1930. Para éste último año la industria eléctrica estaba dominada por dos grupos: la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz y la American & Foreign Power Co. La primera, anglo-canadiense, controlaba el 47% del servicio público y la segunda el 33%.

La American & Foreign Power Co. inició sus actividades en México durante los años de 1928 y 1929. Adquirió empresas ya establecidas e integrando otras para formar un sólo conjunto que fué administrado por la Cía. Impulsora de Empresas Eléctricas. Para 1937 la capacidad instalada en el país era de 620,980 KW.

El 2 de diciembre de 1933 se envía al Congreso de la Unión la iniciativa para la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Al tiempo que se organizaba su estructuración, la CFE se dedicó a trabajar en pequeñas obras de electrificación. Las primeras fueron las de Telolapan,

Tabla 3.  
Plantas hidroeléctricas construidas por la CFE a partir de 1960.

PLANTA	CAPACIDAD (kw)	PORCENTAJE
Infiernillo, Gro.	672000	59.24
Mazatepec, Pue.	208000	18.41
Novillo, Son.	90000	7.93
Cupatitzio, Mich.	72450	6.39
Sta. Rosa, Jal.	61200	5.39
La Venta, Gro.	30000	2.64
<b>TOTAL</b>	<b>1134450</b>	<b>100</b>

Fuente: CFE, 1987.

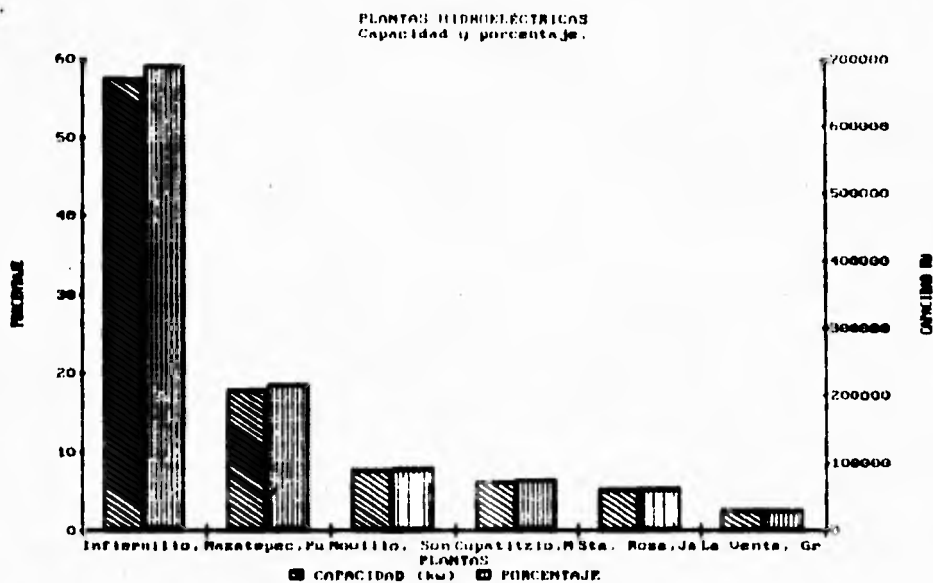


Figura 2. Plantas hidroeléctricas construidas por la CFE a partir de 1960.

Al terminar el año de 1960, la CFE y las empresas que había adquirido tenían una capacidad instalada de 1,720,000 KW operados en 164 plantas. Posteriormente compró la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, adquiriendo así 19 plantas generadoras que servían al Distrito Federal y a

Guerrero; Patzcuaro, Michoacán; Suchiate, Chiapas; Xia, Oaxaca; Ures y Altar, Sonora. Del mismo modo se comenzó a trabajar en la planeación y en anteproyectos de mayor tamaño. Estos eran el de Bartolinas, Mich.; Juanatán, Nay.; Granados y Zupimito en Tacámbaro, Mich. y, en especial, el proyecto de Ixtapantongo, Mex.

#### B) Primeras plantas hidroeléctricas en México.

La primera obra de importancia fué precisamente la de la construcción de la presa hidroeléctrica de Ixtapantongo. Esta serviría para abastecer de electricidad a la capital de México. Para esto se aprovecharon algunos estudios hechos por la Mexican Light & Power Co. Las obras para la construcción de esta planta se iniciaron el 16 de abril de 1938. En este sitio quedaría ubicado el vaso Colorines en el proyecto hidroeléctrico de Ixtapantongo.

A finales de 1960, la CFE poseía el 54% de la capacidad instalada para atender el servicio público de energía eléctrica. La fuerza hidráulica junto con la obtenida de la utilización del petróleo eran las principales fuentes de energía.

Entre 1959 y 1960 la CFE puso en marcha varias plantas con capacidad total de 308,000 KW. El total de la capacidad instalada en el país ascendió a 3 millones de KW.

Durante 1960 estaban en construcción 20 plantas con capacidad total de 1,900,000 KW. Entre estas se encontraban seis plantas hidroeléctricas. (Tabla 3)

los estados de Puebla, México, Michoacán e Hidalgo. De estas 19 plantas, 16 eran hidroeléctricas y 3 térmicas con una capacidad total de 667,400

KW. (Tabla 4)

Tabla 4.

Plantas hidroeléctricas adquiridas por la CFE posterior a 1960.

PLANTA	CAPACIDAD TOTAL (KW)	PORCENTAJE
Necaxa	115000	36.73
Tepexic	45000	14.37
Patla	45600	14.56
Tezcapa	5367	1.72
Lerma	79945	25.53
Villada	1280	0.41
Fernández Leal	1280	0.41
Tlilan	680	0.22
Juandó	3600	1.14
Cañada	1125	0.36
Alameda	8800	2.82
Las Fuentes	244	0.08
Temazcaltepec	2336	0.74
Zictepec	384	0.12
Zepayutla	664	0.21
San Simón	1770	0.57
<b>TOTAL</b>	<b>313075</b>	<b>99.99</b>

Fuente: CFE, 1987.

Más adelante se incluye una relación de las primeras plantas hidroeléctricas que funcionaron en México (Tabla 5), así como su capacidad, año de inicio comercial y su ubicación. (Mapa 4)

Mapa 4: Primeras plantas hidroeléctricas en México





Tabla 5.

Primeras plantas hidroeléctricas.

PLANTA	CAPACIDAD	AÑO	UBICACION
	TOTAL(kw)	INICIO	Mpo. y Edo.
1. Portezuelo I	2880	1898	Atlixco, Pue.
2. Ixtaczoquitlán	1650	1899	Ixtaczoquitlán, Ver
3. Texacapa	4957	1902	Huauclilla, Pue.
4. Sn. Simón	2540	1903	Tenancingo, Mex.
5. La Luz	396	1903	Etla, Oax.
6. Zepayula	66	1905	Tenancingo, Mex.
7. Temascaltepec	2336	1905	Temascaltepec, Mex.
8. Sn. Pedro Purus	2864	1905	Madero, Mich.
9. Tirio	1292	1905	Moravia, Mich.
10. Necaxa	115000	1905	J. Galindo, Pue.
11. Las Rosas	2800	1906	Caderayta, Gro.
12. Platanal	9200	1906	Jacona, Mich.
13. Portezuelo II	2120	1908	Atlixco, Pue.
14. La Trinidad	1800	1908	Acaxochitlán, Pue.
15. Sn. Sebastián	1200	1908	Huasca, Hgo.
16. Zictepec	384	1908	Tenango del V, Mex.
17. El Sabino	2800	1909	Angamacutirio, Mich.
18. Las Fuentes	454	1909	Cuernavaca, Mor.
19. Botello	8100	1918	Parindicuaró, Mich.
20. Soledad	288	1910	Etla, Oax.
21. Cañada	1215	1910	Tetepango, Hgo.
22. Juandó	3600	1910	Tetepango, Hgo.
23. Puente Grande	23400	1912	Tonalá, Jal.
24. El Olimpo	1370	1912	Tepachula, Chis.
25. Tuxpango	36000	1914	Ixtaczoquitlán, Ver
26. La Boquilla	25000	1915	Los Conchos, Chib.
27. Tepéxic(I)	45000	1923	Huauclilla, Pue.
28. Las Juntas	15000	1923	Guadalajara, Jal.
29. Alameda	8800	1923	Malinalco, Mex.
30. Regla	720	1924	Huasca, Hgo.
31. Coacoyunga	2200	1927	Huasca, Hgo.
32. La Colina	3000	1928	Los Conchos, Chib.
33. Villada	1280	1928	Nicolás Romero, Mex
34. Fernández Leal	1280	1928	Nicolás Romero, Mex
35. Tilan	680	1928	Nicolás Romero, Mex
36. Itzicuaro	592	1929	Zamora, Mich.
37. Rosetilla	10250	1930	Los Conchos, Chib.
38. Lerma(Tepuntepec)	79945	1931	Contepec, Mich.
39. Tzínol	258	1932	Comitán, Chis.
40. Barranca Honda	3120	1937	Jojutla, Mor.

Fuente: CFE, 1987.

Durante la década de los años cincuenta se construyeron otras plantas hidroeléctricas que más tarde pasaron a ser de la CFE. Estas plantas fueron seis y sus datos correspondientes se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6.

Plantas hidroeléctricas que inician operación durante los años cincuentas.

PLANTA	CAPACIDAD TOTAL(kw)	AÑO INICIO	UBICACIÓN (Mpo.y Edo)
Colimilla	51200	1950	Tonalá, Jal.
Electroquímica	1400	1952	Cd.Valles,S.L.P.
Patla	45600	1954	Zihuateutla,Pue.
Schpoiná	2240	1954	V.Carranza,Chis.
Excamé	624	1957	Tepechitlán,Zac.
Piedrecitas	80	1957	C.las Casas,Chis.

Fuente: CFE, 1987.

La operación de las plantas hidroeléctricas de la CFE principió el 9 de noviembre de 1939, fecha en que inicia su trabajo la planta hidroeléctrica de Xia en Oaxaca, con una unidad de 85 KW. Posteriormente se fueron construyendo hidroeléctricas de mayor capacidad hasta llegar, en 1960, a una capacidad total instalada de 727,351 KW.

El sistema hidroeléctrico Miguel Alemán, que se localiza en la zona norte del Estado de México es de gran importancia ya que fué la más compleja realización en su etapa inicial. Destaca en importancia, dentro de este sistema, la hidroeléctrica de Ixtapantongo, cuya capacidad inicial fué de 28,000 KW.

En 1962 entró en operación la planta hidroeléctrica de Mazatepec, Puebla, ubicada en el río Apulco. Se aprovechó un desnivel de 510 metros. Está constituida por 4 unidades generadoras de 52,200 KW cada una. Para el año de 1965 entra en operación la primera etapa de la planta hidroeléctrica

de El Infiernillo. Para ese tiempo la potencia de sus unidades marcó un récord mundial en los países occidentales, ya que cada unidad desarrolla una potencia de 163,000 KW.

Es precisamente la planta de El Infiernillo la que marca el inicio de la construcción de grandes presas y la instalación de grandes unidades generadoras para aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos del país. Entre las construcciones que le han seguido destacan las presas de Sistema Hidroeléctrico del Río Grijalva: La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas.

La planta hidroeléctrica de Malpaso cuenta con 4 unidades que ya para 1977 tenían una capacidad instalada de 1,080,000 KW. En 1975 empezó a funcionar la primera unidad de la planta La Angostura y en 1976 entraron en operación dos unidades más de 180,000 KW de capacidad total instalada.

A partir de 1960 se han construido plantas hidroeléctricas en distintas regiones del país como la Miguel Hidalgo (El Fuerte) y la Gral. Salvador Alvarado (Sanalona) en Sinaloa; la Presidente Plutarco Elías Calles (El Novillo), en Sonora; Gral. Manuel M. Diéguez (Sta. Rosa) en Jalisco; Gral. Agustín Millán (San Bartolo II) en el Estado de México; Gral. Ambrosio Figueroa (La Venta) en Guerrero y José Cecilio del Valle, en Chiapas.

La designación de las presas aparecen con dos nombres y en los informes consultados por lo general aparecen con los que se registraron en su construcción y no los que adoptaron al concluirse. Se prefirió respetar los nombres que aparecen en los textos consultados.

### 3.- El Medio Geográfico.

#### A) Aspectos del Medio Físico relevantes en la localización de presas hidroeléctricas.

El conocimiento del medio natural es de suma importancia para cualquier estudio geográfico. A partir de esta información se puede saber cuales son los recursos potenciales con los que cuenta una zona, una región o un país. Sin embargo este trabajo no pretende sino enumerar brevemente los elementos del medio que de alguna manera determinan el establecimiento de las plantas hidroeléctricas en nuestro territorio.

México tiene una superficie de 1,972,547 kilómetros cuadrados y sus límites son al N con los E.E.U.U. con una línea fronteriza de 3,114 kilómetros. Al Sur limita con Guatemala y Belice, esta frontera se extiende a los largo de 962 kilómetros. Al Oeste y Suroeste su límite lo constituye el Océano Pacífico con 7,147 kilómetros de costas y al Este con el Golfo de México y Mar de las Antillas a lo largo de 2,756 kilómetros. México se localiza entre los paralelos 14°32'45" y 32°43'05" lat. Norte considerando únicamente la parte continental del país y entre las longitudes W de Greenwich de 117°08' y 86° 44'.

Es importante señalar estos datos ya que tanto la latitud como la continentalidad de una región son determinantes en cuanto a las condiciones climáticas que afecten a la misma. Así pues, se tiene que el clima es uno de los factores que deben considerarse de importancia para la localización de una presa, siendo el elemento determinante la precipitación.

La precipitación que predomina en el país es la de tipo pluvial y su distribución en el territorio es muy irregular dada la situación geográfica

del mismo. En general la precipitación aumenta en una dirección norte-sur debido a la influencia de la latitud. Sin embargo el relieve produce un efecto muy importante en el resultado de la distribución. (Maderey, 1977)

La precipitación en México se distribuye de la siguiente manera:

1.- Mayor precipitación ( > 4000 mm). Se concentra en la parte sureste del país, que además de ser una región elevada se ve afectada por ciclones tropicales, masas de aire tipo monzónico, frentes ecuatoriales, etc.

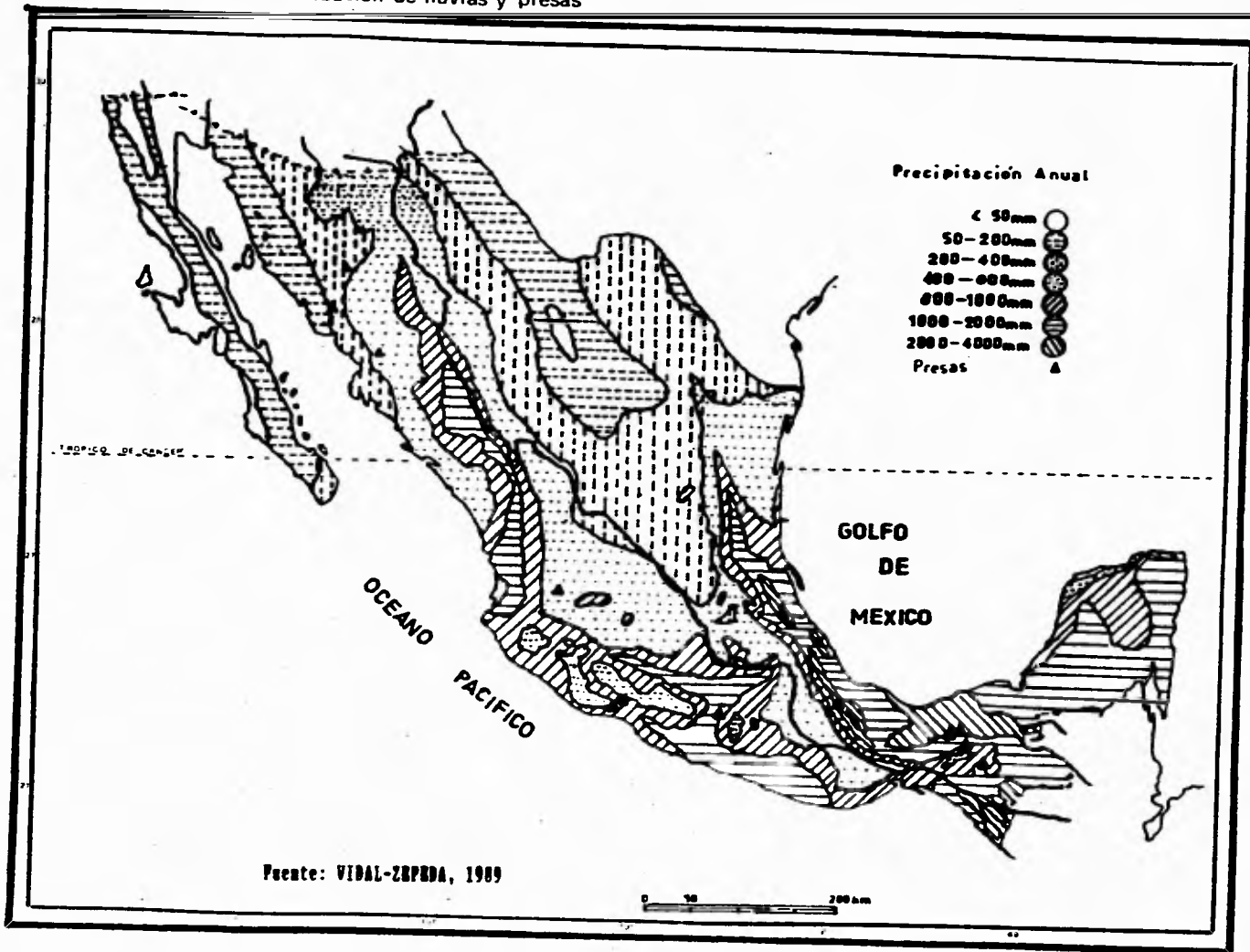
2.- Zonas altas -Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sistema Volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur- registran una precipitación más o menos elevada ( > 1000 mm). Estas zonas constituyen barreras que impiden el paso de las masas de aire húmedo provenientes de los diversos fenómenos acuosos que las afectan y al verse obligadas a ascender dejan en ellas la mayor parte de su contenido de humedad.

3.- Regiones limitadas por las zonas altas mencionadas como son la Depresión del Balsas, los Valles de Oaxaca, el Valle de Puebla, Cuenca de México y planicies costeras reciben una precipitación que va de < 500 mm a > 2000 mm dependiendo de su localización en cuanto a altitud y exposición a los vientos húmedos.

4.- La Península de Yucatán cuenta con una baja precipitación, recibe menor cantidad de precipitación que la llanura costera del Golfo contigua a ella; su precipitación decrece de 1500 mm en el Sur a 500 mm en el Noroeste.

5.- El resto del país -Baja California, Altiplanicies costeras y Altiplanicie Central- cuenta con una precipitación de 50 mm < 500 mm. (Mapa 5).

Mapa 5: Precipitación. Distribución de lluvias y presas



El relieve es también un aspecto relevante en la construcción de las presas hidroeléctricas, ya que determina, en última instancia, la distribución del agua de escurrimiento.

México cuenta con una serie de sistemas montañosos que lo atraviesan de Norte a Sur y de Este a Oeste. Estos son las Sierras de Baja California, la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, el Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas. Así como mesetas, llanuras y depresiones como la Altiplanicie Mexicana, Llanura Costera del Golfo y Península de Yucatán, Depresión del Balsas, Istmo de Tehuantepec.

La Sierras Madres son la prolongación de las Montañas Rocallosas. La Sierra Madre Oriental está constituida por alineaciones paralelas que descienden en escalones hacia la planicie costera. Tiene una longitud de 1,350 kilómetros, desde la región del Big Bend en Texas, hasta el Cofre de Perote en Veracruz. Cuenta con una altitud media de 2,200 m.s.n.m.

La Sierra Madre Occidental corre paralelamente a lo largo de la costa del Golfo de California. Se extiende unos 1,200 kilómetros desde la cuenca del Río Yaqui hasta el Sistema Lerma-Santiago. Tiene una altitud media de 2,250 m.s.n.m.

En la región Centro-Sur del país se encuentra el Eje Volcánico Transversal que se localiza entre los 19° y los 21° latitud Norte. Tiene su origen en una fosa tectónica volcanizada por ambos lados y rellena por formaciones eruptivas, debido a una intensa actividad volcánica. Esta unidad orográfica atraviesa transversalmente la parte centro sur del país a lo largo de 880 kilómetros. Desde la costa del Pacífico hasta la del Golfo de México.

Al sur del Eje Volcánico Transversal las unidades de relieve siguen una dirección Noroeste-Sureste. Estas enmarcan la depresión del Balsas y son la Sierra Madre del Sur y la Mixteca.

Al sur del Istmo de Tehuantepec se encuentran la Sierra Madre de Chiapas y la Sierra del Norte de Chiapas, entre las cuales se encuentra el sistema hidrológico del Río Grijalva. (Mapa 6).

**B) Población. Distribución: zonas urbanas e industriales.**

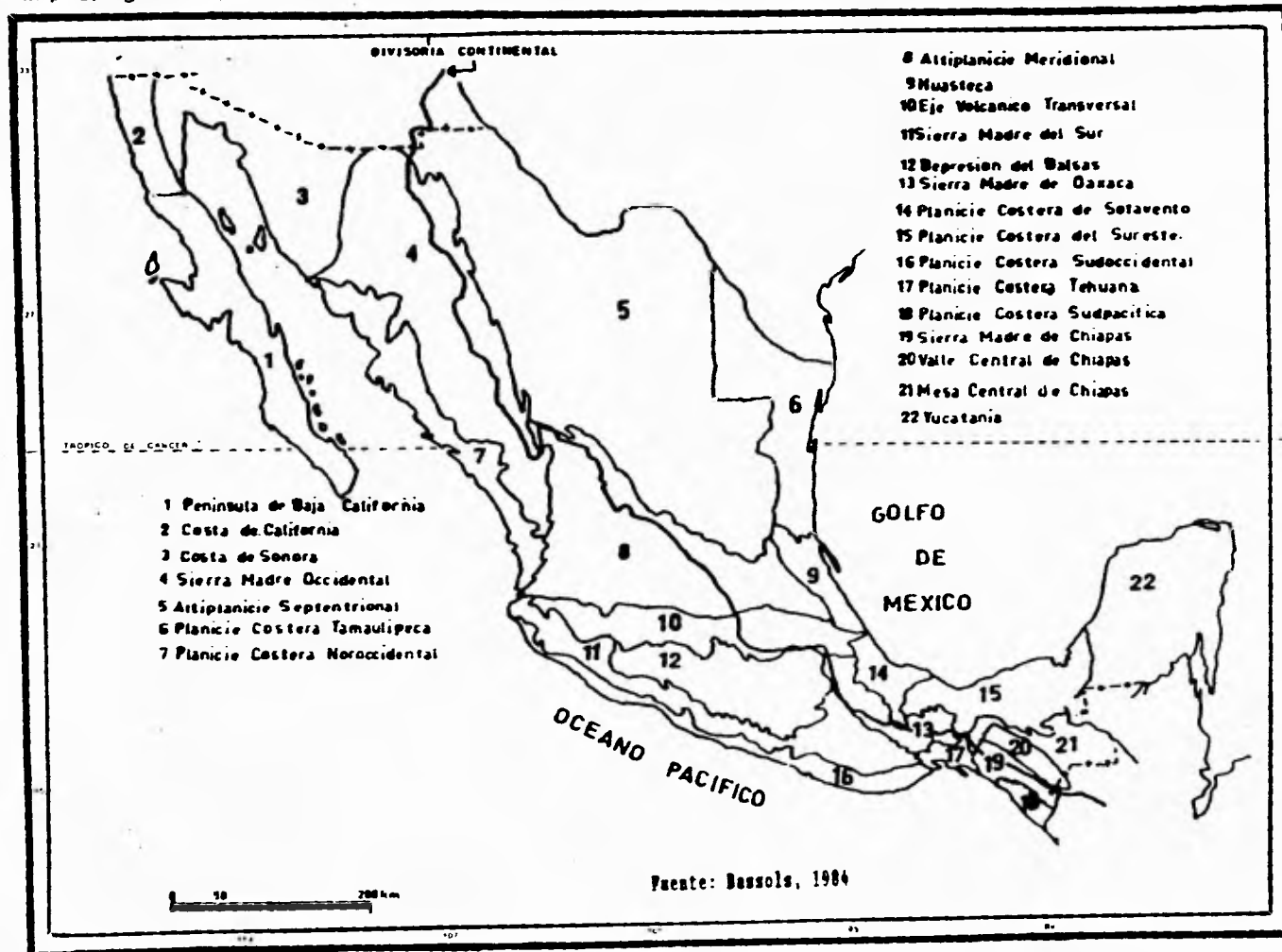
El agua determina en muchas ocasiones la estructuración del espacio. De hecho, tiene un papel diferenciador del espacio, así se puede presentar relativa o alarmantemente escasa de acuerdo a la implantación de usos nuevos en el sector urbano, industrial, así como el uso de riego agrícola. Además del crecimiento del número de usuarios, consecuencia directa de la explosión demográfica.

México, según C. Bataillon (1986), presenta tres tipos de espacios naturales en los cuales el poblamiento se hizo de manera muy diferente. Estas zonas son las desérticas del norte del país, las montañas templadas y las tierras baja tropicales. Sin embargo sabemos que, además de los factores físicos del país, el poblamiento y su distribución ha sido resultado de la interacción de factores históricos y político-administrativos.

Existen por lo tanto grandes diferencias en la distribución de la población a lo largo y ancho del territorio mexicano. Dando como resultado grandes áreas despobladas constituidas principalmente por las zonas semidesérticas en el norte y las cadenas montañosas que ocupan gran parte del país. Este patrón se conformó durante la época de la Colonia. Entonces



Mapa 6: Regiones Geográficas



se establecieron ciudades que aún hoy existen y que se constituyeron como centros de comercio, de servicios y administrativos.

Las zonas mineras fueron determinantes para estos asentamientos, dando lugar a importantes ciudades durante la Colonia. El gran poblamiento del centro de México por las actividades minera y agrícola a través del establecimiento de las principales ciudades es un hecho histórico que ha provocado una alta densidad de población y de hecho condicionaron el patrón de urbanización actual.

En lo que se refiere a las decisiones político-administrativas, se puede mencionar que también ha contribuido a determinar la distribución actual de la población. Desde el régimen Porfirista, se ha beneficiado con infraestructura -F.F.C.C., presas, obras de irrigación, caminos, energía eléctrica, etc.- a los estados del Norte y a la Ciudad de México y su área conurbada. (Unikel, 1978)

El más alto porcentaje de concentración de habitantes se encuentra en la región Centro-Este, que cuenta con el 49.7% del total de la población, mientras que en la zona Centro-Occidente se concentra el 16.6%. Le siguen en orden decreciente la región Norte con 11%; el Sur con un 10%. La zona Este alberga al 9.5% y el Noroeste a 6.5% y la Península de Yucatán donde se concentra sólo el 2.3% del total. (Mapa 7).

En México se han presentado fenómenos de concentración de población y un rápido desarrollo urbano en diferentes niveles. Se menciona, a continuación, los polos de desarrollo mas importantes, es decir las ciudades que ejercen una fuerte atracción de la población.

Al mismo tiempo se ha visto que prevalecen las actividades industriales en estos polos, así como los servicios. En estas ciudades se

Mapa 7: Distribucion de Poblacion Rural y Urbana



concentra en dichas actividades más de un tercio de la población. Estas ciudades son : Distrito Federal y área conurbada, Guadalajara y Monterrey. En menor grado de importancia le siguen ciudades como Chihuahua, Monclova, Tampico y Minatitlán-Coatzacoalcos (Stern, 1980).

Entre las ciudades que han tenido un reciente pero importante desarrollo urbano e industrial están las ciudades de la frontera norte del país como son Tijuana, Mexicali, Nogales, Cd. Juárez, Piedras Negras, así como La Paz, en Baja California Sur, Saltillo, Coahuila. Es importante mencionar a las ciudades de la región Centro-Este, que por su cercanía al Distrito Federal han tenido un acelerado desarrollo urbano en las últimas décadas, estas ciudades son: Toluca, Querétaro, Puebla, Cuernavaca. Estas ciudades, a su vez generan una fuerte influencia hacia ciudades medias cercanas a las mismas. (Mapa8)



#### **4.- Hidrografía de México.**

##### **A) Factores del medio que permiten el escurrimiento.**

La hidrografía es la conformación de los escurrimientos fluviales y almacenamientos de agua. Estos a su vez se constituyen a partir del agua de escurrimiento: De ahí que se defina que, "el escurrimiento concentrado en un curso permanente recibe el nombre genérico de río; al conjunto de un sistema de drenaje también se le llama río" (Tamayo, 1962).

El origen del agua disponible es la precipitación en sus diversas formas. La precipitación que predomina en el país es la de tipo pluvial y, como ya se mencionó, su distribución a lo largo del territorio es irregular dada la ubicación geográfica del mismo. Del volumen medio anual de lluvia que cae en territorio mexicano estimado en 1,532,300 millones de metros cúbicos, casi el 50% corresponde a las zonas tropicales (699,798 millones de metros cúbicos) en tanto que en las zonas secas y muy secas caen aproximadamente 340,000 millones de metros cúbicos. De acuerdo con Bassols (1984), el escurrimiento en estas últimas es del 15% en tanto que en las regiones tropicales es del 29%

Únicamente 374,932 millones de metros cúbicos de agua se consideran de escurrimiento en los ríos. La estructura montañosa de México le otorga a los ríos un curso accidentado. Esto permite la ventaja de aprovechar el agua de los ríos para la producción de energía eléctrica y evitar inundaciones en la costa mediante la construcción de cortinas en los sitios montañosos, especialmente en las Sierras Madre Occidental, Madre Oriental y de Oaxaca.

## B) Principales ríos de México.

La mayor parte de las corrientes mexicanas se localizan en las vertientes exteriores. Se originan en las cordilleras y descienden hacia las costas del Océano Pacífico y del Golfo de México. En este punto se precisa señalar la importancia que tiene la línea divisoria continental, ya que es fundamental en la distribución de los volúmenes de escurrimiento.

De la vertiente del Pacífico destacan por su importancia económica en cuanto a su utilización para riego agrícola, así como para la generación de energía eléctrica los ríos: Sonora, Yaqui, Mayo y Caborca-Altar en el estado de Sonora. El río Fuerte, el Sinaloa, Humaya-Tamazula, que a su vez conforman el río Culiacán, San Lorenzo, Presidio, Mocorito y Baluarte en Sinaloa; en Nayarit, el río Santiago que junto con el río Lerma constituye uno de los sistemas hidrológicos de mayor importancia en el país. El Ameca, Armería y Coahuayana en Jalisco y Colima. El río Balsas en Michoacán y Guerrero, así como el Papagayo en éste último. En Oaxaca, el Verde y el Tehuantepec, además del Suchiate en Chiapas.

En la vertiente del Golfo de México son de importancia el río Bravo y sus afluentes; el Soto La Marina y el Tamesí en Tamaulipas, así como el bajo Pánuco, el Tuxpan, Tecolutla, Nautla, Blanco, Papaloapan y Coatzacoalcos en Veracruz. El Grijalva-Usumacinta, desde Chiapas hasta Tabasco.

De las vertientes interiores solo el río Nazas y el Agua Naval, el Casas Grandes, el Conchos y el Salado pueden considerarse como corrientes de importancia por el volumen de agua en sus caudales.

Según el cuadro de escurrimiento por vertientes de Bassols (1982), el escurrimiento virgen total de la vertiente del Atlántico es de 244,701 millones de metros cúbicos, en tanto que de la vertiente del Pacífico es de

125,616 millones de metros cúbicos. La península de Baja California (sin el río Colorado) cuenta con 949 millones de metros cúbicos, en tanto que de vertientes interiores, incluyendo lagos y lagunas tienen un total de 3,666 millones de metros cúbicos.

Tabla 7.  
Escurrimiento por vertientes.

CORRIENTES PRINCIPALES	ESCURRIMIENTO VIRGEN Mill.m.	PORCENTAJE
<b>Vertiente del Atlántico</b>		
Bravo	5810	1.54
Pánuco	17300	4.61
Tecolutla	7529	2.00
Papaloapan	30175	10.44
Coatzacoalcos	22395	6.00
Grijalva-Usumacinta	105200	28.05
Tonalá	5875	1.56
Otras menores	41417	11.04
<b>SUBTOTAL</b>	<b>235701</b>	<b>65.24</b>
<b>Vertiente del Pacífico</b>		
Colorado	1850	0.49
Yaqui	2790	0.74
Fuerte	5933	1.58
Culiacán	3357	0.89
Lerma-Santiago	11457	3.05
Ameca	3599	0.95
Balsas	13863	3.69
Papagayo	5634	1.50
Ometepec	4459	1.18
Verde	6173	1.64
Otras menores	66501	17.83
<b>SUBTOTAL</b>	<b>125616</b>	<b>33.54</b>
Península de Baja Cal. (sin el Río Colorado)	949	0.25
<b>Vertientes Interiores</b>		
Nazas	1302	0.34
Otras menores (incluyendo lagos y lagunas)	2364	0.63
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4615</b>	<b>1.22</b>
<b>TOTAL EN EL PAIS:</b>	<b>365932</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Bassols, 1984. (Mapa 9).



Mapa 9 : Ríos principales



**C) Ríos aprovechados para la generación de energía eléctrica en México.**

En México se ha tratado de aprovechar en gran medida los ríos para la generación de energía eléctrica además de otros usos como son el riego agrícola, derivadoras o para servicios a la población. Aunque se han construido unas 53 presas hidroeléctricas desde 1939 a la fecha, aun existen corrientes que podrían ser utilizadas para tal fin.

Uno de los ríos que más se ha aprovechado para la producción de energía eléctrica es el Grijalva, localizado al sureste del territorio mexicano. A lo largo de este río se localizan varias de las presas más importantes del país como son la Angostura, Chicoasén, Peñitas y Malpaso. La cuenca del río Balsas también es de gran importancia para la economía del país al generarse en esta una considerable producción de energía eléctrica en varias de sus presas destinadas a tal fin como son Infiernillo, La Villita y Caracol.

Asi mismo de la vertiente del Pacífico en su parte central, está el río Lerma-Santiago y sus diversos afluentes; en tanto que en la zona norte de la vertiente del Pacífico están los ríos Yaqui, Mayo, Humaya, Fuerte y Conchos.

De la vertiente del Golfo de México están el río Bravo en la parte norte de la misma; el Atoyac y Tecolutla en el estado de Puebla, donde se localizan las presas hidroeléctricas de Necaxa y Mazatepec. En Oaxaca y Veracruz, el río Papaloapan donde se ubica la presas hidroeléctrica Temascal.

**D) Presas hidroeléctricas de México en general. Localización y su relación con el medio físico.**

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha construido 54 centrales hidroeléctricas desde que se constituyó como tal. La primera fue la hidroeléctrica Xia en Oaxaca en el año de 1939. Su capacidad era de 200,000 GW.

En 1980 se inauguró la presa Chicoasén en Chiapas con una capacidad de 1,500 MW. También a principios de la década pasada comenzaron a funcionar la presa Caracol en la cuenca del Balsas y Peñitas localizadas en el río Grijalva. Estas constituyen una importante infraestructura para la producción de energía hidroeléctrica.

Un caso especial lo constituye la presa hidroeléctrica Aguamilpa-Solidaridad en el estado de Nayarit, inaugurada apenas en julio de 1994. Esta Central Hidroeléctrica es la más grande de Latinoamérica y permitirá incrementar la producción hidroeléctrica en la zona occidental del país. Esta proyectado que esta presa hidroeléctrica ocupe el quinto lugar en generación media anual a nivel nacional. (Excelsior, CFE, sept., 1994)

Existen en la CFE otros proyectos para la construcción y operación de otras presas destinadas tanto al uso de riego agrícola como para la producción de energía eléctrica entre los que destaca el de Cerro de Oro. Esta presa aunque ya se ha concluido su construcción aun no ha comenzado a operar por problemas que se han presentado de impacto ambiental. Esta presa se localiza en la cuenca del río Pánuco, y tiene como uno de sus principales objetivos el de aumentar la capacidad de generación instalada de la presa Temascal. Para formar el vaso común entre las dos presas se ha construido un canal de intercomunicación. La presa Cerro de Oro, permitirá ampliar la capacidad instalada en la planta hidroeléctrica Temascal de los 154,000 KW que tiene actualmente a 514,000 KW.

Otro proyecto importante, que ya se encuentra en proceso de construcción es el de Zimapan en el estado de Hidalgo.

En la siguiente tabla se presenta una relación de las plantas hidroeléctricas que operan actualmente en México, en la cual se muestra su ubicación en Río y estado (Tabla 8).

Tabla 8.

Presas Hidroeléctricas y ríos aprovechados.

**VERTIENTE DEL PACÍFICO.**

<b>PRESA</b>	<b>RÍO o CORRIENTE</b>	<b>ESTADO</b>
1. El Novillo	Yaqui	Sonora
2. Oviachic	Yaqui	Sonora
3. Mocusari	Mayo	Sonora
4. El Fuerte	El Fuerte	Sinaloa
5. Humaya	Culiacán	Sinaloa
6. Sanalona	Culiacán	Sinaloa
7. Sta. Rosa	Santiago	Jalisco
8. Las Juntas	Santiago	Jalisco
9. Intermedia	Santiago	Jalisco
10. Colimilla	Santiago	Jalisco
11. Puente Grande	Santiago	Jalisco
12. El Salto	Santiago	Jalisco
13. Botello	Lerma	Michoacán
14. Lerma	Lerma	Michoacán
15. Zupimito	Tepalcatepec	Michoacán
16. Cupatitzio	Tepalcatepec	Michoacán
17. Cobano	Tepalcatepec	Michoacán
18. Bartolinas	Tepalcatepec	Michoacán
19. Tirio	Tacámbaro	Michoacán
20. Cointzio	Tacámbaro	Michoacán
21. Sn. Pedro Puruas	Tacámbaro	Michoacán
22. Tingambato	Tacámbaro	Michoacán
23. Sta. Bárbara	Cutzamala	México
24. Ixtapantongo	Cutzamala	México
25. Temascaltepec	Cutzamala	México
26. Zictepec	Amacuzac	México
27. Zepayautla	Amacuzac	México
28. Sn. Simonito	Amacuzac	México
29. Alameda	Amacuzac	México
30. Infiernillo	Balsas	Guerrero
31. La Villita	Balsas	Guerrero
32. Caracol	Balsas	Guerrero
33. La Venta	Omitlán	Guerrero
34. Tepazolco	Mezcala	Puebla
35. Portezuelos I	Mezcala	Puebla

36. Portezuelos II	Mezcala	Puebla
37. Tamazulapan	Mezcala	Oaxaca
38. El Olimpo	Coatán	Chiapas

## VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO

PRESA	RÍO o CORRIENTE	ESTADO
39. Boquilla	Conchos	Chihuahua
40. Colina	Conchos	Chihuahua
41. Amistad	Bravo	Coahuila
42. Falcón	Bravo	Tamaulipas
43. El Salto	Pánuco	Sn Luis Potosí
44. Electroquímica	Pánuco	Sn Luis Potosí
45. Río Micos	Pánuco	Sn Luis Potosí
46. El Centenario	Moctezuma	Querétaro
47. Cañada	Moctezuma	Hidalgo
48. Juandó	Moctezuma	Hidalgo
49. Texcapa	Tecolutla	Puebla
50. Necaxa	Tecolutla	Puebla
51. Patla	Tecolutla	Puebla
52. Tepexic	Tecolutla	Puebla
53. Mazatepec	Tecolutla	Puebla
54. Minas	Nautla	Veracruz
55. Encanto	Nautla	Veracruz
56. Texolo II	La Antigua	Veracruz
57. Tuxpanco	Atoyac	Veracruz
58. Ixtaczoquitlán	Atoyac	Veracruz
59. Temascal	Papaloapan	Oaxaca
60. Chilapan	Papaloapan	Veracruz
61. Chinameca II	San Juan	Veracruz
62. Peñitas	Grijalva	Chiapas
63. Malpaso	Grijalva	Chiapas
64. Chicoasén	Grijalva	Chiapas
65. Bombaná	Grijalva	Chiapas
66. La Angostura	Grijalva	Chiapas
67. Schpoiná	Grijalva	Chiapas

Fuente: Elaborada con base al Mapa del Sistema Eléctrico Nacional, CFE, 1987.

La potencia de una corriente de agua es consecuencia de la pendiente (Derruau, 1978). El relieve es de gran importancia para la instalación de una presa hidroeléctrica, además del régimen de lluvias que rige a las diferentes regiones geográficas del país. Esto determina que un gran número de las corrientes fluviales en nuestro territorio sean intermitentes, por

esto solo resultan aprovechables en los casos en que es posible construir obras de almacenamiento.

Esto se ha llevado a cabo, aprovechando las condiciones de relieve y climáticas de México. Se puede observar que la mayoría de las presas hidroeléctricas del país se localizan ya sea en el centro o en el sur. Son estas las regiones que, en primera instancia, poseen un relieve muy accidentado. Estas zonas son, a la vez, las que tienen mayor cantidad de lluvia al año, ya que tienen precipitaciones superiores a 1,600 mm y comprende las pendientes montañosas de las porciones central y sur del país. En ésta última hay además grandes diferencias a nivel local, por la orientación de las mismas pendientes. Las montañas con dirección normal a la de los vientos dominantes reciben una mayor cantidad de precipitación.

De las áreas con una mayor precipitación son las laderas de las sierras de Teziutlán y Zacapoaxtla, las sierras de Ixtlán y Mixes la parte de la sierra de los Tuxtlas, que se inclina al Golfo de México y la vertiente oriental de las montañas del norte de Chiapas. Existe una zonas de lluvias abundantes en la porción sureste de la Sierra Madre de Chiapas, donde esta abundancia se debe a la influencia de los ciclones tropicales tanto del Golfo como del Pacífico así como al elevado relieve.

Las cuencas interiores del Sur de México como la Depresión central de Chiapas, la Cuenca del río Balsas y las cuencas altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Tehuantepec y Papaloapan, reciben menos de 600 mm de lluvia al año. Esto se debe a que al estar rodeados de altas montañas, se aíslan de los vientos húmedos.

La zona de la vertiente del Pacífico Norte tiene su temporada de lluvias en invierno. Esto se debe a que la faja subtropical de alta presión

se desplaza hacia el sur y dominan los vientos del Oeste que provienen del Océano Pacífico, asociándose con algunas de las perturbaciones que se presentan en estas zonas como los vórtices fríos, depresiones ciclónicas, etc. (García, 1980)

**E) Regionalización de la CFE para la administración de energía eléctrica.**

La Comisión Federal de Electricidad ha establecido cinco regiones, a partir de las cuales administra y regula la generación y distribución de la energía hidroeléctrica. Estas regiones son:

- I.- Yaqui-Mayo.
- II.- Balsas-Santiago.
- III.- Ixtapantongo.
- IV.- Papaloapan.
- V.- Grijalva.

Es importante señalar que esta regionalización no obedece a la geomorfología de las cuencas que involucra. En este aspecto se carece de información, ya que no existe literatura alguna que explique el porqué de esta división regional. Sin embargo existe una suposición de que esta regionalización partió de la creación de las Comisiones de las Cuencas Hidrológicas de 1946. Estas ofrecían una forma de planear y coordinar el gasto público en una región en que era difícil hacerlo por medio de secretarías y gobiernos estatales, independientemente de la conveniencia económica de las inversiones destinadas a obtener un uso más eficiente del agua. Una característica importante de estas organizaciones era su habilidad para trabajar en varios estados simultáneamente y para coordinar l ,

esfuerzos de las diferentes secretarías para mejorar el capital social en una región.

Las Comisiones se crearon durante el período de 1947 a 1964 para las siguientes cuencas:

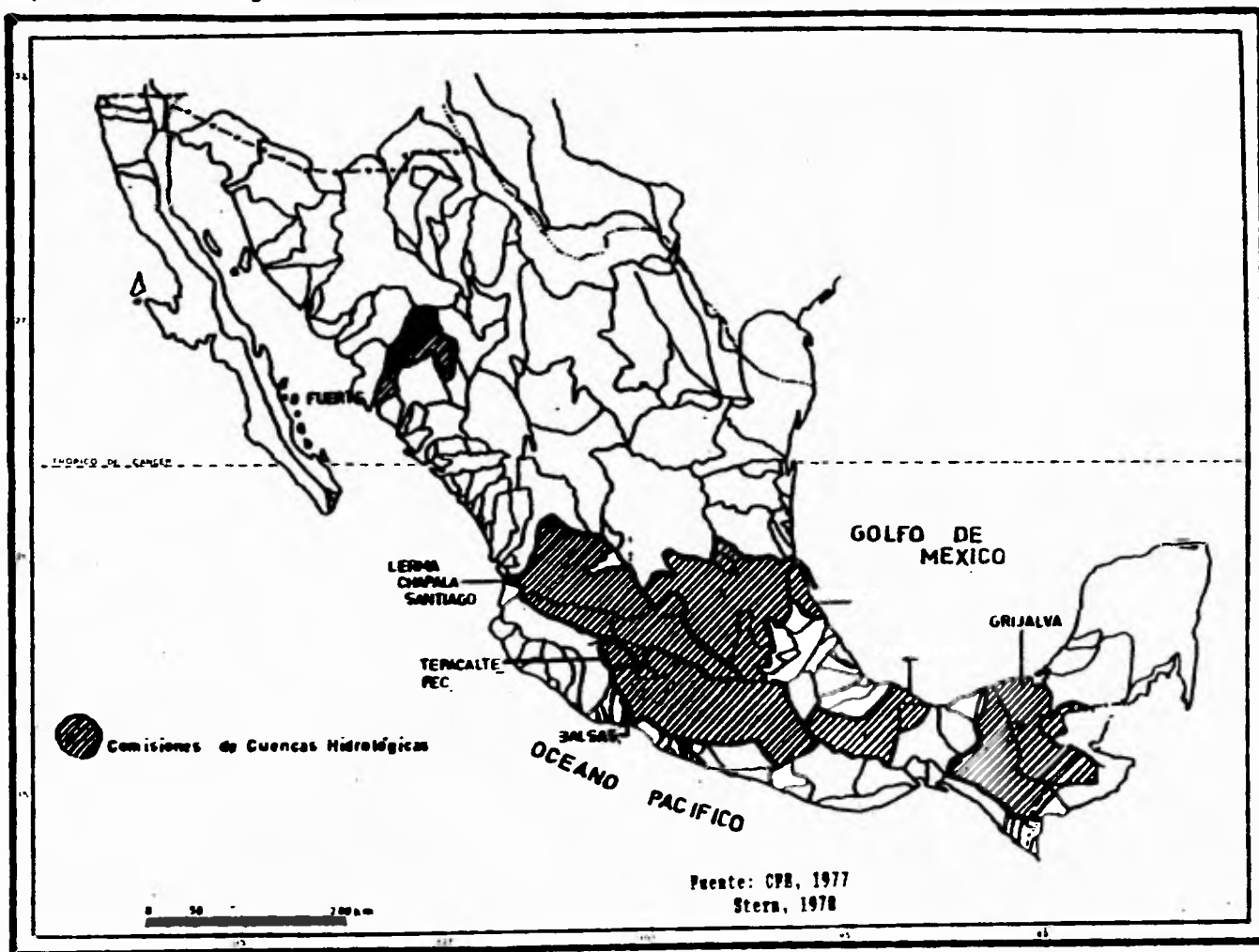
a) Fuerte; b) Lerma-Chapala-Santiago; c) Tepalcatepec-Balsas; d) Pánuco; e) Papaloapan y f) Grijalva. (Mapa 10)

La estrategia de promover el desarrollo regional mediante los proyectos de las cuencas hidrológicas tenía aspectos económicos que implicaban cuantiosas inversiones en la agricultura y en energía hidroeléctrica. La CFE jugó un papel importante en el establecimiento de las comisiones, ya que la energía hidroeléctrica ha sido una característica de todos los esquemas de las cuencas hidrológicas y ha jugado una parte en su expansión. En 1965 la capacidad hidroeléctrica instalada era casi cuatro veces la de 1950, y representaba más del 40% de la capacidad instalada en el país. Desde entonces la inauguración de grandes obras hidroeléctricas aumentó considerablemente su importancia relativa. (Barkin, 1970)

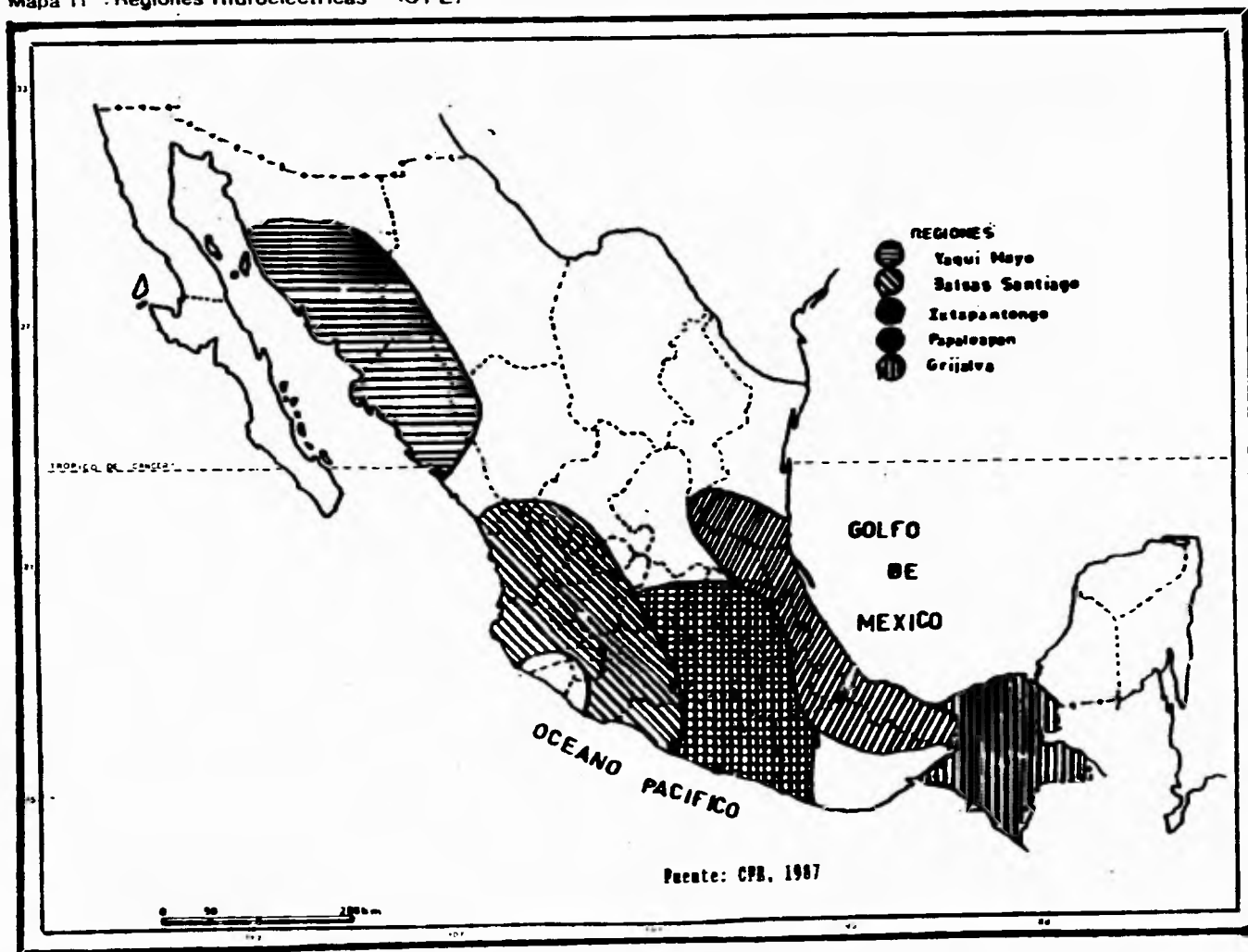
Es posible que a fin de facilitar su administración y distribución de energía la CFE haya adoptado la regionalización que actualmente maneja y que en cierta medida coincide con algunas de las Comisiones por cuencas hidrológicas que ya se mencionaron. (Mapa 11).



Mapa 10 : Cuencas Hidrográficas y Comisiones de Cuencas



Mapa 11 : Regiones Hidroeléctricas (CFE)



## **5.- Impacto ambiental generado por grandes presas.**

El hombre ha aprendido a manejar el agua y a obtener energía de ella y así lo ha hecho por un largo tiempo. Sin embargo, el embalse de los ríos lo ha realizado de una manera sistemática y constante en las últimas décadas, tanto para obtener energía como para satisfacer indirectamente otras necesidades del hombre y de la sociedad. El número de presas hidroeléctricas y de otro tipo ha aumentado continuamente y por ello un mayor número de secciones de las cuencas de muchos ríos se han visto alteradas, por lo cual las condiciones del agua cambian tanto en sus aspectos físico y químico. Esto repercute en los organismos biológicos acuáticos y del medio circundante, así como en otros aspectos del ciclo hidrológico local. Así, es necesario tomar en consideración estos cambios, hacer estudios más detallados antes de que se efectúen este tipo de obras hidráulicas a fin de predecir el posible impacto ambiental que se va a generar para que se tomen y realicen las acciones necesarias encaminadas a la prevención de aspectos negativos.

### **A) Definición, conceptos y clasificación de Impacto Ambiental.**

Se puede decir que el impacto ambiental es un cambio estructural y funcional de los factores ambientales a través del tiempo y por la intervención del hombre. Los efectos pueden ser negativos o positivos. Sin embargo, al término "impacto ambiental" se le ha connotado un aspecto negativo, el cual se refiere al efecto causado por las acciones del hombre

sobre el medio ambiente, siendo éste perjudicial y no previsto o deseado. En el caso de las presas hidroeléctricas, desde el inicio, al construir un dique y los caminos de acceso se elimina una gran cantidad de plantas, y posteriormente al inundar otras áreas cubiertas de vegetación originando un desequilibrio en el ecosistema del lugar. (Vidal López, 1987)

Por el contrario, el impacto positivo destaca la capacidad del territorio para acoger las acciones con "matices derivados de las posibles orientaciones favorables que pueda inducir sobre los elementos espaciales y los procesos actuantes por la implantación" (Medina, 1977). Así, por ejemplo, la construcción de un dique en una cuenca localizada dentro de una región de clima semiárido, que reciba un caudal de agua abundante originado en zonas de mayor precipitación, permitirá cambiar el clima de la zona circundante al embalse. Este cambio será favorable, pues repercutirá positivamente en los diversos ecosistemas locales y algunos otros vecinos. Entre las variaciones que podrían apreciarse están: humectación de los suelos, recarga de mantos freáticos, aumento de la humedad del aire y cambios meso y microclimáticos, mayor desarrollo de la cubierta vegetal de la localidad y aumento de la fauna entre otros aspectos.

Las transformaciones que sufre el medio se pueden clasificar en dos grupos: impactos ecológicos ambientales o indirectos y los impactos sociales o directos. En el primer caso, los impactos ecológicos ambientales o indirectos son los que producen modificaciones de los sistemas naturales. Por ejemplo, la contaminación del caudal de un río por descargas de aguas de desechos industriales en uno o varios lugares de la cuenca correspondiente. En este caso son indirectos porque afectan a una parte del medio ambiente,

el agua. Sin embargo, la población que viva a lo largo del río se verá afectada directamente si pretende hacer uso del agua contaminada.

Los impactos sociales o directos son los que afectan directamente al individuo o a los grupos sociales de un lugar, aquí se hace referencia principalmente al medio donde se produce el efecto. En este caso se puede mencionar, por ejemplo, la reubicación a la que se han sometido a comunidades completas al llevarse a cabo un proyecto de embalsamiento de un río, inundando los lugares en donde viven y realizan sus actividades económicas, explotando los recursos naturales de la localidad. (Scott, s.f.)

Los impactos ambientales de mayor trascendencia son el resultado de las actividades humanas y su importancia está en función de la vulnerabilidad del territorio. El grado de impacto de una actividad depende de las condiciones de fragilidad, vulnerabilidad o riesgo existentes en el territorio en el que se localice. Sin embargo, algunos elementos del medio no son susceptibles de recibir impactos por parte de las actividades humanas como son la altitud de las montañas y otros parámetros fisiográficos de los lugares. Pero a estos últimos es necesario tomarlos en cuenta porque actúan como modificadores de los impactos que puedan afectar o provocarse en otros elementos del medio.

También es importante considerar la reversibilidad de los efectos causados por las acciones humanas. Así, algunos estudios establecen una clasificación de niveles de impacto como son: 1.- Compatible. Donde hay carencia de un impacto o una recuperación inmediata del medio tras el cese de la actividad humana.

2.- Moderado. La recuperación de las condiciones iniciales del medio requiere de un lapso de tiempo relativamente corto el cual depende del grado de perturbación.

3.- Severa. La magnitud del impacto exige para la recuperación del medio la adecuación de prácticas protectoras y de recuperación. Exige un periodo de tiempo largo.

4.- Crítico. Cuando la magnitud del impacto es superior a un umbral permisible. En este caso se produce una pérdida de la calidad de las condiciones ambientales, sin que sea posible su recuperación, incluso con la adopción de prácticas correctivas. (Medina Gándara y Sánchez S., 1977)

Desde luego pueden establecerse clasificaciones convencionales con mayor detalle, las cuales pueden incluir subtipos.

Se considerará, para el desarrollo de este capítulo, que el impacto ambiental quedará constituido tanto por los cambios en las características ecológicas indirectas como por las de tipo directo o de impacto social; éstas últimas van en detrimento de la productividad de los ecosistemas y de su capacidad para amortiguar los procesos degenerativos que impiden el desarrollo de organismos al disminuir la calidad del agua.

#### **B) Intervención del agua en los diversos tipos de impacto ambiental.**

El agua, como elemento del medio físico, puede ser utilizada para determinados fines, los cuales pueden clasificarse en: domésticos, como es el abastecimiento para uso humano; agrícola, para emplearse en el riego; industrial, cuando se utiliza en los procesos productivos y de transformación; energético, al usarse el agua en la generación de energía

eléctrica, por medio de plantas termoeléctricas y presas hidroeléctricas; ambientales, como es el caso de los usos ornamentales y recreativos.

También es importante distinguir entre el uso consuntivo y no consuntivo del agua. El primero ocurre donde casi se le retira permanentemente del ciclo hidrológico regional; en cambio en los usos no consuntivos no se le retira o se le elimina, aunque posteriormente se le dé otro uso.

Cuando el agua se almacena en un embalse, ya sea para riego, servicios, control de avenidas o generación hidroeléctrica, la pérdida por evaporación se incrementa. Cuando se realiza cualquier transporte o transferencia de agua, de una región a otra, debe considerarse como una pérdida de consumo en la cuenca de donde se ha extraído.

Por otra parte hay que considerar que el problema de abasto de agua no puede separarse de la calidad de la misma. Si el agua está contaminada o tiene características de calidad inadecuadas, ya sean para usos agrícolas de servicios o en las industrias, no se le puede considerar disponible para dichos propósitos. En el caso de un afluente que sirva como drenaje de una región, éste tiene un caudal natural al que se le agregan aguas negras provenientes de una manera original de los sistemas de abastecimiento. Sin embargo, durante los periodos y años secos su caudal disminuye, no así la afluencia de contaminantes por lo que, en consecuencia el contenido de estos se incrementa. (Thevenin, s.f.)

### **c) Impacto ambiental en las cuencas hidrográficas.**

Otro problema que se puede presentar en las cuencas hidrográficas es la concentración de sólidos disueltos o la salinidad en las mismas (Odell,

1980). Gran parte del agua de las cuencas disuelve las sales de los depósitos naturales y de los compuestos empleados en los fertilizantes agrícolas, dando lugar a que el agua sea salina, en diferentes grados, para ser utilizada. Otra causa de degradación puede ser el aporte de agua proveniente de plantas termoeléctricas y de algunas industrias.

#### **D) Impacto ambiental producido por obras hidráulicas.**

Las obras hidráulicas pueden provocar efectos o alteraciones ecológicas directas e indirectas en las áreas próximas del medio físico que las circunda. Estas se manifiestan en los cambios de las características físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas. En lo que se refiere al medio físico terrestre se presentan cambios medio-ambientales referentes al suelo, al clima y a diversos aspectos generales del paisaje (Medina, 1976). Por lo mismo, en el medio acuático se generan cambios físicos, químicos y biológicos en la calidad del agua generados por los tipos y efectos de contaminación. Esto repercute en las especies animales, tanto en sus poblaciones como en sus características de diversidad y productividad.

Existen dificultades para diferenciar los diversos efectos ecológicos directos e indirectos originados por las obras hidráulicas, debido a las interacciones e interdependencia de los factores físicos y biológicos de los ecosistemas, así como a su variación en intensidad, tiempo y espacio. Esto mismo puede decirse de la combinación de los distintos elementos que constituyen a los sistemas hidroeléctricos y que perturban al medio ambiente.

La construcción de presas genera un impacto ambiental importante, aunque tiene variaciones tanto en el tiempo como en el espacio. Así -



presentan varias etapas en que se puede dar el proceso de impacto ambiental. Este puede ocurrir durante la construcción de la cortina, al embalsar el agua o al manejar el caudal aguas arriba, en el embalse mismo o aguas abajo, ya sea en el desagüe y alrededor de las centrales hidroeléctricas. El efecto puede ser directo o indirecto, local, regional o incluso más amplio además de que pueden sumarse otros efectos provocados por las acciones humanas. (Thevenin, s.f.)

Durante la etapa de construcción se lleva a cabo el impacto ambiental más agresivo y genera alteraciones físicas y químicas del agua, que se transforman en impactos ecológicos, terrestres y acuáticos, además de otros aspectos socioeconómicos. En esta etapa es cuando se elimina una gran cantidad de vegetación y fauna, suprimiendo los habitats originales en la zona de inundación. Al mismo tiempo que se construyen caminos de acceso, se instalan las líneas de transmisión eléctrica, se edifican obras de protección contra inundaciones y canalizaciones, se prepara para el sitio de embalse y la construcción de la obra civil. Todo ello produce la acumulación de desperdicios y alteraciones ecológicas derivadas de las diferentes acciones que se llevan a cabo. Esto dura hasta que se retiene el agua en el vaso de inundación. También hay importantes movimientos de tierra que generan grandes cantidades de polvo en el ambiente. Este polvo se deposita sobre la vegetación circundante y provoca el aumento de sedimentos durante la época de lluvias. Estas condiciones se presentan por igual en la zona del embalse como las áreas adyacentes al cauce aguas arriba, así como aguas abajo de la zona de inundación. Es importante señalar que aguas abajo se presenta, además, un cambio en el patrón de drenaje por el desvío del cauce principal, así como variaciones tanto de la humedad como del albedo. Tambi...

se presenta una disminución temporal pero drástica de los niveles freáticos de las áreas circundantes a esta parte del cauce y por lo tanto hay disminución de la cubierta vegetal. Esto genera, al mismo tiempo, importantes cambios en la alimentación de las poblaciones animales que habitan esa zona dando lugar a otros problemas como es el cambio en los patrones migratorios de la fauna.

En el área de inundación, la construcción de la obra civil genera gran cantidad de desperdicios dando lugar a la proliferación de fauna nociva, en tanto que las especies animales originales migran a otras áreas cercanas. Esto también implica cambios importantes en las cadenas tróficas de las poblaciones animales.

Al inicio, en el área de influencia directa, la modificación ecológica principal consiste en una sustitución total del medio físico terrestre, el cual al cubrirse por el agua se constituye en medio acuático. Este medio acuático va a tener grandes transformaciones durante la etapa inicial porque la vegetación cubierta de agua morirá, de tal modo que al pudrirse aportará al agua sustancias generadas por la descomposición. Simultáneamente la calidad del agua tendrá variaciones, ya que producirá una alta demanda biológica de oxígeno, el agua estancada tenderá a ser ácida y en algunos casos la eutroficación generará proliferación de vegetación flotante. Sin embargo, con el transcurso del tiempo, se presenta una tendencia a la estabilización de las comunidades acuáticas y palustres, la que depende de las características limnológicas promedio y de sus rangos extremos de variación. También se presenta un incremento importante de la humedad atmosférica. En el aspecto biológico hay un incremento de la

competencia entre especies y por lo tanto disminuye la diversidad de fauna y flora.

Durante esta misma etapa, aguas arriba del embalse el nivel de base del río se altera y por lo tanto hay un incremento en la erosión lateral de las márgenes del mismo. Se presentan variaciones del nivel freático y cambios en la red de drenaje. Hay una mayor depositación de materia orgánica y de nutrientes. Las interacciones competitivas entre las especies animales disminuyen.

Aguas abajo del embalse el gasto anual de agua disminuye. Se presentan cambios en la red de drenaje y también se presentan cambios morfométricos en el cauce del río dependiendo de la regularidad de las descargas, la energía cinética del agua disminuye. En las poblaciones animales se presentan cambios en los patrones de competencia y depredación. La cubierta vegetal disminuye y algunas especies acuáticas desaparecen.

La cortina contribuye al atrape de sedimentos, la nueva superficie de agua aumenta la exposición a la evaporación e incrementa la erosión de las orillas de las nuevas playas. También se modifican algunos elementos del microclima. Así mismo, en función de la naturaleza geomorfológica, al aumentar el nivel de las presas se pueden destruir los sitios de anidación de las especies animales cuya ovoposición esté directamente relacionada con las orillas o zonas bajas tales como aves, reptiles y peces. En consecuencia, al eliminar la competencia y/o control que ellas representan para otros organismos, ocasionan el aumento inconveniente y/o disminución de otras poblaciones. Sin embargo, al llegar a un equilibrio de las condiciones físicas del cuerpo de agua, la turbiedad que se presentó en la etapa anterior desaparece y la penetración de la luz alcanza mayor profundidad.

Esto hace que la fotosíntesis se incremente y haya una mayor producción de oxígeno, por lo cual se dá un mayor desarrollo de la vegetación acuática. Las capas superiores se calientan y se origina una estratificación del cuerpo de agua por diferencia de temperatura y salinidad. Los procesos biológicos en las capas superiores del agua modifican la calidad del agua. Se presenta un equilibrio en un número de especies determinadas, cuya interacción se establece y puede ir de un sistema continuamente alterado a uno más parecido al de un lago natural.

Durante este periodo de equilibrio alcanzado en el embalse, aguas arriba el cauce se ve afectado por la erosión y la agradación. La profundidad del mismo ha disminuido y la erosión lateral aumenta, dando lugar a que el cauce se ensanche y da lugar a la formación de meandros e islas en el cauce principal. La turbiedad disminuye y esta zona se ve afectada por las inundaciones durante los periodos de crecidas. La vegetación que se desarrolla más rápidamente es la riparia, la migración de peces disminuye.

En cambio, aguas abajo hay menor sedimentación y la profundidad del cauce aumenta. La erosión lateral disminuye, así como la turbiedad. La composición química del agua varía dependiendo en el grado de estratificación del embalse y de la profundidad de la que se extraen los volúmenes de agua. Hay una menor carga de sedimentos y por lo tanto causa erosión en la desembocadura lo cual genera un retroceso en la línea de la playa en la zona adyacente. La vegetación riparia disminuye en tanto que la producción de macrófitas aumenta. Hay un importante aporte de nutrientes del embalse a esta zona.

Son muchos los aspectos que se ven afectados por la construcción de un embalse, sin embargo existe un impacto positivo derivado de esto, ya que se aumenta el nivel freático en el área de inundación y zonas circundantes, lo cual repercute a mediano plazo en un incremento de la vegetación en las orillas del vaso, y un aumento de la humedad atmosférica proveniente del proceso de evaporación que modifica al clima favorablemente, sobre todo en zonas áridas. (Vidal, 1987)

#### E) Impacto ambiental en el sistema hidrográfico.

Es importante considerar las características del medio ambiente de las cuencas de los afluentes ubicados aguas arriba del embalse porque son los lugares en donde se origina el escurrimiento de agua del cual depende el funcionamiento hidrológico y el mismo medio ambiente local. En este sentido se deben tomar en cuenta diversos fenómenos que ocurren en las cuencas altas tales como la tala, los asentamientos humanos, el uso del suelo por actividades agrícolas y ganaderas, la erosión, etc. A lo anterior hay que agregar las descargas de aguas residuales, el arrastre de fertilizantes y pesticidas, los cuales son compuestos que en ocasiones constituyen verdaderamente materiales tóxicos que repercutirán en las características físicas y químicas del embalse. Si no se controla la contaminación aguas arriba, se pueden crear problemas ecológicos en los embalses, que darán lugar a la proliferación de malezas acuáticas, mortalidad de peces e incluso desaparición de especies tanto animales como vegetales; habrá una 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 de la presa; en algunos casos incluso hasta su desembocadura en el mar.

De hecho, es aguas abajo de las presas donde hay un mayor impacto y donde se presenta la mayor parte de las modificaciones ambientales, que como ya se mencionó se debe a que tanto la cantidad como la calidad del agua tienen características diferentes a las que se poseían antes de existir la presa. La disminución en los gastos hidráulicos 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. La disminución mencionada afecta también a la migración y a la dispersión de las poblaciones de peces y se puede favorecer la intrusión salina en las áreas cercanas al litoral marino. Estas variaciones en los gastos, aunados a los cambios en la calidad del agua, afectan la productividad biótica en los pantanos ubicados cerca de los cauces y a los manglares, lagunas litorales y albúferas localizadas en la zona costera. Esto, a su vez puede afectar la producción pesquera en éstas últimas y en el área marina adyacente. (Thevenin, s.f.)

#### F) Vegetación acuática.

Las malezas acuáticas son un indicador importante del impacto en los cuerpos de agua, ya que la invasión de estas es un reflejo de los cambios o desequilibrios que se presentan en los medios lacustres en general. Con la construcción de las presas se crean habitats favorables para el desarrollo de vegetación acuática, lo cual desde un enfoque pro-ecologista constituiría un impacto ambiental positivo, pero por otra parte esto llega a entorpecer o a perturbar el funcionamiento para el cual se diseñó y

construyó el embalsamiento de agua.(C.N.A.,s.f.) El desarrollo de la vegetación flotante, sumergida, palustre y circumlacustre ocurre en diferentes sitios y de diversas maneras. Las plantas acuáticas flotantes son, como su nombre lo indica, aquellas que flotan en la superficie del agua. Están desprovistas de órganos de fijación. Tienen la facultad de multiplicarse vegetativamente y cuando las condiciones son adecuadas pueden propagarse en poco tiempo sobre grandes extensiones.

Así, por ejemplo el desarrollo de la vida vegetal tiene su primera expresión en las células flotantes que constituyen al fitoplancton límnic. En un grupo de plantas flotantes libres de mayor tamaño destacan las familias Araceae y la Pontederiaceae (Rzedowski, 1981). A este tipo de vegetación pertenecen el lirio acuático, la lentejilla (lemna), la lechuga de agua y la hidrilla.

La vegetación sumergida es el conjunto de vegetales arraigados o sin fijarse al sustrato, pero que se mantienen normalmente por debajo de la superficie del agua a excepción de las flores de la mayoría de estos organismos que sobresalen al medio aéreo mientras se efectúa la polinización. La transparencia del agua en que viven es un requisito indispensable para estas plantas. Este tipo de vegetación se desarrolla básicamente en el fondo del embalse en donde no es muy profundo y puede recibir bastante luminosidad. Entre este grupo se encuentran los géneros *Ruppia*, *Hydrilla*, *Elodea* y *Potamogeton*.

Las plantas palustres son aquellas que se desarrollan básicamente en las orillas del área lacustre, en lugares poco profundos. Se les conoce también como emergentes o subacuáticas, viven arraigadas en el fondo principalmente en donde tienden a formarse condiciones pantanosas. Son

herbáceas de tamaño mediano, con sus raíces sumergidas en el fondo, una parte de sus tallos dentro del agua y otra parte notable emergiendo al medio aéreo. Algunos géneros subacuáticos son: *Tipha*, *Juncus* y *Paspalum*.

La vegetación circumpalustre se constituye por el conjunto de plantas eminentemente terrestres que se desarrollan gracias a la humectación que tiene el suelo en las playas y áreas vecinas del embalse. En muchos casos esta vegetación tiene semejanza con la vegetación de galería que se desarrolla a lo largo de los ríos. Este tipo de vegetación tarda más tiempo en desarrollarse.

La vegetación que se desarrolla en las orillas de los embalses tiene algunos efectos positivos en la conservación del cuerpo de agua. La vegetación circumlacustre, si es bastante densa, ayuda a retener una parte de los sedimentos provenientes de las laderas que rodean al área embalsada, lo cual ayuda en parte a la vida útil de la presa. Aunque la vegetación de las orillas puede tener una alta transpiración, esta no representa un volumen muy grande si se toma en cuenta que esta pérdida también disminuye cuando desciende el nivel del agua. La vegetación palustre de las orillas también ayuda a retener parcialmente los sedimentos provenientes de las laderas, los cuales casi siempre se retienen en el fondo junto con las raíces. Sin embargo, a esta acumulación se le llega a considerar perturbadora para el funcionamiento del embalse ya que disminuye, a lo largo del tiempo, el área embalsada y parcialmente al volumen de agua. En cuanto a la pérdida de agua por transpiración vegetal, las plantas palustres si tienen una mayor emisión, aunque es equivalente en volumen a las cantidades de evaporación en una superficie acuática libre.



En comparación con los dos tipos de vegetación anteriores, la vegetación flotante afecta al funcionamiento de las presas, sobre todo a las hidroeléctricas, independientemente de los aspectos ecológicos antes mencionados. Ciertos tipos de vegetación, por ejemplo el lirio acuático, generan grandes pérdidas de agua por transpiración, cantidad superior a las que se presentan en superficies acuáticas libres. En cuanto a la afectación directa de las presas de los sistemas hidroeléctricos, estas plantas causan perturbaciones ya que pueden obstruir los sistemas de conducción de agua y a la maquinaria al pasar por las turbinas y otros mecanismos.

Por otra parte es importante mencionar que un gran número de malezas que hay en México no son originarias del país. Por ejemplo, el lirio acuático, la lechuga de agua y la hidrilla. Estas se convirtieron en problema por la ausencia de agentes naturales de control en el ambiente invadido, y a que su capacidad de reproducción vegetativa (asexual) les asegura la competencia con otras plantas acuáticas, además del clima que favorece su desarrollo.(C.N.A.,s.f.)

En las presas, el ciclo biológico de las malezas da origen a gran cantidad de materia orgánica, que van a dar al fondo, contribuyendo al azolve del embalse y por lo tanto la reducción de la vida útil del mismo. Otros efectos son, por ejemplo la disminución de la penetración luminosa, lo cual a su vez repercute en la disminución de la transparencia del agua, del fitoplancton, del oxígeno disuelto y de los peces.

Cuando en un embalse existe una proliferación de la vegetación acuática entonces se puede inferir que este fenómeno es una manifestación indicadora de que las condiciones químicas y biológicas del agua tienden a ser críticas debido a un incremento del contenido de fósforo y otros

nutrientes. Estos componentes se encuentran disponibles de una manera natural en las aguas, pero en menor concentración, de tal modo que los vegetales y organismos acuáticos los aprovechan para la realización de sus funciones metabólicas. Las concentraciones de nutrientes, principalmente las de fósforo, tienen su origen en las malezas acuáticas muertas, ya que cuando se descomponen en el agua, se inician diversas reacciones bioquímicas. Si un cuerpo de agua tiene un alto índice de nutrientes, la productividad de la vegetación acuática se incrementa y la vegetación flotante impide el paso de la luz a las capas inferiores. Esto impide que la vegetación subacuática efectúe el proceso de fotosíntesis lo cual, de no realizarse, provoca su muerte. En consecuencia habrá entonces un incremento en la demanda biológica de oxígeno (DBO) al efectuarse el proceso de putrefacción de los organismos muertos. Esto implica que en el fondo de los cuerpos lacustres haya una acumulación de lodo con un gran contenido de materia orgánica transformada, lo cual altera a algunas de las características químicas y biológicas del agua.

El suministro de nutrientes puede llegar al agua de dos formas principalmente: una es a través de las aguas residuales arrojadas sin tratamiento al drenaje que llega hasta las cuencas de un lago o un cuerpo de agua, proveniente de ciudades e industrias; la otra, por los escurrimientos originados en las laderas de las montañas transportados hacia las planicies junto con partículas microscópicas de sedimentos terrígenos procedentes sobre todo de áreas erosionadas, junto con materiales orgánicos como son las hojas caídas, las excreciones de aves acuáticas y otros animales.

Una planta acuática que merece especial atención es el lirio acuático, tanto por el impacto ambiental que produce como por los problemas

que causa en los sistemas hidroeléctricos. Su distribución geográfica es bastante amplia, principalmente en el centro del país. En la vertiente del Pacífico se localiza desde Sinaloa hasta Chiapas y en la vertiente del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Campeche. Esta planta se comporta principalmente como maleza en algunos cuerpos de agua de las zonas templadas y subtropicales de las cuencas hidrológicas del Lerma-Santiago, Balsas y Pánuco. También se le encuentra en algunos cuerpos de agua del Valle de México y en algunos distritos de riego en la zona Norte del país. En muchas zonas tropicales del sureste, aunque el lirio es frecuente, su presencia no es tan crítica debido al control natural que periódicamente ejercen grandes avenidas. (C.N.A., s.f.)

En lo concerniente a otras especies de vegetación flotante distintas al lirio acuático, es interesante mencionar un caso que actualmente se presenta en la presa hidroeléctrica La Angostura, en el estado de Chiapas, en la cual se ha conservado un crecimiento explosivo del helecho acuático, de la lechuga acuática y de la lentejilla de agua. Este es el único caso en el país en el cual se presenta este fenómeno ya que es la primera detección en la que la superficie de un gran cuerpo de agua -al menos en el territorio nacional- la vegetación acuática flotante dominante no es el lirio acuático (Medina, 1976). Se menciona que durante el proceso de embalse de dicha presa probablemente se presentaron condiciones especiales ya que el 20% de su área estaba parcialmente libre de vegetación arbórea debido al uso agrícola del suelo. En enero de 1975 a este embalse se le estimó un área inundada de 30,000 hectáreas de las que aproximadamente 1,600 (5.3%) estaban cubiertas de vegetación, de esa superficie el 80% (1,280 Ha) correspondía al helecho acuático y el resto al la lechuga de agua.

En lo que se refiere a malezas sumergidas se sabe que algunas presas presentan lugares de poca profundidad, sobre todo en su perímetro. Esto favorece la proliferación de la Elodea s.p. Este problema se presenta con mayor frecuencia en las presas cuyos caudales provienen de zonas urbanas con una calidad de agua poco satisfactoria, debido al tipo de desechos que contiene. (C.N.A., s.f.)

En México se invierten grandes cantidades de dinero en la construcción, operación y mantenimiento de las obras hidráulicas de todo tipo. Es por esto, que las malezas acuáticas constituyen un problema que ocasiona grandes gastos económicos en todas aquellas presas que requieren una conservación adecuada, libre de algunas plantas como las que se han mencionado. La Comisión Federal de Electricidad determinó que en algunos lugares infestados, el agua transpirada por las malezas acuáticas flotantes es de tres a cuatro veces mayor que en los depósitos desprovistos de ellas (CNA, s.f.), a lo cual hay que agregarle el volumen que se pierde por evaporación directa desde la superficie del área embalsada. Las plantas durante su metabolismo transpiran agua en grandes cantidades. La evapotranspiración en conjunto provoca pérdidas considerables en los volúmenes de agua lo cual a su vez repercute en la eficiencia de generación hidroeléctrica y en otros aspectos económicos; a lo anterior se suman los efectos nocivos provocados por las malezas, como son el taponamiento de las turbinas hidroeléctricas y la disminución en la capacidad de volumen de agua en las presas destinadas al riego.

Las malezas acuáticas se localizaron en 18 presas de 11 estados, destacando los estados de Jalisco e Hidalgo, en los cuales existen más obras de almacenamiento invadidas por malezas acuáticas. El total de embals-

invadidos por este tipo de vegetación en estas dos entidades constituye el 16% de las áreas infestadas de todo el país, lo cual equivale al 1.9% del total de las presas registradas hasta el año de 1973 (CNA, s.f.).

Destacaron por su abundancia y cobertura de superficie el lirio acuático, la pasilla y el tule. Estas plantas ocupan los primeros lugares en infestación con una extensión superior a 25 mil hectáreas cada una.

Para el año de 1975 se informó que en las presas había una cobertura de superficies de la siguiente manera: 12,054 hectáreas de lirio acuático; 2,590 hectáreas de tule; helecho acuático 4,680 has.; hidrilla 2,155 hectáreas y chilillo 96 hectáreas. (Medina, 1977)

Otro aspecto importante es el de la producción pesquera, la cual se ve afectada cuando la población de peces queda desprovista de alimento y oxígeno disuelto a causa de la cubierta de malezas acuáticas. La proliferación de las plantas también afecta al desarrollo turístico de aquellos lugares o poblados aledaños donde esta actividad constituye su principal actividad.

Las plantas acuáticas también facilitan la formación de remansos en la superficie embalsada lo cual a su vez favorece la proliferación de mosquitos, ya que estos se reproducen en mayor cantidad. Estos insectos contribuyen a la diseminación de la malaria, filiarisis y otras enfermedades. (C.N.A., 1990)

#### G) Impacto en la fauna.

Las presas hidroeléctricas y de otros tipo, durante su construcción, embalsamiento y a lo largo de su operatividad generan impactos negativos y positivos en la fauna de la localidad, de los medios terrestre, acuático y

aéreo o de las combinaciones que algunos de estos seres presentan. La fauna terrestre es la más afectada durante la construcción de las vías de acceso a la boquilla en donde se establecerá el dique. Esto se debe a que es ésta la etapa en la cual se inicia la alteración de un medio que casi había estado sin perturbaciones notables. Es en este lapso cuando hay desplazamientos de poblaciones animales, sobre todo mamíferos pequeños y algunas aves hacia otros lugares, lo que tiene por consecuencia un sobrepoblamiento de algunas especies faunísticas, lo cual a su vez genera una competencia por espacio, alimento e incremento de la depredación del medio. (Thevenin, s.f.)

La construcción de las ataguías implica una desviación del caudal de los ríos sin que perjudique notablemente a la fauna acuática aguas arriba de la construcción. En cambio aguas abajo se manifiestan algunos efectos negativos, ya que los movimientos de tierras asociadas al escurrimiento pluvial y fluvial producen acarreos de grandes cantidades de materiales sólidos que perjudican a la fauna acuática de las regiones inferiores. Obviamente esto también está asociado con la alteración de la calidad del agua en sus aspectos físicos y químicos. Si a lo largo de estos ríos existe fauna acuática, sufrirá un impacto ecológico y lo más probable es que desaparezca de la localidad; habrá casos en los cuales los peces pueden emigrar aguas abajo buscando mejores condiciones de alimento y de ambiente, aunque es posible que muchos perezcan en el trayecto.

En caso de que existan algunos embalses o remansos con fauna acuática aguas abajo de la presa en construcción, estos también se verán afectados por la gran cantidad de sólidos en suspensión lo cual alterará el medio ambiente y la productividad biológica. En el caso de las presas que se

construyen en los últimos declives de las montañas, cerca de las regiones costeras, las alteraciones ecológicas afectarán a las lagunas costeras, esteros e incluso a la región marina inmediata que circunda a las desembocaduras. (Thevenin, s.f.)

Durante la etapa del embalsamiento disminuirá de una manera muy notable el caudal aguas abajo de la cortina aunque probablemente habrá cierto aporte de agua por otros afluentes. En la fauna terrestre es evidente la disminución de su espacio, lo cual puede afectar a aquellas especies de baja densidad de la población que además requieren amplia territorialidad. En el caso de las aves, los efectos negativos que pueden atribuirse directamente a las obras hidráulicas son las de la eliminación de su espacio y desplazamiento durante el embalsamiento, causando una sobrepoblación temporal. Al producirse la inundación también se generan desplazamientos faunísticos que, además, afectará a los organismos que viven en los diversos estratos de los suelos, tales como bacterias, insectos, lombrices, reptiles y algunos roedores, la mayoría de los cuales perecerá por carecer de una capacidad de desplazamiento. Esto, como ya se mencionó alterará las condiciones de la calidad del agua, tanto en el área del embalse como aguas abajo. También es posible que debido a la geomorfología de los vasos de inundación de las presas, existen algunas elevaciones montañosas internas, las cuales se transformarán en islas permanentes o temporales según sea la variación de los niveles de agua. En estos casos se producirá un aislamiento de flora y fauna o la exterminación según sea el caso.

Algunos de los efectos positivos que se tienen después de la construcción y embalsamiento de las áreas de los vasos de inundación está la creación artificial e inicial de nuevos habitats acuáticos construidos

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

79

por la gran masa de agua, tanto en extensión como en profundidad. Como antes se indicó, un embalse mejora las condiciones del medio ambiente en general; en lo concerniente a una fauna acuática su presencia es benéfica ya que constituye un nuevo espacio para la presencia de zooplancton y necton. Durante la fase inicial las condiciones de la calidad del agua no son muy propicias para el desarrollo de peces y de algunos organismos, pero conforme transcurre el tiempo el agua se va renovando, el ambiente acuático mejora tanto en la superficie como hacia el fondo del embalse. En la superficie, particularmente en algunas orillas en las cuales el agua tiende a estancarse se iniciará una proliferación de insectos acuáticos, algunos de los cuales pueden afectar a otros organismos y propiciar algunas enfermedades, ya que actúan como vectores. Algunos insectos pueden servir de alimento a los peces, originándose localmente una cadena alimenticia asociada a los habitats locales. El embalsamiento producirá también la humectación de las rocas y suelos del perímetro del vaso, lo cual favorecerá la propagación de plantas, pero al mismo tiempo la de una fauna asociada; por ejemplo, anfibios y algunos gasterópodos.

Conforme transcurre el tiempo, algunas presas se empiezan a azolver, ya que constituyen una trampa de azolves que los retiene, sobretudo a las sedimentos más gruesos. Por esto hay un mejoramiento de las características de la calidad del agua hacia las partes inferiores a las que se dirige el caudal, esto favorece a la fauna acuática de esos lugares. (Vidal, 1987)

Cabe indicar que aguas arriba del embalse los efectos positivos o mejoramiento del ambiente son prácticamente nulos o bien están en función del relieve, el cual si es poco abrupto puede aumentar ligeramente el nivel



del agua del colector principal y de los afluentes más cercanos por lo tanto habrá un incremento de organismos acuáticos.

A los nuevos embalses se les puede considerar como lagos artificiales, sobre todo si tienen una profundidad y extensión notables. Debido a este aspecto se les puede aprovechar como grandes criaderos de peces, si se introducen especies adecuadas al ambiente acuático previamente estudiado. En este sentido los habitantes de las poblaciones ribereñas se pueden beneficiar con este nuevo recurso y mejorar su dieta alimenticia. Sin embargo para el caso de las presas hidroeléctricas, se prefiere evitar la piscicultura debido a que cuando se requieren grandes cantidades de agua de los embalses superiores a los que alimentan directamente a la maquinaria puede arrastrar a los peces hacia esta, provocando obstrucciones y alterando la efectividad del funcionamiento. (C.N.A., 1990)

Los lagos artificiales pueden convertirse en un lugar adecuado para algunas aves acuáticas las cuales pueden vivir ahí mismo de una manera permanente o bien como refugio temporal. En este caso algunos embalses son adecuados para la reproducción y anidación de aves migratorias, las que ocuparán el lugar durante un lapso de una estación del año. También puede haber especies que únicamente lo tomen como un refugio durante poco tiempo, sobretodo si estos se encuentran localizados a lo largo de las rutas migratorias existentes en el territorio mexicano.

Como ejemplo de un caso del comportamiento de la fauna acuática y su efecto en un embalse hidroeléctrico es importante mencionar a la presa Malpaso (Netzahualcoyotl) en el estado de Chiapas. En este lugar se presentó alta mortalidad de peces durante los primeros años que siguieron al embalsamiento. Aunque este aspecto no fue registrado por especialistas, ...

supone que las causas se debieron a condiciones de vegetación terrestre sumergida. Así mismo se presentaron otros efectos como la disminución progresiva del langostino o pigua aguas arriba del embalse. Es posible, también que un efecto secundario esté afectando al tlacuachillo acuático, una especie endémica de interés científico y cultural que se alimenta con la pigua. Con el embalse se facilitó la colonización y poblamiento antrópico en áreas vírgenes, sobretodo en las márgenes del mismo. Esto provocó desplazamientos de animales, la destrucción y alteración del habitat de la fauna terrestre de la localidad. (Medina, 1977).

Los efectos de destrucción del habitat provocados por el embalse de la presa Malpaso y otras del sureste del país se reflejan especialmente en especies de costumbres arborícolas, las que quedan sujetas más fácilmente a la depredación como algunos primates, así como de algunos felinos como son: jaguar, ocelote y tigrillo los que, por la eliminación del habitat y sus presas así como a la caza a la que quedan expuestos, están en peligro de extinción.

Otras especies animales exclusivas de la selva alta, como son el tapir, el jabalí de labios blancos y el temazate o venado rojo han sido especialmente dañados por el desarrollo de actividades humanas en estas zonas. La vulnerabilidad de tales especies está dada por las limitaciones adaptativas que presentan.

Por otra parte cabe indicar que uno de los efectos más comunes es el que ocurre cuando se favorece a determinada especie y se le convierte en plaga como es el caso de la proliferación de moscos. Por esto es importante considerar al ecosistema como un todo integrado; cualquier acción humana puede afectar el punto de equilibrio, al cambiar la magnitud o la dirección

de los flujos de energía y puede afectar al hombre mismo, según la naturaleza y magnitud del impacto. Esto puede a su vez favorecer a una o pocas especies, en detrimento de los demás. (Medina, 1977)

En resumen, los indicadores del impacto ambiental de los embalses son: la invasión de malezas acuáticas y los cambios en las poblaciones de peces. Este último fenómeno biológico se debe a la introducción de especies exóticas, a la imposibilidad de migraciones y a la dispersión natural causada por barreras en las corrientes, tales como presas, cambios en la calidad del agua, reducción en los gastos aguas abajo de las presas y variaciones en los niveles freáticos. Con base en lo anterior se puede afirmar que estas variaciones son las que ocasionan la destrucción de recursos pesqueros, la desaparición de especies de algún interés económico, cultural o científico y desequilibrios ecológicos.

Otros factores involucrados en el impacto ambiental causados por el almacenamiento de agua es el de la temperatura del agua que se acumula. Al estar embalsada, el agua funciona como un regulador térmico. La repercusión de aportes calóricos sobre el medio ambiente físico en el área del embalse se concreta en ciertas alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas de las aguas. Así en un área influida por el calentamiento, habrá un incremento de la producción de los organismos biológicos que lo habitan. Mayor productividad significa que se produce más materia orgánica en cada nivel, pero esta producción se consume a lo largo de la cadena trófica por el siguiente nivel y por lo tanto no habrá un incremento de la biomasa global, excepto que se presenten cambios en dicha cadena de alimentación. Desde el aspecto biológico es importante saber si se producen cambios profundos en la composición de especies del ecosistema.

#### H) Impactos Sociales.

Las construcciones de las presas hidroeléctricas producen impactos al medio ambiente pero además también tienen afectaciones de tipo social, las cuales constituyen el conjunto de impactos directos o sociales. Al igual que los impactos al medio físico, existen impactos en el medio social positivos y negativos. En teoría, la construcción de una presa hidroeléctrica impacta positiva y negativamente a la población ubicada en la zona del dique, en el área de embalse y en los lugares circunvecinos. En realidad el primer impacto que sufren es negativo, ya que afectará directamente en el lugar en donde siempre han vivido, en el cual están arraigados, sobretodo si son grupos indígenas o de una cultura indomestiza con características propias e inherentes a la localidad. El impacto positivo lo constituye, en teoría, la reubicación, en sitios adecuados para su supervivencia, en donde les proporcionarán vivienda y nuevas tierras. (Rodríguez y Zuñiga, 1990)

En este proceso intervendrán diversas autoridades relacionadas con la expropiación de terrenos, construcción de caminos, edificaciones diversas y la operatividad de las plantas hidroeléctricas. También se afirma que otros beneficios que tienen los pobladores se pueden apreciar en nuevas actividades económicas, como son: el empleo que les brinda durante la construcción, en actividades pesqueras, en el transporte acuático y en otros trabajos que surgen en la infraestructura de un sistema hidroeléctrico.

Aunque el reasentamiento obligatorio no es deseable y es extremadamente difícil ponerlo en práctica, los proyectos que los generan por lo general son inevitables debido a que suelen tener importancia decisiva para el desarrollo regional o nacional. Así, los intereses

nacionales a largo plazo, entran en pugna con los intereses inmediatos de grupos locales afectados. Obviamente la tendencia general es el dominio de los primeros. Algunos estudios antropológicos han demostrado que el desplazamiento también desarticula la base que proporciona la comunidad y la familia, con relación al trabajo y al nivel de vida. La población que se ve obligada a reasentarse en un lugar distinto se siente débil y ajena al mismo ya que pierde cohesión cultural y tiende a volverse dependiente de las autoridades que llevarán a cabo la relocalización.

De acuerdo a Rodríguez y Zuñiga(1990), este tipo de reubicación afecta, principalmente, a grupos de la comunidad del estrato social y económico más pobre. Esto pone de manifiesto que los proyectos de este tipo afectan comunmente a grupos étnicos que lejos de beneficiarlos, impactan negativamente a su modo de vida y al medio ambiente. Esto ocurre de una manera más marcada si el lugar escogido para reasentar a la población desalojada carece de la capacidad necesaria para sustentar a sus moradores originales y a otros más que se le han incorporado de un modo imprevisto y casi inesperadamente. Esto en general agrava el deterioro ambiental.

## AGUAS ARRIBA

### CONSTRUCCION

#### ABIOTICO:

Polvo en suspensión en la atmósfera. Depósito de polvo en la vegetación. Incremento de sedimentos en el cauce. Mayor arrastre de sedimentos. Incremento en la turbiedad. Cambios en el patron de drenaje por desvío del cauce. Cambio en el albedo, variación de la humedad en áreas circundantes. - Disminución de la vegetación.

#### BIOTICO:

Cambios en las poblaciones animales. Dispersión de la fauna.

### EMBALSAMIENTO

Mayor arrastre por deposición de sedimentos en la parte posterior de la presa. Elevación del nivel de base local del río. Mayor erosión lateral de las margenes del río. Turbiedad. Variaciones del nivel freático. Cambios en la red de drenaje. Cambios en el clima regional.

Deposición de nutrientes y materia orgánica. Las interacciones competitivas disminuyen

### OPERATIVIDAD

Erosión y agradación. Disminución de la profundidad del río. Incremento de la erosión lateral. Ensanchamiento del cauce. Formación de meandros e islas en el cauce principal. Inundaciones en períodos de crecidas. Disminución de la turbiedad.

Altos niveles de nutrientes, incrementos de macrófitas. Rápido crecimiento de vegetación riparia. Aumento del área del hábitat para organismos acuáticos móviles. Disminución de la migración de peces.

TABLA 9:

IMPACTO AMBIENTAL DE UNA PRESA POR ZONAS Y ETAPAS

Elaboró: Norma A. Hernández

## **EMBALSE**

### **CONSTRUCCIÓN**

#### **ABIOTICO:**

Tala. Remoción de la vegetación. Erosión del suelo. Polvo en suspensión. Desviación del cauce. Modificación temporal del clima local

#### **BIOTICO:**

Incremento de materia orgánica decomposición. Basura y desperdicios. Proliferación de fauna nociva. Migración de especies animales silvestres. Cambios en las cadenas tróficas.

### **EMBALSAMIENTO**

Modificación total del ecosistema. Inundación del vaso, -- sustitución del medio terrestre por el acuático. Turbulencia. Turbiedad temporal. Mayor humedad atmosférica. Alteración de la calidad del agua.

Descomposición de la vegetación ahogada. Incremento de la DBO. Incremento de la competencia entre especies. Disminución de la diversidad de la fauna y flora. Sustitución de especies originales por -- nuevas especies.

### **OPERATIVIDAD**

Depositación de sedimentos. Azolvamiento dependiente del tamaño del embalse y de las características de los sedimentos y de los suelos y rocas de la zona de procedencia. Transparencia del agua. Penetración de la luz a mayor profundidad. Calentamiento de las capas superiores del agua. Estratificación del cuerpo de agua por diferencia de temperatura: epilimnion e hipolimnion. Diferencias de salinidad. Incremento de la evaporación. Variación de la temperatura y la humedad en la zona circundante. Aumento del nivel freático en la zona.

Incremento de la fotosíntesis y mayor producción de oxígeno. Incremento de la vegetación -- acuática. Más nutrientes. Proceso de eutroficación. Descomposición de materia orgánica en el hipolimnion. Alta concentración de bióxido de carbono. Desarrollo de condiciones anaerobias. Alta productividad biótica. Los procesos biológicos en el epilimnion -- modifican la calidad del agua. Equilibrio en un número de especies determinadas, cuya interacción se establece y puede ir de un sistema continuamente alterado a uno más parecido al de un lago natural.

## AGUAS ABAJO

### CONSTRUCCIÓN ABIOTICO:

Disminución en el volumen de agua. Mayor salinidad. Disminución de niveles freáticos.

### BIÓTICO:

Cambios en los patrones migratorios de algunas especies - animales. Disminución de la vegetación original.

### EMBALSAMIENTO

Variación del gasto anual (disminuye). Mayor control del gasto de agua. Cambios en la red de drenaje. Cambios morfológicos, dependiendo de la regularidad de las descargas. Disminución de la energía cinética del agua.

Disminuye la cubierta vegetal. Desaparecen especies acuáticas. Cambios en los patrones de competencia y depredación

### OPERATIVIDAD

Reducción del gasto. Menor sedimentación. Aumento en la profundidad del cauce principal. Disminuye erosión lateral. Incremento de la erosión eólica. Mayor fluctuación anual de temperaturas mínimas. Turbiedad. La concentración de sales y minerales disueltas en el agua varía dependiendo del grado de estratificación del embalse y de la profundidad de la que se extrae. Menor carga de sedimentos, causando erosión en la desembocadura final generando un retroceso en la línea de la playa en la zona adyacente.

Decremento de la vegetación riparia. Aumenta la producción de macrófitas. Importante aporte de nutrientes.

**TABLA 9:**

**IMPACTO AMBIENTAL DE UNA PRESA POR ZONAS Y ETAPAS**

Elaboró: Norma A. Hernández



**6. Las 13 presas hidroeléctricas de mayor importancia.**

**A) Localización de los embalses y recursos hidroeléctricos aprovechados.**

La distribución espacial de la disponibilidad de agua para la generación de energía eléctrica en México esta íntimamente relacionada con las características geográficas del país en general y, en particular, a las geomorfológicas, fluviales y de pluviosidad. Durante los últimos años, en México se han construido un importante número de presas para la generación de energía hidroeléctrica. A partir de la década de los años cuarenta a la fecha este tipo de obras se han realizado en forma constante y sistemática, las cuales constituyen la base para el almacenamiento y disponibilidad de agua para la generación hidroeléctrica.

Las presas estudiadas y su respectivo volumen de disponibilidad de agua se localizan -de una manera general-, por vertientes. Siete grandes embalses se localizan a lo largo de la vertiente del Océano Pacífico y los seis restantes en la parte meridional de la vertiente del Golfo de México. Esta primera ubicación general se debe a la conjugación de los diversos aspectos geográficos los cuales determinaron las condiciones para la construcción de las presas y sus respectivos vasos de almacenamiento, independientemente de otras consideraciones geográfico-económico, como son, por ejemplo, la cercanía a centros industriales y a grandes ciudades.

En la zona norte de la vertiente del Pacífico se encuentran las presas Oviachic, El Novillo y El Fuerte, todas ellas en las laderas de la

Sierra Madre Occidental. Las dos primeras corresponden a la cuenca del Río Yaquí, en la parte suroeste del Estado de Sonora; la tercera presa se ubica dentro de la cuenca de Río El Fuerte al noroeste del Estado de Sinaloa. Es importante destacar que la localización de los vasos de almacenamiento con sus grandes volúmenes de agua disponible en estos embalses están muy cerca de una de las regiones más secas del país, la cual es la llanura costera de los Estados de Sonora y Sinaloa. Los escurrimientos se originan a partir de las precipitaciones que ocurren en las partes altas de la Sierra Madre Occidental y se captan en los vasos de las presas, las cuales se ubican en las laderas intermedias de este gran sistema orográfico, ahí se usan para la generación hidroeléctrica. Aguas abajo, ya en la planicie sirven para la irrigación, en estos lugares el paisaje se ha transformado radicalmente y se considera que es uno de los lugares en donde el agua se cuida y aprovecha adecuadamente.

La presa Santa Rosa, se localiza en la cuenca del río Santiago, en el estado de Jalisco, en este embalse se concentra parte de los escurrimientos de la cuenca que forma el llamado Sistema Lerma-Chapala-Santiago, los cuales se originan en las laderas de la Cordillera Neovolcánica la cual en esta región se encuentra próxima a la llanura costera del Pacífico.

Hacia el centro-sur del territorio nacional se localiza la gran Cuenca del Río Balsas, dentro de la cual se ubican varias presas hidroeléctricas. Aquí cabe destacar que, debido a la extensión y variedad de paisajes existentes en esta cuenca, se localizan zonas áridas con poca aportación de agua. Entre ellas están, por ejemplo, las de la parte oriental, correspondientes al río Atoyac y las de la porción central en la

llamada Tierra Caliente. En este sentido los aportes del escurrimiento son de poco caudal, pero, por otra parte, se tienen precipitaciones un poco mayores en otros lugares de la cuenca, particularmente las que ocurren en las partes altas de las laderas meridionales del Eje Volcánico Transmexicano, mismas que contribuyen con mayores caudales al escurrimiento. Así, la unión paulatina de los caudales llega a constituir volúmenes de agua notables hacia las porciones media y baja de la cuenca, en donde se ubican varias presas hidroeléctricas. De éstas, tres son muy importantes; en primer término la presa Caracol, ubicada en la porción central del Estado de Guerrero; hacia el suroeste de la Cuenca del Balsas en los límites de los Estados de Michoacán y Guerrero, se ubican las presas El Infiernillo y La Villita, ésta última está situada en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, en la proximidad de las llanuras costeras del Pacífico. La presa El Infiernillo está ubicada en una región de poca lluvia, ahí su agua embalsada constituye un valioso recurso en esta región que por su gran volumen de disponibilidad para la generación de energía hidroeléctrica y para las actividades pesqueras y particularmente en la pequeña irrigación

A la vertiente del Golfo de México le corresponden otros seis grandes embalses. En la porción central se encuentra la cuenca del Río Tecolutla, cuya cabecera corresponde a la Sierra Madre Oriental; en las laderas bajas se ubica la presa Mazatepec, localizada al noroeste del Estado de Puebla en una zona de abundantes precipitaciones y humedad durante la mayor parte del año.



En la zona septentrional del Istmo de Tehuantepec está ubicada la cuenca del Río Papaloapan, correspondiendo la parte norte al Estado de Oaxaca, en esta porción se construyó la presa Temascal.

En la parte sureste de la vertiente del Golfo de México se localiza la cuenca del Río Grijalva, a lo largo de la cual se construyeron las presas de La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas ubicadas a lo largo de la Depresión Central y Meseta de Chiapas, correspondiendo sensiblemente con el Centro-Sur del Estado del mismo nombre. (Mapa 12)

Por otra parte, es conveniente recalcar que la cantidad de agua que durante el transcurso de las estaciones del año escurre por los cauces de las redes hidrográficas y vierten en los embalses de las presas es variable con respecto al tiempo, pero es lo que determina la acumulación y el volumen de disponibilidad de este recurso durante la época de lluvias. Una vez logrado el almacenamiento de agua se puede asegurar la generación de energía eléctrica para el resto del año en cada una de las presas. Desde luego, las variaciones de las precipitaciones estacionales son variables de un lugar a otro del territorio Mexicano, por lo cual también las generaciones de electricidad pueden presentar variaciones, aunque no afecta la distribución de la energía ante la demanda debido a la interconexión de las redes de distribución.

Las construcciones de las presas fueron hechas con base en las condiciones topográficas, geológicas y a las características de cada lugar, de ahí que también el diseño, los materiales de construcción, las dimensiones de las presas y el área del embalse sean diferentes de una región a otra.

Mapa 12 : Localización de las presas estudiadas



V. del Pacífico	APORTE		ALMACEN		EXTRACCION		GENERACION	
	totales	promedios	totales	promedios	totales	promedios	totales	promedios
Oviachic	17018.02	1547.17	216426.2	19675.12	14109.63	1175.00	1243560	113050.91
Novillo	29780.39	2707.31	6963534.0	633048.55	26443.23	2203.60	6000001	545461.91
El Puerte	26107.09	3263.49	170242.4	22200.3	22202.43	1050.20	2701967	337745.00
Sta. Rosa	10306.20	1671.47	22411	2037.36	11704.05	902.07	2105903	191445.73
Infiernillo	132017.41	12001.50	16002716.1	1454792.4	121565.30	10120.70	20196226	2563293.3
La Villita	117915.33	11791.53	006096.5	00609.7	110923.77	9243.65	11040114	1104011.4
Caracol	10450.20	2614.50	940120.4	237032.1	0019.20	734.93	3102367	775591.75
total	351604.24		25217554.6		315020.49		54390210	
V. del Golfo								
Hazatepec	6627.97	602.54	51367.0	4669.7	5736.35	470.03	6639600	603600
Yemoscal	02430.23	7493.66	1217923.3	1107229.4	70357.40	6529.79	9514500	064962.55
Peñitas	41026.50	10456.63	105741.4	46435.4	35643.50	2970.29	3012717	753179.25
Salpaso	166941.62	15176.51	10672.0	1597.5	161096.40	13424.67	33423751	3030522.0
Chicoasen	90909.27	9090.93	973522.0	97352.3	97619.40	0134.96	44223663	4422366.3
Angostura	107002.12	9727.42	10006772.5	1709706.6	106305.43	0065.45	23574500	2143143.6
total	503737.71		21253999.0		404030.72		120300907	

93

**Tabla 10: Totales y Promedios de los Datos de Volúmenes de Agua y Generación de Energía Eléctrica por Vertiente**

Elaborado con base en datos hidrométricos de la CFE.

En resumen, los factores del medio físico son los que determinan la localización de este tipo de presas básicamente el relieve y el clima, y de éste particularmente la precipitación. De una manera óptima tiene que existir en la zona de embalse un a conjunción y conjugación de las condiciones geomorfológicas y de pluviosidad, lo cual puede asegurar un alto índice de escurrimiento, poca evaporación e infiltración para así lograr la efectividad que requiere el funcionamiento una presa hidroeléctrica. De la misma manera, el caudal de agua que escurte por los cauces de los ríos determinará el volumen de la disponibilidad de agua para la generación de energía eléctrica para satisfacer en cada lugar la respectiva cantidad requerida para la generación que existe en cada una de las presas estudiadas con un enfoque hidrogeográfico.

#### B) Datos hidrológicos y de generación de cada presa

Los resultados que se exponen a continuación, se elaboraron con base en la concentración de datos promedio de los millones de metros cúbicos de agua y sus porcentajes correspondientes de Aporte, Almacén y Extracción. Estas cifras a la vez se correlacionaron con los datos numéricos correspondientes a la Generación de millones de megawatts (MW) y también con su porcentaje respectivo. De esta manera, el análisis final permite obtener, en conjunto un panorama general del tema de la presente tesis.

El dato numérico de Aporte de agua de cada una de las presas es de gran importancia hidrométrica para el manejo eficaz de un sistema hidroeléctrico. Del volumen de agua que recibe anualmente cada presa por escurrimiento dependen directamente los demás parámetros estudiados como son el almacenaje, la extracción por turbina y la cantidad de energía generada.

En este aspecto, la vertiente del Golfo de México tiene un mayor escurrimiento superficial y por lo tanto un mayor aporte potencial de agua a las presas que ahí se localizan. Lo que precede se relaciona directamente con los datos numéricos del clima y del régimen de lluvias que se registran en las regiones donde se ubican las cuencas cuyos escurrimientos alimentan a los grandes embalses de esta vertiente. Los tipos y cantidades de las lluvias que ocurren en el sureste del país son, precisamente, la base de los grandes volúmenes de escurrimiento que tienen los afluentes del Río Grijalva. Conviene recalcar que este río es mucho más caudaloso con respecto a los volúmenes de escurrimiento que registran los ríos de la vertiente del Pacífico.

Lo anterior queda de manifiesto en el siguiente análisis resumido de los datos hidrométricos de las vertientes nacionales.

- En la vertiente del Pacífico, la aportación de agua en los ríos es menor que en la del Golfo, obteniéndose el dato de 35,597.1 millones de metros cúbicos en promedio anual, volumen que corresponde a poco más de dos quintas partes del total (40.4%); en esta vertiente los mayores aportes se tienen en las presas hidroeléctricas ubicadas en la cuenca del Río Balsas. Los principales embalses son los de El Infiernillo -que recibe un aporte de 12,001.6 millones de metros cúbicos en promedio anual- y La Villita -con 11,791.5 millones de metros cúbicos. Estas dos presas en conjunto reciben dos terceras partes (66.8%) del total del agua de las presas localizadas en la vertiente del Pacífico. Las presas restantes de la vertiente del Pacífico tienen un aporte promedio anual de 2034 millones de metros cúbicos



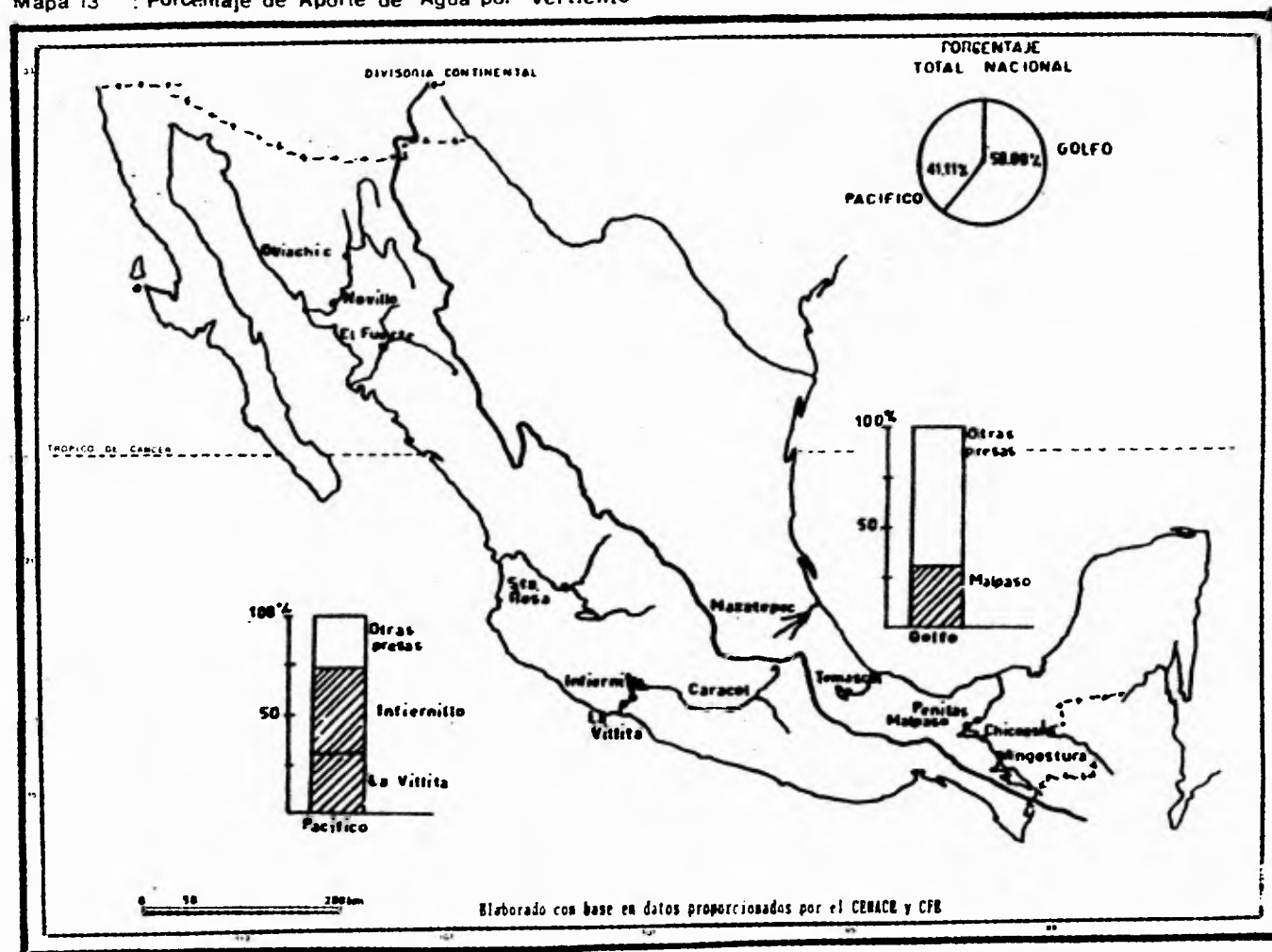
aproximadamente, equivalente a un 33.2%, es decir una tercera parte del total de la vertiente del Pacífico. (Mapa 13. Tabla 11)

- Los sistemas fluviales de la Vertiente del Golfo de México aportan a las presas hidroeléctricas estudiadas un volumen promedio anual de 53,347.7 millones de metros cúbicos, mismo que corresponde a tres quintas partes (59.9%) de las dos vertientes. En esta misma vertiente, la presa de Malpaso fue la que recibió un mayor aporte durante los años estudiados; el aporte de agua fue de 15176.5 millones de metros cúbicos en promedio. Esto equivale a un poco más de un cuarto (28.4%) de la aportación de agua a las presas consideradas en la vertiente del Golfo de México. (Figura 3. Tabla 12)

C) Disponibilidad de agua almacenada y extracción por turbina.

En cuanto a la capacidad de almacenamiento de agua de las presas, esta varía notablemente entre unas y otras. En conjunto, los embalses de la vertiente del Golfo de México tienen mayor capacidad para almacenar agua y disponibilidad para generar energía hidroeléctrica. En esta vertiente las presas de mayor volumen son La Angostura, cuya capacidad máxima de almacenamiento es de 20,130 millones de metros cúbicos que corresponde casi a la mitad del total (46.28%) ; Malpaso, con 12,950 millones de metros cúbicos o sea dos séptimas partes del total (29.77%) y Tamascal, con 8,955 millones de metros cúbicos, equivalentes a una quinta parte del total (20.58%) (Tabla 10). En total, junto con las otras presas de la misma vertiente -Mazatepec, Chicoasén y Peñitas- pueden almacenar un volumen de agua de 43,494 millones de metros cúbicos.

Mapa 13 : Porcentaje de Aporte de Agua por Vertiente



**VERTIENTE DEL PACIFICO**

	APORTE		ALMACEN		EXTRACCIÓN	
	PROMEDIO	%V. PACIF	PROMEDIO	%V. PACIF	PROMEDIO	%V. PACIF
PRESAS						
OVIACHIC	1547.2	4.3	19675.1	0.8	1175.80	4.5
NOVILLO	2707.3	7.6	633048.5	25.8	2203.6	8.4
EL FUERTE	3263.5	9.2	22280.3	0.9	1850.2	7.0
STA. ROSA	1671.5	4.7	2037.4	0.1	982.1	3.7
INFIERNILLO	12001.6	33.7	1454792.4	59.2	10128.8	38.5
VILLITA	11791.5	33.1	88609.7	3.6	9243.7	35.1
CARACOL	2614.5	7.4	237032.1	9.6	734.9	2.8
SUBTOTAL	35597.1	100	2457475.5	100	26319.1	100

**TABLA 11: Promedios y porcentajes de Aporte, Almacen, y Extracción de agua de las principales presas hidroeléctricas de la Vertiente del Pacífico.**

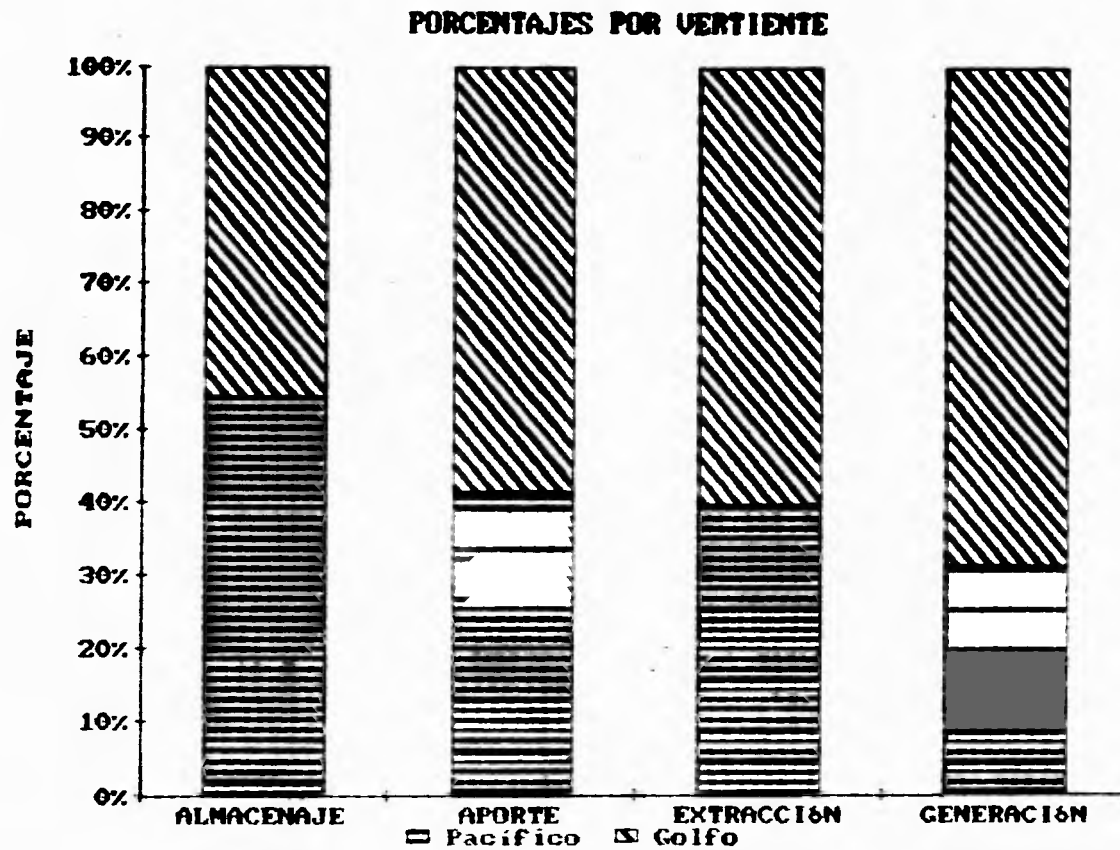


Figura 3: Porcentaje de Almacenaje, Aporte, Extracción de Agua y Generación de Energía por vertiente

**VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO**

	APORTE		ALMACEN		EXTRACCIÓN	
	PROMEDIO	%V. GOLFO	PROMEDIO	%V. GOLFO	PROMEDIO	%V. GOLFO
PRESAS						
MAZATEPEC	602.5	1.1	4669.7	0.2	478.0	1.2
TEMASCAL	7493.7	14.0	1107229.4	37.3	6529.8	16.2
PEÑITAS	10456.6	19.6	46435.4	1.6	2970.3	7.4
MALPASO	15176.5	28.4	1597.5	0.1	13424.7	33.2
CHICOASEN	9890.9	18.5	97352.3	3.3	8135.0	20.1
ANGOSTURA	9727.4	18.2	1709706.6	57.6	8865.5	21.9
SUBTOTAL	53347.7	100	2966990.9	100	40403.2	100

**TABLA 12:** Promedios y porcentajes de Aporte, Almacen y Extracción de agua de las principales presas hidroeléctricas de la Vertiente del Golfo de México.

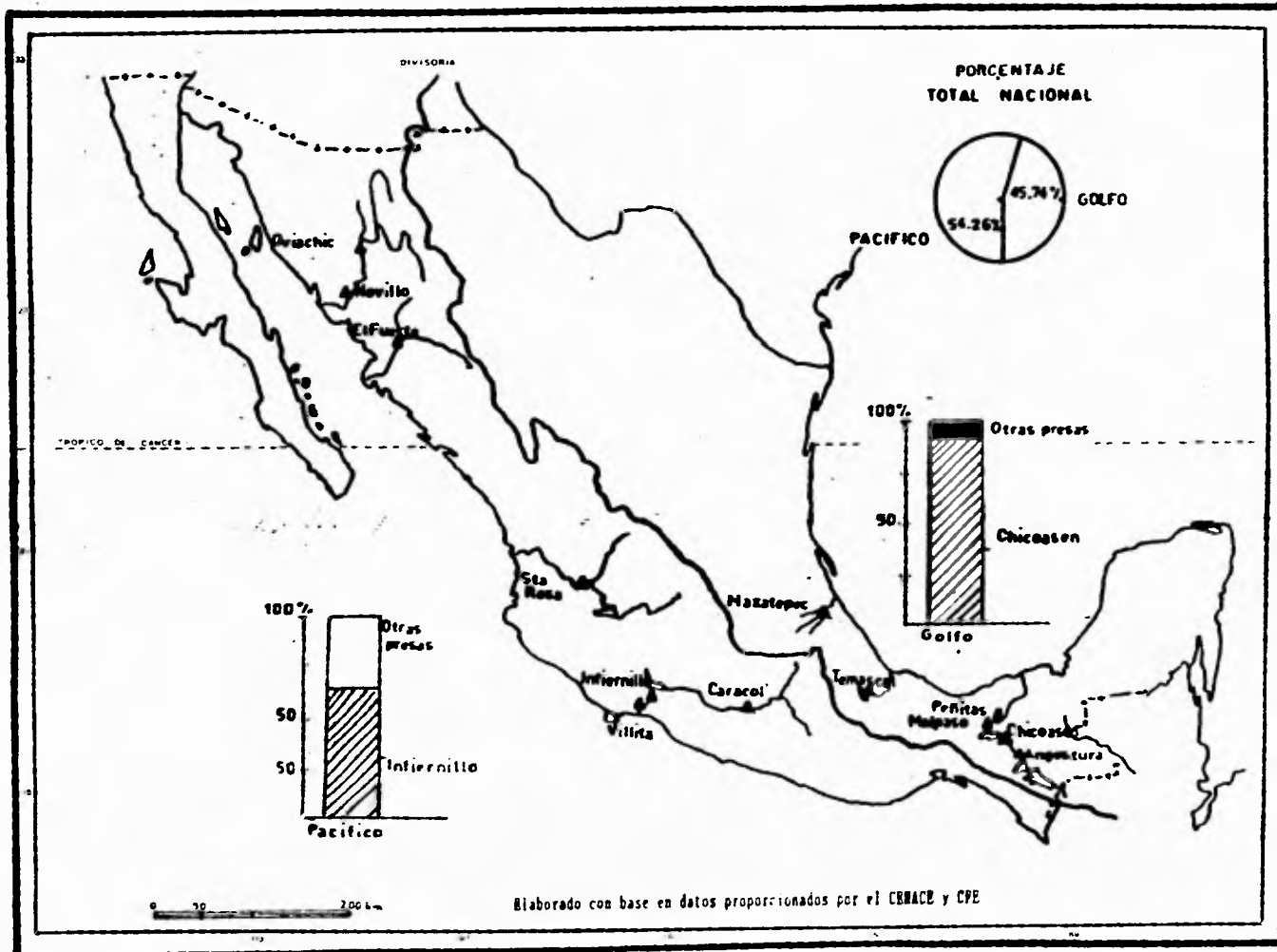
A pesar de que en la vertiente del Golfo de México hay menos grandes presas con respecto a las de la vertiente del Pacífico, su volumen de almacenamiento corresponde a un poco menos de cinco octavas partes (63.13%) del total de las 13 presas que comprende el presente estudio. En cambio, las grandes presas de la vertiente del Pacífico tienen, en conjunto, capacidad para almacenar 25,397 millones de metros cúbicos, lo cual equivale a tres octavas partes (36.86%) de las dos vertientes. El embalse de mayor capacidad en la vertiente del Pacífico es el de El Infiernillo, cuyo volumen de almacén es de 10,472 millones de metros cúbicos que equivale a tres séptimas partes del total (41.23%).(Mapa 14. Figura 3)

Durante el periodo estudiado, la presa La Angostura almacenó en promedio 1709706.6 millones de metros cúbicos que equivale a poco más de la mitad del total almacenado en las presas de la misma vertiente (57.6%). La presa Temascal almacenó durante los años estudiados un promedio de 1107229.4 millones de metros cúbicos que equivalen a la tercera parte (37.3%) del total almacenado por las presas en la vertiente del Golfo de México en conjunto,(Tabla 13). En conjunto, estos dos embalses almacenaron el 95% del total de la vertiente del Golfo y más de la mitad (52%) del volumen de agua almacenado en las 13 presas estudiadas. En la vertiente del Pacífico la presa El Infiernillo almacenó en promedio 1454792.4 millones de metros cúbicos que corresponde a casi tres quintas parte (59.2%) del volumen almacenado en la misma vertiente y esta misma cantidad equivale a poco más de una cuarta parte del total almacenado (26.8%) en la 13 presas estudiadas.(Tabla 13)

PRESAS	A P O R T E			A L M A C E N		
	PROMEDIO	%PACIF	%APT.TOT.	PROMEDIO	%PACIF	%ALM.TOT
OVIACHIC	1547.2	4.3	1.7	19675.1	0.8	0.36
NOVILLO	2707.3	7.6	3.0	633048.5	25.8	11.67
EL PUERTO	3263.5	9.2	3.7	22280.3	0.9	0.41
STA. ROSA	1671.5	4.7	1.9	2037.4	0.1	0.04
IMPINBILLO	12001.6	33.7	13.5	1454792.4	59.2	26.82
VILLITA	11791.5	33.1	13.3	88609.7	3.6	1.63
CARACOL	2614.5	7.4	2.9	237032.1	9.6	4.37
SUBTOTAL	35597.1		40.0	2457475.50		45.3
		%V. GOLFO			%V. GOLFO	
MAZATEPEC	602.5	1.1	0.7	4669.7	0.2	0.09
TEMASCAL	7493.7	14.0	8.4	1107229.4	37.3	20.41
PERITAS	10456.6	19.6	11.8	46435.4	1.6	0.86
MALPASO	15176.5	28.4	17.1	1597.5	0.1	0.03
CHICOASEN	9890.9	18.5	11.1	97352.3	3.3	1.79
ANGOSTURA	9727.4	18.2	10.9	1709706.6	57.6	31.52
SUBTOTAL	53347.6		60.0	2966990.9		54.7
TOTAL	88944.8		100	5424466.4		100

TABLA 13: Promedios y porcentajes por Vertiente y del Total Nacional de Aporte y Almacen de agua de las principales presas hidroléctricas de México

Mapa 14 : Porcentaje de Almacenaje de Agua por Vertiente





PRESAS	EXTRACCIÓN			GENERACIÓN		
	PROMEDIO	% PACIF	% EX. TOT	PROMEDIO	% PACIF	% GEN. TOT
OVIACHIC	1175.8	4.5	1.8	113050.9	2.0	0.6
NOVILLO	2203.6	8.4	3.3	545461.9	9.7	3.1
EL PUERTO	1850.2	7.0	2.8	337745.9	6.0	1.9
STA. ROSA	982.1	3.7	1.5	191445.7	3.4	1.1
IMPERRILLO	10128.8	38.5	15.2	2563293.3	45.5	14.7
VILLITA	9243.7	35.1	13.9	1104811.4	19.6	6.3
CARACOL	734.9	2.8	1.1	775591.8	13.8	4.4
SUBTOTAL	26319.1		39.6	5631400.8		32.1
		% GOLPO			% GOLPO	
NAZAREPC	478.0	1.2	0.7	603608.0	5.1	3.5
TEMASCAL	6529.8	16.2	9.8	864962.5	7.3	5.0
PRBITAS	2970.3	7.4	4.5	753179.3	6.4	4.3
MALPASO	13424.7	33.2	20.1	3038522.8	25.7	17.4
CHICOASÉN	8135.0	20.1	12.2	4422366.3	37.4	25.3
ANGOSTURA	8865.5	21.9	13.3	2143143.6	18.1	12.3
SUBTOTAL	40403.2		60.4	11825782.6		67.8
TOTAL	66722.3		100	17457183.4		100

TABLE 14: Promedios y porcentajes por Vertiente y del Total Nacional de Extracción de agua por turbina y de Generación de las 13 principales presas hidroeléctricas de México.

El dato de extracción por turbina se refiere a la cantidad o volumen promedio de agua que pasa por la turbina para generar energía eléctrica. Tomando en cuenta los datos de cada una de las presas estudiadas se obtuvo que la extracción de agua por turbina para la generación de energía eléctrica en la vertiente del Pacífico es superior a la que se extrae en la vertiente del Golfo de México, como a continuación se indica.

En la vertiente del Pacífico se extraen por turbina, en promedio anual, unos 26319.1 millones de metros cúbicos de agua y corresponden a dos quintas partes (39%) del total de ambas vertientes. Es notable la cantidad de agua que se extrae de la presa El Infiernillo que es de 10128.8 millones de metros cúbicos y equivale a casi dos quintas partes (38.5%) del total de la vertiente y junto con la Villita, de la que en promedio se extrajeron 9243.7 millones de metros cúbicos (35.1) extrajeron casi tres cuartas partes (73.6%) del total de la vertiente del Pacífico. (Tabla 14)

En la vertiente del Golfo de México se extrae por turbina en promedio anual, unos 40403.2 millones de metros cúbicos anualmente. La presa Malpaso es la que extrae mayor volumen de agua por turbina con 13424.7 millones de metros cúbicos, cantidad que corresponde a un tercio (33.2%) del total de dicha vertiente. En las presas restantes de la misma vertiente se extraen cantidades menores las cuales, sin embargo constituyen un importante porcentaje de la misma vertiente; tales son los casos de las presas Chicoasen, Temascal y Mazatepec. En el caso de la presa Chicoasen extrajeron en promedio 8135 millones de metros cúbicos equivalentes a una quinta parte (20.1%) del total de la vertiente. La presa Temascal tuvo una extracción promedio de 6529.8 millones de metros cúbicos (16.2%).

Finalmente, la presa con menor extracción de la vertiente del Golfo de México es la de Mazatepec, misma que tiene una extracción promedio anual de 478 millones de metros cúbicos (1.2%).(Tabla 14).

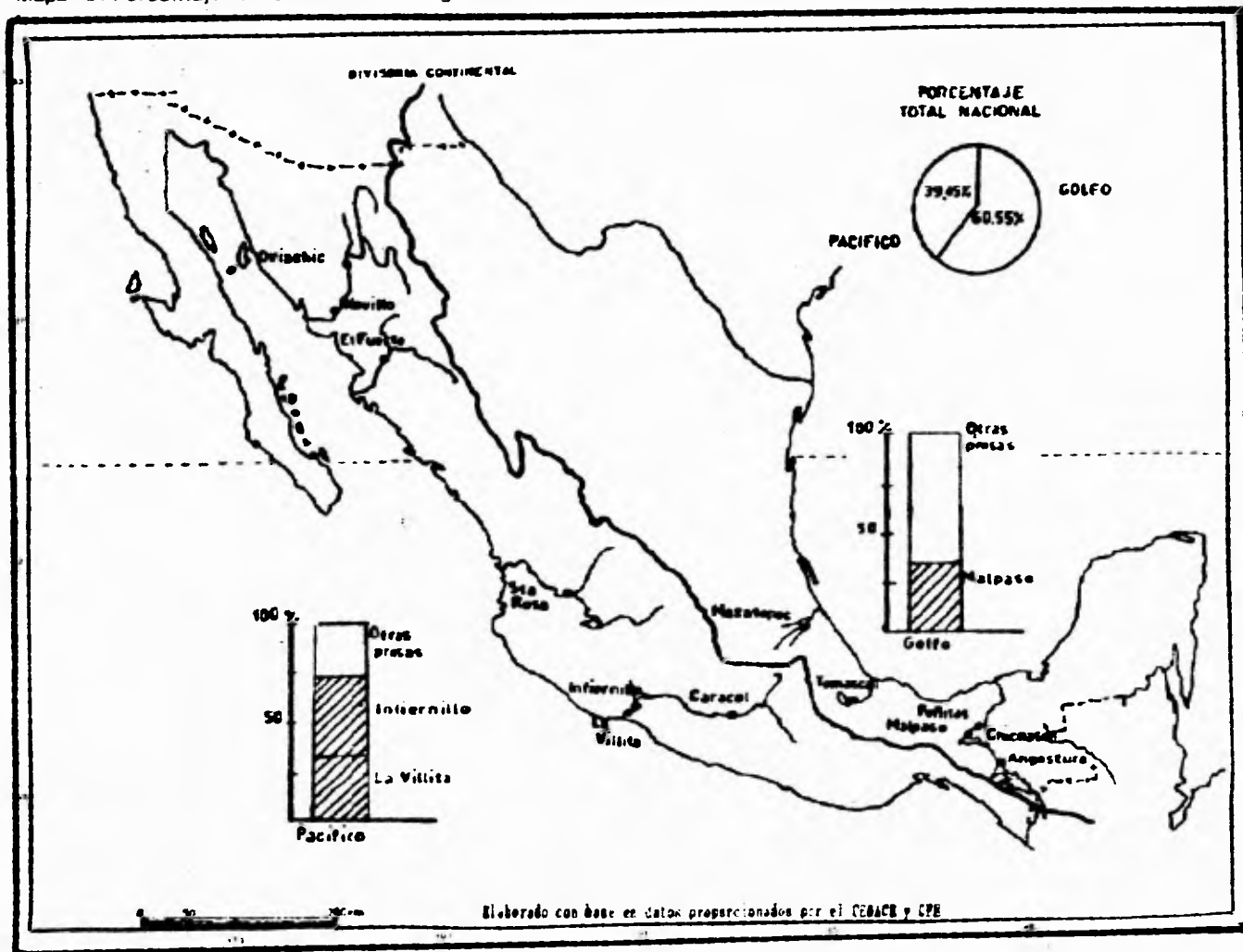
De una manera global, el volumen promedio de agua extraído durante el periodo observado, correspondiente a la vertiente del Pacífico fue de 26319.1 millones de metros cúbicos, equivalentes a dos quintas partes del total (39%) esta cantidad de agua generó en promedio 5,631,400.8 millones de MW en tanto que en la vertiente del Golfo de México la producción promedio de hidroelectricidad fue de 11,825,782.6 millones de MW, con una extracción de agua por turbina de 40403.2 millones de metros cúbicos, que significan tres quintas partes (61%) del total. Esta situación es contrastante a pesar de que los embalses de la vertiente del Pacífico tienen una mayor capacidad de generación con respecto a la vertientes del Golfo de México, ésta última es la que tiene una producción hidroeléctrica considerablemente mayor. (Mapa 15. Tabla 14)

#### D) Generación hidroeléctrica.

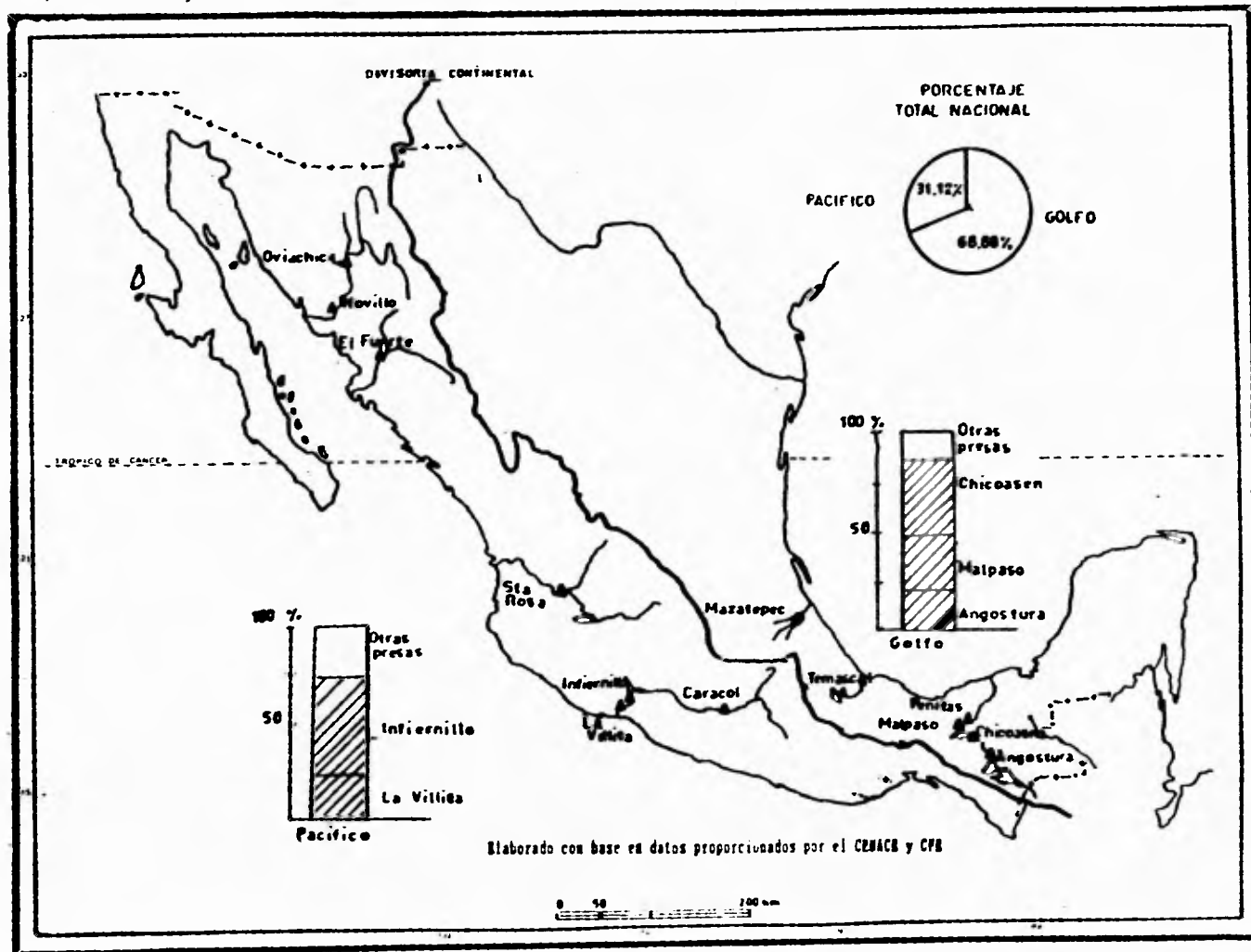
En cuanto a la generación de electricidad, el total generado por las trece presas más grandes del país es de 17,457,183.4 MW lo cual -en promedio anual- corresponde a casi la mitad (48%) de la producción hidroeléctrica a nivel nacional.

Las presas localizadas en la vertiente del Golfo de México generan, en promedio al año, 11,825,782.6 MW. Esta producción representa el 32.5% de la generación hidroeléctrica del total nacional y el 68%, es decir cuatro

Mapa 15: Porcentaje de Extracción de Agua por Vertiente



Mapa 16: Porcentaje de Generación Hidroeléctrica por Vertiente



sextas partes, de la producción hidroeléctrica de las 13 presas consideradas en este trabajo.

En la vertiente del Pacífico se generan en total 561400.8 MW, que equivale al 15.5% de la energía hidroeléctrica generada a nivel nacional y poco mas de dos séptimas partes (32%) de las presas consideradas en ambas vertientes. Las presas La Villita, El Infiernillo y Caracol -las tres ubicadas en la Cuenca del Balsas- son las más importantes en cuanto a generación de los embalses localizados en la vertiente del Pacífico. (Mapa 17. Figura 4. Tabla 14).

Las presas de la región hidroeléctrica Grijalva son, en conjunto, las más significativas en cuanto a generación ya que producen anualmente 10,357,211.7 MW, lo cual corresponde a poco menos de tres quintas partes (59%) de la energía generada por las 13 presas. A nivel nacional, esta sola región hidroeléctrica alcanza a generar dos séptimas partes (28.5%) de la producción de energía por fuerza hidráulica.

La región hidroeléctrica formada por el conjunto Balsas-Santiago es la que sigue en importancia ya que genera el 23.65% del total de los 13 embalses e los que se refiere este estudio. Produce el doble de electricidad de la región hidroeléctrica Yaqui-Mayo la cual genera un 11.38% del total, aunque sumadas les corresponde casi las dos quintas partes. La región Papaloapan, en la que se localizan dos de las presas estudiadas tiene una generación promedio anual de 9.24% del total. Por último, la región hidroeléctrica Ixtapantongo, de la cual solo se considera a la presa Caracol, tiene una generación promedio de 775,591.8 MWh, es decir el 4.4% del total de las presas estudiadas. (Mapa 17. Figura 4)

Mapa 17 : Promedios de Aporte, Almacen y Extracción de Agua y de Generación de Energía

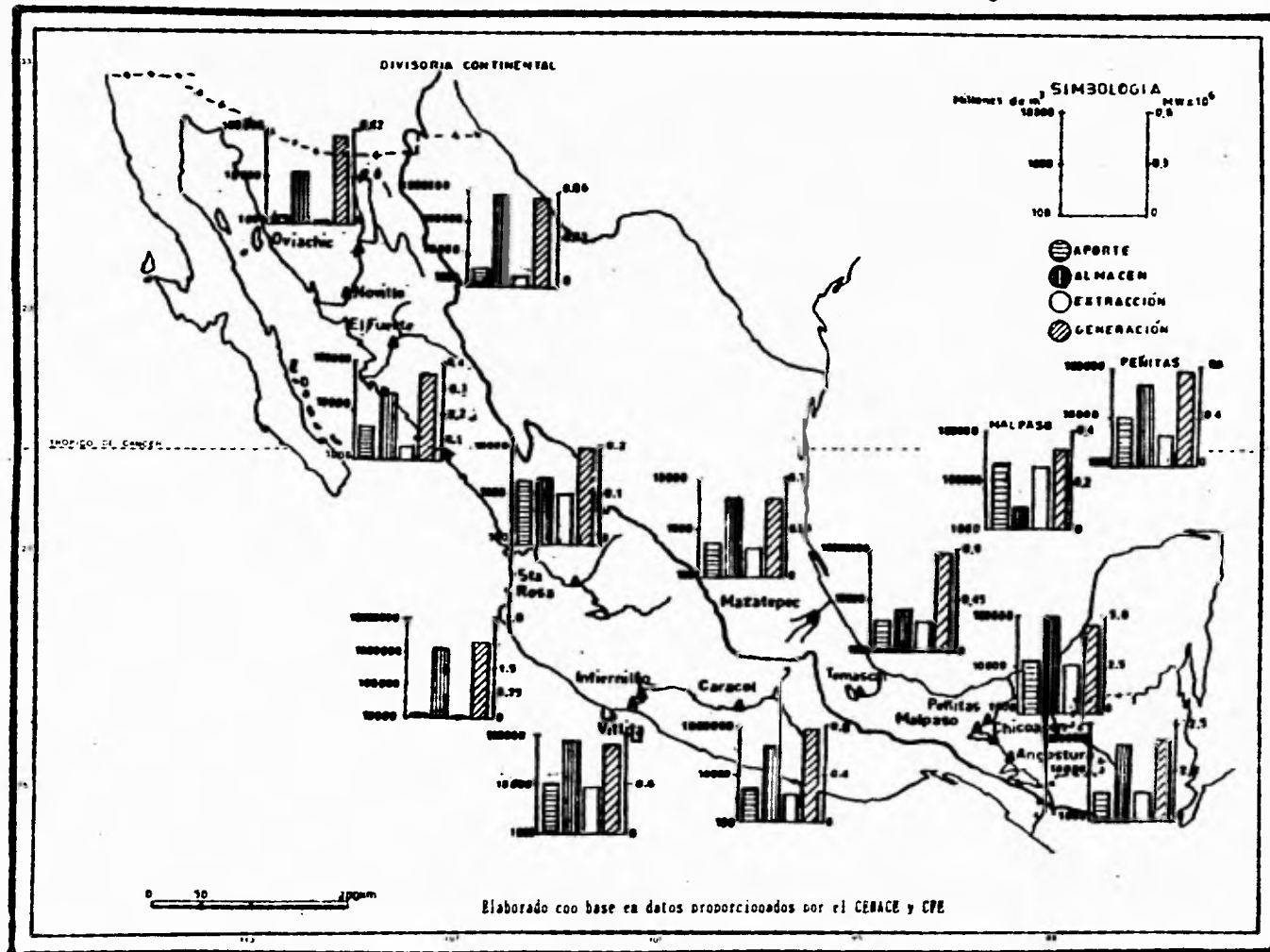
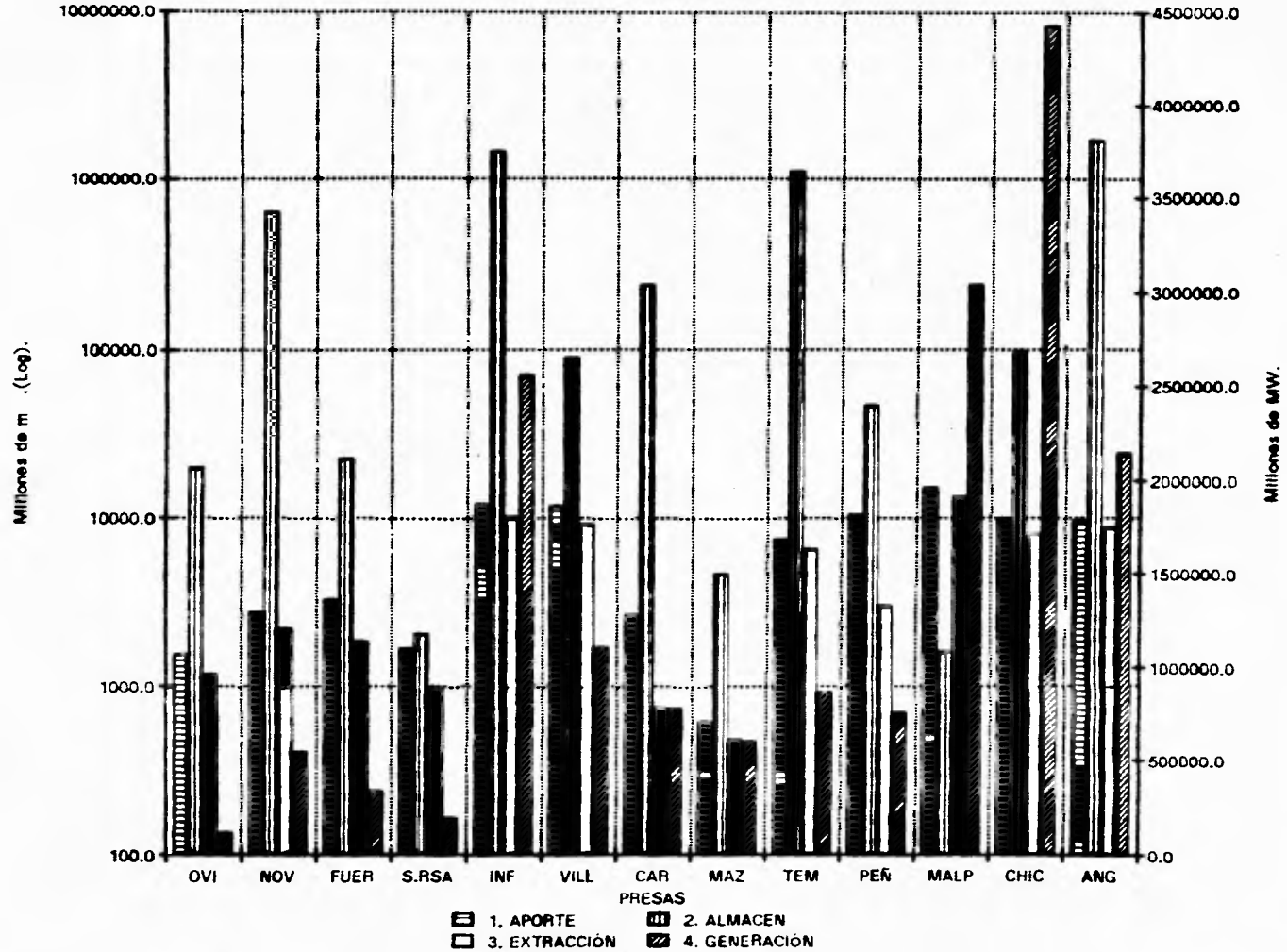


FIGURA 4:

PROMEDIOS DE APORTE, ALMACEN, EXTRACCIÓN Y GENERACIÓN.



FUENTE: Procesado con base en datos hidrométricos y de generación de las presas, CENACE, 1990.



De manera global, se puede observar que estas 13 presas representan casi el 50% de la generación hidroeléctrica a nivel nacional, en tanto que el otro 50% se genera en poco más de 60 presas y plantas hidroeléctricas que actualmente operan en el país. De ahí que se establezcan estas 13 presas como las más importantes, -hasta la fecha- en cuanto a la producción de energía hidroeléctrica, y en lo concerniente al volumen de agua que puedan almacenar en conjunto.

El mapa final (Mapa 17) ilustra las diferencias de aporte, almacén y extracción de agua de las presas, así como la cantidad de energía eléctrica que estas generan. Cabe señalar que las gráficas muestran los volúmenes de agua (millones de metros cúbicos) y la generación de energía eléctrica (millones de Megawatts). Debido a la escala del Mapa, estas gráficas se realizaron al mismo tamaño, aunque con diferentes escalas, que sin embargo muestran los valores y se puede apreciar las diferencias de volúmenes de agua y generación de energía eléctrica que cada una de estas presas manejan. Sin embargo, en la Figura 4 se unificaron escalas para poder establecer una comparación más clara entre vertientes y cada una de las presas estudiadas.

### **Resultados, conclusiones y sugerencias.**

Se puede decir que a lo largo del trabajo se obtuvieron algunos resultados o conclusiones parciales correspondientes a la temática de cada capítulo. Por esto se considera que sería ocioso volver a repetir algunos datos y cifras inherentes al aporte, almacenamiento, extracción de agua y generación de energía, así como lo referente a la ubicación geográfica. Por este motivo se prefirió integrar, dentro de una limitación lógica, algunas observaciones con sugerencias y resultados generales de la investigación.

- Hace años, cuando se llevó a cabo la construcción de las presas hidroeléctricas -sobre todo las más antiguas- sólo se tomaron en cuenta y básicamente a los aspectos físicos, sin considerar diversas características sociales, culturales y económicas de la población establecida en las cuencas de captación sin efectuar estudios previos de impacto ambiental y social que han repercutido en el almacenamiento y disponibilidad de agua, la cual se estima tiende a disminuir, en algunos casos, de manera notable debido básicamente al azolvamiento de los vasos. Esto, a la larga afectará a la generación hidroeléctrica. Por este motivo se considera necesario que en estudios posteriores enfocados a la construcción, operación y mantenimiento de embalses se tomen en cuenta los aspectos geográficos sobre todo los inherentes al medio ambiente y al impacto ambiental y se engloben previamente.

Se estima que los estudios de carácter físico y de impacto ambiental conjugados con los aspectos humanos de cada región y de caso permitirán obtener una integración de elementos para elaborar una síntesis geográfica y

así identificar cuál es el tipo de sistema espacial que le corresponde a cada cuenca vertiente de cada una de estas grandes presas mexicanas y proporcionar las bases para determinar el uso adecuado del suelo de acuerdo con su vocación, esto es establecer un ordenamiento espacial para el logro efectivo de un verdadero manejo de cuencas, en particular para la generación hidroeléctrica.

Los criterios y los proyectos para efectuar la construcción de las presas hidroeléctricas se apoyaron fundamentalmente en las características geomorfológicas, fluvigráficas y climáticas, considerando que lo importante era básicamente la producción de energía eléctrica y la integración a una red de conducción nacional; por esto, la ubicación espacial de los embalses aparece cartográficamente distribuida de una manera aparentemente irregular, carente de una correlación espacial con respecto a otros elementos geográficos como son la concentración demográfica, las zonas industriales, zonas mineras o en general, de regiones con gran demanda de energía eléctrica. En este sentido hay una aparente contraposición, sin embargo, debido a la relativa facilidad para conducir la electricidad por medio de líneas de alta tensión es posible obtener cierta concordancia y así lograr un equilibrio entre la oferta y la demanda

- En el estudio se logró analizar la distribución geográfica de las presas por vertientes, con sus respectivos datos y gráficas, los elementos de carácter geomorfológicos, los fluvigráficos, los climáticos, los de aporte y los de almacenamiento, y los concernientes a la de generación hidroeléctrica. Esto permitió evaluar la disponibilidad de agua embalsada y derivado de ello también se logró conocer las diversas proporciones de su

empleo como son la extracción concernientes a la generación de energía. Se tiene la certeza de que esta información puede servir de base para estudios regionales posteriores y exhaustivos de cada una de las presas, junto con su correlación espacial más detallada y con las diversas características geográficas, tanto de la cuenca como de su área de influencia. Las investigaciones posteriores obviamente deberán emplear una cartografía de mayor escala y detalles o incluso realizar revisiones periódicas con base en imágenes de satélite. Con esta información se podrá obtener un conjunto de monografías de cada embalse, de su cuenca y de su región que incluyan capítulos específicos de mesoclimas, usos del suelo, estudios de población, aspectos sociales, actividades económicas y del impacto ambiental, tanto de cada cuenca vertiente a un embalse en particular o bien de su área circunvecina de influencia, particularmente a lo largo del cauce ubicado aguas abajo de la presa, por la disminución del escurrimiento.

Con base en la información inherente a la evolución histórica del aprovechamiento del agua para fines hidroeléctricos y los aspectos relativos al impacto ambiental que, en general, producen, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Hace años, cuando se llevó a cabo la construcción de las presas hidroeléctricas -sobre todo las más antiguas- sólo se tomaron en cuenta y básicamente a los aspectos físicos, sin considerar diversas características sociales, culturales y económicas de la población establecida en las cuencas de captación y sin estudios previos de impacto ambiental. Actualmente se pueden detectar en algunos casos y en algunos lugares, diversos aspectos de tipo ambiental y social que han repercutido en el almacenamiento y

disponibilidad de agua, cuyos volúmenes se estima tienden a reducirse, en algunos casos esta disminución es muy notable. Se considera que este proceso, a la larga, afectará a la generación hidroeléctrica. Por este motivo se considera necesario que en estudios posteriores, enfocados a la construcción de embalses se tomen en cuenta y se engloben previamente siguiendo un criterio geográfico que considere la integración y síntesis de las características de la región. Esto implica la participación de profesionales de esta disciplina.

- La disponibilidad de agua para la generación de energía hidroeléctrica se encuentra geográficamente muy localizada debido a los factores del medio ambiente. Por esto es necesario que al realizar un proyecto para este fin, se considere el mayor número de características geográficas de la cuenca donde se construirá la presa, en su totalidad y evaluar todos y cada uno de sus elementos así como la interacción y correlación que existe entre estos. Esta planificación, aunada a un análisis económico y social constituye la base para dar un uso racional y manejo adecuado del agua embalsada y de otros recursos disponibles en la región lo cual contribuiría a las políticas de conservación medio ambiental.

- Puede decirse que México posee los recursos hidroeléctricos necesarios para la generación de energía hidroeléctrica, ya que se tiene un importante volumen de agua disponible; esto será factible siempre y cuando se prosiga con una política de conservación ecológica. Sin embargo la situación actual del país y por las tendencias a la globalización serán necesarios grupos de investigadores y profesionales de diversas especialidades pero unidos en equipos inter y multidisciplinarios que

trabajen con la finalidad de obtener la máxima utilización de los recursos y así lograr un desarrollo económico importante. Bajo estas condiciones es menos probable que se pierda la perspectiva de los beneficios y el impacto ambiental negativo que producen las obras de tal magnitud, tanto para el medio natural de los posibles lugares como para la población directamente afectada.

- En lo referente al impacto ambiental que en particular producen las grandes presas y en general otras de menores dimensiones se considera muy necesario que en estudios posteriores se efectúe en cada una de sus cuencas y áreas de influencia estudios particulares del medio ambiente, los cuales, tal vez, podrían dividirse en dos fases:

La primera se podría referir a la cuenca de captación sin circunscribirse exclusivamente a los aspectos hidrológicos, geológicos, hidrométricos, etc. como tradicionalmente se ha hecho y en donde parece no importar algunas características sociales y culturales.

La segunda fase podría comprender los efectos que producen el almacenamiento de agua en el área inundada y lo que puede ocurrir aguas abajo. Cabe mencionar que en los proyectos hidroeléctricos de Aguamilpa y Zimapan ya se han efectuado algunos estudios de este tipo, incluyendo aspectos de tipo social y arqueológico y se han iniciado otros concernientes a los efectos derivados de la inundación de las áreas de los vasos de almacenamiento y de la disminución del escurrimiento.

- Un aspecto que se debe incluir es que además se podrían efectuar algunos balances hidrológicos y evaluar diversos aspectos como el de la

piscicultura u otros tipos de usos del agua. Así como estudios más perfeccionados que tomen en cuenta el azolve de cuencas con el fin de establecer trabajos geográficos que consideren los principios de causalidad, extensión y correlación.

- Con base en este tipo de estudios geográficos regionales o particulares se podrán, además, establecer las bases para la investigación de los aspectos concernientes al impacto ambiental que ha ocurrido desde la construcción de algunos embalses, de los que actualmente se presentan y de los que posiblemente lleguen a suceder en el futuro. De igual manera, los resultados de esta evaluaciones de impacto ambiental que se detecten en las presas ya construidas y en sus respectivos vasos de inundación pueden constituir -por lo menos- un conjunto de experiencias y de información digna de considerarse en la determinación de los lugares para construir en el futuro otras presas, sobre todo las de menor capacidad pero que indudablemente van a proliferar en el futuro en muchos lugares del territorio nacional. Con esto se podrán evitar algunos de los errores que se han cometido en detrimento de la ecología.

Después de haber analizado la evolución histórica del aprovechamiento del agua para fines hidroeléctricos, el aporte, almacén, extracción de agua y generación concernientes a las 13 grandes presas y el panorama general de su impacto ambiental surge entonces una interrogante: ¿Cómo será en el futuro el aprovechamiento hidroeléctrico en el país? Es difícil contestar esta pregunta, pero indudablemente se puede afirmar que talvez sean muy pocas las grandes presas que se puedan construir debido a que quedan muy pocos sitios óptimos para realizar este tipo de diques. O bien los

escurrimientos superficiales son de poco volumen para almacenarlos, lo cual sería una obra y una inversión inútil.

Se podría decir, en perspectiva que, de acuerdo con las experiencias en la construcción de presas, el impacto ambiental que producen, las nuevas políticas de conservación ecológica y los compromisos adquiridos por el gobierno mexicano por conducto del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), en lo anterior solamente puede decirse que los aprovechamientos hidroeléctricos serán por medio de presas de menor capacidad de almacenamiento de agua, distribuidas geográficamente en áreas más amplias del país, pero indudablemente determinadas básicamente por la geomorfología, las condiciones climáticas y el escurrimiento superficial.

- Se considera pertinente recalcar que este trabajo tiene un carácter general y, aunque circunscrito a las 13 presas más importantes generadoras de energía hidroeléctrica, constituye una contribución al conocimiento de las grandes presas. También se estima que a partir de esta presentación se podrán efectuar posteriormente una serie de trabajos monográficos más amplios con base en el uso de mapas de mayor escala y detalle, incluso revisiones y actualizaciones periódicas con base en imágenes de satélite, que incluyan estudios de población, uso de suelo, mesoclimas, etc. de cada cuenca vertiente a un embalse en particular, con un carácter geográfico-regional. Los estudios particulares de las cuencas de captación, sus sistemas de cauces, distribución y consumo de la electricidad generada y, desde luego, se considerarán las correlaciones espaciales concernientes a los fenómenos geográficos de carácter social, económico, antropológico.



PLANTA/PRESA	ESTADO	MUNICIPIO	VERTIENTE	UNIDAD OROGENICA (Yanayo)	CUERCA	REGION HIDROLÓGICA (SARN)	REGION HIDROELECTRICA (CFE)
1. OVIACHIC Alvaro Obregón.	SONORA	Cd. Obregón	PACIFICO	S. Madre Occidental	YAQUI	IX. Sonora Sur	YAQUI-NAYO
2. EL NOVILLO Plutarco B. Calles	SONORA	Soyopa	PACIFICO	S. Madre Occidental	YAQUI	IX. Sonora Sur	YAQUI-NAYO
3. EL FUERTE Miguel Hidalgo	SINALOA	El Fuerte	PACIFICO	S. Madre Occidental	FUERTE	X. Sinaloa	YAQUI-NAYO
4. STA. ROSA Gral. M. Diéguez	JALISCO	Anatitlán	PACIFICO	Cordillera Neovolcánica	SANTIAGO	XII. Lerma- -Santiago	BALSAS-SANTIAGO
5. EL INFIERNILLO El Infiernillo	GUERRERO	La Unión	PACIFICO	S. Madre del Sur	BALSAS	XVIII. Balsas	BALSAS-SANTIAGO
6. LA VILLIVA José M. Morelos	MICHOACÁN	L. Cárdenas	PACIFICO	S. Madre del Sur	BALSAS	XVIII. Balsas	BALSAS-SANTIAGO
7. EL CARACOL Carlos Ramírez Miloa	GUERRERO	Apaxtla	PACIFICO	S. Madre del Sur	BALSAS	XVIII. Balsas	IXTAPANTONGO
8. NAZATEPEC La Soledad	PUEBLA	Tlatlanqui	GOLFO	S. Madre Oriental	APULCO	XVIII. Papaloapan.	PAPALOAPAN
9. TEMASCAL Miguel Alemán	OAXACA	San Miguel	GOLFO	S. Madre de Oaxaca	PAPALOAPAN	XVIII. Papaloapan.	PAPALOAPAN
10. PEÑITAS Peñitas	CHIAPAS	Ostuacán	GOLFO	N. Central de Chiapas	GRIJALVA	XX. Grijalva- Usunacinta	GRIJALVA
11. MALPASO Metzabalcoyotl	CHIAPAS	Tepactán	GOLFO	N. Central de Chiapas	GRIJALVA	XX. Grijalva- Usunacinta	GRIJALVA
12. CHICOASÉN Manuel M. Torres	CHIAPAS	Chicoasén	GOLFO	N. Central de Chiapas	GRIJALVA	XX. Grijalva- Usunacinta	GRIJALVA
13. LA ANGOSTINERA Belisario Domínguez	CHIAPAS	V. Carranza	GOLFO	N. Central de Chiapas	GRIJALVA	XX. Grijalva- Usunacinta	GRIJALVA

Tabla 15: Síntesis de las presas estudiadas

Elaboró: Norma A. Hernández

PLANTA/PRESA	LatN/LongW	AÑO DE INICIO COMERCIAL	PERIODO OBSERVADO	CAPACIDAD DE POTENCIA		APORTE MEDIO ANUAL (Mm3)	ALMACEN MEDIO ANUAL (Mm3)	EXTRACCION POR TURBINA MEDIA ANUAL (Mm3)
				ALMACENAJE MAXIMO (Mm3)	REAL INSTALADA			
1. OVIACIC	27°50'N	1957	Ene 1979	8200	19	1547.17	19675.12	1175.0
Alvaro Obregón.	109°55'W		May 1989					
2. EL NOVILLO	29°10'N	1964	Ene 1979	3695	135	2707.31	633040.55	2283.6
Plutarco R. Colles	109°45'W		May 1989					
3. EL PUERTO	26°30'N	1960	Ene 1982	8030	59	3263.49	22200.30	1050.2
Miguel Hidalgo	100°32'W		May 1989					
4. STA. ROSA	20°55'N	1964	Ene 1979	430	64	1671.47	2037.36	982.07
Gral. M. Diéguez	103°45'W		May 1989					
5. EL INFIERNILLO	10°16'N	1965	Ene 1979	10472	1000	12001.50	1454792.40	10120.70
El Infiernillo	101°54'W		May 1989					
6. LA VILLITA	10°02'N	1969	Ago 1979	710	240	11791.53	88609.70	9243.65
José M. Morelos	102°11'W		May 1989					
7. EL CARACOL	17°55'N	1989	Jun 1986	1860	952	2614.50	237032.10	734.93
Carlos Manríquez Willoa	100°00'W		May 1989					
8. NAZAYUPIC	19°57'N	1962	Ene 1979	62	215	602.54	4669.70	470.03
La Soledad	97°27'W		May 1989					
9. TENASCAL	10°00'N	1956	Ene 1979	8955	154	7493.66	1107229.40	6529.79
Miguel Alemán	96°00'W		May 1989					
10. PEDITAS	17°26'N	1980	Jun 1986	1620	420	10456.63	46435.40	2970.29
Peditas	93°27'W		May 1989					
11. HALPASO	17°50'N	1969	Ene 1979	12950	1000	15176.51	1597.50	13424.67
Metzahualcoyotl	92°15'W		May 1989					
12. CHICOMSEN	16°59'N	1980	Jul 1980	1439	1500	9090.93	97352.30	8134.96
Manuel M. Torres	91°05'W		May 1989					
13. LA ANGOSTURA	16°20'N	1974	Ene 1979	20150	980	9727.42	1709706.60	8865.65
Belisario Domínguez	92°45'W		May 1989					

Tabla 15: Síntesis de las presas estudiadas

Elaboró: Norma A. Hernández

PLANTA/PRESA	GENERACION MEDIA ANUAL (MWH)	OTROS USOS
1. QUIACNIC Alvaro Obregón.	11350.91	R, CA.
2. EL NOVILLO Plutarco B. Calles	545061.91	R, CA.
3. EL PUERTO Miguel Hidalgo	337745.88	R, CA, A.
4. STA. ROSA Gral. M. Diéguez	191445.73	CA.
5. EL INFIERNILLO El Infiernillo	2563293.30	CA.
6. LA VILLITA José Ma. Morelos	1104011.40	R.
7. EL CARACOL Carlos Ruiz Díaz	775591.75	
8. NAZATEPEC La Soledad	603600.00	
9. TERNASCAL Miguel Alemán	864962.55	R, CA, N.
10. PUEBLAS Peñitas	753179.25	R, CA.
11. MALPASC Metrahualcoyotl	3030522.00	R, CA.
12. CHICASÉN Manuel M. Torres	8422366.30	R, CA.
13. LA ANGOSTURA Belisario Góngora	2143143.60	R, CA, N.

R= Riego  
CA= Control de avenida  
A= Abastecimiento  
N= Navegación

Tabla 15: Síntesis de las presas estudiadas

Elaboró: Norma A. Hernández

## **ANEXO I**

**PROMEDIOS MENSUALES Y GRÁFICAS DE APORTE, ALMACÉN Y  
EXTRACCIÓN DE AGUA Y DE GENERACIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA**

VERTIENTE DEL PACIFICO

**OVIACNIC.**

PROG. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	1868.18	1718.40	1595.09	1563.98	1543.73	1565.09	1587.84	1660.72	1876.33	1963.38	1899.06	1971.18
APORTE	151.77	69.11	61.73	107.19	87.93	111.52	142.82	250.82	267.10	150.85	82.13	182.35
EXTRACCION	188.84	118.68	147.14	187.25	187.89	138.58	131.38	124.07	181.72	78.66	183.43	181.38
GENERACION	18382.64	11387.89	13133.82	9182.45	9288.73	18639.98	11371.18	18575.78	8285.38	5578.38	9758.88	9531.58

**EL MOVILLO**

PROG. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	59137.18	54784.55	57488.88	54851.18	52764.82	46849.88	47251.88	59724.98	57981.38	52182.28	54668.88	72544.68
APORTE	261.88	185.31	194.85	188.53	68.31	52.15	334.89	757.59	381.65	168.89	73.48	312.34
EXTRACCION	178.21	166.56	228.83	193.98	192.33	259.71	247.66	272.68	298.38	218.42	156.25	153.88
GENERACION	42888.45	48333.36	53382.82	68981.91	45848.55	56669.88	53818.48	59356.88	68872.48	51888.68	31462.98	34763.88

**EL FUENTE**

PROG. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	2278.58	2184.96	1988.46	1712.58	1383.88	1195.29	1688.71	2312.14	2588.29	2482.71	2387.29	2281.57
APORTE	336.43	139.96	258.53	44.55	8.17	127.88	888.93	931.86	378.38	188.48	83.39	366.68
EXTRACCION	232.88	228.95	272.15	246.88	284.44	242.59	252.47	266.45	273.18	243.44	243.12	245.92
GENERACION	29544.63	29831.13	33881.88	27547.63	31279.75	24253.86	26199.14	32822.14	35577.43	32141.86	38889.29	33488.71

**STA. ROSA**

PROG. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	218.82	194.55	163.82	132.88	85.36	96.88	171.78	228.18	229.18	224.98	215.88	218.38
APORTE	35.28	34.41	27.21	19.51	16.97	88.85	432.64	734.85	285.16	98.56	29.12	31.73
EXTRACCION	48.28	41.58	58.85	53.97	56.43	95.52	288.96	242.85	189.81	84.31	43.78	37.91
GENERACION	6882.64	7838.91	18665.45	8988.18	9194.18	13719.38	34973.68	44967.98	36888.38	16151.28	8222.18	7952.88

**EL TIPIERILLO**

PROG. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	159776.8	129962.8	122432.5	82878.2	57928.6	47233.9	118774.6	95435.8	245328.9	158973.1	169555.6	164784.9
APORTE	341.52	227.32	221.15	127.75	214.48	1855.58	2653.46	2937.28	3894.88	1388.24	519.54	389.32
EXTRACCION	639.95	679.89	988.35	1888.84	1173.53	983.24	1537.78	1596.89	1482.26	765.66	484.39	423.81
GENERACION	157588.73	164238.91	233168	235714.64	263854	196142.6	338544.6	368379.2	343569.4	189955.4	128131.6	183855.9

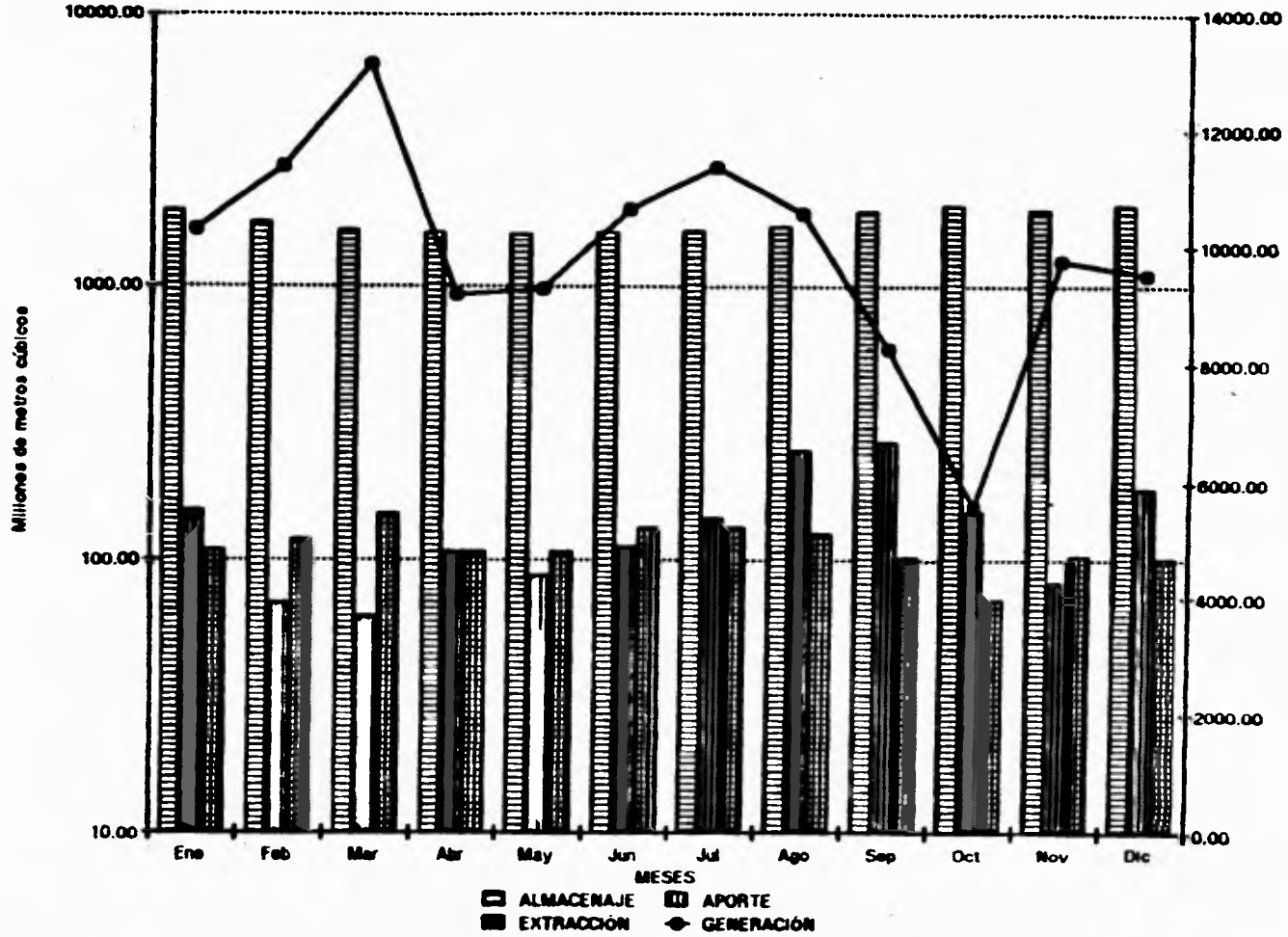
**LA VILLITA**

PROY. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	7062.2	7110.0	7754.5	7510.1	7764.0	6736.1	13200.1	8100.4	7050.5	6952.1	6702.4	6504.7
APORTE	6510.00	7000.60	10107.50	8626.50	11296.00	9400.40	14370.34	16179.20	10415.90	7636.50	4470.10	3790.29
EXTRACCION	650.63	699.10	1013.21	1002.40	1142.70	1037.16	1515.61	1527.59	1479.03	831.46	506.40	417.63
GENERACION	56266.2	63474.9	92240.4	196060.4	102947.0	93165.3	133450.4	140706.9	125401.3	81410.0	47605.4	30026.9

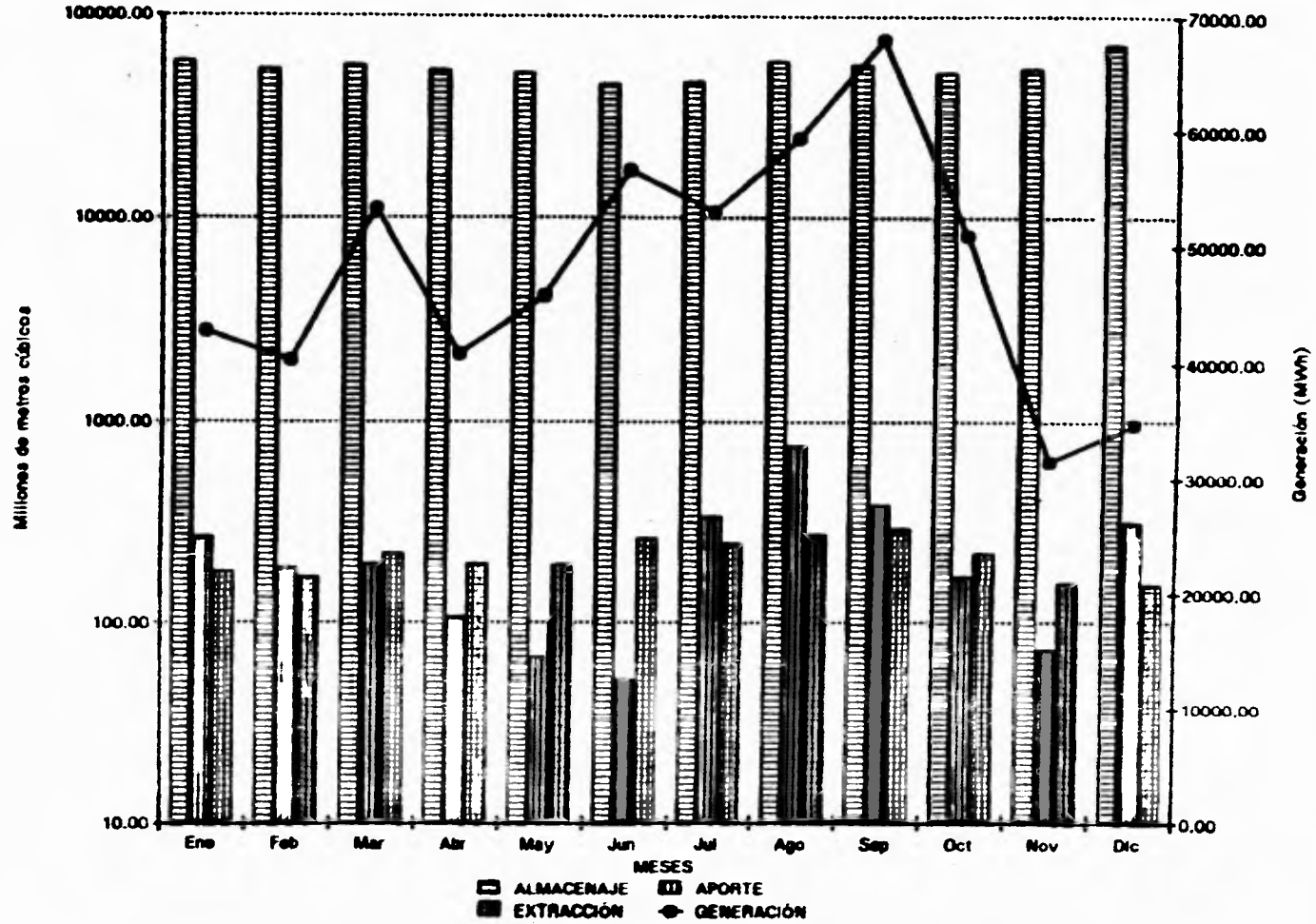
**CABACIL**

PROY. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	26062.0	16300.4	23296.1	26060.4	22347.9	12773.0	10707.0	14323.5	14300.1	90559.1	24606.5	26034.9
APORTE	114.50	00.50	79.90	61.10	92.13	264.20	777.40	572.73	770.67	306.37	151.87	110.70
EXTRACCION	139.00	69.23	80.93	106.00	195.97	247.30	713.13	546.00	069.03	193.70	99.43	70.40
GENERACION	34576.7	17034.3	21970.0	26100.3	47052.0	50947.7	167775.3	463301.0	100374.0	47149.0	24326.7	17427.3

PRESA OVIACHIC. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES.

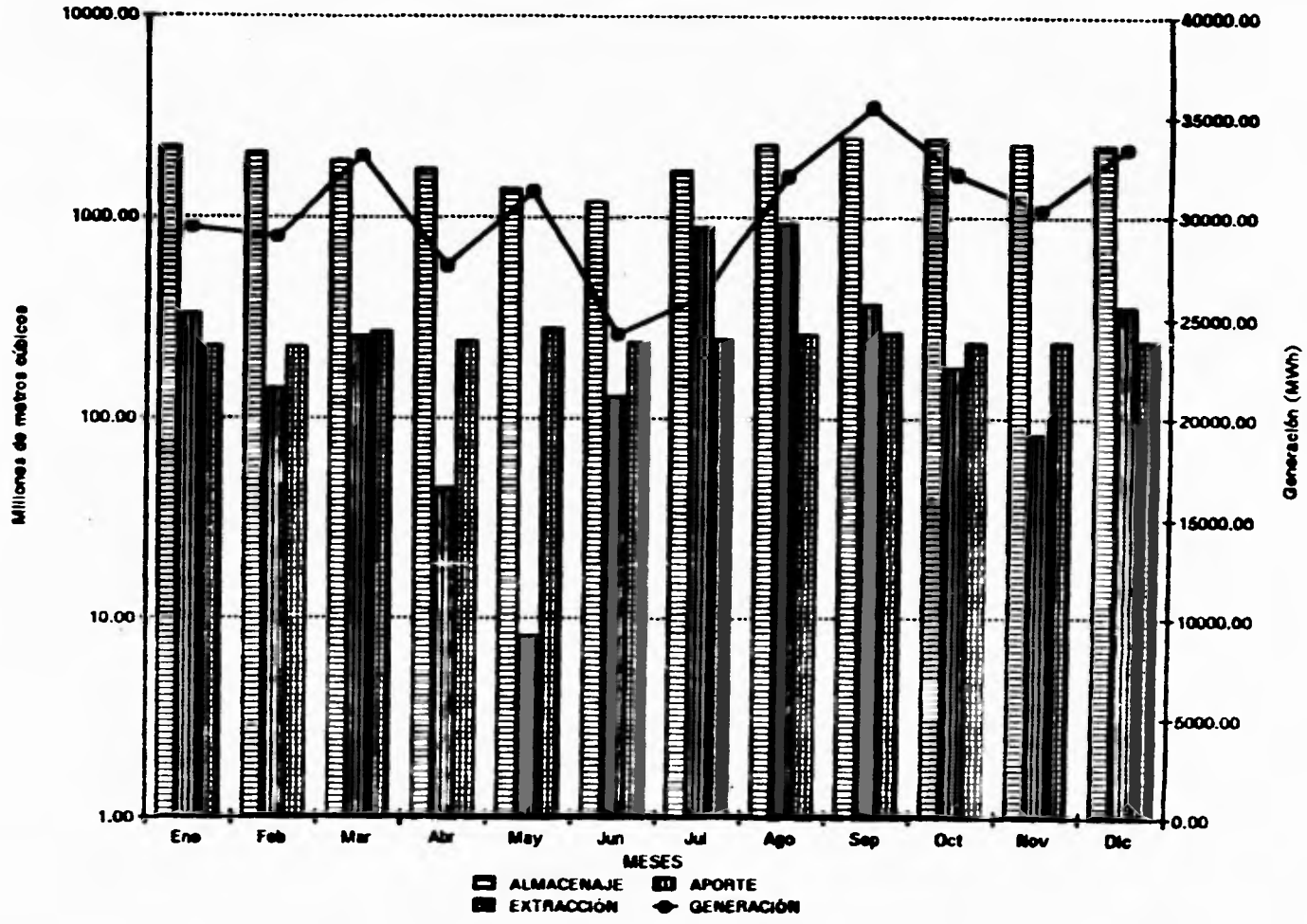


PRESA EL NOVILLO. DATOS HIDROMETRICOS  
Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES.

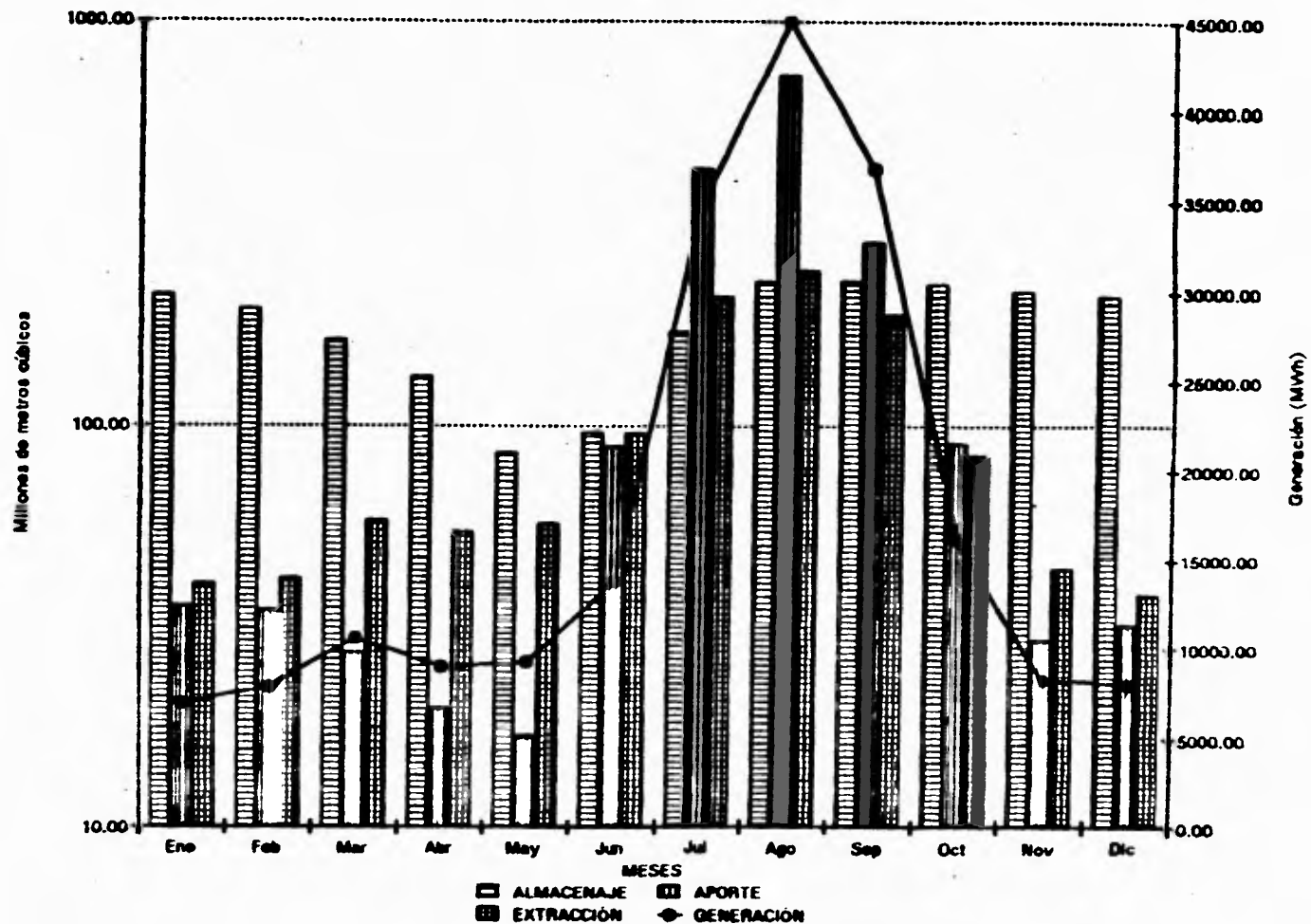




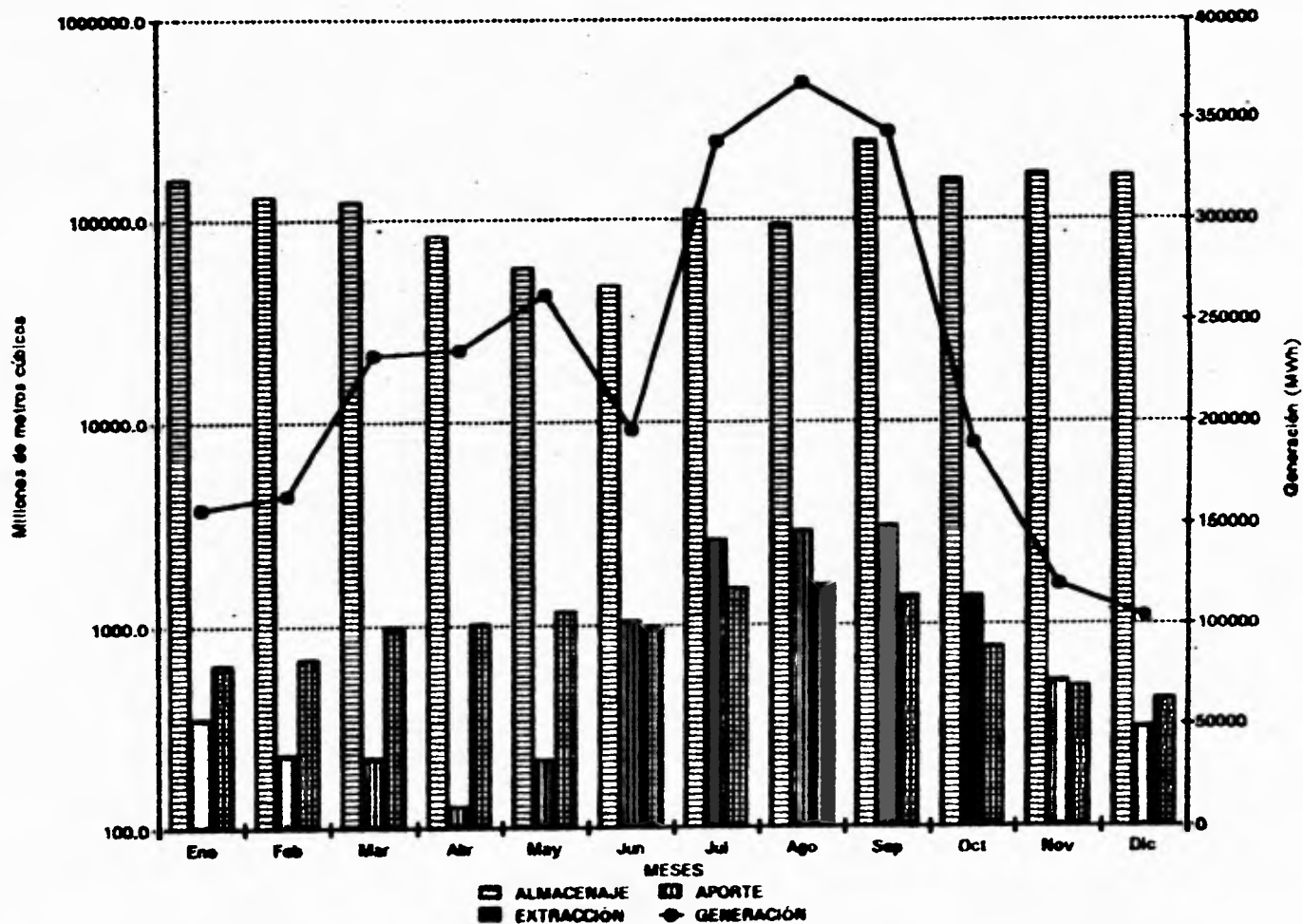
**PRESA EL FUERTE. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES.**



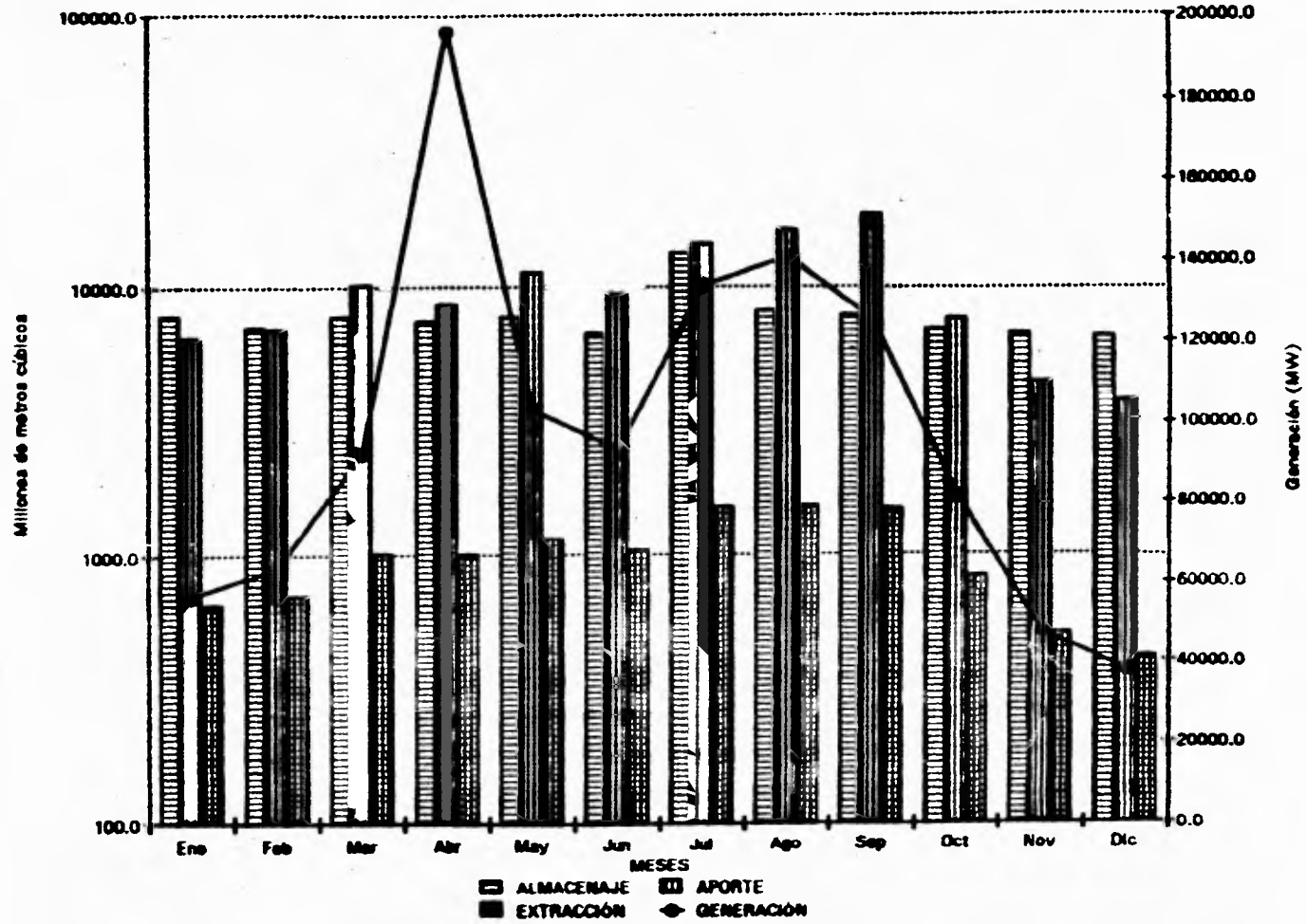
PRESA STA. ROSA. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES.



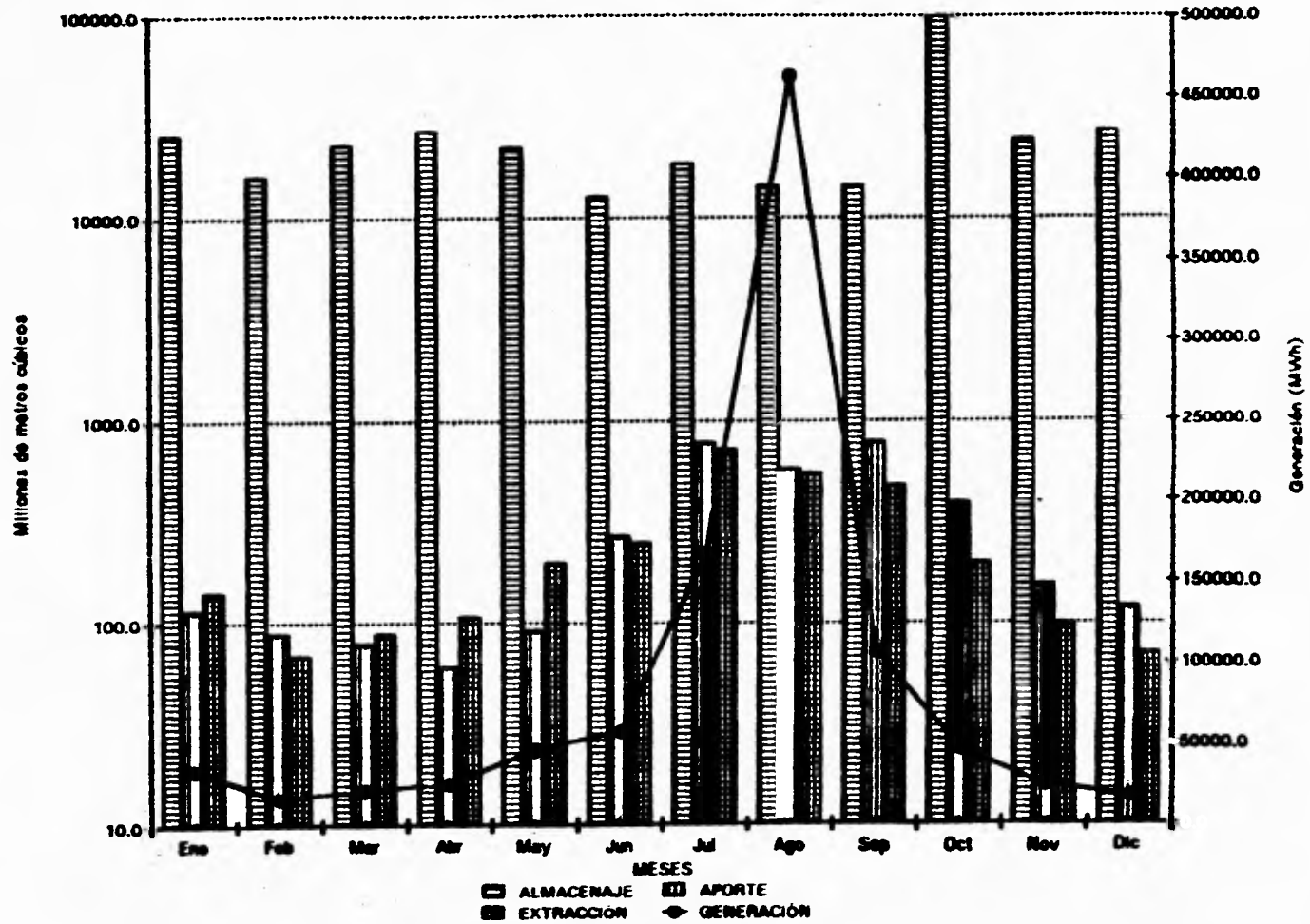
PRESA INFIERNILLO. DATOS HIDROMETRICOS  
Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



PRESA LA VILLITA. DATOS HIDROMETRICOS  
Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES.



PRESA CARACOL. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



VERTIENTE DEL GOLFO DE MEXICO

HAZATEPEC

PRON. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	452.6	415.8	416.0	395.2	404.3	410.0	394.7	376.0	419.9	382.0	392.1	460.9
APORTE	30.83	24.01	23.25	21.09	24.24	46.42	57.37	69.06	92.47	65.00	50.26	146.02
EXTRACCION	31.30	22.20	26.67	22.00	24.20	46.30	71.00	66.25	85.13	77.67	54.17	33.93
GENERACION	36650.4	26317.1	32496.4	25683.5	30083.4	55423.3	76843.0	74777.6	98706.4	92003.9	60257.9	38123.2

TEHUACAN

PRON. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	117042.1	96450.2	93143.5	72056.2	54449.6	43010.1	70199.5	92207.4	122410.9	142404.5	134222.0	134304.9
APORTE	211.00	159.20	140.79	152.76	100.50	910.92	1674.26	1659.07	1620.95	750.25	339.00	343.01
EXTRACCION	600.57	541.30	620.12	657.47	740.09	670.55	690.30	651.73	579.45	613.10	564.15	581.29
GENERACION	73133.5	63043.3	73663.7	71932.6	75555.5	65060.0	71053.9	73159.2	60707.1	74640.7	133907.0	69300.5

PEBITAS

PRON. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	6996.0	3335.9	4069.7	2400.0	2145.0	11029.7	10074.0	2515.0	1209.4	2065.1	11417.7	6665.1
APORTE	977.67	930.53	1020.10	1091.97	1055.03	1482.13	1332.27	1122.00	1100.07	1190.57	1095.23	735.00
EXTRACCION	964.40	920.93	1043.43	1109.33	1570.70	851.60	838.43	979.93	1092.00	1055.97	726.10	719.53
GENERACION	85300.3	79055.3	91013.7	95510.3	135107.3	109200.0	71310.0	84000.3	92141.7	73248.7	62256.3	62229.0

MALPASO

PRON. MENSUAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	144.0	131.2	144.7	144.1	154.4	150.1	165.1	167.2	155.7	150.2	139.7	141.1
APORTE	1394.07	1112.92	1127.07	955.50	1015.17	1160.45	1241.07	1416.07	2121.10	1779.83	1515.71	1206.70
EXTRACCION	1139.50	1180.66	1332.57	1530.74	1927.66	1634.23	1392.44	1530.30	1307.62	707.00	682.73	847.37
GENERACION	245960.3	255626.1	283191.6	343056.7	401503.9	317443.0	271416.5	294020.9	275505.9	164740.2	147023.0	100157.3

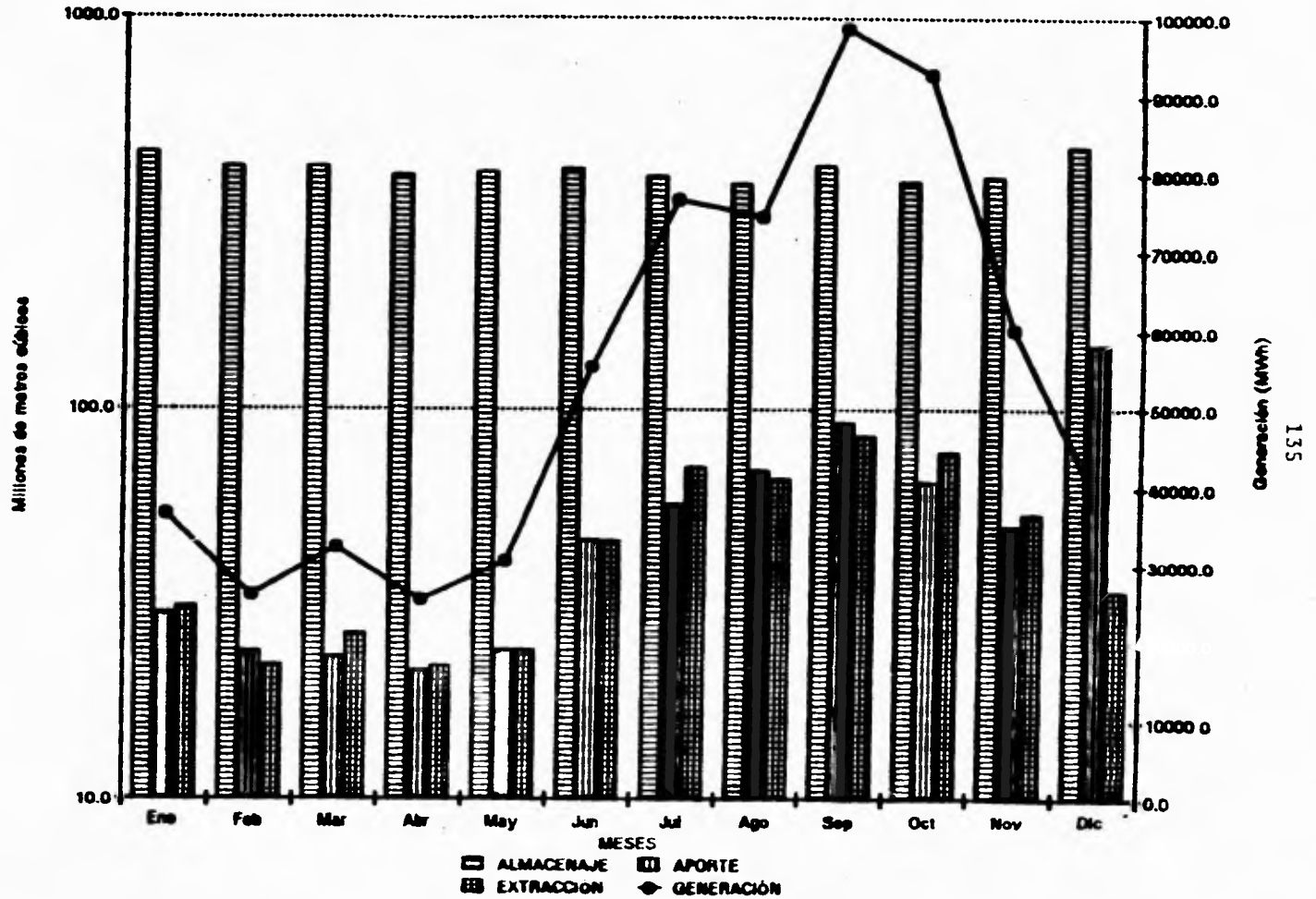
**CHICAGO**

PRIN. PERSONAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	10309.3	9442.2	10521.1	10100.7	6231.5	5713.7	10265.1	9109.2	8125.2	9010.6	9546.0	10301.5
APORTE	1028.02	910.34	997.33	961.11	937.50	750.06	670.60	700.21	912.83	1135.41	1100.20	916.70
EXTRACCION	1022.43	900.60	997.60	953.62	946.50	763.33	640.94	690.00	874.00	1099.71	1112.33	911.64
GENERACION	47000.2	42200.1	464357.6	444246.1	430503.0	352020.6	294367.2	319300.0	336243.6	501995.1	510031.6	300931.1

**MICHIGAN**

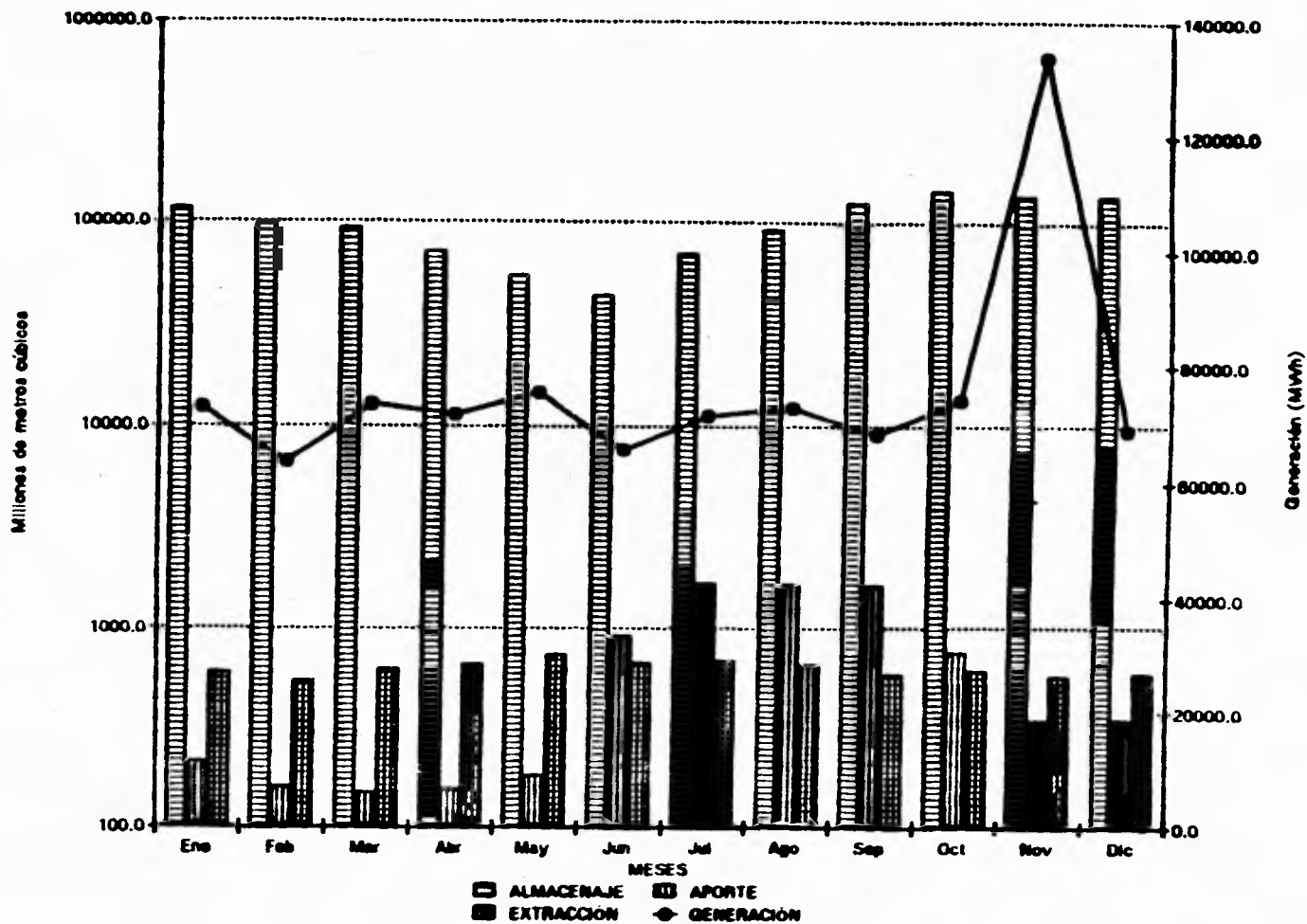
PRIN. PERSONAL ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ALMACENAJE	105795.1	146679.0	146063.3	77109.6	94736.4	74000.2	95004.7	111057.6	221704.5	220070.3	221001.1	210125.1
APORTE	200.01	210.14	212.71	204.06	336.30	971.06	1306.33	1700.35	2650.96	1673.91	620.39	391.06
EXTRACCION	950.07	810.83	1020.44	801.77	836.20	639.83	443.34	445.50	470.66	800.60	1061.00	870.26
GENERACION	246753.5	191004.1	211029.2	190055.3	172000.0	132202.6	95479.0	101527.7	103767.9	247500.5	262237.7	210010.6

PRESA MAZATEPEC. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES

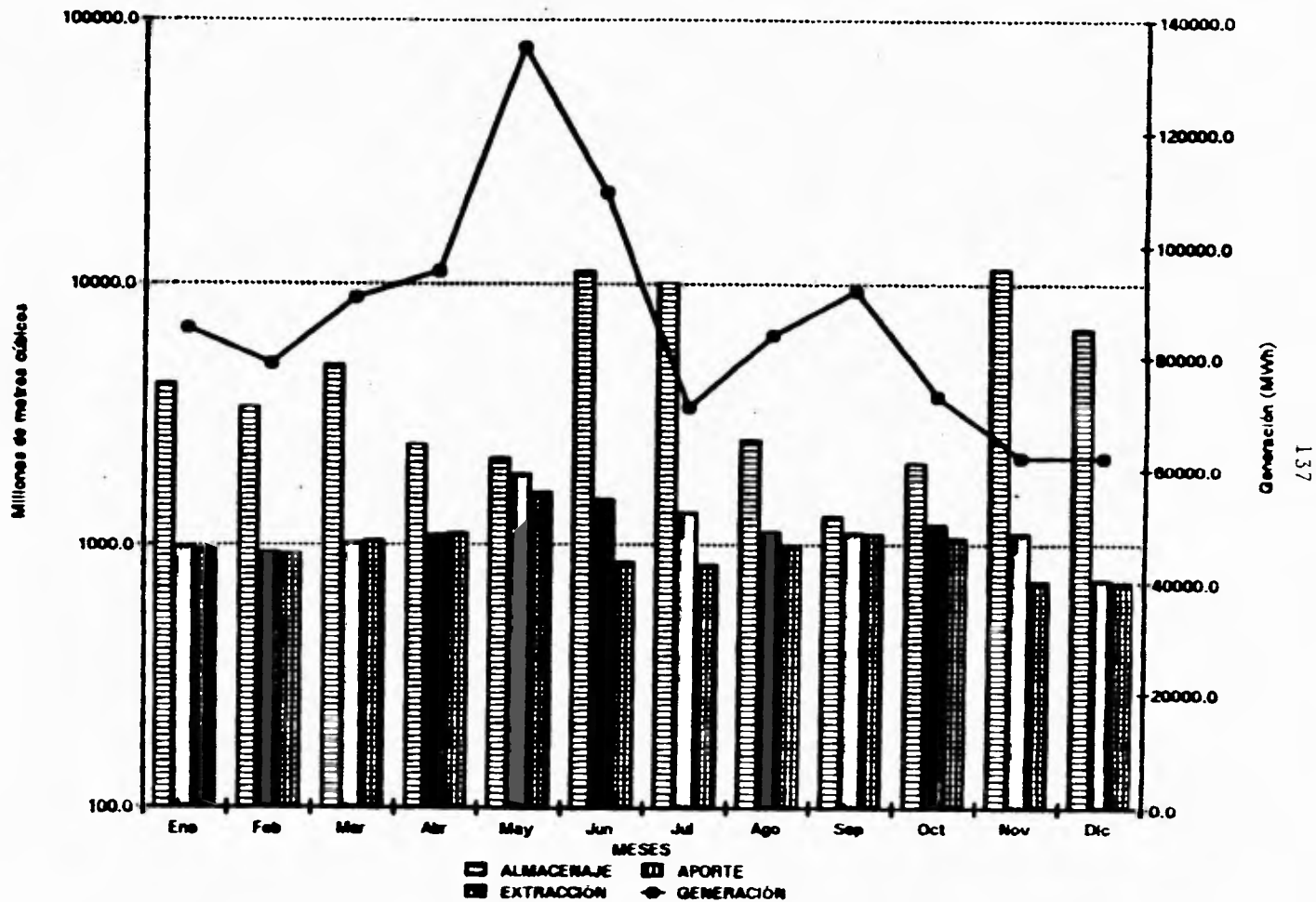




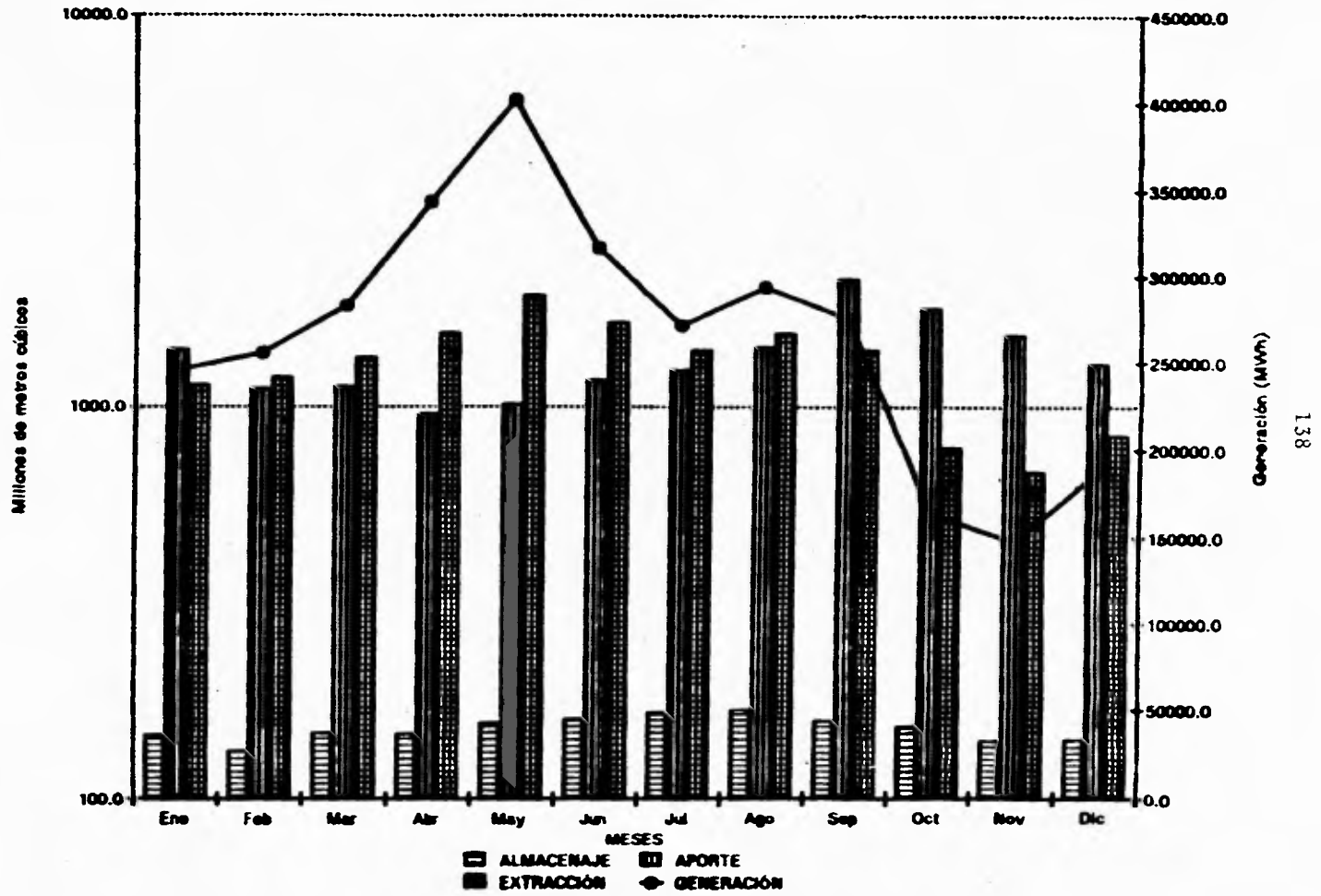
PRESA TEMASCAL. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



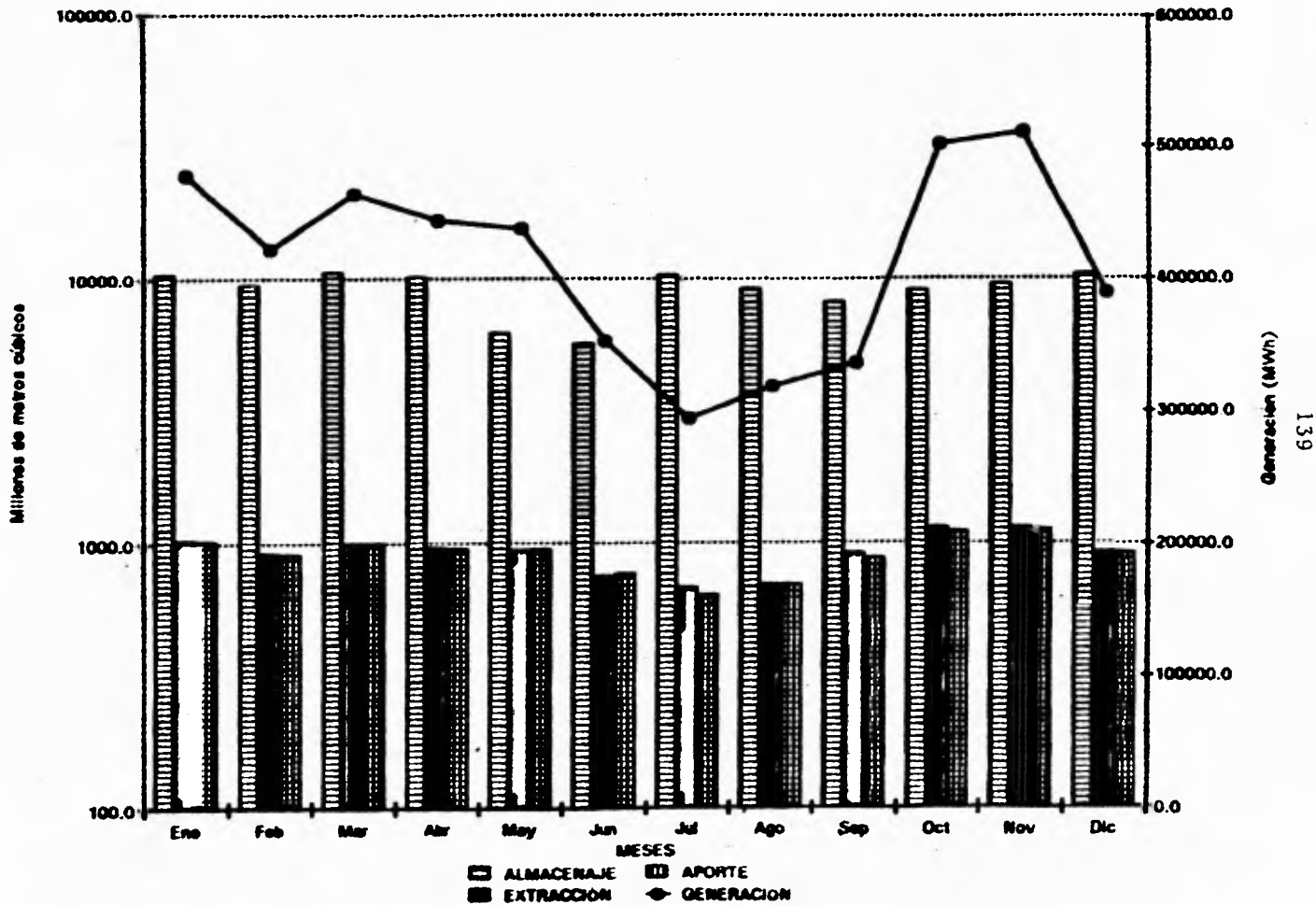
PRESA PEÑITAS. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



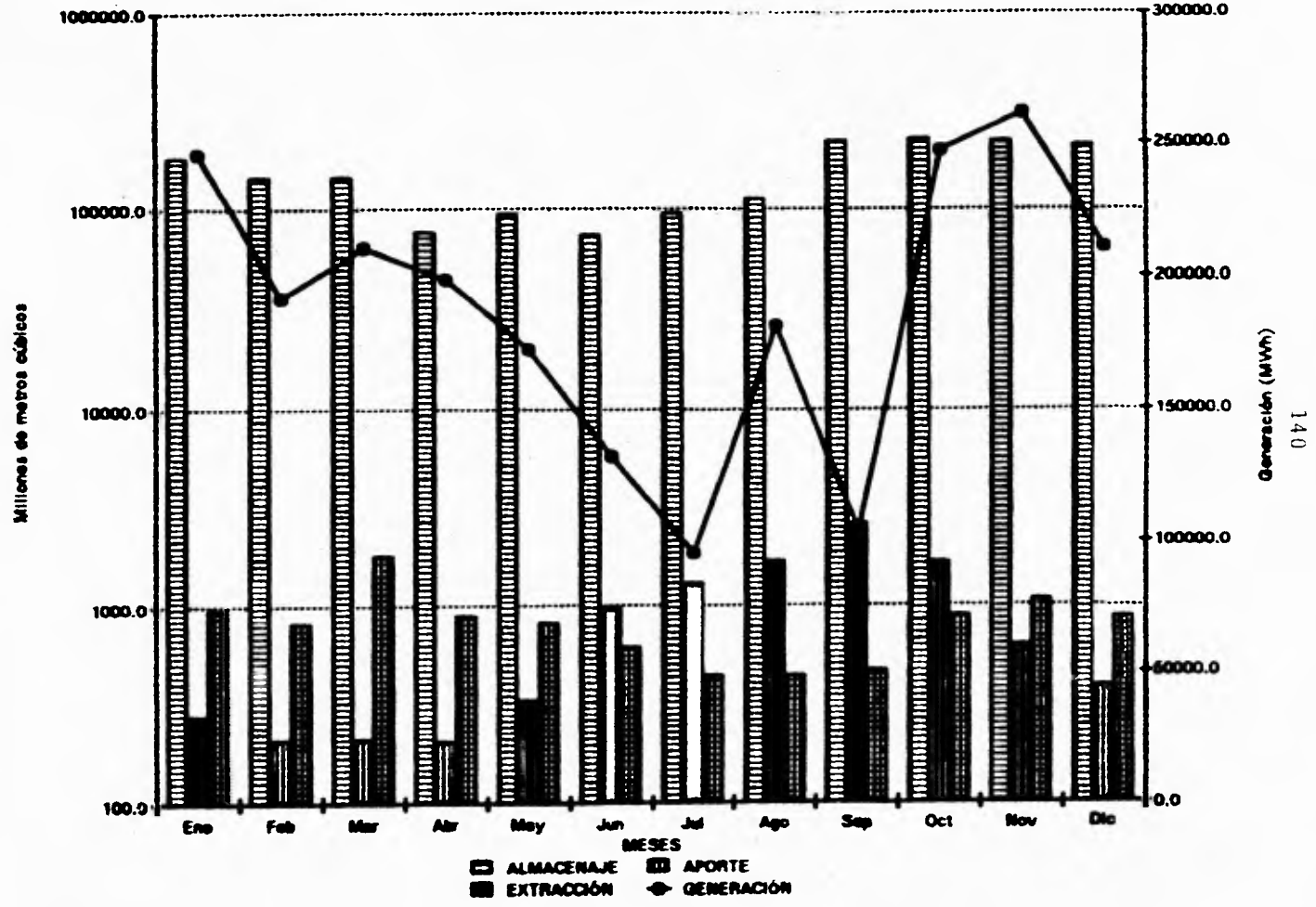
PRESA MALPASO. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



PRESA CHICOASEN. DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



PRESA ANGOSTURA.DATOS HIDROMETRICOS Y DE GENERACION. PROMEDIOS MENSUALES



## **ANEXO II**

**DATOS MENSUALES DE ALMACÉN DE AGUA EN CADA PRESA.  
(MILLONES DE M3)**

### ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)

#### ALMACENAMIENTO.

#### OVIACHIC/ A. Obregón Cuenca: Yaqui, Sonora.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	1404.00	1609.00	1602.00	1574.00	1509.00	1591.00	1599.00	1606.00	1649.00	1704.00	1774.00	1549.00
1980	1393.00	1152.00	1000.00	969.00	831.00	872.05	934.00	926.20	1347.00	1376.00	1277.00	1322.00
1981	1413.00	1157.00	1010.00	1032.00	1002.00	1062.00	1147.40	1150.00	1361.00	1200.00	1642.00	1472.00
1982	1392.00	1260.00	1114.00	927.75	963.00	924.00	977.00	907.00	1290.20	1125.00	1171.00	1244.00
1983	1220.00	1112.00	1123.00	1264.00	1434.00	1453.00	1466.00	1641.00	1727.00	1902.00	1592.00	2413.00
1984	2170.00	2293.00	2077.00	1992.00	1920.00	1816.00	1966.00	2261.00	2400.00	2056.00	2550.00	3250.00
1985	3353.00	3231.00	3122.00	3056.00	3102.00	3056.00	2975.00	2992.00	2892.00	2909.00	2772.00	2551.00
1986	2379.00	2177.00	2020.00	1977.00	1872.00	1764.00	1702.00	2056.00	2717.00	2003.00	2706.00	2025.00
1987	2726.00	2619.00	2460.00	2379.00	2294.00	2164.00	2010.00	1870.00	1754.00	1840.00	1627.00	1519.00
1988	1506.00	1169.00	1020.00	910.00	900.00	900.00	1022.00	1110.00	1546.00	1070.00	1799.00	1566.00
1989	1600.00	1115.00	974.00	1123.00	1066.00							
TOTAL	20550.00	18902.40	17546.00	17203.75	16901.00	15650.05	15070.40	16607.20	18763.20	19633.00	18990.60	216426.20
PROMEDIO	1060.10	1718.40	1595.09	1563.90	1543.73	1565.09	1507.04	1660.72	1876.33	1963.30	1099.06	1971.10

#### EL BOWILLO/ P. E. Calles Cuenca: Yaqui, Sonora

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	82390	74204	76810	73000	72040	60150	55300	60977	60977	56203	53100	54436
1980	1607	1657	1566	1460	1422	1009	1063	1230	1573	1960	1906	1650
1981	1907	1992	2010	1093	1792	1479	1747	2300	2441	2270	2044	2117
1982	67300	56630	50263	50954	49031	44981	40160	39772	39532	39430	34540	3936
1983	40995	53159	74149	79140	75392	63450	59730	73066	75210	86025	82410	80972
1984	67766	67312	70950	66240	63091	56430	62670	91357	84000	85100	80970	96503
1985	95077	84020	85994	78300	76012	67440	69270	79205	78120	81530	77400	261795
1986	77035	67732	66092	59760	60729	59010	83400	93124	90330	27451	80700	80412
1987	87513	74500	73613	71610	68975	64200	56020	60510	62130	59006	50440	60419
1988	56203	50000	54095	49900	50202	42270	42270	86000	85500	81071	75000	75206
1989	72540	71320	60721	62990	60047							
TOTAL	650509	602630	632200	594563	500413	460499	472510	597249	579013	521022	546600	6963534
PROMEDIO	59137.10	54704.55	57400.00	54051.10	52764.02	46049.90	47251.00	59724.90	57901.30	52102.20	54660.00	633040.55

142

**ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)**

**EL FUERTE/ Miguel Hidalgo**  
Cuenca: El Fuerte, Sinaloa.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1982	2630	2414	2052	1609	1301	965	1052	1105	1059	1553	1634	2124	
1983	2254	2679	3266	3116	2814	2399	2315	2779	3182	3133	3059	2912	
1984	2729	2627	2154	1796	1434	1744	2932	3019	3034	3074	2831	3030	
1985	3203	3031	2774	2610	2130	1990	1977	2445	2407	2468	2294	2040	
1986	1619	1342	1041	783	645	300	1620	2797	3119	3104	2756	2683	
1987	2395	2139	1818	1519	1121	750	716	1556	1501	1266	1071	958	
1988	795	700	560	411	302	211	1209	2404	3200	2041	2506	2296	
1989	2451	1907.7	1506.7	1776	1364								
TOTAL	18164	16839.7	15251.7	13700	10911	8367	11821	16105	17582	17379	16151	15971	170242.4
PROMEDIO	2270.50	2104.96	1906.46	1712.50	1363.00	1195.29	1600.71	2312.14	2500.29	2402.71	2307.29	2201.57	22200.30

**STA. ROSA/ Gral. Manuel B. Diéguez**  
Cuenca: Santiago, Jalisco.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	277	274	229	201	130	70	63	212	240	250	254	262	
1980	278	275	240	226	173	129	104	222	257	240	224	210	
1981	225	224	213	151	105	147	212	229	240	230	201	212	
1982	190	105	100	70	40	20	134	96	105	120	143	156	
1983	164	160	150	145	101	33	177	177	164	130	114	74	
1984	52	62	57	30	39	50	120	232	227	221	219	213	
1985	203	191	142	100	99	149	201	265	254	240	229	216	
1986	206	199	107	150	72	241	203	205	256	259	250	240	
1987	230	295	132	183	55	42	141	206	260	264	263	252	
1988	250	245	106	160	97	79	202	277	264	263	262	260	
1989	244	200	150	100	60								
TOTAL	2319	2100	1802	1452	939	960	1717	2281	2291	2249	2150	2103	22411
PROMEDIO	210.82	194.55	163.82	132.00	85.36	96.00	171.70	220.10	229.10	224.90	215.00	210.30	2037.36



**ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)**

**EL INFIERNILLO**

Cuenca: Balsas, Guerrero.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	165513.0	134259.0	141533.0	100369.0	62340.0	50665.5	12040.0	43137.0	116650.0	165241.0	153902.0	133920.2
1980	120364.0	103512.0	80109.0	47170.0	23614.0	21362.0	3679.0	75204.0	151443.0	194373.0	107967.0	106320.0
1981	181465.0	154935.0	138164.0	90599.0	52371.0	62402.0	119929.0	157064.0	174612.0	218519.0	224522.0	214597.4
1982	104635.0	157173.6	141390.9	87787.4	70450.4	36000.6	26040.7	47305.2	60371.1	78064.0	89924.4	96545.3
1983	05611.9	70313.7	76600.4	62054.6	42325.9	35455.1	43906.2	07334.0	112404.0	151042.5	252749.7	205647.9
1984	193446.4	140145.5	125909.0	110090.0	70735.0	46010.2	00973.2	110066.1	1259302.6	177496.6	163075.5	171013.0
1985	150197.2	110166.5	105240.0	81097.9	59064.4	29201.3	33743.7	110450.5	107017.6	157045.2	171202.3	106773.1
1986	190537.1	163077.4	152100.0	129601.1	103292.4	73031.5	04217.9	03256.9	109579.1	120262.5	131060.0	121009.0
1987	123619.5	111757.3	121001.3	02506.8	76556.0	63460.6	07600.5	97952.4	136700.3	162154.4	163030.1	163247.3
1988	171505.6	130747.1	140640.0	100967.3	66723.6	54493.9	607447.5	124770.9	144409.3	164732.7	157154.7	167006.3
1989	160641.0	136703.2	123003.9	2441.1	1702.0							
TOTAL	1757536.5	1429590.3	1346757.9	911572.2	637192.3	472330.66	1107745.7	954357.0	2453209	1509730.9	1695555.7	1640704.9
PROMEDIO	159776.0	129962.0	122432.5	82070.2	57026.6	47233.9	110774.6	95435.0	245320.9	150973.1	169555.6	164704.9

**LA VILLITA/ José M. Morelos**

Cuenca: Balsas, Guerrero.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980	15762.0	15347.0	14922.0	13301.0	15369.0	14676.0	15034.0	15436.0	15070.0	15504.0	15311.0	15035.0
1981	15169.0	14346.0	15475.0	15510.0	16124.0	5777.7	10449.0	16364.0	19020.0	6023.0	5700.4	6107.2
1982	6319.1	5050.6	6502.5	5705.2	5035.3	6026.9	6304.9	6003.9	5112.5	6191.5	6110.1	6242.5
1983	6564.0	5700.3	6416.0	6130.9	6222.0	5746.9	5039.5	5007.0	5306.9	5706.5	5077.6	5663.3
1984	5042.9	5544.4	5040.0	5400.0	5020.6	3716.2	6070.3	6320.1	5479.0	5419.0	5774.7	5902.1
1985	5003.9	5319.9	5022.0	5793.9	5467.2	7200.6	5439.9	6049.6	5790.3	7523.9	5940.3	5649.1
1986	6044.9	5203.7	5924.4	6009.7	5662.4	6529.9	52575.0	7100.1	5096.7	5979.4	5930.0	6103.5
1987	5001.7	5104.1	5045.3	7067.3	5754.0	5594.5	5709.1	5379.6	3071.0	6407.4	4259.9	1071.6
1988	5004.9	4017.1	4617.1	5040.4	4935.5	5307.8	5511.4	5074.5	4299.0	5652.3	5393.1	5000.2
1989	5049.4	5370.9	6170.0	5046.0	6340.0							
TOTAL	70621.0	71100.0	77544.7	75101.2	77640.4	60624.5	110001.1	73695.6	70654.2	62560.6	60321.9	59262.5
PROMEDIO	7062.2	7110.0	7754.5	7510.1	7764.0	6736.1	13200.1	8100.4	7065.5	6952.1	6702.4	6504.7

Elaborado con base en datos hidrométricos

CONACB.

ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)

COMACOL/ Carlos Ramírez Ulloa  
Cuenca: Balsas, Guerrero.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1986						0.0	1999.0	7656.9	5930.1	10821.2	24269.3	27650.3
1987	25789.1	2596.9	16350.4	32216.0	23034.9	21512.6	22976.0	10916.5	16420.2	254228.5	24097.0	26019.5
1988	24547.0	22757.2	24771.1	24599.1	22494.6	16000.9	13147.1	16397.2	20566.1	22627.6	24652.5	
1989	27929.0	23547.1	20766.7	23790.0	20714.2							
TOTAL	70185.9	40001.2	69000.2	80605.1	67043.7	30321.5	56121.1	42970.6	42924.4	295677.3	73019.6	53669.8
PROMEDIO	26862.8	16300.4	23296.1	26060.4	22347.9	12773.0	18707.0	14323.5	16300.1	90559.1	24606.5	26834.9

MAZATEPEC/ La Soledad  
Cuenca: Apulco, Puebla.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	550.0	667.0	503.0	210.0	403.0	700.0	527.0	527.0	630.0	341.0	450.0	651.0
1980	17.0	20.0	19.0	16.0	15.0	9.0	6.0	0.0	16.0	22.0	113.0	12.0
1981	13.0	17.0	10.0	16.0	14.0	22.0	17.0	20.0	17.0	22.0	15.0	19.0
1982	633.0	563.0	705.0	625.0	621.0	453.0	521.0	490.0	572.0	661.0	501.0	729.0
1983	656.0	471.0	607.0	440.0	410.0	496.0	413.0	390.0	354.0	400.0	562.0	674.0
1984	622.0	496.0	434.0	540.0	744.0	400.0	465.0	434.0	630.0	496.0	420.0	527.0
1985	434.0	392.0	372.0	550.0	496.0	510.0	527.0	496.0	420.0	496.0	400.0	509.0
1986	620.0	560.0	372.0	540.0	465.0	390.0	434.0	496.0	450.0	465.0	450.0	465.0
1987	465.0	420.0	496.0	510.0	496.0	440.0	510.0	434.0	510.0	403.0	420.0	496.0
1988	434.0	464.0	527.0	540.0	403.0	400.0	527.0	465.0	600.0	434.0	510.0	527.0
1989	527.0	504.0	403.0	360.0	372.0							
TOTAL	4979.0	4574.0	4576.0	4347.0	4447.0	4100.0	3947.0	3760.0	4199.0	3020.0	3921.0	6609.0
PROMEDIO	452.6	415.0	416.0	395.2	404.3	410.0	394.7	376.0	419.9	302.0	392.1	660.9

ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)

TEQUISCAL/ Riquel Alemán  
Cuenca: Papaloapan, Oaxaca.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	70193.0	50683.6	50302.0	31511.0	17590.0	14172.0	48262.0	110061.0	149260.0	161260.0	133507.0	136955.0
1980	122924.0	90680.0	87417.0	60652.0	56015.0	42793.0	59021.0	92972.0	127629.0	176352.0	182957.0	179059.0
1981	167363.0	145824.0	149027.0	126278.0	65145.0	60057.5	124939.1	145181.3	156293.6	187211.2	151461.1	160015.2
1982	152955.1	121393.0	119254.7	102978.3	81539.1	66441.0	63730.6	71751.0	81793.0	102717.0	111447.3	100000.2
1983	90774.0	85053.3	85111.4	62832.2	43686.2	25774.0	47355.9	94682.0	118495.4	125414.0	132166.1	100400.3
1984	119767.5	105730.2	102930.7	84492.0	73522.3	65429.7	96153.5	134600.0	162019.0	175005.2	149993.9	139503.7
1985	118291.2	90477.0	86668.9	64002.0	51500.7	39300.0	56074.2	71953.9	103410.0	130160.1	129141.2	115772.1
1986	107615.5	80963.2	86124.5	61449.3	49063.6	36073.7	79006.9	8654.5	80911.3	100156.7	121326.3	126305.0
1987	115835.4	80756.5	84052.4	73610.5	54366.0	39029.2	57619.0	96836.3	181517.1	100104.5	93340.9	92704.1
1988	85563.3	77036.7	80061.7	69022.5	57712.0	43435.7	67132.2	96260.0	133030.0	150376.4	137179.2	140950.6
1989	120001.4	100440.7	91927.9	63406.0	47900.0							
TOTAL	1296263.4	1061039.0	1024570.2	801417.0	590945.6	430106.6	701995.2	922073.6	1224100.0	1420045.1	1342220.0	1343049.2
PROMEDIO	117042.1	96450.2	93143.5	72056.2	54440.6	43010.7	70199.5	92207.4	122410.9	142004.5	134222.0	134304.9

PEBITAS  
Cuenca: Grijalva, Chiapas.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1986						20030.0	26644.1	3239.3	1426.9	2222.0	20030.0	14209.1
1987	6639.6	4309.6	9490.4	2010.5	3011.0	2473.9	1762.5	2051.6	1410.5	1600.9	3610.0	3202.7
1988	3611.5	3376.1	2900.0	2140.7	1550.6	1705.1	1817.0	2256.6	1830.9	2203.6	1012.6	2523.6
1989	2037.0	2321.9	2202.6	2259.1	1075.7							
TOTAL	12200.1	10007.6	14609.0	7226.3	6437.3	33009.0	30224.4	7547.5	3060.3	6195.3	34253.2	19995.4
PROMEDIO	4066.0	3335.9	4869.7	2400.0	2145.0	11029.7	10074.0	2515.0	1209.4	2065.1	11417.7	6665.1

**ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)**

**QUAPASO/ Metzahualcoyotl**  
Cuenca: Grijalva, Chiapas.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	170.4	171.6	195.9	215.3	237.4	246.0	220.6	240.3	107.4	151.4	141.9	142.4	
1980	140.9	136.7	150.7	153.9	176.0	194.0	232.0	216.0	190.0	177.4	150.0	156.2	
1981	155.3	135.0	146.0	140.0	146.2	142.0	150.2	156.3	153.7	152.0	140.5	142.7	
1982	139.3	124.0	136.9	133.0	144.5	144.0	109.6	109.9	143.3	141.3	133.3	137.2	
1983	136.0	123.3	136.5	132.5	140.0	141.6	147.7	140.5	142.4	147.7	134.9	137.2	
1984	136.3	127.9	136.0	132.9	141.5	141.5	140.7	150.3	146.0	146.3	135.0	136.2	
1985	136.0	124.5	139.0	137.0	146.3	144.0	140.9	152.0	151.4	140.9	130.2	130.6	
1986	135.9	123.6	137.3	136.6	140.4	141.3	149.2	151.4	149.0	153.0	143.0	144.0	
1987	141.5	124.0	137.3	133.6	140.0	141.0	148.3	150.4	145.3	144.7	137.2	139.0	
1988	137.4	120.5	130.2	134.7	142.9	144.7	140.2	140.1	141.0	139.5	133.0	136.4	
1989	136.0	123.3	136.0	133.5	141.4								
TOTAL	1503.5	1443.1	1502.1	1505.4	1600.0	1500.9	1651.3	1672.0	1557.4	1502.1	1396.5	1410.6	10672.0
PROMEDIO	144.0	131.2	144.7	144.1	154.4	150.1	165.1	167.2	155.7	150.2	139.7	141.1	1697.5

**CHCOMSEN/Manuel W. Torres**  
Cuenca: Grijalva, Chiapas.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1980							40221.0	41055.0	35024.0	30112.0	40277.0	42260.0	
1981	43090.0	34011.0	43055.0	43306.0	6034.0	5450.0	5129.2	4005.0	4292.2	4469.4	5065.0	6617.9	
1982	6430.0	5979.4	6520.7	6419.2	6646.3	6249.4	6233.2	5963.4	6025.7	6695.1	5020.0	6211.5	
1983	5674.2	5306.3	6115.6	5940.4	6231.0	5736.5	6067.0	5326.6	5276.2	7220.6	5670.6	6447.0	
1984	6570.2	7077.0	6507.3	5937.4	6262.7	5169.1	4321.4	4224.1	4974.0	5264.0	5501.9	6053.6	
1985	5020.5	5676.6	6351.5	5910.3	6579.9	6142.3	6019.3	5107.0	4116.5	4607.2	5627.3	6232.1	
1986	6305.0	7272.1	6705.6	6099.6	6129.0	5769.1	5001.4	5477.9	5060.2	4096.1	5061.3	6624.9	
1987	6317.5	5640.5	6113.6	6964.5	6240.3	5450.5	5009.6	3690.0	4300.2	5251.0	6122.2	6092.4	
1988	6092.6	5659.4	6145.1	6336.7	5000.2	5733.7	5504.1	5453.1	4049.0	4043.6	5967.9	6173.4	
1989	6206.6	5740.5	6207.2	6336.0	6150.4								
TOTAL	93503.4	84979.6	94609.6	91266.1	56003.4	45709.4	92306.2	81902.9	73126.0	81167.0	85914.0	92713.6	973522.0
PROMEDIO	10309.3	9442.2	10521.1	10100.7	6231.5	5713.7	10265.1	9109.2	8125.2	9010.6	9546.0	10301.5	97352.3

Elaborado con base en datos hidrométricos

CONACB.

ALMACENAJE (Millones de metros cúbicos)

LA ANAGASTORA/ Belisario Domínguez  
Cuenca: Grijalva, Chiapas.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	132310.0	72000.0	50503.0	35707.0	30110.0	24976.0	22540.0	21779.0	63050.0	114161.0	105051.0	04691.0	
1980	55110.0	41201.0	39076.0	27064.0	22794.0	11775.0	19262.0	40494.0	96956.0	173037.0	176037.0	165139.0	
1981	146094.0	117629.0	142703.0	82175.0	40009.6	37715.6	99400.5	13040.4	211971.0	323414.6	319513.6	304532.5	
1982	272344.4	216073.1	207502.3	21303.6	156299.9	144505.5	160124.7	143117.1	152397.3	210755.6	225507.7	220205.6	
1983	201020.5	159100.2	144171.6	126076.0	100999.0	00353.1	92457.1	121166.1	164175.6	219025.6	205021.2	190244.4	
1984	170050.1	135690.9	155175.5	04441.5	60039.2	01535.0	124306.9	197230.0	269246.4	345033.9	340750.6	324520.6	
1985	315327.7	264556.3	247123.3	199305.4	177007.2	155799.9	164509.0	100730.0	220045.2	260270.3	230970.1	231292.0	
1986	191135.5	157202.5	140300.5	120925.3	141646.2	92150.1	116541.2	127041.9	673459.1	167497.1	149942.1	135509.9	
1987	135321.4	107129.0	104934.3	73400.1	65120.2	57000.7	70097.0	119340.6	140674.6	181392.1	146000.3	156026.6	
1988	130151.7	101276.0	96163.1	70203.2	50333.6	59074.0	09531.9	137011.7	217029.5	270315.0	294441.6	206200.9	
1989	205956.0	240355.0	271745.2	6034.6	170125.0								
TOTAL	2043746.3	1613460.4	1615095.0	040645.7	1042100.7	744901.7	959947.1	1110575.6	2217044.7	2209703.0	2211011.2	2101251.3	10006772.5
PROMEDIO	105795.1	146679.0	146063.3	77149.6	94736.4	74490.2	95994.7	111057.6	221704.5	220970.3	221101.1	210125.1	1709706.6

**ANEXO III**

**DATOS MENSUALES DE APORTE DE AGUA A CADA PRESA.  
(MILLONES DE M3)**

**APORTE (Millones de metros cúbicos)**

APORTE (Millones de metros cúbicos)

EL BUNILLO/Plutarco E. Calles  
Cuenca: Yagui, Samora.

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	825.43	320.95	122.24	136.32	119.06	16.45	249.82	376.79	162.5	119.55	110.16	109.5
1980	27.87	30.15	79.83	51.16	6.36	16.65	204.89	727.68	432.06	135.18	27.70	26.95
1981	160.18	60.17	324.33	50.24	66.14	20.70	174.42	757.35	461.73	120.00	31.20	90.19
1982	100.96	89.92	24.39	11.35	10.50	7.20	150.19	230.87	442.62	94.30	71.14	405.27
1983	250.00	496.63	969.10	391.04	151.01	49.15	216.61	619.33	423.5	504.01	83.49	50.09
1984	99.00	53.13	115.41	100.00	45.60	55.79	416.40	1134.57	220.49	239.34	95.83	1824.83
1985	1000.42	707.10	142.97	90.52	56.77	76.27	304.94	617.71	256.60	142.85	62.85	40.34
1986	43.06	71.69	35.00	43.00	122.72	146.63	1003.90	1052.24	867.15	170.06	82.26	401.50
1987	100.00	62.40	70.10	49.06	90.81	117.09	54.00	463.70	69.00	50.72	131.52	111.12
1988	37.81	66.67	120.65	115.97	62.81	7.41	407.17	1995.63	400.81	86.65	31.32	47.50
1989	64.00	62.47	131.70	123.55	11.55							
TOTAL	2001.61	2830.36	2143.00	1171.81	751.42	521.50	3340.90	7575.87	3016.54	1600.86	734.75	3123.37
PROMEDIO	261.96	365.31	274.85	153.53	96.31	67.65	417.61	946.98	389.58	208.11	94.37	402.94

OTIACIC/ A. Obregón.  
Cuenca: Yagui, Samora.

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	254.60	270.77	137.60	77.59	117.82	224.15	165.74	161.09	250.81	121.97	93.64	44.19
1980	15.29	12.22	46.14	99.30	3.60	24.99	164.60	365.81	46.81	39.3	20.40	167.95
1981	115.25	26.50	27.93	95.70	27.93	218.50	20.84	211.54	312.36	112.74	160.00	29.50
1982	54.23	36.66	42.75	126.37	18.30	182.89	173.97	147.16	70.50	60.90	109.93	115.05
1983	82.17	37.66	176.97	260.43	257.23	172.82	170.83	270.18	227.11	266.67	232.52	266.94
1984	150.45	30.12	22.24	47.93	59.74	70.84	224.94	381.82	330.93	212.50	55.40	933.90
1985	750.64	209.90	53.22	76.41	163.60	80.56	83.51	145.00	75.47	65.81	20.90	13.30
1986	13.30	12.85	46.76	81.05	47.30	37.99	172.06	470.44	711.56	242.71	70.78	157.55
1987	92.50	52.43	57.44	62.85	86.45	40.83	30.22	59.00	70.92	152.20	17.86	30.40
1988	54.77	29.83	10.18	152.61	99.19	134.45	213.47	200.11	560.11	210.39	23.57	64.54
1989	70.10	41.70	57.76	90.00								
TOTAL	1669.46	760.20	679.87	1179.04	879.32	1115.22	1420.18	2560.15	2670.90	1500.47	821.25	1823.48
PROMEDIO	151.77	69.11	61.73	107.19	87.93	111.52	142.82	250.82	267.18	150.05	82.13	1547.17

Elaborado con base en datos hidrométricos

CEBACE.

**APORTE (Millones de metros cúbicos)**

AÑO/MES	EL FUENTE/ Miguel Hidalgo											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1982	70.44	19.19	2.20	2.41	1.06	7.23	396.95	420.09	352.03	267.70	213.40	551.43
1983	236.63	541.39	974.56	121.07	23.47	7.69	225.56	682.93	640.05	331.36	233.50	199.34
1984	75.66	77.76	2.90	6.65	6.50	645.00	1649.75	514.31	349.70	236.11	70.30	919.97
1985	1950.17	366.83	142.97	90.52	12.72	166.41	874.95	453.74	262.44	60.64	46.47	523.02
1986	6.36	35.82	17.07	4.50	4.17	50.73	1634.10	1413.35	564.75	200.92	6.01	175.70
1987	64.65	35.00	11.37	29.37	2.09	0.75	355.00	1007.70	147.96	50.63	10.11	144.25
1988	29.42	10.54	3.44	1.05	3.67	0.46	1099.27	1945.22	322.04	35.99	2.91	53.03
1989	250.14	33.30	7.91	100.03	11.66							
TOTAL	2891.47	1119.71	1163.30	356.40	65.34	895.15	6236.54	6517.42	2640.65	1263.35	503.74	2566.74
PROMEDIO	336.43	139.06	250.53	44.55	0.17	127.00	890.93	931.06	370.30	100.00	63.39	366.60

AÑO/MES	STA. BOSA/ Gral. B. Dieguez Cuernavaca: Santiago, Jalisco											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	81.30	72.06	79.23	61.03	55.02	60.43	175.09	409.30	244.35	60.57	5.22	75.31
1980	60.73	55.82	35.65	30.34	20.45	55.06	201.60	314.00	253.94	60.57	29.02	25.72
1981	32.52	30.27	23.70	19.06	15.46	0.94	190.44	183.61	364.01	54.74	33.25	30.05
1982	11.20	21.97	22.52	0.23	6.24	13.77	321.49	81.56	72.13	47.77	37.39	33.00
1983	29.67	17.53	15.26	10.54	0.63	16.09	621.50	611.10	346.20	57.30	22.00	-4.30
1984	12.17	31.65	13.73	13.51	20.77	12.73	616.04	623.05	340.74	60.51	29.91	20.79
1985	20.29	21.32	14.55	1.24	1.21	219.12	406.97	3262.73	109.04	82.74	29.15	26.79
1986	26.06	25.01	21.00	17.05	12.64	340.03	682.93	273.76	453.30	233.02	30.22	30.70
1987	40.04	36.15	24.06	19.32	12.70	74.19	307.20	411.50	276.24	150.13	33.65	20.72
1988	31.13	29.03	35.95	21.17	16.77	05.30	642.00	1160.03	360.70	64.31	32.52	32.16
1989	33.10	37.65	12.23	11.57	0.77							
TOTAL	300.07	370.46	299.20	214.66	106.66	806.46	4326.30	7340.52	2051.61	905.56	291.22	317.32
PROMEDIO	35.20	34.41	27.21	19.51	16.07	80.65	432.64	734.05	205.16	90.56	29.12	31.73



**APORTE (Millones de metros cúbicos)**

**EL INFIERNILLO**

Comarca: Balsas Guerrero

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	213.30	287.00	206.10	23.50	6.30	1222.20	1385.70	2055.60	2093.97	767.70	482.20	345.50	
1980	925.70	172.10	122.20	50.10	107.50	953.00	1766.90	3763.50	3789.74	1016.00	764.40	396.56	
1981	443.50	191.24	297.00	36.00	206.50	2330.60	4770.30	3910.00	4906.20	3100.70	907.10	422.90	
1982	306.20	406.70	217.10	8.00	215.00	200.90	1645.00	1260.90	1253.90	809.50	317.30	237.50	
1983	232.20	177.00	211.90	143.40	363.70	466.50	2230.70	2462.70	3400.30	1124.20	564.60	327.90	
1984	261.00	144.70	133.20	116.50	175.30	1105.50	3005.60	3250.90	8014.20	1691.00	661.10	273.20	
1985	293.60	329.10	205.70	164.60	229.70	1401.50	3342.10	4302.90	2037.10	1513.60	551.60	424.50	
1986	336.60	269.00	247.00	201.20	304.20	1310.40	1647.70	1111.10	1237.00	955.90	182.40	273.50	
1987	269.70	97.40	209.40	106.60	170.20	770.20	2093.00	2543.10	1779.20	1075.30	407.90	240.90	
1988	313.00	253.20	270.00	241.10	282.50	626.00	2990.00	4615.10	1557.20	999.90	362.00	150.70	
1989	160.50	170.70	224.20	233.90	200.60								
TOTAL	3756.70	2500.54	2432.60	1405.30	2359.30	10555.00	26534.60	29372.00	30940.01	13062.40	5195.40	3093.16	132017.41
PROMEDIO	341.52	227.32	221.15	127.75	214.40	1055.50	2653.46	2937.20	3094.00	1306.24	519.54	309.32	12001.50

**LA VILLITA/ José M. Morales**

Comarca: Balsas, Guerrero

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1980	1136.00	1041.10	1193.00	840.50	877.40	654.90	1045.00	954.10	1652.10	1006.00	807.20	664.29	
1981	617.00	697.00	1346.40	946.00	960.10	1206.60	2650.14	3005.50	4007.00	2005.00	1077.00	974.20	
1982	961.00	815.90	1440.50	1219.00	1260.20	1257.60	1032.90	991.60	473.90	240.60	292.30	131.90	
1983	200.50	379.00	410.30	904.20	640.70	833.10	1039.00	1616.50	1061.00	509.70	447.00	355.30	
1984	753.90	676.20	896.10	711.70	1654.90	1157.00	1792.70	2033.30	1902.10	1270.60	744.00	751.90	
1985	1000.20	945.10	959.60	740.60	1317.20	1210.40	1927.40	2439.20	2524.30	733.40	430.30	276.70	
1986	470.40	756.70	803.50	1035.20	1433.30	1351.20	1802.30	623.00	499.00	370.00	305.20	265.20	
1987	270.20	396.20	1106.30	-707.00	772.30	504.10	1667.60	1771.50	1216.60	600.00	50.10	130.60	
1988	350.00	632.90	1125.40	1346.50	1370.60	1137.10	1332.50	2744.50	4197.60	823.00	309.00	240.20	
1989	741.60	667.70	890.00	150.40	907.30								
TOTAL	6510.00	7000.60	10107.50	8626.50	11296.00	9400.40	14370.34	16179.20	10415.90	7636.50	4470.10	3790.29	117915.33
PROMEDIO	651.00	700.06	1010.75	862.65	1129.60	1044.49	1597.59	1797.69	2046.21	848.50	496.60	422.03	11791.53

Elaborado con base en datos hidrométricos . CUBACE.

**APORTE (Millones de metros cúbicos)**

**CANACOL/ Carlos Ruiz Ufco**  
**Cuenca: Balsas, Guerrero**

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1986						8.00	487.70	303.00	441.00	341.20	127.20	106.60	
1987	110.90	80.90	80.00	75.70	103.20	697.50	952.70	661.50	750.50	473.70	170.00	136.40	
1988	130.90	103.50	89.90	56.70	83.20	295.10	851.00	753.30	1143.70	344.20	157.60	113.10	
1989	93.70	81.10	69.00	50.00	90.00								
<b>TOTAL</b>	<b>343.50</b>	<b>265.50</b>	<b>239.70</b>	<b>183.30</b>	<b>276.40</b>	<b>792.60</b>	<b>2332.20</b>	<b>1710.20</b>	<b>2336.00</b>	<b>1159.10</b>	<b>455.60</b>	<b>356.10</b>	<b>10450.20</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>114.50</b>	<b>88.50</b>	<b>79.90</b>	<b>61.10</b>	<b>92.13</b>	<b>264.20</b>	<b>777.40</b>	<b>572.73</b>	<b>778.67</b>	<b>386.37</b>	<b>151.87</b>	<b>110.70</b>	<b>2614.55</b>

**BUZATEPEC/ La Soledad**  
**Cuenca: Apulco, Puebla.**

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	28.97	26.26	24.43	19.85	22.24	40.78	42.89	89.11	155.89	58.53	58.54	31.20	
1980	34.45	17.49	25.99	23.85	25.79	23.96	26.89	115.75	84.59	35.07	50.85	35.87	
1981	32.84	30.87	27.12	22.75	23.12	99.91	183.28	133.54	132.31	107.86	64.39	52.18	
1982	30.52	31.24	32.84	32.40	30.59	31.87	40.84	39.63	77.60	89.86	46.58	36.69	
1983	32.86	23.95	22.64	18.78	18.84	21.51	59.81	46.69	72.73	62.64	64.68	43.80	
1984	38.39	38.70	24.96	28.11	45.78	68.88	98.12	66.95	202.53	69.73	48.91	35.81	
1985	30.85	24.76	28.34	23.31	23.74	40.35	56.73	62.54	93.14	68.73	48.12	41.83	
1986	34.56	25.62	21.67	19.54	25.36	62.62	51.85	25.95	31.89	64.42	76.68	1135.60	
1987	22.51	17.29	18.37	14.87	14.53	27.61	54.30	69.94	59.91	46.75	29.18	21.17	
1988	17.52	15.85	13.83	25.88	14.74	47.49	47.74	48.48	14.15	47.88	31.68	29.78	
1989	28.51	28.88	16.39	16.88	13.93								
<b>TOTAL</b>	<b>330.30</b>	<b>264.11</b>	<b>255.78</b>	<b>236.38</b>	<b>266.66</b>	<b>464.18</b>	<b>573.65</b>	<b>698.58</b>	<b>924.74</b>	<b>658.79</b>	<b>582.57</b>	<b>1468.15</b>	<b>6627.97</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.83</b>	<b>24.81</b>	<b>23.25</b>	<b>21.89</b>	<b>24.24</b>	<b>46.42</b>	<b>57.37</b>	<b>69.86</b>	<b>92.47</b>	<b>65.88</b>	<b>58.26</b>	<b>146.82</b>	<b>682.54</b>

APORTE (Millones de metros cúbicos)

TEHUACÁN/ Miguel Alemán													
Cuenca: Papaloapan, Oaxaca.													
ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	155.10	82.00	72.75	74.47	76.23	780.00	1283.29	1773.20	2113.09	308.21	438.82	365.84	
1980	208.00	134.90	125.65	127.37	129.13	832.90	1256.19	1652.19	2024.39	792.91	367.30	275.09	
1981	418.41	326.18	132.69	152.83	227.70	2116.40	2427.20	2582.20	1796.70	916.60	255.60	499.30	
1982	163.50	118.30	282.70	142.80	214.50	395.50	783.50	911.00	1882.00	937.20	215.00	299.60	
1983	217.18	116.18	136.00	148.50	94.20	229.20	2355.60	1433.50	1343.18	559.50	395.00	178.20	
1984	189.70	92.90	159.00	122.00	295.90	1818.00	2223.30	2832.60	2361.20	734.40	435.40	341.00	
1985	287.00	135.20	280.30	242.00	211.00	876.00	1267.50	1878.60	1212.50	1196.60	287.30	277.50	
1986	198.20	168.70	128.50	144.00	183.60	1336.10	1753.70	745.20	1212.20	1847.30	718.50	346.90	
1987	166.30	138.10	165.30	198.70	198.30	516.10	2837.00	1345.30	1876.00	375.70	283.30	125.00	
1988	222.20	192.00	146.70	221.10	158.30	1817.00	1435.30	2234.10	1266.30	714.10	221.00	728.70	
1989	183.18	253.00	174.30	113.00	296.10								
TOTAL	2321.01	1751.18	1636.69	1688.37	1986.36	9189.20	16742.50	16598.69	16289.40	7582.52	3398.82	3438.13	82438.23
PROMEDIO	211.00	158.20	148.79	152.76	188.50	918.92	1674.26	1659.87	1628.95	758.25	339.88	343.81	7483.66

PERITAS													
Cuenca: Grijalva, Chiapas													
ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1986						1566.00	1435.00	388.30	49.30	933.90	1871.60	-68.00	
1987	318.10	197.00	572.20	688.10	1888.00	1734.30	1473.60	1586.00	1168.00	1894.50	827.30	798.60	
1988	1344.30	1419.00	1317.00	1188.90	2822.10	1145.30	1887.00	1482.10	2186.10	1543.30	1386.00	1347.00	
1989	1278.60	1175.00	1178.30	1488.90	1935.00								
TOTAL	2933.00	2791.60	3888.30	3275.90	5565.10	4446.40	3996.80	3368.40	3324.20	3571.70	3285.78	2287.00	61826.58
PROMEDIO	977.67	930.53	1296.10	1091.97	1855.03	1482.13	1332.27	1122.80	1108.07	1190.57	1095.23	735.00	18456.63

APORTE (Millones de metros cúbicos)

**BUAPASO/ Metzamalcoyoti**  
Cuenca: Grijales, Chiapas.

AMB/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	1820.30	1140.94	1277.12	1283.70	1132.05	1742.03	2060.77	2739.23	3536.31	2224.60	1963.73	1974.17	
1980	1652.30	755.47	866.44	626.75	179.17	325.50	739.11	910.02	2740.50	1706.05	1493.59	1231.07	
1981	1091.72	1377.97	984.75	1243.20	1200.00	1353.00	1821.40	1887.70	1019.60	1757.90	1799.60	1693.30	
1982	1610.60	1365.70	1452.10	1060.70	1272.50	1570.40	1462.30	1430.30	2187.20	1694.30	1500.50	1839.20	
1983	1371.10	1134.10	1114.00	1313.40	1024.40	976.40	942.20	1055.70	2235.50	1656.10	1505.60	1313.50	
1984	1394.00	1240.10	1266.20	146.90	1191.40	1330.30	1234.30	1346.90	2417.90	1777.00	1647.90	1291.10	
1985	1610.70	1506.00	1609.20	1220.90	1336.70	1426.40	1494.30	1565.70	1606.70	2050.00	1604.60	1720.50	
1986	1726.20	1012.00	1015.00	1166.70	1093.70	1182.20	966.60	1095.30	1293.30	1263.00	1013.10	794.10	
1987	741.10	682.50	887.90	739.60	757.90	913.70	782.90	783.70	1431.30	1303.70	1113.70	800.00	
1988	1220.00	1073.60	900.20	820.50	715.10	847.00	906.00	1417.30	2033.10	2200.00	1346.00	1009.30	
1989	1007.00	934.10	1024.10	952.10	1255.90								
TOTAL	15134.70	12242.00	12397.01	10510.45	11166.02	11604.53	12410.60	14160.65	21211.41	17790.25	15157.12	12067.04	166941.62
PROMEDIO	1394.07	1112.92	1127.07	955.50	1015.17	1160.45	1241.07	1416.01	2121.14	1779.03	1515.71	1206.70	15176.51

**CHICONSEN/ Manuel B. Torres**  
Cuenca: Grijales, Chiapas

AMB/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1980							491.04	455.05	873.00	1073.10	924.09	849.13	
1981	951.00	862.15	785.74	1131.01	1004.00	846.00	520.70	829.50	907.30	970.00	1300.10	1540.50	
1982	1507.90	1176.10	1306.60	954.10	1077.40	1167.90	1313.00	1291.00	1353.50	1502.24	1006.50	710.10	
1983	927.00	1002.30	1079.60	1251.90	977.00	552.30	873.60	689.00	901.40	1100.50	1310.90	1000.70	
1984	1017.00	1035.00	1003.60	1044.50	875.20	690.00	469.20	609.20	930.30	1200.40	1472.70	949.60	
1985	1274.10	1162.70	1300.60	1037.00	1191.90	1050.30	1116.70	812.20	952.20	1500.00	1553.50	1313.00	
1986	1172.20	893.50	877.70	1049.70	962.40	693.60	530.00	719.20	769.00	915.20	770.00	599.50	
1987	696.10	622.70	695.20	600.50	705.00	495.00	331.10	313.90	630.60	826.70	903.50	713.00	
1988	879.10	756.50	800.00	607.30	562.10	511.00	444.00	581.20	816.50	874.10	851.70	559.50	
1989	826.00	637.30	870.00	805.20	1002.00								
TOTAL	9252.16	8229.05	8975.94	8650.01	8430.20	6006.90	6100.14	6301.05	8215.40	10210.72	10261.70	8251.03	90900.27
PROMEDIO	1028.02	914.34	997.33	961.11	937.50	750.06	670.60	700.21	912.03	1135.41	1140.20	916.70	9090.93

**APORTE (Millones de metros cúbicos)**

**LA ANGOSTURA/ Belisario Domínguez**  
**Comarca: Grijalva, Chiapas**

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	304.42	223.66	290.46	291.87	349.33	835.09	1225.33	1579.76	3595.36	1670.00	695.16	466.82	
1980	472.40	275.95	274.12	303.31	323.24	579.20	739.97	1256.33	2042.30	1049.30	542.61	403.15	
1981	287.00	190.00	218.60	259.42	292.40	1410.20	2097.00	2307.00	3190.00	2013.00	909.20	577.10	
1982	236.60	226.30	223.20	201.60	541.10	1004.50	960.00	961.40	2009.00	2361.60	601.20	434.30	
1983	205.90	294.70	292.00	219.70	201.30	603.00	1136.50	1250.10	2905.40	1040.90	629.90	407.20	
1984	256.30	129.50	243.40	140.00	610.50	1544.60	1966.40	2533.10	3972.00	1962.00	632.20	477.00	
1985	315.60	203.90	261.20	196.00	364.00	794.70	1137.60	2030.30	2006.40	1499.00	775.20	333.33	
1986	200.00	109.00	164.60	243.50	273.66	822.00	1073.00	1154.10	1225.70	787.00	430.40	293.00	
1987	254.90	152.90	90.30	95.10	277.70	624.60	1313.00	1200.30	1090.20	909.30	325.70	220.60	
1988	177.00	220.60	97.30	199.10	201.70	925.90	1412.00	2570.30	2056.00	1905.30	622.30	305.30	
1989	218.30	204.20	100.00	91.00	265.30								
<b>TOTAL</b>	<b>3000.91</b>	<b>2311.51</b>	<b>2339.06</b>	<b>2249.10</b>	<b>3700.23</b>	<b>9714.50</b>	<b>13063.30</b>	<b>17003.69</b>	<b>26509.56</b>	<b>16739.10</b>	<b>6203.67</b>	<b>3910.60</b>	<b>107002.12</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>200.07</b>	<b>210.14</b>	<b>212.71</b>	<b>204.46</b>	<b>336.30</b>	<b>971.46</b>	<b>1306.33</b>	<b>1700.35</b>	<b>2650.96</b>	<b>1673.91</b>	<b>620.30</b>	<b>301.06</b>	<b>9727.47</b>

**ANEXO IV**

**DATOS MENSUALES DE EXTRACCIÓN DE AGUA POR TUBINA DE  
CADA PRESA.  
(MILLONES DE M3)**

EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)

EXTRACCIÓN POR TURBINA.

OTIACHEC/A. Obregón.

Cuenca: Yaqui, Sonora

AAA/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	47.15	69.55	102.33	102.97	102.06	147.75	165.74	150.94	120.90	60.93	100.60	132.07	
1980	147.91	151.53	162.17	73.09	95.31	107.09	116.79	92.47	47.23	100.00	83.02	126.37	
1981	30.06	59.20	144.40	71.00	102.11	127.14	155.47	137.55	89.30	50.66	114.61	130.50	
1982	137.50	143.83	162.71	93.99	81.00	115.00	114.63	146.12	79.17	73.75	60.06	32.56	
1983	105.54	102.09	130.30	117.01	94.44	155.95	150.99	82.01	134.47	61.17	117.17	135.27	
1984	93.00	130.11	140.55	115.12	110.2	140.30	80.19	66.04	121.77	39.30	101.59	100.47	
1985	120.75	126.53	141.3	130.53	115.50	120.82	141.90	139.33	122.92	52.87	60.46	83.87	
1986	134.46	140.33	156.41	106.79	122.97	115.60	139.64	156.23	91.97	74.44	97.27	77.12	
1987	120.6	131.60	140.41	125.97	135.51	140.96	150.23	155.75	133.06	65.83	125.92	113.09	
1988	144.60	150.24	161.92	117.20	87.82	120.12	80.21	105.50	75.57	113.11	140.63	73.16	
1989	106.74	99.83	126.92	123.53	140.95								
TOTAL	1197.29	1344.60	1610.50	1179.76	1177.95	1305.77	1313.79	1240.74	1017.24	706.62	1034.33	1012.96	14109.63
PROMEDIO	100.64	110.60	147.14	107.25	107.09	130.50	131.30	124.07	101.72	70.66	103.43	101.30	1202.69

EL HUVILLO/ P.E. Calles

Cuenca: Yaqui, Sonora.

AAA/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	213.66	342.56	295.30	176.05	137.21	320.67	369.10	295.56	241.62	190.11	157.72	122.53	
1980	104.00	50.71	167.16	147.25	45.2	315.74	216.09	293.30	259.60	43.81	67.8	270.60	
1981	135.91	100.47	93.04	162.33	165.75	337.01	220.25	304.57	320.46	301.96	240.04	120.04	
1982	152.92	164.84	240.4	99.73	70.37	109.99	226.4	205.17	270.19	126.29	144.20	91.00	
1983	121.83	84.06	270.40	350.22	362.82	363.00	312.9	227.16	250.09	272.12	304.30	194.82	
1984	224.33	136.51	229.29	100.95	106.10	217.06	203.37	259.6	360.04	260.14	145.22	260.35	
1985	395.10	372.13	324.42	210.14	357.72	261.66	311.29	342.15	210.50	115.60	10.50	37.94	
1986	157.09	137.32	310.66	170.70	156.47	120.60	199.40	346.64	332.13	362.27	206.26	243.54	
1987	130.20	233.32	152.82	199.99	234.45	209.44	269.00	150.21	210.77	205.22	82.82	106.35	
1988	167.60	104.57	170.21	216.71	183.99	245.33	140.62	271.64	415.55	290.66	122.72	83.00	
1989	149.55	97.72	152.50	210.90	200.30								
TOTAL	1010.8	1032.21	2420.36	2133.77	2115.67	2507.06	2476.50	2726.00	2903.75	2104.10	1562.46	1530.04	26293.00
PROMEDIO	170.21	166.56	220.83	193.96	192.33	250.71	247.66	272.60	290.30	210.42	156.25	153.00	2300.33

EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)

EL FUERTE/ Wique! Hidalgo.  
Cuenca: El Fuerte, Sinaloa.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1982	209.63	239.41	275.40	233.00	323.73	312.63	292.53	297.92	213.10	92.55	112.46	37.97
1983	88.12	132.43	241.10	267.99	315.87	305.00	295.43	234.50	292.85	303.33	305.34	314.51
1984	236.34	209.24	319.99	263.82	329.60	259.84	270.61	316.84	209.32	214.31	257.07	316.00
1985	326.56	299.62	324.42	218.14	317.99	291.72	350.28	351.35	334.12	263.72	232.93	208.13
1986	311.25	288.76	284.20	236.19	271.87	172.56	288.28	195.52	305.63	283.55	304.38	262.88
1987	264.99	274.78	297.89	294.15	338.45	311.45	381.15	294.31	217.57	277.53	282.46	248.43
1988	194.97	144.31	153.83	116.64	93.59	44.1	67.81	176.88	259.89	269.18	287.22	253.89
1989	231.14	243.83	281.85	339.51								
TOTAL	1863.88	1831.58	2177.16	1948.64	1991.18	1698.18	1767.29	1866.52	1911.68	1784.89	1781.86	1721.41
PROMEDIO	232.88	228.95	272.15	246.88	284.44	242.59	252.47	266.65	273.18	243.44	243.12	245.92

STA. NUSA/Gral. Manuel N. Dieguez  
Cuenca: Santiago, Jalisco.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	87.18	75.65	124.14	115.75	128.85	116.63	151.28	237.81	194.56	63.56	63.83	67.68
1980	77.40	61.91	62.35	51.44	81.69	128.29	226.63	246.41	194.33	184.87	45.83	29.78
1981	26.91	38.58	33.18	38.12	48.55	55.28	131.2	247.88	187.51	63.95	68.16	26.36
1982	25.98	27.13	28.21	29.24	36.33	41.69	205.19	217.82	63.12	24.87	22.66	28.87
1983	21.75	28.38	21.47	23.19	52.85	82.87	286.92	266.94	235.16	82.22	45.83	44.95
1984	38.61	28.91	24.73	25.85	19.62	119.31	242.82	255.37	182.64	61.56	32.68	33.75
1985	38.43	32.94	61.93	47.74	37.62	127.94	258.65	239.44	281.27	91.97	48.23	38.38
1986	36.69	31.66	33.2	57.18	75.61	152.49	242.81	241.58	217.75	178.24	46.28	33.42
1987	58.12	29.86	81.79	68.54	48.27	69.53	283.28	248.62	188.29	118.85	35.58	38.84
1988	32.57	36.74	87.23	75.39	72.13	61.35	229.72	236.27	231.44	64.31	27.73	44.86
1989	15.43	89.88	88.42	78.82	35.79							
TOTAL	443.87	457.48	638.57	583.66	628.71	955.18	2889.62	2428.55	1888.87	843.18	437.82	379.18
PROMEDIO	48.28	41.58	58.85	53.97	56.43	95.52	288.96	242.85	189.81	84.31	43.78	37.91



EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)

EL INFIERNILLO

Cuenca: Balsas, Guerrero.

AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	1030.60	577.00	725.50	1429.30	1665.00	831.30	793.31	759.50	896.00	982.90	801.00	751.40	
1980	1214.30	1041.70	1220.30	903.50	960.30	694.10	1139.60	943.50	2071.73	1070.00	875.50	735.20	
1981	618.70	769.94	1418.52	967.40	1058.20	1175.70	2691.70	2040.60	2241.20	2096.30	1019.00	930.40	
1982	950.10	810.20	1467.30	1172.40	1232.20	1180.00	944.10	933.40	448.90	194.90	167.70	99.20	
1983	170.50	330.10	395.00	857.70	500.30	785.20	959.00	1557.30	1810.90	450.90	409.40	305.20	
1984	700.00	634.20	844.50	604.40	1641.50	1061.40	2172.20	2670.20	1820.90	1164.70	729.20	700.30	
1985	987.30	963.30	940.00	732.60	1296.00	1166.30	1922.20	2477.00	2290.20	660.90	346.50	230.10	
1986	647.00	721.00	754.00	1007.00	1411.10	1300.10	1846.2	537.60	396.00	207.50	195.70	172.00	
1987	201.60	321.00	1843.90	632.90	675.10	505.70	1682.7	1750.00	200.50	0.00	0.00	146.00	
1988	352.50	673.30	1170.20	1345.50	1420.00	1123.00	1305.2	1483.00	1742.30	740.50	299.10	159.50	
1989	349.20	626.00	861.80	1685.70	960.30								
TOTAL	7839.00	7476.54	10049.82	11339.20	12900.00	9032.00	15377.01	15960.90	14022.63	7656.60	4043.90	4230.10	121545.30
PROMEDIO	639.95	679.69	806.35	1030.04	1173.53	903.24	1537.70	1596.09	1402.26	765.66	404.39	423.01	11049.50

LA VILLITA/ José M. Moreles.

Cuenca: Balsas, Guerrero.

AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1980	1140.50	965.40	1183.00	830.10	807.70	634.05	1054.50	917.00	1650.00	990.40	844.50	691.07	
1981	505.00	749.60	1305.70	945.15	1023.50	1213.00	1970.30	1002.00	1064.00	2044.20	1073.60	967.00	
1982	936.00	836.90	1470.20	1194.50	1259.60	1260.10	1051.60	960.00	472.00	241.40	201.00	135.10	
1983	193.60	381.40	421.00	909.90	690.70	801.00	1040.50	1613.60	1010.90	459.00	453.10	365.00	
1984	753.70	670.20	906.00	690.00	1665.00	1166.00	1767.70	2070.00	1095.30	1161.00	795.10	718.60	
1985	995.10	961.20	942.10	744.30	1334.30	1202.10	1936.00	2117.40	2025.40	751.20	423.30	207.10	
1986	493.30	743.50	804.40	1029.20	1450.00	1335.00	1079.00	636.00	405.60	405.20	274.10	275.00	
1987	279.20	390.40	1105.00	715.20	769.30	502.00	1682.20	1756.20	1245.10	596.20	147.00	65.60	
1988	301.70	609.70	1100.90	1339.60	1395.40	1130.00	1249.90	1606.40	1051.00	825.70	346.60	251.70	
1989	740.20	675.50	891.40	1610.00	950.70								
TOTAL	6506.30	6991.00	10132.10	10024.75	11427.00	9334.45	13640.50	13740.30	13310.50	7483.10	4550.30	3750.67	110023.77
PROMEDIO	650.63	699.10	1013.21	1002.40	1142.70	933.45	1364.05	1374.03	1331.05	748.31	455.03	375.07	11002.38

160

**EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)**

**CANACUL/ Carlos Ramírez Ulloa.**  
**Cuicma: Balsas, Guerrero**

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1986						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	00.20	
1987	164.30	55.90	115.50	135.00	152.40	454.40	1091.30	700.40	515.10	404.30	177.00	70.10	
1988	200.40	103.30	67.40	72.30	232.60	207.50	1040.10	049.60	002.00	176.00	120.50	44.90	
1989	54.70	40.50	03.00	113.10	202.90								
<b>TOTAL</b>	<b>419.00</b>	<b>207.70</b>	<b>266.00</b>	<b>320.40</b>	<b>507.90</b>	<b>741.00</b>	<b>2139.40</b>	<b>1630.00</b>	<b>1007.10</b>	<b>581.10</b>	<b>290.30</b>	<b>211.20</b>	<b>0019.20</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>139.00</b>	<b>69.23</b>	<b>00.93</b>	<b>106.00</b>	<b>195.97</b>	<b>247.30</b>	<b>713.13</b>	<b>546.00</b>	<b>469.03</b>	<b>193.70</b>	<b>99.43</b>	<b>70.40</b>	<b>2204.00</b>

**HUATATEPEC/La Soledad.**  
**Cuicma: Apulco, Puebla**

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	31.00	21.07	29.46	27.94	19.45	43.41	09.17	96.74	124.55	66.26	50.51	30.60	
1980	34.00	21.47	32.00	23.03	31.44	27.66	29.09	61.01	72.56	96.91	53.22	42.10	
1981	29.99	27.61	32.65	27.05	29.92	04.06	122.07	76.05	123.16	120.40	63.03	41.99	
1982	37.79	19.87	24.27	22.96	16.82	13.73	01.47	57.34	67.43	60.35	71.60	35.40	
1983	37.07	19.07	24.27	22.96	16.82	13.73	01.47	57.34	67.43	60.35	71.60	35.40	
1984	36.51	24.70	24.70	12.07	30.41	77.53	100.75	73.00	123.01	00.41	45.36	31.66	
1985	31.97	24.45	31.57	21.00	25.00	41.60	63.59	70.00	01.42	00.41	36.45	35.73	
1986	31.92	24.69	27.95	17.21	32.71	69.27	59.02	26.61	39.13	71.01	73.24	35.13	
1987	25.57	10.60	21.52	15.70	19.01	35.56	60.25	03.00	65.70	59.10	30.23	22.53	
1988	22.36	17.15	19.05	31.56	17.92	56.45	56.01	60.57	06.00	40.60	30.45	20.60	
1989	25.20	24.66	24.96	20.52	10.26								
<b>TOTAL</b>	<b>344.26</b>	<b>244.22</b>	<b>293.30</b>	<b>242.00</b>	<b>266.24</b>	<b>463.00</b>	<b>710.09</b>	<b>642.54</b>	<b>051.27</b>	<b>776.60</b>	<b>541.00</b>	<b>339.30</b>	<b>5736.35</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>31.30</b>	<b>22.20</b>	<b>26.67</b>	<b>22.00</b>	<b>24.20</b>	<b>46.30</b>	<b>71.09</b>	<b>66.25</b>	<b>05.13</b>	<b>77.67</b>	<b>54.17</b>	<b>33.43</b>	<b>521.49</b>

**EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)**

**TEHUACAL/ Wique! Alemán.**

Comarca: Papaloapan, Oaxaca.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agó	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	404.74	519.79	627.83	506.77	701.72	685.47	707.34	754.73	749.73	804.82	706.42	723.86
1980	746.24	629.53	726.15	553.59	628.87	547.30	628.68	463.16	295.37	627.86	568.38	566.53
1981	628.62	664.61	773.24	733.21	772.38	647.38	597.68	691.68	698.58	718.88	639.88	615.38
1982	767.88	678.88	681.68	623.38	661.68	789.88	785.88	551.88	371.38	354.98	366.58	398.28
1983	386.28	356.68	355.78	797.78	784.88	444.58	474.58	672.48	425.58	398.28	388.28	425.88
1984	882.88	883.28	628.88	575.98	787.28	748.38	887.18	888.58	834.48	883.88	843.98	843.68
1985	855.88	619.58	711.58	788.88	788.58	712.58	778.28	545.68	438.68	575.58	643.48	656.48
1986	629.58	538.68	678.48	663.98	767.38	716.88	882.88	684.98	564.98	627.38	616.78	686.28
1987	614.98	484.88	564.78	781.68	779.88	788.48	785.28	694.68	674.38	614.78	482.38	336.88
1988	294.28	279.78	381.48	483.88	734.98	721.98	697.48	698.88	749.98	525.18	474.88	648.98
1989	884.38	698.88	771.88	723.68	743.68							
TOTAL	6686.38	5954.33	6989.32	7232.17	8189.79	6785.47	6983.82	6517.29	5794.58	6138.98	5641.52	5811.99
PROMEDIO	688.57	541.38	628.32	657.47	748.89	678.55	688.38	651.73	579.45	613.18	564.15	581.28

**PEDRITAS**

Comarca: Grijalva, Chiapas

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agó	Sep	Oct	Nov	Dic
1986						8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
1987	318.68	167.88	634.88	718.58	795.38	1365.48	1482.98	1497.88	1157.88	1689.58	872.88	711.58
1988	1358.28	1432.18	1345.68	1135.68	1974.98	1189.48	1822.48	1442.88	2121.48	1558.48	1386.38	1447.18
1989	1232.48	1162.98	1158.78	1481.98	1865.98							
TOTAL	2893.28	2762.88	3138.38	3328.88	4736.18	2554.88	2515.38	2939.88	3278.48	3167.98	2178.38	2158.68
PROMEDIO	964.48	928.93	1043.43	1189.33	1578.78	851.68	838.43	979.93	1092.88	1055.97	726.18	719.53

162

EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)

WALPASO/ Metzabualcoyotl.

Cuenca: Grijalva, Chiapas

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	1505.90	1603.01	2013.17	1604.42	1799.11	1700.66	1050.02	1933.15	1366.05	1400.41	1339.10	1299.04
1980	1260.44	1923.22	2006.51	2164.01	2460.79	1993.60	629.02	839.30	540.41	350.04	396.54	376.83
1981	615.52	603.70	857.96	1010.59	1519.60	1530.40	2036.20	2214.30	1739.20	591.40	924.20	1069.10
1982	1006.70	1236.00	1189.40	2017.30	2430.90	1030.00	1400.30	1517.70	1006.00	916.90	1045.00	1004.30
1983	1130.10	1105.70	1113.70	1645.00	1903.50	1791.00	1020.00	090.30	2026.00	1220.00	350.00	012.50
1984	1535.30	1230.20	1274.50	1470.30	2225.40	1907.00	1404.00	1753.60	1006.00	072.00	263.20	1243.60
1985	1565.50	1790.70	2019.90	1090.50	1950.10	1410.00	1513.70	2365.20	1400.50	627.60	710.00	757.00
1986	1702.30	1100.00	1107.40	2243.70	1334.25	1567.00	1194.10	1655.70	1340.00	409.20	209.70	222.10
1987	136.30	320.00	706.40	1077.60	1530.70	1505.90	1072.40	1191.40	564.40	555.60	501.20	511.20
1988	095.40	1005.60	1109.60	1030.60	2000.90	1017.90	907.10	1023.40	1902.70	750.00	991.60	1090.00
1989	1005.00	090.60	1050.70	1403.30	1945.00							
TOTAL	12534.54	13075.21	14650.24	16926.12	21204.25	16342.26	13924.44	15303.05	13076.16	7069.95	6027.34	8473.67
PROMEDIO	1139.50	1100.66	1332.57	1530.74	1927.66	1634.23	1302.44	1530.30	1307.62	707.00	602.73	847.37

CAICHASEN/ Ramon J. Torres.

Cuenca: Grijalva, Chiapas.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980						70.24	412.99	637.30	925.06	864.26	855.63	
1981	905.70	840.04	003.02	1129.00	1061.50	810.70	567.10	016.50	927.50	970.00	1343.10	1516.70
1982	1490.00	1171.00	1393.00	952.20	1067.60	1101.50	1293.20	1297.30	1370.30	1456.10	1111.70	695.50
1983	935.30	1074.70	1073.00	1252.60	960.00	577.20	054.50	694.20	929.10	1143.10	1275.00	1000.50
1984	1031.00	1027.90	1094.70	1031.70	075.70	742.90	409.90	590.10	001.00	1270.70	1469.60	930.00
1985	1247.50	1104.30	1379.20	1003.20	1206.10	1069.70	1091.00	076.20	037.00	1562.00	1495.90	1329.00
1986	1193.70	060.00	095.00	1031.00	953.00	706.50	540.00	725.20	770.00	916.00	714.20	595.60
1987	700.70	606.70	711.00	673.00	676.60	550.50	347.60	329.70	600.00	779.10	090.70	719.00
1988	062.00	772.40	772.90	602.50	619.70	450.00	493.30	540.00	000.50	066.50	037.70	554.00
1989	027.10	633.10	055.00	015.70	1000.70							
TOTAL	9201.00	8170.14	0979.22	0502.50	0519.30	6106.60	5760.44	6290.19	7072.00	9097.36	10010.96	8204.73
PROMEDIO	1022.43	900.60	997.09	953.62	946.59	763.33	640.94	699.00	874.60	1099.71	1112.33	911.64

Elaborado con base en datos hidrométricos. CENACE.

EXTRACCIÓN DE AGUA POR TURBINA (Millones de metros cúbicos)

LA ANAGOSTINA/ Belisario Domínguez

Cuenca: Grijalva, Chiapas.

AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	1220.77	632.93	783.62	696.71	514.90	826.31	1257.47	1273.23	1020.06	1520.85	1346.26	1065.03	
1980	1363.45	200.47	542.21	520.74	305.20	514.30	250.62	113.60	232.60	654.00	729.32	790.00	
1981	891.61	850.17	799.41	1156.05	944.60	602.20	34.10	242.40	291.20	465.90	1229.00	1439.00	
1982	1419.00	1104.60	1340.60	893.40	996.70	920.00	1052.30	1112.00	1002.40	685.60	902.50	603.90	
1983	954.20	1021.60	903.40	1224.10	952.60	762.10	334.50	411.10	97.70	1004.90	1212.30	920.20	
1984	905.30	990.10	1049.60	1017.00	790.50	411.70	156.50	144.80	105.00	1113.20	1400.00	807.70	
1985	1263.40	1105.50	11360.50	1066.20	1169.70	000.40	852.00	375.90	862.40	1430.90	1432.90	1225.00	
1986	119.50	857.90	830.40	1054.30	094.20	525.40	260.50	404.40	509.60	731.10	672.30	572.70	
1987	675.70	630.30	714.00	603.10	703.30	432.30	118.40	190.00	319.40	707.50	856.50	691.10	
1988	051.70	763.20	775.00	690.70	509.00	301.60	107.00	106.70	217.40	576.00	750.00	490.30	
1989	002.10	610.00	065.30	796.40	1077.90								
TOTAL	10547.53	8963.17	20060.04	9009.50	8970.60	6196.31	4431.39	4455.01	4706.56	8905.95	10619.00	8702.61	106305.43
PROMEDIO	950.87	816.83	1024.44	891.77	816.24	619.63	443.14	445.50	470.66	890.60	1061.99	870.26	9671.00

**ANEXO V**

**DATOS MENSUALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
DE CADA PRESA.  
(MILLONES DE MW)**

### GENERACIÓN (MWh)

AÑO/MES	OVIACHIC/ A. Obregón Cuenca: Yaqui, Sonora.												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	3375	6122	12490	0900	0067	13242	13537	14035	1567	6151	9793	11709	
1980	12775	12254	11537	5154	5063	343	7066	7227	3061	6224	6070	10246	
1981	2650	5020	10934	4904	7405	9095	12174	10154	6765	5470	10131	12177	
1982	11042	11079	12001	5700	6043	7096	7073	10299	3064	2010	5390	2553	
1983	0730	0000	9911	9157	7967	13209	13905	7237	12032	1061	10474	13001	
1984	9683	13190	14095	11316	10495	13250	7623	6599	12466	4192	10175	10042	
1985	14097	14949	16340	15105	13264	14020	16529	16002	13969	5762	7050	9002	
1986	14515	14074	15001	14051	12003	10036	12051	12051	9320	0115	10623	0421	
1987	13251	14721	16411	13451	14266	15430	15706	15706	12354	5907	11770	9070	
1988	12310	11943	10949	7599	5030	0110	5407	5407	6355	10091	13600	6476	
1989	9267	12210	13107	9100	10003								
TOTAL	113329	125250	144472	101117	102176	106399	113711	105757	02653	55703	97590	95315	1243560
PROMEDIO	10302.64	11307.00	13133.02	9192.45	9200.73	10639.90	11371.10	10575.70	0265.30	5570.30	9759.00	9531.50	113050.91

AÑO/MES	EL MOVILLO/ P. E. Calles Cuenca: Yaqui, Sonora.												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	49246	02736	60019	40729	55051	75040	01261	63161	53145	41595	34220	26466	
1980	22447	12512	35154	30410	9029	61011	40349	37106	45515	9099	17135	50010	
1981	49510	20220	20574	35240	36206	71006	41092	69310	76969	71340	55006	26410	
1982	33425	36200	54492	21040	16269	30001	44120	40702	73349	24652	27050	10145	
1983	24575	10160	66046	04236	06643	04507	70257	52456	60065	65005	50931	43279	
1984	53099	32609	53911	42100	42710	40693	45401	62124	91276	65344	3500	64122	
1985	90221	92613	45010	30092	06763	61000	71103	90002	50441	27644	24040	0992	
1986	37154	32210	73301	37020	34142	28246	47222	04322	00709	00599	40750	50740	
1987	33304	56230	62291	46747	53540	47030	59402	33367	47504	45110	10333	23546	
1988	36542	22607	36949	45616	30191	49500	20009	60130	101071	70462	27600	19096	
1989	33110	29393	70564	35003	45606								
TOTAL	471553	443667	507211	449921	504246	566690	530104	593560	600724	510066	314629	347630	6000041
PROMEDIO	42060.45	40333.36	53302.02	40901.91	45040.55	56669.00	53010.40	59356.00	60072.40	51006.60	31462.90	34763.00	545461.91

Elaborado con base en datos de generación . CBWACK.

## GENERACIÓN (MWh)

**EL FUERTE/ Miguel Hidalgo**  
Comca: El Fuerte, Sinaloa.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1982	29670	33041	35716	27234	34049	28760	25096	27591	29117	9670	1221	28321	
1983	11136	10693	34007	37044	44622	43195	37070	31856	41302	42050	43120	44424	
1984	33474	29560	42609	31334	36340	26973	36419	44640	40063	30332	36330	44640	
1985	65683	42205	45010	30092	41647	34791	40032	44506	43200	35764	30082	34772	
1986	35776	30432	26664	29053	19010	0009	16276	23283	43260	40226	42983	36173	
1987	34697	34217	35243	32336	33669	26361	29960	27663	23600	20095	18226	21422	
1988	16010	11174	10520	6625	4282	1600	5933	24526	36612	30040	40077	32109	
1989	29911	32047	33924	34063	36699								
TOTAL	236357	232209	264635	278301	250230	169777	183394	224155	249042	224993	212065	233061	2701967
PROMEDIO	29544.63	29031.13	33081.08	27547.63	31279.75	24253.06	26199.14	32022.14	35577.43	32161.06	30409.29	33408.71	337745.88

**STA. OUSA/ Gral. N.H. Griéguez**  
Comca: Santiago, Jalisco.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	17205	14909	24073	21328	20700	17683	21833	41964	36892	12200	12304	13166	
1980	11573	12225	12176	9055	15000	21514	36136	43825	39226	20253	8736	5576	
1981	5069	5771	6234	7347	8534	9818	22641	47149	36569	12126	13060	13741	
1982	4428	4300	4518	4542	5314	5539	31727	33001	9909	3951	3797	3621	
1983	3817	3631	3773	4023	8756	11960	36396	47718	41829	14160	7696	7068	
1984	1112	3015	3550	3500	2644	10562	33216	47635	40073	11640	6166	6331	
1985	7144	6063	10905	7850	5500	10453	46234	47109	39025	17767	9213	7440	
1986	6052	5066	6070	10160	12237	23370	47060	47672	42926	35181	8093	6460	
1987	9027	6236	14405	12073	5056	9490	30974	46131	35297	21620	6757	7405	
1988	6320	7000	16294	13293	11232	8700	42719	46595	45677	12509	5411	8716	
1989	2962	17124	14134	4053	5105								
TOTAL	75709	86220	116220	90342	101136	137193	349736	449679	360403	161512	82221	79524	2105903
PROMEDIO	6082.64	7830.91	10565.45	8540.18	9194.18	13719.30	34973.60	44967.90	36040.30	16151.20	8222.10	7952.00	191045.73

Elaborado con base en datos de generación . CENACE.



**GENERACIÓN (MWh)**

**INFIERMILLO**  
Cuenca: Balsas, Guerrero.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	256112	136453	175310	327406	366504	172636	147450	105970	209397	230312	100012	171620
1980	202071	239006	270377	184773	182054	125799	207312	209161	513161	272360	219234	179363
1981	151040	190718	334769	219279	304530	253621	645141	711531	576958	533377	260367	237429
1982	235926	190355	348947	266303	265722	200432	180794	194509	95260	43007	37044	22557
1983	40626	76512	88701	107305	122200	162230	204695	354959	431045	111105	102493	76446
1984	176315	155331	202496	160312	367305	227709	490782	629067	450031	291005	183460	174505
1985	241044	230199	218714	165536	200364	240400	425735	590536	563190	164534	87042	50492
1986	113903	101630	106606	253259	327501	191720	417526	120553	92471	60676	47334	41597
1987	40719	77167	245662	144660	150503	111099	365701	415423	69777	0	0	36729
1988	90373	167506	205977	313945	313564	235762	204222	351995	429400	104290	74730	39013
1989	86779	153663	207179	369915	212227							
TOTAL	1732500	1806620	2564040	2592061	2993594	1961426	3305446	3603792	3435694	1099554	1201316	1030559
PROMEDIO	157500.73	164230.91	233160	235774.64	263054	196142.6	330544.6	360379.2	343569.4	109955.4	120131.6	103055.9

**LA VILLITA/ Jose' Na. Morelos**  
Cuenca: Balsas, Guerrero.

ANO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980	100740	92150	112025	70945	84723	63405	60622	100721	87531	150131	95237	79146
1981	55060	71530	126462	90225	97756	107235	107013	109100	177046	181571	96192	86231
1982	83776	74240	130900	105963	112046	112547	93331	86112	42040	21556	17090	1247
1983	17444	34174	37020	81379	61750	71260	92003	142975	159270	40521	40400	32266
1984	66670	59354	80130	61421	147100	102933	165205	194009	169766	102096	71731	64005
1985	89756	86607	85256	67247	119920	107912	172643	191534	183075	67649	30395	25021
1986	44414	67059	72527	92632	129677	119002	165909	57509	43006	36597	24726	24009
1987	25095	35917	99543	63766	69222	52334	151130	156143	105062	50592	12694	5162
1988	33544	52757	96515	1177190	122390	100972	111501	140179	159400	73236	31004	22695
1989	37355	60961	80490	141900	80006							
TOTAL	562662	634749	922404	1960604	1629470	830400	1201135	1266362	1128612	732769	420449	342242
PROMEDIO	56266.2	63474.9	92240.4	196060.4	162947.0	93165.3	133459.4	140706.9	125401.3	81010.0	47605.4	30026.9

Elaborado con base en datos de generación . CBRACE.

**GENERACIÓN (MWh)**

**CANACOL/ Carlos Ramirez Niloa**  
Cuenca: Balsas, Guerrero

AGO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1986						0	0	0	0	0	0	22023
1987	40727	13849	28559	33952	36763	118777	264426	1183552	118771	98313	43800	18200
1988	49480	25190	16495	17664	55584	66066	238900	286351	286351	42134	29100	18979
1989	13523	12864	20856	27848	48889							
<b>TOTAL</b>	<b>183730</b>	<b>51183</b>	<b>65910</b>	<b>78565</b>	<b>141156</b>	<b>176843</b>	<b>583326</b>	<b>1389903</b>	<b>325122</b>	<b>101647</b>	<b>72900</b>	<b>52282 3182367</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>36576.7</b>	<b>17834.3</b>	<b>21978.0</b>	<b>26188.3</b>	<b>47952.0</b>	<b>58947.7</b>	<b>167775.3</b>	<b>663301.0</b>	<b>108374.0</b>	<b>47149.0</b>	<b>24326.7</b>	<b>17427.3 775591.75</b>

**HAZATEPEC/ La Soledad**  
Cuenca: Apulco, Puebla.

AGO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1979	36974	24730	34539	31820	22496	50492	57346	112124	144658	76586	68074	35644
1980	39788	25180	38294	26984	36566	38886	33326	78146	83838	112340	61880	48160
1981	35266	32170	38298	31178	34616	98184	141922	88882	143314	199960	73114	48886
1982	44838	26180	42982	28630	58836	31487	53332	44890	75340	107878	55918	36514
1983	43314	23896	28485	27360	19528	18852	94644	66430	78390	79876	84432	41546
1984	42974	29886	28880	14888	45816	98788	126884	86276	143716	183358	53372	36336
1985	37672	28660	36972	25616	29762	48542	74178	81850	94638	183358	43697	41832
1986	37584	29656	32798	17886	34978	88822	68854	38576	45638	78865	82678	48434
1987	29966	21832	24888	18266	28649	41438	52328	97828	76788	69852	35234	26278
1988	26878	28148	22382	36838	28844	65798	65414	78572	188848	56766	45856	33618
1989	29756	28898	29118	24166	21242							
<b>TOTAL</b>	<b>483242</b>	<b>289488</b>	<b>357468</b>	<b>282628</b>	<b>337517</b>	<b>554233</b>	<b>768438</b>	<b>747776</b>	<b>987864</b>	<b>928839</b>	<b>682578</b>	<b>381232 6639688</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>36658.4</b>	<b>26317.1</b>	<b>32496.4</b>	<b>25683.5</b>	<b>38683.4</b>	<b>55423.3</b>	<b>76843.8</b>	<b>74777.6</b>	<b>98786.4</b>	<b>92883.9</b>	<b>68257.9</b>	<b>38123.2 6639688</b>

### GENERACIÓN (MWh)

#### REALMSO/ Betzabalcoyotl Comarca: Grijalva, Chiapas.

AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	266312	274546	318545	234755	234885	207367	252186	241299	218699	303884	283115	282786	
1980	264116	407971	429254	421748	434886	383158	84833	120451	83097	61166	74093	74775	
1981	122070	125248	181161	217857	323519	323143	585252	439897	339563	129584	197412	232219	
1982	223938	279221	268340	452159	521481	381297	291796	313784	227362	281145	234989	245858	
1983	257834	258982	251919	372656	419884	379371	214857	185888	426938	257842	79662	183552	
1984	349877	278952	288819	331952	487449	421335	389589	361717	378981	184948	58164	283815	
1985	354721	484651	458428	455883	414887	293766	315139	479788	294878	138661	156845	169261	
1986	388384	269381	268127	482634	367386	332661	248114	338815	271624	98144	68776	47798	
1987	29926	71988	158453	241852	338175	321842	224416	245889	116271	188272	189673	113256	
1988	282498	244994	264988	229429	458235	211386	188743	213967	486564	168636	223581	248869	
1989	245866	284822	248162	333889	425886								
TOTAL	2785563	2811887	3115188	3782424	4417533	3174438	2714165	2948288	2755859	1647882	1478238	1881573	33423751
PROMEDIO	243868.3	255626.1	283191.6	343856.7	401583.9	317443.8	271416.5	294828.9	275585.9	164788.2	147823.8	188157.3	3038522.8

#### CHICOMSEN/ Manuel H. Torres Comarca: Grijalva, Chiapas.

AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1980													
1981	438726	488188	387896	543488	488727	377611	288142	379958	422577	448895	617312	783638	
1982	885517	544158	647232	442518	486272	548298	599261	688448	63524	678817	514716	7181	
1983	453382	497847	497258	578878	488768	266262	397827	318876	427888	527888	588177	467967	
1984	478851	476381	587365	477887	488885	342643	222982	272787	488897	587855	676642	438227	
1985	578518	548875	639548	465162	558845	493379	584352	482262	426784	713865	678793	617184	
1986	553258	398328	415591	477955	441545	325897	253882	333668	357884	498887	338438	276197	
1987	324878	281855	329545	312128	313448	253872	158545	148268	274884	354359	416689	333295	
1988	388968	357244	357764	321468	288823	212611	227833	252482	388542	387277	388619	256529	
1989	383398	298632	397835	388243	588889								
TOTAL	4384774	3885822	4178218	3982215	3945334	2822565	2649385	2874319	3826191	4517956	4588384	3588388	44223643
PROMEDIO	478388.2	422889.1	464357.6	444246.1	438583.8	352828.6	294367.2	319368.8	336243.4	581995.1	518931.6	388931.1	4422364.3

## GENERACIÓN (MWh)

AÑO/MES	TEMSCAL/ Riquel Alemán Cuenca: Papaloapan, Oaxaca.												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	77848	81283	91991	83276	79980	67674	70295	83096	85141	91986	78357	78235	
1980	77727	62976	69686	49699	51751	42460	54148	47468	35132	88668	729226	72785	
1981	78370	81885	92513	83798	88582	68196	78817	84768	88820	92899	81885	78848	
1982	95282	88670	81138	78824	72713	83637	73387	58581	88871	88897	42811	45742	
1983	43828	38955	68754	83491	76978	41154	48184	75125	58882	47288	47263	51444	
1984	57884	57548	71485	63442	83364	77888	98766	181336	185817	113549	184918	182388	
1985	181128	78721	78631	83618	75395	68882	78769	57944	49735	69935	77945	77591	
1986	72784	68768	73881	68286	76812	68328	86813	66888	64413	74471	73881	72159	
1987	71618	55188	62688	75188	79599	68387	71958	77627	77873	78687	45542	37883	
1988	32483	38679	41386	51311	74823	71314	73488	78747	98787	64226	57738	78888	
1989	95885	88763	86384	77366	75882								
TOTAL	884469	782276	818381	791259	831111	658888	718539	731592	687871	746487	1338878	693885	9514588
PROMEDIO	73133.3	63843.3	73663.7	71832.6	75555.5	65888.8	71853.9	73159.2	68787.1	74648.7	133887.8	69388.5	861962.55

AÑO/MES	PEBITAS Cuenca: Grijalva, Chiapas.												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1986							0	0	0	0	0	0	
1987	32462	11813	57766	61387	69786	116878	126428	128816	98153	85688	75196	62885	
1988	118318	125883	116548	97128	167388	181538	87134	124249	178272	138866	111573	124682	
1989	185393	188278	98727	128888	168448								
TOTAL	256165	237186	273881	288555	485544	218888	213954	252265	276425	218746	186769	186887	3812717
PROMEDIO	85388.3	79055.3	91813.7	95518.3	135181.3	188288.8	71318.8	88888.3	92141.7	73248.7	62256.3	18688.7	753179.25

**GENERACIÓN (MWh)**

**AGOSTINA/ Belisario Domínguez**  
Cuenca: Grijalva, Chiapas.

AAA/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1979	256920	129722	157440	134002	97117	153541	231026	234241	207139	335070	299745	222007	
1980	271706	56025	104120	96409	70906	93421	47032	22750	49513	153440	105206	105630	
1981	294409	191017	174527	244326	191462	110507	7440	55107	71522	420219	319002	370600	
1982	360033	275051	329070	213273	233460	210924	247900	261072	235000	160070	243702	100744	
1983	232770	244970	231511	201106	212262	167233	73403	935665	23305	247300	296733	224000	
1984	230176	232291	230122	223940	109466	00955	35794	36370	20940	294427	300779	231730	
1985	326667	302124	342273	250560	200603	213336	201507	90567	164675	364244	359907	302527	
1986	269016	204300	195059	240599	179004	116503	56003	111302	129305	173330	150490	133626	
1987	156420	145599	150043	151333	150136	91270	25500	43370	74909	170502	204200	162003	
1988	197169	173166	171072	149444	116076	63320	23027	24006	54543	100359	195473	125953	
1989	294026	156444	216476	196520	261620								
TOTAL	2714200	2110725	2321321	2109600	1902000	1322026	954790	1015277	1037679	2475405	2622377	2100106	23574500
PROMEDIO	246753.5	191004.1	211029.2	190055.3	172990.0	132202.6	95479.0	101527.7	103767.9	247540.5	262237.7	210010.6	23574500

**BIBLIOGRAFÍA.**

- 1.- ACOSTA RODRIGUEZ, Julio.(1990) *Costo Nacional de la Falta de Coordinación en las etapas de planeación de los aprovechamientos hidráulicos*. Zacatecas, México: Subgerencia de Anteproyectos CFE. 11o Congreso Nacional de Hidráulica. Tomo 1. Asociación Mexicana de Hidráulica.
- 2.-AGUILAR AMILPA, F. (1976) *Inventario Nacional de Aprovechamientos Hidroeléctricos*. México: SRH Boletín # 7.
- 3.- BALAN CHANDRAN, D.(1988) *Energy Statistics*. Vol 1. Detroit, Mich: Natural Guide World Information, Gale Research Co.
- 4.- BASSOLS BATALLA, A.(1984) *Geografía Económica de México*. México: Trillas.
- 5.- BASSOLS BATALLA, A. (1982). *Los Recursos Naturales de México*. México: Era.
- 6.- BASSOLS BATALLA, A.(1983). *México, Formación de Regiones Económicas. Influencias, factores y sistemas*. México: UNAM.
- 7.- BATAILLON, Claude.(1986). *Las regiones geográficas en México*. México: UNAM.
- 8.- BETHENONT, Jaques.(1987). *Geografía de la utilización de las aguas continentales*. Barcelona: Oikos-Tau.
- 9.- BLACKWELL, Basil.(1984). *The resourceful earth. A response to global 2000*. New York: J.L. Simons.
- 10.- BROWN, Norman.(1978). *Recursos energéticos renovables y aplicaciones rurales en el mundo en vías de desarrollo*. México: El Cid Editor.
- 11.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1977). *Evolución del sector eléctrico en México. 40 Aniversario*. México: CFE.

- 12.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1977). *Centrales Generadoras, subestaciones, lineas de transmisión.* México: CFE.
- 13.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1985). *Desarrollo del mercado eléctrico 1980-1994.* México: CFE.
- 14.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1987). *Informe de operación 1987.* México: CFE.
- 15.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1987). *50 Aniversario 1937-1987.* México: CFE.
- 16.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1988). *Resultado de la explotación 1986-1987.* México: CFE
- 17.- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.(1990). *Carpetas de funcionamiento de las plantas hidroeléctricas. Datos hidrológicos y de generación.* México: CENACE.
- 18.- COMISION NACIONAL DEL AGUA.(1990). *Diagnóstico ambiental de infraestructura hidroagrícola. Canal Fuerte-Mayo.* México: Subdirección General de Administración de Agua. Gerencia de Calidad de Agua.
- 19.- COMISION NACIONAL DEL AGUA.(1990). *Agua y Sociedad.* México: CNA.
- 20.- COMISION NACIONAL DEL AGUA.( s.f.). *Inventario Nacional de Malezas Acuáticas y su distribución. (s.l.) Departamento de Control y Aprovechamiento de Malezas Acuáticas. Subdirección de Investigación y Entrenamiento.*
- 21.- DICKINSON, G. (1981). *Statistical mapping and the presentation of statistics.* London: Edward Arnold publishers.
- 22.- DOLLFUS, Olivier.(1987). *El espacio geográfico.* Barcelona: Oikos-Tau.
- 23.- GEORGE, Pierre.(1979). *Los metodos de la geografía.* Barcelona: Oikos-Tau.

- 24.- GEORGE, Pierre.(1982). *Geografía Económica*. Barcelona: Ariel.
- 25.- GEORGE, Pierre.(1979). *Geografía y medio ambiente. Población y economía*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- 26.- GOMEZ ESCOBAR, Ma del Consuelo. (1967). *Industria Eléctrica. Generación y suministro*. México: Tesis de licenciatura. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras UNAM.
- 27.- GONZALEZ, Silvia.(1982). *Impacto ambiental. Guías para la preparación de manifestaciones de Impacto Ambiental*. México: Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 28.-HALACY, D.(1977). *Earth, water, wind and sun, our energy alternatives*. New York: Harper & Row publishers.
- 29.-HARNET, M.(1987). *Introducción al análisis estadístico*. México: Addison-Wesley Interamericana.
- 30.- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS.(1982). *Reseña Anual*. Boletín Vol. 12. México: I.I.E.
- 31.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.(1985). *El Sector Eléctrico en México*. México: Secretaría de Programación y Presupuesto.
- 32.- JOSEPH, L. (1974). *Ingeniería de los recursos hidráulicos*. México: CECSA.
- 33.- LEACH, Chris.(1982). *Fundamentos de estadística*. México: Limusa.
- 34.- LINSLEY, et al.(1975). *Hidrología para ingenieros*. España: McGraw Hill.
- 35.- LOFTNESS, Robert. (1978). *Energy Handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.



- 36.- LOPEZ BLANCO, Jorge.(1988). " La cuenca hidrográfica como unidad espacial para el manejo integral de los recursos naturales. (Ideas para el establecimiento de una metodología)" en *Geografía y Desarrollo*. México: Revista del Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados A.C. Año I, # 2.
- 37.- MADREY RASCON, Laura E.(1977). *El agua de escurrimiento en la República Mexicana*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- 38.- MADREY RASCON, Laura E.(1982). *Geografía de la Atmósfera*. México: UNAM.
- 39.- MANS TEIXIDO, Claudio.(1981). *El agua, cultura y vida*. Barcelona: Salvat .
- 40.- MEDINA GANDARA, José y SANCHEZ SILVA, R.(1977). *Impacto Ambiental de las Obras Hidráulicas*. México: Documentación de la Comisión del Plan Hidráulico # 17.
- 41.- NICHOLS, Alan.(1991). "Western water development in transition" en *Water Environment of Technology*. Washington, USA.
- 42.- NATUSCH, David.(1980). "Environmental analysis" en *Environmental Science*. McGraw Hill Encyclopaedia. New York: McGraw Hill.
- 43.- ODEL, Rice.(1980). *Environmental Awakening: The new revolution to protect earth*. Cambridge: Balinger Publishers Co.
- 44.- PLATT, Rutherford.(1971). *Water, the wonder of life*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- 45.- RODRIGUEZ GARCIA, Claudia y ZUBIGA MONTALVO, M.(1990). *Cambio en la estructura económica de la población reubicada por la construcción de la presa Presidente Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro)*. Tesis de Licenciatura. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. México: UNAM.

- 46.- SCOTT, Robinson, (compilador). (s.f.). *Los reacomodos de la población a raíz de obras hidroeléctricas e hidráulicas*. Iztapalapa, D.F.: Alteridades. Universidad Autónoma Metropolitana.
- 47.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulico. (1975). *Plan Nacional Hidráulico 1975 (2a parte)*. México: SARH.
- 48.- Secretaría de Programación y Presupuesto. (1984). *X Censo General de Población y Vivienda 1980*. México: SPP
- 49.- STERN, Claudio. (1972). *Las regiones de México y sus niveles de desarrollo*. México: El Colegio de México.
- 50.- TAMAYO, Jorge. (1962). *Geografía General de México*. Vol III. México: Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas.
- 51.- TAMAYO, Jorge. (1971). *El aprovechamiento del agua en México y su abastecimiento futuro*. Boletín de divulgación # 3. México: Sociedad Mexicana de Historia Natural.
- 52.- THEVENIN, J. (s.f.). *Las grandes presas frente a la defensa de los sitios y la ecología*. (sin otros datos).
- 53.- TRICART, Jean y KILLIAN, J. (1982). *La ecogeografía y la ordenación del medio natural*. Elementos Críticos # 22. Barcelona: Anagrama.
- 54.- TILLMAN LYLE, John. (1985). *Design for Human Ecosystem Landscape, Land Use and Natural Resources*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.
- 55.- UNIKEL, Luis. (1978). *El desarrollo urbano de México*. México: El Colegio de México.
- 56.- UNIKEL, L. (1975). *Desarrollo urbano y regional en América Latina. Problemas y políticas*. México: Fondo de Cultura Económica.

57.- UNITED STATES, DEPARTMENT OF THE INTERIOR. (1977). *Design of small dams. A water resources technical publication.* Washington D.C.: USA Government.

58.- VIDAL LOPEZ, J.(1987). *El impacto ambiental en obras de infraestructura hidráulica y rural.* Veracruz: Asociación contra la contaminación del agua y del aire. Congreso Nacional de Desarrollo y Medio Ambiente. Perspectivas al año 2000.

59.- VILLAMAR LOPEZ, Francisco.(1982). *Preparación de Manifiesto de Impacto Ambiental.* México: Facultad de Ingeniería. UNAM.

60.- VIVO, Jorge.(s.f.). *La conquista de nuestro suelo.* México: UNAM.

61.- WORLD ENERGY CONFERENCE.(1982) *Survey of Energy Resources,* U.S.A.: National Comitee of the World Energy Conference

62.- ZIMMERMAN.(1979). *Recursos e industrias del Mundo.* México: Fondo de Cultura Económica.

#### CARTOGRAFÍA BÁSICA.

1. COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD. (1987). *Sistema Eléctrico Nacional.* México: Departamento de Ingeniería Civil, CFE

2.- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA.(1982) *Cartas temáticas.* Escalas 1: 1000000, 1: 250000. México: Secretaría de Programación y Presupuesto

3.- ORTIZ Alvarez, Ma. Inés et al. (1989). *Distribución de la Población Rural y Urbana.* Carta III.1.2 Instituto de Geografía, México: UNAM.

4.- SANCHEZ Aguilar, Ma Teresa, et al.(1991).*Infraestructura Eléctrica* .Carta VI.6.1 Instituto de Geografía, México: UNAM.

5.- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS.(1978). *Atlas del Agua.* México: Secretría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

- 6.- SECRETARIA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO.(1975). *Atlas Nacional del Medio Físico*. México: Secretaría de Programación y Presupuesto.
- 7.- VIDAL-ZEPEDA, Rosalía.(1989). *Precipitación*. Carta IV.4.6. Instituto de Geografía, México: UNAM.

**FUENTES HEMEROGRÁFICAS**

LOMAS, Emilio. "CPE: Energía solar-eléctrica, opción limpia y económica", en *La Jornada*, 2 de septiembre, 1994, p. 60

FRIAS Alcaraz, Manuel. "Agua y Energía, Prioridad en México. Pacífico Sur Alternativa para Descentralizar", serie de cinco artículos publicados en *Excelsior*, del 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de julio, 1995, Primera Sección p.4-

A



ESCUELA DE CIENCIAS Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA