



6  
2ej  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CUENCA  
LERMA-CHAPALA EN FUNCIÓN DEL USO  
Y REUSO DEL AGUA

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERÍA CIVIL  
QUE PRESENTA:  
JUAN JESÚS CARRILLO MONDRAGÓN

MARZO DE 1992.

TESIS CON  
FALLA EN LA CUBIERTA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1
<u>CAPITULO I Descripción de la cuenca Lerma-Chapala.</u>	4
a).-Aspectos físicos.	5
b).-Aspectos sociales.	17
<u>CAPITULO II Factores que determinan la extracción del agua en la cuenca Lerma-Chapala.</u>	21
a).-Inventario de recursos hidrológicos.	23
b).-Legislación relativa al uso del agua.	30
c).-Demanda urbana del agua.	36
d).-Demanda rural del agua.	37
<u>CAPITULO III Consecuencias de la descarga de aguas servidas en la cuenca Lerma-Chapala.</u>	41
a).-Calidad del agua servida.	43
b).-Legislación relativa a la descarga de aguas.	48
c).-Repercusiones en el ecosistema.	53
<u>CAPITULO IV Propuestas para el mejoramiento del uso del agua en la cuenca Lerma-Chapala.</u>	62
a).- Costo real del agua.	64
b).-Política de operación del uso del agua.	69
c).-Reciclaje del agua.	77
d).-Ajustes a la legislación.	83
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</u>	89
GLOSARIO	94
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

No hay nada como el  
placer que da el empezar  
a disfrutar lo que uno ha  
hecho.

Juan J. Carrillo M.

## INTRODUCCION

En la realización de mi servicio social en la ENEP Acatlán dentro del programa "Investigación de la Problemática Urbano-Municipal", me pude percatar de la gran problemática que representa el impacto ambiental en México, a causa del uso excesivo del agua a nivel regional.

De las diferentes zonas que componen el territorio mexicano, atrajo mi atención la cuenca de Lerma-Chapala-Santiago porque además de ser la segunda más grande del país y contar con una población considerable, me inquieto el hecho de que dejara de ser el granero de México, debido al cambio de uso del suelo que está generando su desarrollo que provoca una sobreexplotación de los recursos hidráulicos y ahora con miras al Tratado de Libre Comercio, sino se canaliza adecuadamente esta acción puede acelerar el deterioro de la cuenca.

Como era de esperarse, el tema resulto en un principio tan grande y variado como la cuenca misma, pero gracias al seminario de tesis que cursé dentro de la carrera de Ingeniería, denominado Problemas Urbano-Municipales, pude plantear un panorama adecuado el cual me permitio tocar los puntos de mayor interés de una forma más general y limitar mi estudio exclusivamente a la parte denominada Lerma-Chapala.

Los lugares que empecé a visitar para obtener información, fueron la Sedue (hoy SEDESOL), el Instituto de Geografía y la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.). En ésta última me informaron de la existencia de una Gerencia Regional del Lerma-Chapala.

localizada en la ciudad de Querétaro, que tiene la función de recabar toda la información de esa zona, relacionada con mi tema.

No me fue posible tener acceso a dicha información, por lo cual tuve que recopilar por cuenta propia la información, atrazada y confusa, de cada uno de los estados que comprendía la cuenca y tratar de homogenizarla.

Cuando ya tenía bastante información procesada, tuve la oportunidad de participar en el "Primer Congreso de Estudiantes de Ingeniería", celebrado en el Colegio de Ingenieros Civiles de México en noviembre de 1991, con una ponencia denominada "Distribución del Agua en el Bajío". Esto me permitió modificar algunos criterios en cuanto a la concepción original de este trabajo, como el de usar lo más posible tablas, gráficas y láminas, para hacer más breve y comprensible su lectura.

En cuanto a la legislación relativa al agua, utilicé la "Ley Federal de Aguas" publicada en 1972, que durante la realización de este trabajo y hasta diciembre de 1992 estuvo vigente. A partir de esta fecha se publicó la nueva "Ley de aguas nacionales" en la cual deroga a la anterior. Esta nueva ley junto con la "Ley federal de derechos en materia de agua" integran algunas de las políticas de operación para el uso del agua propuestas en este trabajo.

Los problemas técnicos por los cuales pasé fueron los relacionados a la computación, debido a que los cursos que se imparten dentro de la carrera no son del todo suficientes como

para realizar una tesis. Es por esto que me vi en la necesidad de cursar, por cuenta propia, la paquetería de Word Star, Lotus 123 y Harvard Grafic, en este mismo orden ya que así lo fui requiriendo durante el desarrollo de este trabajo.

Este trabajo en general, tiene la finalidad de proponer alternativas que permitan una interacción entre el hombre y el medio sin que se ponga en riesgo ni se atente contra la integridad de cada uno.

"Tlaltipec toquichtintiz."\*

Proverbio Nahuatl.

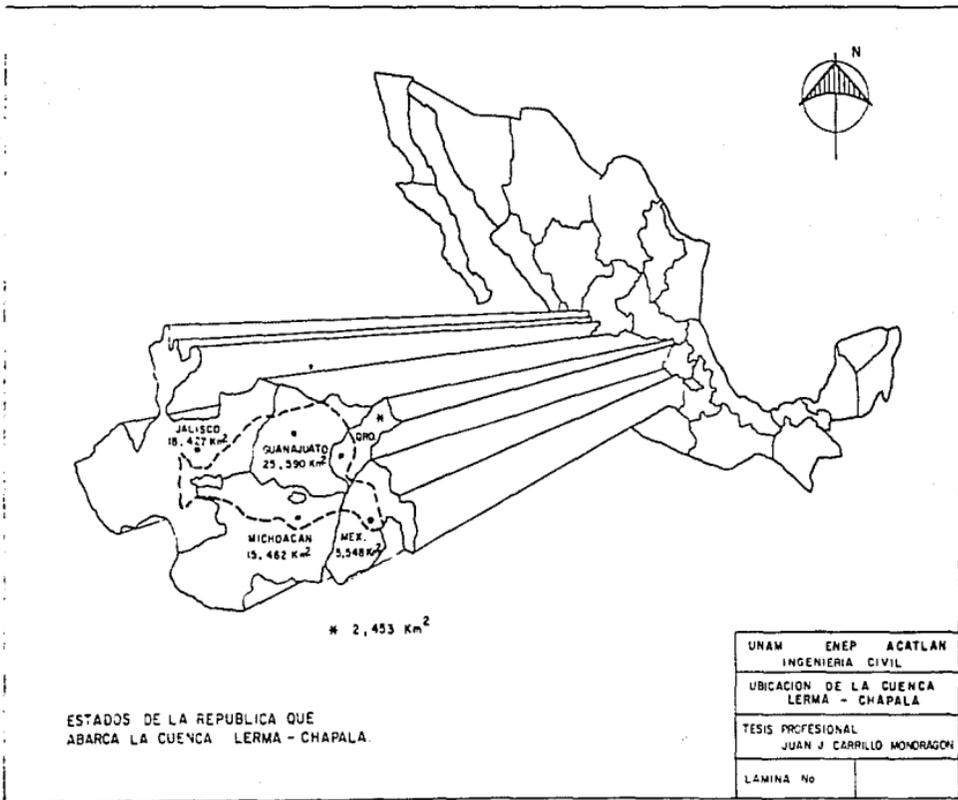
## CAPITULO I

### Descripción de la cuenca Lerma-Chapala.

#### Objetivo:

Conocer los factores físicos y sociales de la cuenca Lerma-Chapala que determinan el consumo del agua.

\* "La tierra será como sean sus hombres."



## ASPECTOS FISICOS

### Ubicación.

La cuenca Lerma-Chapala se ubica en el centro del país, ésta cuenca se aprecia como una de las más importantes de la nación. Tiene una extensión de 85,027 km<sup>2</sup>, comparable con la de Portugal; abarca amplias porciones de los estados de México, norte de Michoacán, sureste de Querétaro, sur de Guanajuato, este, centro y norte de Jalisco.

En esta cuenca se encuentra una de las regiones más pobladas y también algunas de las ciudades más notables de país. Su importancia radica en que se extiende en áreas en las que se advierte la presencia de un gran centro demográfico, una intensa actividad agrícola y un considerable desarrollo industrial.



## Hidrología.

En el Estado de México la cuenca del Lerma-Chapala ocupa una superficie de 5,548 km<sup>2</sup>, 27% del área estatal. El río Lerma, nacía en los manantiales que alimentaban a la laguna de Almoloya del Río. Esta laguna era la más alta de tres que, en escalones sucesivos, descendía hacia el norte para encausar sus aguas al río Lerma. Las otras dos lagunas eran la de Lerma de Villada y la de San Bartolo. Constituían las tres una zona lacustre en avanzado proceso de senectud natural, las lagunas medían 29 km de longitud y el actual poblado de San Pedro Tultepec era una isla.

Las principales corrientes dentro de la región son: Oztolotepec, Tejalapa, La Gavia, Sila, Jalatepec, Mayorazgo, Verdiguél y Tlalpujahua.

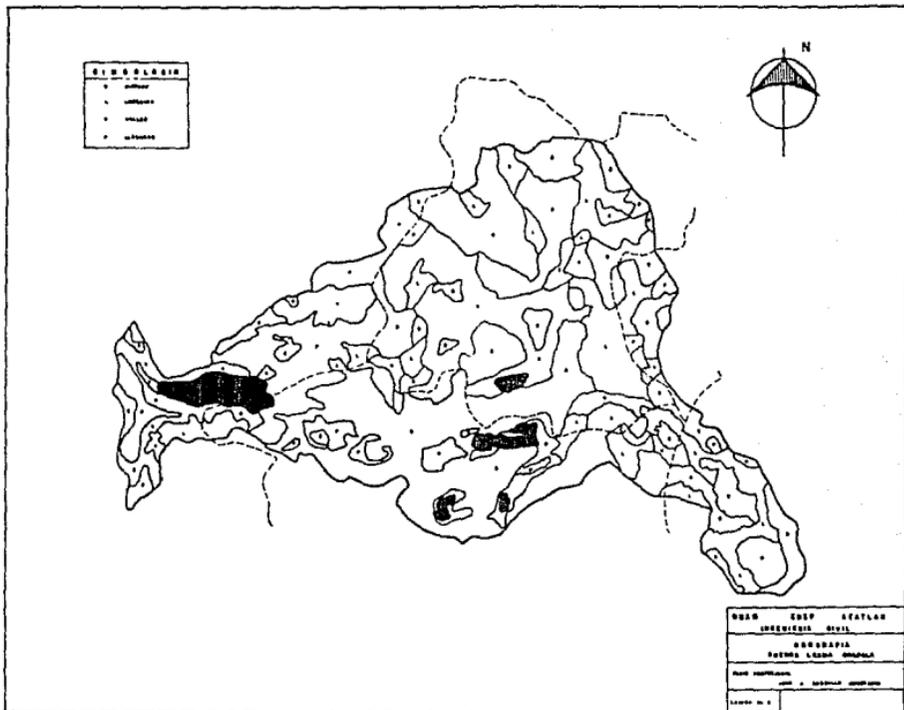
En el Estado de Querétaro, la cuenca abarca una área de 2,453 km<sup>2</sup>, 21% del área estatal. El río Lerma sirve de límite austral entre Michoacán y Querétaro. Las corrientes principales son: río Querétaro y el Pueblito.

En el Estado de Guanajuato, la región hidrológica abarca una área de 25,590 km<sup>2</sup>. Esta región es la más importante no sólo por representar el 83% de la superficie estatal, sino por incluir el 98% de su población y prácticamente el total de la industria existente. El río Lerma es la principal corriente de esta entidad y constituye, su tercio final, el límite austral de ésta entidad con Michoacán. Sus principales ríos son: Coroneo, Lajas, Apaceo,

Temascalio, Guanajuato, Silao, Turbio, Ocotes y Los Gómez.

En Michoacán la región hidrológica # 12, Lerma-Chapala, tiene una extensión de 15,462 km<sup>2</sup>, 25% de la extensión estatal. Su importancia radica en que es la zona de mayor rendimiento agrícola del país donde se localiza el mayor número de cuerpos de agua, tanto naturales como artificiales. Los principales ríos son el Lerma y el Duero, los cuales drenan el norte del estado hasta desembocar al lago de Chapala, las corrientes secundarias presentan un drenaje que converge hacia pequeñas cuencas endorreicas debido al origen reciente del terreno y a su carácter volcánico. Estas pequeñas cuencas forman los siguientes lagos: de Cuitzeo, que se une al río Lerma por medio de un sistema de canales alimentadores que comunican al lago de Cuitzeo con el de Yuriría y a éste con el río Lerma en el Estado de Guanajuato, se alimenta de los ríos Morelia o Grande y por el Queréndaro; de Patzcuaro, que es una cuenca cerrada con una superficie de 1,525 km<sup>2</sup>, sus aportaciones son: San Gregorio y Chapultepec.

En el Estado de Jalisco la región # 12 esta dividida en varias cuencas de las cuales sólo consideraré para mi estudio las siguientes: Lerma-Salamanca, Lerma-Chapala y Santiago-Guadalajara. Todas ellas drenan una superficie de 18,427 km<sup>2</sup>, 23% del estatal. Los ríos principales que se encuentran en esta zona son: Los Castillos, La Patifia, Pedrito, Huascato, Tule. De los Morales y Atoyac.



## Orografía.

En el Estado de México la cuenca del Lerma esta limitado al este y al sur por una sierra volcanica escarpada de rocas extrusivas básicas. Al norte y al oeste los límites son igual de abruptos. Al suroeste, la cuenca esta limitada por andesita lávica y por los depósitos de nube ardiente del Zinantecatli. Es prácticamente plana y sólo se ve interrumpida por las cimas de pequeños cerros de rocas volcánicas. Los remanentes lacustres actuales se encuentran en la zona de Lerma de Villada, San Pedro Tultepec, Almoloya del Río y Mexicalcingo, con aguas que alcanzan 2 ó 3 metros de profundidad. Estas lagunas son alimentadas por 50 manantiales que surgen al pie de las sierras volcánicas.

En el Estado de Querétaro la cuenca encierra a dos provincias fisiográficas que son: el eje Neovolcánico y la Mesa del Centro. Los munitipios de Amealco, Colón, Huimilpan y parte de Corregidora estan formados por rocas sedimentarias.

El Estado de Guanajuato esta compuesto por sierras, valles, lomerios, mesetas y llanuras formadas por rocas de origen volcánico, metamórfico, sedimentario y aluvial, conforman un paisaje accidentado, diverso y rico en el que se presenta un complejo mosaico de climas, suelos y vegetación local.

En el Estado de Michoacán la depresión del río Lerma esta limitada en su parte meridional por el sistema volcánico

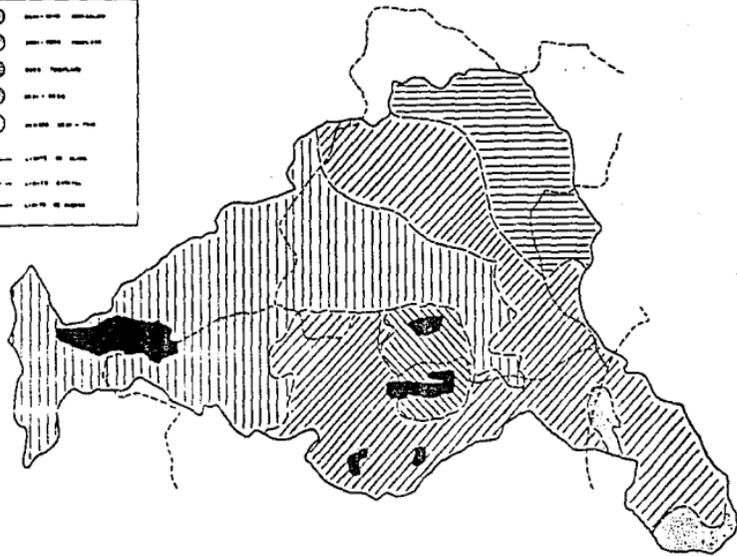
transversal, constituyendo una región alta generalmente plana, inclinada al noroeste. La región de la altiplanicie presenta una longitud media de 20 km y se extiende una superficie de 4,087 km<sup>2</sup>, es aquí donde el río corre de este a oeste de la entidad.

En el Estado de Jalisco las principales estructuras geológicas son: aparatos volcánicos, coladas lávicas, fracturas y fallas normales, que han dado origen a los amplios valles y fosas tectónicas como la laguna de Chapala. La cuenca de Lerma-Chapala, dentro de este estado, se ubica en la provincia del eje neovolcánico limitada al sur por la Sierra Madre del sur. en esta provincia destacan dos aspectos importantes de la geología económica: la minería y la geotermia.

#### **Climas.**

En el Estado de México el clima que domina dentro de la cuenca es el templado, este es un subgrupo mesotérmico, es decir, estable en cuanto a temperatura. El régimen térmico medio anual oscila entre 12 y 18°C. Se encuentra asociado a comunidades vegetativas tales como bosques de pino, de encino, mixtos y pastizales. Es el más húmedo de los templados con lluvias en verano y con porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm. La precipitación media anual es mayor de 800 mm. La máxima incidencia de lluvias se presenta en Julio, con un valor que fluctua entre 150 y 160 mm. La sequía se registra en los meses de Diciembre y Febrero, con un valor menor de 10 mm. El mes más

SINBOLOGIA	
	TERRENO DE MONTAÑA
	TERRENO DE LLANO
	TERRENO DE SIERRA
	TERRENO DE VALLE
	TERRENO DE AGUA
	LÍNEA DE AGUA
	LÍNEA DE CAMINO
	LÍNEA DE BARRIO



ORAN	ORAN	AGUAY
INDEPENDENCIA CIVIL		
SINBOLOGIA		
ORAN Y AGUAY		
ORAN	AGUAY	AGUAY
ORAN	AGUAY	AGUAY

Cálido es Mayo con una temperatura de 15 °C y el mes más frío es enero con temperatura de 11°C.

En el Estado de Querétaro, en la parte sur los climas son templados, estos concentran mayor humedad, y en la región centro, los climas dominantes son semisecos. En los climas templados, las zonas son amplias levemente onduladas e interrumpidas por una serie de montañas cuya altitud es mayor a los 2,000 m, son climas estables con régimen térmico anual de 12 a 18 °C. Sus precipitaciones más abundantes son en verano, el mes más lluvioso es Julio, con 167 mm, y el más seco Febrero con 10 mm.

En Guanajuato se distinguen tres tipos de climas y son el semicálido, semiseco y templado. El semicálido es el más cálido de los tres, sus rangos de temperatura oscilan entre los 18 y 20°C y se encuentra asociado con vegetación de matorrales subtropicales, chaparral y pastos, no es restrictivo en cuanto a humedad pero sí presenta periodos de sequía y ocupa la mayor parte de la cuenca. El semiseco se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación, se asocia a comunidades vegetativas de tipo matorral desértico y craslide, se localiza en la parte norte de la cuenca ocupando un pequeño porcentaje; y el templado es un clima intermedio en cuanto a temperatura. Los tipos vegetativos que comunmente se desarrollan en él son: el bosque de encino, de encino pino, de pino, chaparral y pastos, cubre solo algunas partes de la cuenca distribuido de manera heterogénea.

Dada la posición geográfica de Michoacán y su conformación orográfica, se presenta una gran diversidad de subtipos climáticos. El clima dominante es el templado, que es estable en cuanto a temperatura y sostiene comunidades vegetativas de encino, pino bosques mixtos y pastizales, su precipitación media anual va de los 800 a los 1,000 mm y su temperatura media anual oscila entre los 18 y 18°C.

En el Estado de Jalisco, dentro de los templados, el subgrupo que domina es el clima semicálido cuya temperatura media anual es mayor de 18°C y bajo su influencia se desarrollan comunidades vegetales como matorral, subtropical, pastizales, selva baja y bosque de tescate. Su precipitación media anual va de los 900 a los 1,000 mm.

#### **Núcleos Urbanos.**

En el Estado de México, el valle de Toluca tiene una concentración urbana importante integrada por 13 municipios, con una población de 1,172,577 personas que representan el 9.9 % del total estatal y cuyo centro principal de actividades es la capital del estado.

En Querétaro, capital estatal, se concentra gran parte de la industria del estado pues cuenta con infraestructura necesaria para su óptimo desarrollo. El área que abarca es la manufactura de productos alimenticios. Querétaro está logrando una rápida industrialización debido a su cercanía con el D.F., a su

TABLE # 1.1

CRECIMIENTO DE LAS PRINCIPALES UBES  
DE LA CUENCA LEONA-CHAPALA

Localidades de mas de 10,000 hab.					
ESTADOS	1900	1940	1960	1970	1980
MEXICO	Toluca	Toluca	Toluca	Toluca	Toluca Metepc Zinacantan
QUERETARO	Queretaro	Queretaro	Queretaro	Queretaro	Queretaro
GUANAJUATO	Celaya Guanajuato Irapuato Silao	Celaya Guanajuato Irapuato Silao Acámbaro	Celaya Guanajuato Irapuato Silao Acámbaro Moroleón Salamanca S.Fco.del Rincón Valle de Santiago Tlalca	Celaya Guanajuato Irapuato Silao Acámbaro Moroleón Salamanca S.Fco.del Rincón Valle de Santiago Tlalca Allende Cortazar Dolores M. Salvatierra Sta. Cruz	Celaya Guanajuato Irapuato Silao Acámbaro Moroleón Salamanca S.Fco.del Rincón Valle de Santiago Tlalca Allende Cortazar Dolores M. Salvatierra Sta. Cruz Panjano S.Luis de la Paz Uruapan
MICHOCAN	Morelia	Morelia Izora	Morelia Izora Apaxtzingón Cd. Hidalgo La Piedad Sanjuan Ixcapu	Morelia Izora Apaxtzingón Cd. Hidalgo La Piedad Sanjuan Ixcapu Ixcapu Jiquilpan Pátzcuaro Isticuaru	Morelia Izora Cd. Hidalgo La Piedad Sanjuan Ixcapu Ixcapu Jiquilpan Pátzcuaro Isticuaru Pátzcuaro
JALISCO	Cd. Guzmán Lagos de Moreno	Cd. Guzmán Lagos de Moreno	Cd. Guzmán Lagos de Moreno Arandas La Barca Ucattlán Tonatico	Cd. Guzmán Lagos de Moreno Arandas La Barca Ucattlán Tonatico	Cd. Guzmán Lagos de Moreno Arandas La Barca Ucattlán Tonatico Tonatico Tonatico

Fuente: Estadísticas Históricas de México, 1985.

excelente comunicaci3n, a la disposici3n de energ3ticos y agua y por ser el paso obligado entre la frontera norte, la zona portuaria del Pacífico y la capital del país. En esta zona prosperan las actividades agrícola y ganadera.

En Guanajuato existen cinco ciudades importantes y son: Guanajuato, capital del estado y eminentemente turística; Irapuato, es un importante centro ferroviario y un punto convergente de carreteras procedentes de diferentes puntos cardinales, constituye una de las zonas industriales más antiguas del estado; León, la más poblada del estado, aquí se encuentra la mayoría de las industrias importantes entre las que destaca el cuero, básico para la industria del calzado; Celaya, contiene una parte importante de la industria alimentaria del estado; y finalmente, Salamanca que destaca por su industria petroquímica. Las cinco ciudades forman la zona llamada "EJE INDUSTRIAL DEL BAJIO"

En el Estado de Michoacán las ciudades importantes son: Morelia, que ha tenido un crecimiento urbano acelerado; Zamora, que actualmente por su tendencia al crecimiento y dada la cercanía con la ciudad de Jacona, se espera que a corto plazo se presente el fenómeno de conurbaci3n; y, La Piedad de Cabadas, cuyo crecimiento se esta presentando hacia las zonas dedicadas a la agricultura de temporal que se localizan en la periferia. Todas ellas presentan una fuerte terciarizaci3n.

En Jalisco, las ciudades importantes son: Guadalajara, que es

la segunda ciudad más grande del país y una de las de mayor auge económico, esto ha ocasionado el fenómeno de conurbación con las localidades aledañas tales como Huentitlán el alto y el bajo, Zapopan, Jocotan, Cd. Granjas, Tepatitlán, Toluquilla, Artesanos, Tlaquepaque y Salatitlán; Ocotlán, cuenta con un alto potencial de uso agrícola por lo que constituye un factor limitante para la urbanización; La Barca, presenta alta capacidad agrícola y una pequeña parte al sur se dedica a la ganadería; Tepatitlán, cuyo crecimiento es considerable dada la importancia que tiene dentro del estado, presenta alta capacidad para la agricultura descartando el uso urbano; y finalmente, Cd. Guzmán, que cuenta con un alto potencial de uso agrícola, por lo que constituye un factor limitante para la urbanización.

En la tabla # 1.1 se muestra el incremento de los núcleos urbanos que encierra la cuenca Lerma-Chapala, desde principios de siglo hasta 1980. En ésta, se puede apreciar cómo a intervalos relativamente cortos de tiempo se presenta un aumento desproporcionado de poblaciones que alcanzan el rango de urbes.

#### Vías de Transporte

En el Estado de México las carreteras que atraviesan la cuenca son:

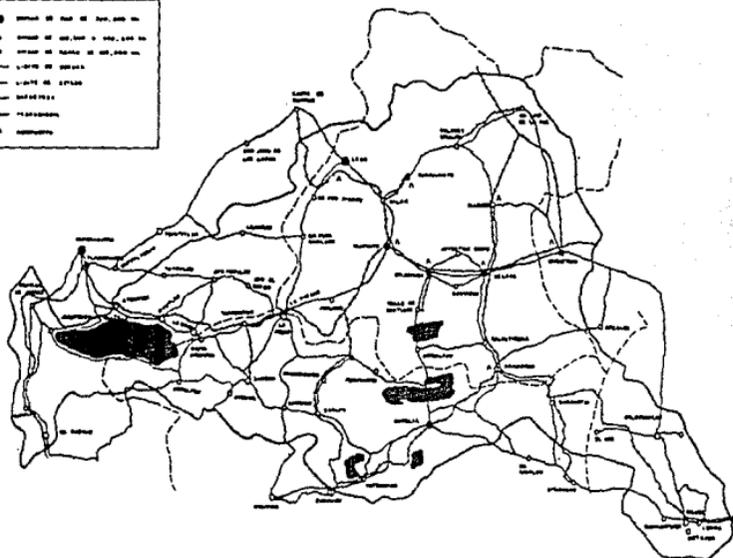
Carretera federal libre # 15 del D.F. a Michoacán.

Carretera federal # 55 Guerrero-Toluca-Querétaro.

Carretera federal # 130 Michoacán- Toluca-D.F.

**SIMBOLISIA**

- URBAN DE 100,000 y más habitantes
- URBAN DE 50,000 y 100,000 habitantes
- URBAN DE MENOS DE 50,000 habitantes
- LINEA DE FERROCARRIL
- LINEA DE CARRETERA
- LINEA DE TRANSMISION
- A. AEROPUERTO



UNAM EHEP ACOTLÁN  
 MEXICANA CIVIL  
 VÍAS FERREARIAS Y OBRAS DE OBRAS  
 MEXICA LEÓN - ESPAÑA  
 VÍAS FERREARIAS  
 VÍAS FERREARIAS  
 LEÓN - ESPAÑA

La línea ferroviaria más importante es la que parte del D.F. y atravieza el estado de este a noroeste, por medio de ella se da salida a los productos elaborados en el corredor industrial Toluca-Lerma.

Cuenta con aeródromos para pequeños aparatos en PASTEJE, San Mateo y Toluca.

En el Estado de Querétaro la red de carreteras tiene una longitud de 3,244 km, según SAHOP, estas cifras dan un resultado de 28,79 km de carreteras por cada 100 km<sup>2</sup> por lo cual ocupa el quinto lugar nacional en este rubro. Las carreteras que atraviesan la cuenca son:

Autopista # 57 México-Querétaro.

Carretera federal # 120 a Morelia .

Eje carretero # 45.

El sistema ferroviario del Estado de Querétaro es de gran importancia en la economía del país, por su territorio cruzan vías que comunican la zona fronteriza norte con el centro del país. La gran demanda de este medio de transporte ha originado la necesidad de modernizar el tramo México- Querétaro con la construcción de vía doble. Las líneas México-Nuevo Laredo y México- Guadalajara, recorren el estado en dirección suroeste-este, y sus destinos son: a San Luis Potosí, a Celaya y a México.

La terminal aérea establecida en la capital, solamente ofrece servicio nacional con categoría de corto alcance.

En Guanajuato la red interna estatal de carreteras tiene una conexión muy eficiente con las carreteras nacionales que cruzan el estado. Guanajuato tiene buena comunicación con los estados que lo limitan, es un entronque general de las principales carreteras del país, y está considerado como el centro geográfico de la República Mexicana. Todas las cabeceras municipales se encuentran unidas por este medio.

Los centros ferroviarios más importantes son: Empalme Escobedo, en el municipio de Comonfort; Acámbaro; e Irapuato. Los principales ramales corren de oriente a poniente y algunos son:

México-Acámbaro-Uruapan.

México-Guadalajara-Nogales.

México-Laredo.

Empalme Escobedo-San Luis Potosí.

Como la comunicación ferroviaria y carretera es suficiente para satisfacer las necesidades de la entidad y por la cercanía a las ciudades de México y Guadalajara, el estado cuenta con siete aeropuertos: San Carlos, cerca de León; Celaya; Salamanca; Irapuato; Guanajuato; Acámbaro y San Miguel de Allende. El primero de mediano alcance y los demás son aeropistas.

En el Estado de Jalisco, en 1978 la longitud de sus carreteras era de 9,018 km lo que representa 11.15 km por cada 100 km<sup>2</sup> de superficie estatal, ocupando el 17 lugar en este aspecto. Una de las zonas de mayor densidad de carreteras es el centro, donde se ubican las regiones de mayor actividad económica y concentración

humana. Las principales carreteras son:

Guadalajara-Mexicali.

Guadalajara-México.

Guadalajara-Manzanillo.

En lo referente a aeropuertos, en Guadalajara se localiza el aeropuerto internacional Miguel Hidalgo que tiene pista de aterrizaje de concreto con capacidad para recibir grandes naves, y en los municipios de Zapopan y Ocotlán tienen aeropuertos de menor capacidad.

## ASPECTOS SOCIALES

Los aspectos socioeconómicos que se presentan en este inciso, se estudiaron a nivel regional debido a que junto con otros factores técnicos, determinan la demanda de agua.

En la selección del horizonte de planeación se consideró que se requieren grandes lapsos, y que aunque algunos esfuerzos futurísticos contemplan horizontes de 50 y hasta 100 años, la incertidumbre sobre la evolución de muchas variables, como los avances tecnológicos y otros eventos ahora impredecibles a tan largos plazos, hacen difícil considerar un marco de referencia que abarque un período más allá del año 2050 y que sirva para fundamentar las acciones del futuro próximo. Estas consideraciones llevaron a fijar a los próximos 50 años como el horizonte de planeación de este estudio.



## **Población y tasa de crecimiento.**

La concentración demográfica en la cuenca Lerma-Chapala es el reflejo de la importancia que tiene la zona, cada estado concentra de su población total los siguientes porcentajes: México 22%, Querétaro 63%, Guanajuato 98%, Michoacán 45% y Jalisco 75%. La distribución de ésta población dentro de la cuenca, constituye uno de los principales problemas a los que se enfrenta la planeación del desarrollo urbano y como el deterioro ambiental es proporcional a la demografía, resulta importante el análisis del comportamiento poblacional en función de sus entidades federativas.

Dicho análisis se presenta en la tabla # 1.2 y en la gráfica # 1, en donde se aprecia el crecimiento de la población dentro de nuestro horizonte de planeación, en dicha tabla se estima que la densidad de población para el año 2050 será del orden de los 1140 hab/km<sup>2</sup>, seis veces mayor que el actual.

Los datos de ésta tabla son el resultado de la recopilación de información de todos los municipios que encierra la cuenca, dichos municipios se muestran en la lámina # 5.

En en anexo # 1 se muestran las listas de la población de cada municipio de las cuatro últimas décadas.

TABLA # 1.2

POBLACION Y TASA DE CRECIMIENTO  
EN LA CUENCA LEONA-ENHAFRA,  
(1950-2050)

en Miles

ESTADOS	1950	TASA	1950	TASA	1970	TASA	1980	TASA	1990	1995	2050
México	411	1.59	744	3.23	1'022	3.65	1'463	3.22	2'005	2.95	21 451
Querétaro	145	2.63	188	3.57	267	5.20	443	3.68	655	2.73	5 921
Guanajuato	1'308	2.66	1 761	2.57	2'233	2.86	2 737	3.00	3'580	2.62	21'131
Michoacán	914	2.95	1 272	2.73	1'623	2.28	1'907	6.36	3'524	3.13	22'458
Jalisco	917	4.51	1'415	3.20	1'952	2.94	2 610	1.47	3'019	2.61	15 511
Total	3'095	3.09	5'220	2.66	6'597	2.98	9 387	3.47	13'202	3.69	76 914

I Tasa promedio calculada con media geométrica.

$$i = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_0}}$$

II Población calculada con método geométrico.

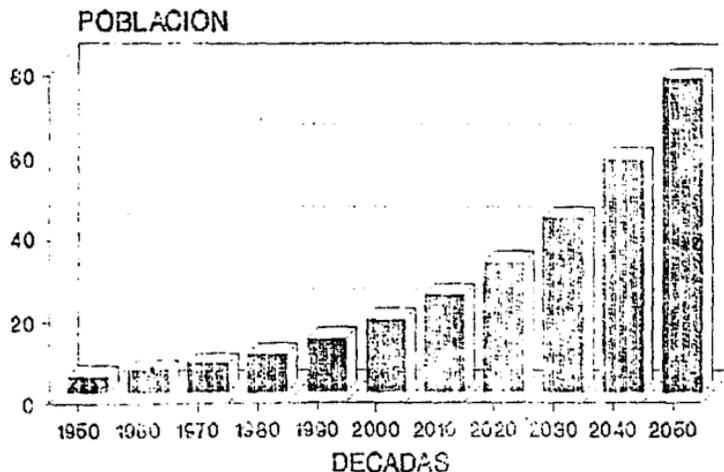
$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda, VII, VIII, IX, X y XI.

# GRAFICA # 1

## CRECIMIENTO DE LA POBLACION EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA (1950-205)

(en miles)



### **Economía de cada entidad.**

Los cambios demográficos experimentados en la cuenca Lerma-Chapala son el resultado de las modalidades del proceso del desarrollo seguido tanto a nivel nacional como regional. Por ello, los factores culturales, económicos, sociales y tecnológicos determinan el comportamiento de la mortalidad, la natalidad y los movimientos migratorios. De este comportamiento se derivan cambios en el volumen de la población, en su ritmo de crecimiento, en la composición por edad y en la distribución geográfica de los habitantes. A su vez, estos cambios demográficos inciden directamente en el mismo proceso de desarrollo.

En la tabla # 1.3 y en la gráfica # 2 se presenta el porcentaje de las principales actividades económicas, así como el de la población económicamente activa (PEA). En esta se aprecia que la mayoría del PEA se dedica al sector primario, pero los sectores secundario y terciario concentran un porcentaje considerable que sigue incrementándose, el cual justifica la notoria tendencia hacia la urbanización que se muestra en la gráfica # 3.

TABLA 1.3

PEA EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA.  
1990

en porcentaje por actividad y estado.

ESTADOS	PEA total	%	Petróleo	Extrac- ción	Trans- formación	Construc- ción	Energía Eléctrica	Coercio	Trans- porte	Servicios	Gobierno	Otros
MEXICO	7.5	30.3	0.3	0.3	24.9	6.3	0.7	9.3	2.8	14.8	3.2	7.1
QUERETARO	1.0	48.0	0.1	2.6	12.7	6.0	0.3	6.8	1.7	11.8	2.8	7.0
GUANAJUATO	4.3	49.0	1.0	0.5	17.3	3.7	0.3	7.7	2.2	10.3	1.5	6.3
MICHORCAN	4.1	39.0	0.1	0.4	10.4	3.0	0.4	6.9	1.6	9.1	1.6	7.6
JALISCO	6.8	34.1	0.1	0.4	20.9	5.6	0.3	10.3	3.1	17.0	2.0	6.0
TOTAL	23.7	44.1	0.3	0.8	17.2	4.9	0.4	8.2	2.3	12.6	2.2	6.8

PEA.- Población Económicamente Activa.

% Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza.

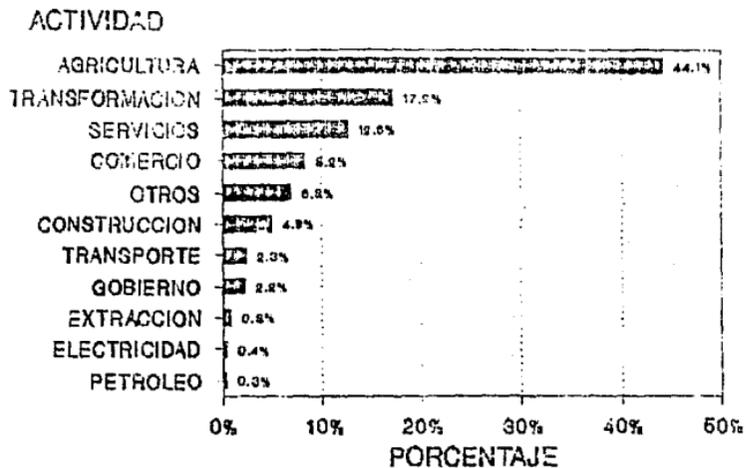
Fuentes: "Manual de Estadísticas Básicas", Sector Asentamientos Humanos.  
tomo I, S.P.P., México D.F., 1960.

## GRAFICA # 2

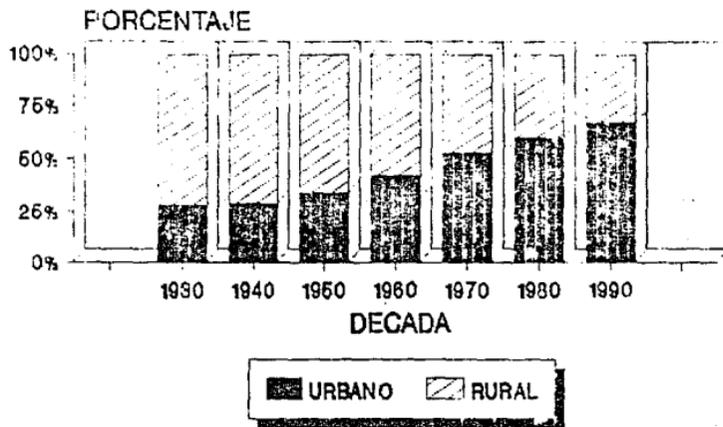
### PEA EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA.

1990

(en porcentaje)



# ESTRUCTURA DE LA POBLACION EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA GRAFICA # 3



Fuente: Censo General de Poblacion  
y Vivienda. VII, VIII, IX, X y XI.

## BIBLIOGRAFIA

1. "Síntesis Geográfica del Estado de México", México 1981.
2. Ibid Querétaro, México 1986.
3. Ibid Guanajuato, México 1980.
4. Ibid Jalisco, México 1981.
5. "Anuario Estadístico de México", México 1988.
6. Ibid de Querétaro, México 1981.
7. Ibid Guanajuato, México 1990.
8. Ibid Michoacán, México 1979.
9. "Atlas Geográfico de Michoacán", México 1979.
10. Gobierno del Estado de México.
11. "Cuaderno de información para la planeación", Michoacán, INEGI.
12. Ibid, Jalisco, INEGI.
13. "Estadísticas históricas de México", tomo II, México D.F., 1985.
14. "Censo General de Población y Vivienda", VII, VIII, IX, X y XI.
15. "Manual de Estadísticas Básicas", Secretaría de Asentamientos Humanos, S.P.P. 1986.

"Que ni una gota de lluvia  
que cae sobre la tierra  
llegue al mar sin haber  
servido a la gente".

Parakrama Behu I  
Rey de Sir Lanca 1153-86

## CAPITULO II

### Factores que determinan la extracción del agua en la cuenca Lerma-Chapala.

#### Objetivo:

Determinar cual es el volúmen de agua que se tiene en la cuenca así como el uso que se le da y la cantidad que se utiliza, en concordancia con la legislación con que se cuenta para ello.

## Introducción.

El agua representa uno de nuestros más preciados recursos, pues, además de ser indispensable para todos los seres vivos es utilizada en todas las actividades humanas.

La mayor cantidad de agua sobre el planeta se encuentra en los océanos y corresponde aproximadamente al 97.2% estimándose en 1,264 millones de km<sup>3</sup>, encontrándose 28 millones de km<sup>3</sup>, en los casquetes polares y en las nieves de las altas cordilleras.

El agua dulce disponible en el mundo y que encontramos en ríos, lagos, arroyos, manantiales y depósitos subterráneos, se estima en 8 millones de km<sup>3</sup>, equivalentes al 0.63% del total; un 0.02% restante se encuentra en la atmósfera. Si se considera este cálculo aproximado, que se presentó en el primer simposio sobre "Potabilización del agua del mar", se puede comprobar que en realidad, el agua dulce aprovechable en la naturaleza resulta demasiado poca para toda la humanidad.

## Inventario de recursos hidrologicos.

La precipitación, el agua superficial y una pequeña parte del agua subterránea se renuevan anualmente. Sin embargo, la mayor parte subterránea susceptible de aprovecharse, está formada por un almacenamiento no renovable que puede emplearse solamente una vez.

Las distribuciones espaciales de la lluvia y la temperatura, clasifican a la cuenca Lerma-Chapala como semicálida templada en su mayoría y el resto como seco templado tal como se muestra en la lámina # 3.

Los almacenamientos naturales, lagos y lagunas; los artificiales, vasos de almacenamiento construidos para regular los escurrimientos de los ríos; y los ríos, constituyen el volumen medio anual de agua renovable.

Las cuantificaciones del agua subterránea son por su naturaleza, menos precisas que las del agua superficial por tal razón se consideró para éstas un volúmen aproximado.

Con el fin de conocer la disponibilidad del agua en la cuenca Lerma-Chapala fue necesario clasificarla, para su cuantificación, en superficial y subterránea. La primera comprende los principales almacenamientos y ríos (aquellos cuya capacidad o volumen medio anual sea mayor a 5,000,000 m<sup>3</sup>), la segunda la constituyen los mantos acuíferos y las corrientes subterráneas.

El volúmen medio anual (V.M.A.) del río Lerma es el siguiente:

sale del Estado de México con 734.4 millones de m<sup>3</sup> (M m<sup>3</sup>), del Estado de Querétaro sale con 934.7 M m<sup>3</sup>, de Guanajuato con 1,327.6 M m<sup>3</sup>, de Michoacán con 1,435.7 M m<sup>3</sup> y finalmente sale de Chapala con 1,297.1 M m<sup>3</sup>.

En las siguientes tablas se muestra, por estado, los principales almacenamientos y ríos así como las características de recarga anual.

La tabla # 2.6 presenta el resumen de la disponibilidad del agua, tanto subterránea como superficial de cada estado así como la total.

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS DE AGUA.  
(en millones)

Nombre	Volúmen (m3)	Municipio
José A. Alzate	27.0	Temoaya
Ignacio Ramirez	17.5	Almoloya de Juárez
Tepatitlán	70.5	S. Felipe Progreso
Trinidad Fabela	10.0	Tlacomulco
Juanacatlán	5.0	Temascalcingo
<b>Total</b>	<b>130.0</b>	

PRINCIPALES AFLUENTES.  
(en millones)

Río	Volúmen maximo m3/año.
Jaltepec	52.2
Gavia	92.6
Tejalapa	19.0
Otzolotepec	40.0
Sila	49.7
<b>Total</b>	<b>253.5</b>

La recarga anual del estado es de 341 millones de m3, la extracción anual es del orden de 537 millones de m3 y se estima una evaporación del orden del 10%.

\* Fuente: Atlas del agua, S.R.H. 1976.

ESTADO DE QUERETARO

TABLA # 2.2

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS DE AGUA.  
(en millones)

Nombre	Volúmen(m3)	Municipio
Santa Catarina	9.6	Querétaro
El Capulín S.P.T.	5.4	Amealco
El Carmen	5.1	El Marqués
Corregidor Dominguez	5.0	Huimilpan
La Soledad	7.5	Colón
<b>Total</b>	<b>32.6</b>	

PRINCIPALES AFLUENTES.  
(en millones)

Río	Volúmen maximo m3/año.
El Pueblito	51.3
Río Prieto	37.0
<b>Total</b>	<b>88.3</b>

Se calcula que existen de 1300 a 1400 pozos, los cuales proporcionan un gasto mínimo de 0.5 l/s, medio de 75 l/s y máximo de 150 l/s. Los pozos se concentran en los municipios de Querétaro, El Marquez y Colón.

\*Fuente: Atlas del agua, S.R.H. 1976.

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS DE AGUA.  
(en millones)

Nombre	Volúmen (m3)	Municipio
Presa Solís	1'217.0	Acámbaro
La Purísima	195.7	Del Rincón
La Gávia	150.5	León
Presa Palote	9.5	León
Presa I. Allende	251.0	I.Allende
Total	1'823.7	

PRINCIPALES AFLUENTES.  
(en millones)

Río	Volúmen máximo m3/año.
Temascalco	22.0
Guanajuato	56.0
Turbio	83.0
Silao	15.3
Los Gómez	5.3
Lajas	185.1
Apaseo	26.9
Ocoítez	142.2
Amandécuaro	11.9
Total	527.6

Las condiciones geológicas en el bajío guanajuatense son buenas, sus acuíferos reciben recargas de los ríos Lerma, Lajas y Turbio.

Dicha recarga es de 994 millones de m3 y se considera una evaporación del orden del 30%.

Se calcula a la fecha una existencia de 8,000 a 10,000 pozos que proporcionan gastos promedio mínimo de 10 l/s , medio 30 l/s y máximo de 125 l/s.

\*Fuente: Atlas del agua S.R.H. 1976.

## ESTADO DE MICHOACAN

TABLA # 2.4

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS DE AGUA.  
(en millones)

Nombre	Volúmen (m3)	Municipio
Barraje de Ibarra	24.0	Vistahermosa
Botello	30.0	Panindícuaro
Cointzio	84.8	Morélia
De Gonzalo	10.0	Vistahermosa
El Arco	8.3	Puruándiro
El Capulín	24.0	Penjamillo
El Peso	7.4	Huetamo
Antonio Rodríguez 1	7.5	La Piedad
Jaripo	10.0	Villamar
Laguna del Fresno	14.2	Maravatío
Malpaís	33.8	Queréndaro
Melchor Ocampo	20.0	Angamacutiro
Tepuxtepec	58.0	Contepec
Cuitzeo	332.0	Cuitzeo
Pátzcuaro	81.0	Pátzcuaro
Chapala	3'350.0	Regules
<b>Total</b>	<b>4,095.0</b>	

PRINCIPALES AFLUENTES.  
(en millones)

Río	Volúmen máximo m3/año.
Talpujahua	51.7
Cachivi	49.3
Angulo	282.0
Duero	420.8
Tarandacuao	29.0
Queréndaro	83.1
Grande de Morélia	150.4
Arrollo de Gpe.	10.7
Tiripitío	60.3
Shuayo	21.5
<b>Total</b>	<b>1'118.8</b>

La recarga anual es de 604 millones de m3 y se considera un evaporación del orden del 60%.

\* Fuente: Atlas del agua S.R.H. 1976.

## ESTADO DE JALISCO

TABLA # 2.5

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS DE AGUA.  
(en millones)

Nombre	Volumen (m3)	Municipio
El Cuarenta	30.8	Lagos de Moreno
El Ahogado	5.0	El Salto
El Tule	30.0	Arandas
Hurtado	21.5	Acatlán de Juárez
Ignacio L.Vallarta	8.0	Unión de Tula
La Huaracha	5.0	Ocotlán
Laguna Colorada	53.0	Arroyo Escobedo
Lagunillas	12.0	Acatic
Las Tuzas	5.5	Villa Corona
Chapala	5,000.0	Chapala
Total	5,168.0	

PRINCIPALES AFLUENTES.  
(en millones)

Rio	Volumen maximo m3/año.
Pedrito	11.1
Atoyac	17.7
De los Molares	94.5
El Tule	28.0
Los Castillos	5.9
Huascato	58.8
Total	216.0

La recarga anual es de 100 millones de m3 y se considera una evaporación del orden del 50%.

\* Fuente: Atlas del agua S.R.H. 1978.

TABLA # 2.6  
**DISPONIBILIDAD DEL AGUA  
 EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA.**  
 (en millones de m<sup>3</sup>)

ESTADO	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	TOTAL
México	340.2	339.0	679.2
Querétaro	----	126.0	126.0
Guanajuato	1'593.1	994.0	2'587.1
Michoacán	1'992.5	604.0	2'596.5
Jalisco	2'360.9	100.0	2'460.9
<b>Total</b>	<b>6'286.7</b>	<b>2'163.0</b>	<b>8'449.7</b>



DISPONIBILIDAD DEL AGUA

Fuente: Plan Nacional Hidráulico, S.R.H., 1975.

## Legislación relativa al uso del agua.

Una vez conocido el volumen de agua disponible que se encuentra en la cuenca Lerma-Chapala, es necesario conocer cuáles son las disposiciones legales para poder aprovecharlo.

Para ello hemos recurrido a algunas leyes de las cuales se encuentran en primer plano la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos la cual dice en su artículo 27.

"Art. 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la nación, la cual tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares constituyendo la propiedad privada. La nación tendrá todo el tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer la distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadamente provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población."

En este artículo nos señala las características que debe tener el agua para ser propiedad de la nación así como las condiciones a las que se sujeta para su mejor aprovechamiento.

Con base en el artículo anterior la Ley General de Protección al Ambiente en su título tercero, capítulo I denominado "Aprovechamiento de las aguas y los Ecosistemas Acuáticos", nos indica las normas necesarias para mejorar dicho aprovechamiento del agua, éstas normas están descritas en los artículos

siguientes.

La protección, el aprovechamiento racional, el mantenimiento y la capacidad de recarga, son los principales puntos a seguir para un aprovechamiento racional del agua, así lo indica el artículo 88 que dice:

"Art. 88.-Para el aprovechamiento racional del agua y de los sistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

I.-Corresponde al estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

II.-El aprovechamiento de los recursos naturales que comprende los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico, y

III.-Para el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos."

Estos criterios deben ser considerados en toda clase de acciones relacionadas con los recursos naturales tales como las especificadas en el artículo que sigue:

"Art. 89.- Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

I.-Formulación del Programa Nacional Hidráulico;

II.-El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;

III.-El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;

IV.-El establecimiento de vedas de aguas del subsuelo;

V.-Las suspensiones que decreta el Ejecutivo Federal, en los mismos términos de la Ley Federal de Aguas, de todos aquellos aprovechamientos, obras y actividades

que dañen los recursos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región;

VI.- La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de todas aquellas obras que dañen los recursos hidráulicos nacionales;

VII.- La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en coordinación con la Sedue, de las obras que causen desequilibrio ecológico en una región, o afecten o puedan afectar los elementos del ecosistema;

VIII.-La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

X.-Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

XI.-El establecimiento de distritos de acuacultura; y

XII.-La creación y administración de reservas y zonas de protección pesquera."

Es indispensable formular normas técnicas que señalen las reglas necesarias para poder hacer cumplir una ley. Los artículos 90, 94 y 96 mencionan a quienes corresponde expedir dichas normas técnicas y que alcances tienen.

"Art. 90.- La Sedue, en coordinación con las de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, expedirán las normas técnicas ecológicas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y, en general, fuentes de abasto de aguas para el servicio de las poblaciones e industrias y promoverá el establecimiento de reservas de agua para consumo humano."

"Art. 94.- La exploración, explotación y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen las leyes de la materia y a los criterios y demás disposiciones que establece esta ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico."

"Art. 98.- La Sedue en coordinación con la Secretaría de Pesca y, en caso, con la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, expedirá las normas técnicas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promoverá la concentración de las acciones de protección y restauración de los sistemas acuáticos con

que dañen los recursos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región;

VI.- La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de todas aquellas obras que dañen los recursos hidráulicos nacionales;

VII.- La suspensión que ordene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en coordinación con la Sedue, de las obras que causen desequilibrio ecológico en una región, o afecten o puedan afectar los elementos del ecosistema;

VIII.-La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;

X.-Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción;

XI.-El establecimiento de distritos de acuicultura; y

XII.-La creación y administración de reservas y zonas de protección pesquera."

Es indispensable formular normas técnicas que señalen las reglas necesarias para poder hacer cumplir una ley. los artículos 90, 94 y 96 mencionan a quienes corresponde expedir dichas normas técnicas y que alcances tienen.

"Art. 90.- La Sedue, en coordinación con las de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, expedirán las normas técnicas ecológicas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y, en general, fuentes de abasto de aguas para el servicio de las poblaciones e industrias y promovera el establecimiento de reservas de agua para consumo humano."

"Art. 94.- La exploración, explotación y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen las leyes de la materia y a los criterios y demás disposiciones que establece esta ley en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico."

"Art. 98.- La Sedue en coordinación con la Secretaría de Pesca y, en caso, con la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, expedirá las normas técnicas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promovera la concentración de las acciones de protección y restauración de los sistemas acuáticos con

los sectores productivos y las comunidades."

Cuando se requiera reglamentar un mejor aprovechamiento o una mejor distribución del agua, la Sedue estará facultada para realizarlo ya que así lo indica el siguiente artículo.

"Art.206.- Cuando en una corriente o depósito de aguas de propiedad de la nación sea necesario determinar los derechos de los usuarios, evitar el desperdicio de las aguas, determinar sobrantes o distribuir el agua en forma que se obtenga un mayor beneficio colectivo, la Sedue procederá a efectuar la reglamentación de dicha corriente o depósito. En el reglamento la Sedue fijará los gastos por segundo y volúmenes anuales a que tenga derecho cada usuario, tiempo y forma como deba utilizar las aguas y las disposiciones necesarias para el debido cumplimiento."

Dichas reglamentaciones realizadas por la Sedue, deberán contemplar las condiciones de los recursos hidráulicos así como las necesidades por satisfacer, según el siguiente artículo.

"Art.207.- Para llevar a cabo una reglamentación, la Sedue practicará estudios para determinar el régimen de las aguas, los volúmenes anuales a que tenga derecho cada usuario, estado legal de los aprovechamientos, y en general, para conocer lo más aproximadamente que sea posible, los recursos hidráulicos de la corriente o depósito y las necesidades por satisfacer."

Cuando se necesite aprovechar las aguas nacionales, debe solicitarse a la Sedue por escrito en terminos concisos, describiendo las características de la corriente o depósito cuyas aguas se pretenda aprovechar, así como los usos que se le dará tal como lo especifican los artículos 39 y 40 siguientes:

"Art. 39.- Las solicitudes para el aprovechamiento de aguas de propiedad nacional, deberán estar redactadas en términos concisos, no incluirá consideraciones vagas y deberá contener los siguientes datos:

- Nombre de la corriente o depósito cuyas aguas se pretenda aprovechar.
- La clase de aguas que se solicite.
- Ubicación del aprovechamiento que se pretenda utilizar.
- Naturaleza del aprovechamiento que se pretenda realizar.
- Volumen que se pretenda aprovechar.
- Régimen del aprovechamiento (época y hora).
- Descripción de las obras por construir."

"Art. 40.- Si la solicitud se hace para usos domésticos o servicios públicos, conforme a la fracción X del artículo 122 de la ley, el solicitante expresará, además de los requerido en el artículo 39:  
 -El nombre de la población, número de habitantes y el de las cabezas de ganado, así como el área de jardines, parques o lotes urbanos que se necesite regar."

La única forma de modificar los derechos de los aprovechamientos de agua a favor de una población o empresa, es justificando que no cuentan con otra fuente de abastecimiento ya que así lo indica el siguiente artículo.

"Art. 173.- Para modificar los derechos de los aprovechamientos a favor de los núcleos de población o empresas de transporte que necesiten agua para sus servicios, los interesados presentarán a la Sedue una solicitud acompañada de estudios hidrológicos y económicos que demuestren que no cuentan con otra fuente de abastecimiento."

Si se quiere hacer un mejor aprovechamiento de una corriente o depósito es necesario comprobar su susceptibilidad para que el Ejecutivo Federal declare su utilidad pública, según el siguiente artículo.

"Art. 181.- Si por estudios hechos por la Sedue, o aprobados por la misma, se llegará al conocimiento de que una corriente o depósito de propiedad nacional es susceptible de mejor aprovechamiento del que se realiza, el Ejecutivo Federal declarará por conducto de la Sedue, que es de utilidad pública la ejecución de las obras que aseguren dicho aprovechamiento."

Este mejoramiento consiste básicamente, en asegurar un aumento en la riqueza pública mediante cambios en los sistemas o fines a los que se destine el agua, así lo considera el siguiente artículo.

"Art. 182.-Se considerará que habrá mayor aprovechamiento en los casos que siguen:

- Cuando se prevea la disminución de las pérdidas por evaporación, filtración, ect., y aumente el volumen aprovechable de las aguas.
- Cuando mediante almacenamientos sea posible obtener un aprovechamiento mas completo, racional y oportuno.
- Cundo por mejoras introducidas a obra de captación, conducción o distribución, se pueda cambiar el sistema de riego y disminuir los coeficientes de riego.
- Cuando se aumente el aprovechamiento de la energía potencial del agua, permitiendo que se cubra la utilización actual y resulten excedentes de energía o agua.
- En general, cuando el cambio de los sistemas o fines a que se destine el agua, asegure aumento en la riqueza pública."

El destino de los sobrantes de la mejor utilización se concesionará al ejecutor como compensación a las inversiones que haya realizado, tal como lo indica el artículo siguiente.

"Art. 186.- El aprovechamiento de los sobrantes que se obtengan por una mejor utilización de las aguas mansas. o por la regulación de las broncas, se concesionará de preferencia al ejecutor de las obras, como compensación a las inversiones que en ellas haya efectuado."

### **Demanda urbana del agua.**

Las causas del persistente aumento de la demanda de agua son claras: el aumento de la población; la influencia aceleradora que ejerce sobre el consumo la elevación del nivel de vida derivada del aumento del índice de urbanización; y, el crecimiento actual de la producción de bienes y servicios relacionados con el agua.

Para estimar la demanda de agua es necesario considerar que está en función del incremento poblacional y de las actividades industriales, comerciales y de servicios.

La predicción de la población para una cierta área se basa a menudo en la proyección de los nacimientos y de las defunciones, pero la emigración e inmigración, cuando existen trabajos mejor remunerados, sobrepone la importancia de los factores económicos sobre los biológicos, ya que si existen, desaparecen o se crean oportunidades económicas, éstas harán variar la población de una área.

Una vez determinada la población futura de una localidad es necesario considerar la dotación que va ha demandar. Dicha dotación debe comprender los consumos: Doméstico, agua que se emplea para beber, bañarse, aseo, etc.; Comercial e Industrial, agua empleada en laboratorios, talleres, hoteles, embotelladoras, etc.; Público, agua asignada para el aseo de calles, fuentes públicas, hidrantes contra incendio, ect.; y, Pérdidas y Desperdicios, agua que se pierde por malas instalaciones o por el

descuido y negligencia de los usuarios.

Los factores que afectan al consumo del agua son los siguientes:

- Magnitud de la población.
- Localización y clima.
- Carácter de la población.
- Presión y calidad.
- Existencia de medidores.
- Costo del agua.
- Existencia de alcantarillado.
- Fugas y desperdicios.

**Demanda rural del agua.**

En el marco de asignaciones del recurso hidráulico, la parte correspondiente al sector agropecuario es la de mayor importancia por su elevado consumo de agua en la actualidad. El desarrollo de este sector, es casi en todos los países uno de los más complejos debido a la naturaleza tan variada de factores y recursos que intervienen en su comportamiento.

Las condiciones que el suelo, clima y agua, en su disponibilidad y distribución, imponen a la agricultura uso y asignación de recursos. Respecto al agua, el efecto combinado de inversión federal, de las políticas de desarrollo nacional y de los intereses de los agricultores, determina las modalidades que se presentan en el uso del agua y que en las zonas de riego corresponden a la interacción del medio ambiente físico.

En los distritos de riego los volúmenes distribuidos provienen de escurrimientos regulados en presas de almacenamiento, derivación de corrientes, bombeo de aguas de corrientes y de aguas subterráneas.

El registro de los volúmenes distribuidos en las obras de riego para el desarrollo rural ha sido posible sólo en la medida en que se han incorporado al sistema de unidades de riego.

Desde el punto de vista cuantitativo, las actividades más importantes usuarias del agua son la agricultura, la generación de energía eléctrica, el abasto de agua a comunidades urbanas y rurales, y el abastecimiento de agua a las industrias.

En la tabla # 2.7 se describen los usos que le dan al agua cada una de éstas actividades.

Los valores mostrados en la tabla # 2.8 indican en forma gruesa los consumos por demanda rural, agricultura y dotación de zonas rurales; y urbana, industria y dotación a zonas urbanas. En la última columna de ésta tabla se muestran los posibles valores de la demanda para el año 2050, los cuales se calcularon bajo la hipótesis de un uso más eficiente del agua.

La tabla # 2.9 presenta el balance hidráulico estimado, aunque realizado a groso modo, nos da una idea de la disponibilidad de agua la cual sería suficiente para abastecer a la población en condiciones de uso eficiente, pero para el año 2050 se debe esperar un cambio sustancial en la composición del uso del agua, ya que la importancia relativa del riego y consumo deberá

disminuir en favor del resto de los usos. Sin embargo, la agricultura seguirá siendo, por la naturaleza de la zona, la mayor consumidora de agua durante las próximas 50 décadas.

El hecho de que en nuestro horizonte de planeación puedan existir serios problemas de abastecimiento de agua en varias localidades, señala la necesidad de empezar a manejar los recursos hidráulicos utilizando obras de propósitos múltiples y sistemas organizativos que contemplen la participación responsable de los usuarios.

Los países industrializados tienen una distribución y un consumo más equilibrado de los recursos hidráulicos dentro de las actividades que los utilizan. En las tablas # 2.10 y 2.11 se plantea dicha distribución, presente y futura, de algunos países.

TABLA # 2.7

PRINCIPALES CLASRS DE DEMANDAS DE AGUA.

Demanda de agua.		Abastecimiento.
Zonas rurales y urbanas.	M	W Toma
Agricultura.	A	N Uso en el curso
Industria.	I	O Uso in situ
Infraestructura.	F	
M	Agua potable	W
M	Usos domésticos	W
M	Usos públicos en asentamientos	W
A,M	Ganadería	W
A	Pesca y Fauna	
M,A,F	Odernación de las inundaciones	N,O,W
M,A	Drenaje (avenamiento)	O,W
A	Habitat de marismas y tierras pantanosas	O
A	Utilización de estuarios	N,O
A	Conservación de la humedad del suelo	O
F	Navegación	N
F	Energía hidroeléctrica	N
A,M	Riego a/	W
I	Minería b/	W
I,M	Energía térmica b/	W
I,M	Refrigeración b/	W
I,M	Elaboración b/	W
I,M	Ebullición	W
M,I,A	Eliminación de desechos b/	N
M,F	Esparcimiento	N
M,F	Deportes náuticos	N
M,F	Goce estético	N

a/ Usos muy consuntivos.

b/ Graves efectos sobre la calidad del agua.

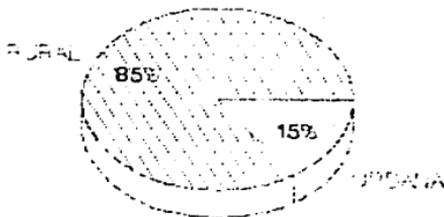
Fuente: La demada de agua, O.N.U., Nueva York, 1978

TABLA # 2.8

DEMANDAS DE AGUA  
EN LA CUENCA LERRA-CHAPALA  
(en millones de m<sup>3</sup>/año).

ESTADO	RURAL	URBANO	TOTAL	*TOTAL
México	67.2	91.1	158.3	633.2
Querétaro	92.7	14.1	106.8	427.2
Guajuato	1'029.8	140.4	1'170.2	4'680.2
Michoacán	682.4	60.4	742.8	2'971.2
Jalisco	75.7	48.9	124.6	498.4
Total	1'947.8	354.9	2'302.7	9'210.8

\* Demanda aproximada para el año 2050.



DEMANDA

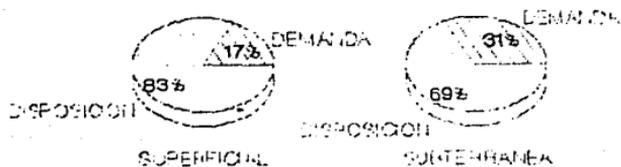
Fuente: Plan nacional hidráulico, S.R.H., 1975.

TABLA # 2.9

INVENTARIO DE RECURSOS HIDROLÓGICOS  
(en millones de m<sup>3</sup>)

ESTADOS	DISPOSICION		- DEMANDA		BALANCE	
	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA
México	240.2	139.0	59.6	98.7	280.6	240.3
Querétaro	-----	176.0	-----	106.0	-----	170.0
Guatemala	1'593.1	994.0	573.7	596.5	1'019.4	397.5
Nicaragua	1'992.5	604.0	604.2	138.6	1'388.3	465.4
Jalisco	2'360.9	160.0	419.6	45.0	2'501.3	55.0
Total	6'286.5	2'169.0	1'317.1	985.6	4'969.4	1'177.4

a Demanda actual 1990.



Fuente: Plan Nacional Hidrológico, S.A.H., 1975

TABLA # 2.10

**DATOS RELATIVOS A LOS PRINCIPALES USOS DEL AGUA  
EN DETERMINADOS PAISES, 1965.**

Distribución de las tomas entre los  
grandes grupos de usos del agua  
(en porcentajes)

País	Total m3 anuales per cápita	Abastecimiento de aguas en zonas	
		rurales y urbanas	Agricultura Industria
Alemania Fed.	245	20	70
Belgiam	515	8	20
Checoslovaquia	205	13	81
E.U.A.	2 300	10	48
Francia	540	13	49
Gran Bretaña	200	31	66
Hungría	390	9	46
India a/	500	3	1
Irak b/	650	16	4
Japón	710	10	18
México c/	920	4	5
Mongolia	125	12	8
Polonia	250	13	70
Alemania Dem.	390	8	80
Tanzania c/	36	63	2 d/
URSS	1 000	8	53

a/ 1949.

b/ 1960.

c/ 1970

d/ Cifras basadas en datos indirectos.

Fuente: LA Demanda de agua. O.N.U. Nueva York, 1976

TABLA # 2.11

TENDENCIAS FUTURAS ESTIMADAS DE LA DEMANDA DE AGUA  
EN DETERMINADOS PAISES.

País y año	Población (en millones de habitantes)	Total (m <sup>3</sup> ) anuales per cápita	Distribución de las tomas entre los grandes grupos de usos del agua (en porcentajes)		
			Abastecimiento de agua en zonas rurales y urbanas	Agricultura Industria	
Hungria					
1965	10.2	350.0	9.0	45.0	46.0
1985	11.0	1,100.0	8.0	39.0	52.0
India					
1968	550.0	600.0	3.0	96.0	1.0
2000	919.0	850.0	4.0	75.0	21.0
Japon					
1965	98.0	710.0	10.0	72.0	18.0
1985	121.0	970.0	18.0	50.0	32.0
Mexico					
1970	49.9	920.0	4.0	91.0	5.0
2060	132.0	1,100.0	8.0	77.0	15.0
Tanzania					
1979	13.0	36.0	63.0	35.0	2.0
2000	34.0	290.9	26.0	89.0	.....

Fuente: La demanda de agua, O.N.U., Nueva York, 1975

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Vizcaino Murray, Francisco, "La Contaminación en México". Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
- 2.- "Atlas del agua", S.A.R.H., 1976
- 3.- "Boletín Hidrológico # 51", Tomo I y II.
- 4.- Plan Nacional Hidráulico, "Metodología para análisis de usos alternativos del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago".
- 5.- "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos", México, 1979.
- 6.- "Gaceta Ecológica # 1", Junio de 1989.
- 7.- "Diario Oficial", segunda edición, México, martes 21 de Abril de 1936. Reglamento de la Ley de aguas de propiedad nacional.
- 8.- "La demanda de agua", O.N.U., Nueva York, 1976.
- 9.- "Plan Nacional Hidráulico", 1a parte, S.A.R.H., 1975.
- 10.- "Uso del agua en irrigación", S.A.R.H., 1978.
- 11.- "Manual de procedimientos legales para la vigilancia e inspección en materia de producción y control de la contaminación de aguas", Sedue, México 1985.
- 12.- "Subsecretaría de operación de distritos de riego", Río Lerma, S.R.H., México, 1973.
- 13.- "Aspectos sobre el uso y conservación del agua y suelo", Sedue, México, 1984.
- 14.- "Agua preciosa", Sedue, Paris, 1981.

"...donde me arrastren con furor  
tus aguas... y si quieres que  
muera poco a poco, tienes  
pantanos de aguas estancadas.  
Infiltrame en las venas el  
mortífero hálito pestilente  
de tus aguas!"

Manuel José Othon.

### CAPITULO III

#### Consecuencias de la descarga de aguas servidas en el Lerma.

##### **Objetivo:**

Analizar las repercusiones ecológicas que causan a la  
cuenca del LERMA-CHAPALA las descargas tanto del área urbana como  
la rural.

## Introducción

Las transferencias de materia y energía entre los diferentes elementos del ecosistema conducen a la degradación de los compuestos orgánicos inicialmente formados por las plantas; los elementos nutritivos indispensables para el funcionamiento de los seres vivos son así reintegrados al medio físico y de este las plantas pueden tomarlos y reincorporarlos a la trama de la vida.

Los ecosistemas naturales, aquellos que no han sido modificados por el hombre, se caracterizan por su estabilidad y capacidad de regeneración.

La interacción entre agua y los usuarios obligan a considerar tanto la calidad como la cantidad de agua necesaria para las diversas actividades humanas, así como las formas en que éstas contaminan al recurso. La contaminación que ocasiona el hombre, a través del vertimiento de las aguas residuales no tratadas, atenta contra la estabilidad y capacidad de regeneración de los ecosistemas.

### Calidad del agua servida.

Las grandes ciudades son por supuesto, una de las principales fuentes de contaminación de las aguas a causa de la extremada concentración de personas por unidad de área, que requieren y disponen de una gran cantidad de este recurso; luego de usarlo, es evacuado en forma de aguas negras que se mezclan con las corrientes naturales.

Las grandes ciudades tienen una gran cantidad de industrias que vierten en sus aguas residuales, un sin número de sustancias que contribuyen de manera preponderante a la contaminación de las corrientes.

Las concentraciones de estas sustancias, que viajan en los canales de desagüe y en los cuerpos de agua receptores es exagerada y cada vez mayor, constituyéndose en factor decisivo en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y en la calidad de las aguas mismas.

La actividad industrial y urbana contamina a través de fuentes fijas, tales como fábricas, calderas, talleres, termoeléctricas y plantas químicas; fuentes diversas como la incineración, quema a cielo abierto de basura y residuos, polvos y tolveneras que arrastran partículas contaminantes.

Las aguas negras, o servidas, son aquellas que han sido utilizadas en una actividad propia del hombre y que originalmente era potable o natural. Son el resultado de la combinación de los

líquidos o desechos arrastrados procedentes de casas habitación, edificios comerciales y públicos e industrias así como las aguas subterráneas o de lluvia que se agreguen.

Las aguas negras pueden tener cuatro orígenes diferentes y son:

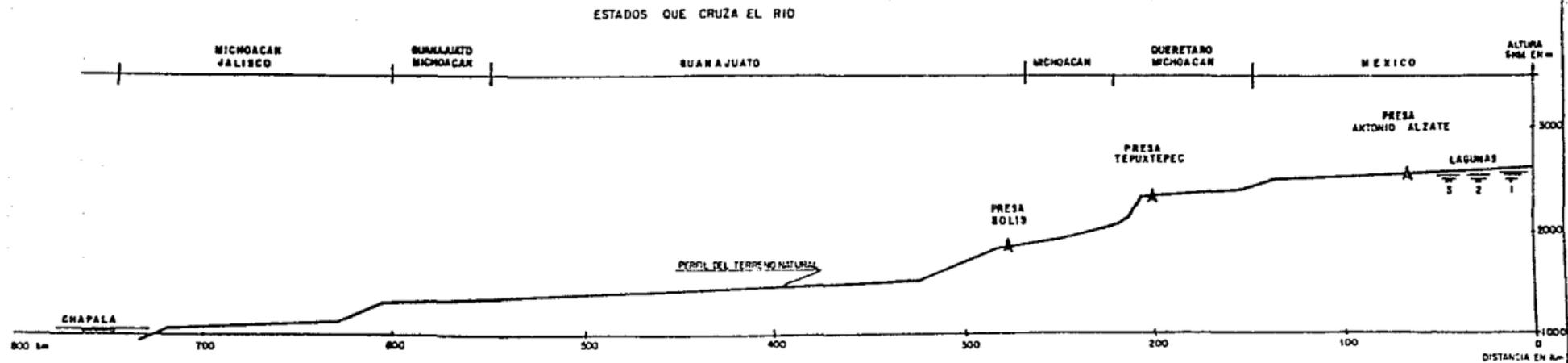
- Aguas negras domésticas.
- Aguas negras industriales
- Aguas negras sanitarias (domésticas e industriales).
- Aguas negras combinadas (sanitarias más pluviales).

Las corrientes naturales, como la cuenca Lerma-Chapala, reciben descargas de aguas residuales provenientes de industrias, conteniendo elementos tóxicos como el amoníaco, cobre, cianuro, sodio, potasio, ácido cianhídrico, fenoles, mercurio, plomo, zinc, cadmio, fluoruros, mercaptanos, níquel y selenio.

El río Lerma desde sus orígenes recibe la descarga de aguas residuales del canal que proviene de la ciudad de Toluca, transporta el producto de 75 industrias de diferentes ramas localizadas en el corredor industrial Lerma-Toluca.

Este canal aporta al río Lerma 9,600 kg al día de materia orgánica que ocasiona una gran demanda bioquímica de oxígeno (DBO) . La poca pendiente del río (ver lamina # 6) hace que la capacidad de asimilación en tiempo de estiaje tenga un valor medio de 2,160 kg/día.

Como consecuencia del desarrollo industrial que ha tenido Querétaro, la contaminación del agua se ha incrementado manifestándose principalmente en las ciudades de Querétaro y



FUENTE:  
 SINTESIS GEOGRAFICA DE  
 LOS ESTADOS DE MEXICO Y  
 GUANAJUATO México 1981

1 - ALMOLOYA DEL RIO  
 2 - LERMA  
 3 - B. BARTOLO

UNAM	ENEP	ACATLAN
INGENIERIA CIVIL		
CORTE LONGITUDINAL DEL CAUCE DEL RIO LERMA		
TEMA PROFESIONAL: JUAN J. CARRILLO MONDRAGON		
LAMINA No 6		

Corregidora.

El río Querétaro recibe aproximadamente 28 toneladas de materia orgánica por día de las descargas de la capital del estado. En época de estiaje, el 100% de estas aguas se destinan para riego y en la temporada de lluvias, el 30% permanece estancado en los terrenos de cultivo mientras que el 70% restante es conducido por dicho río hacia el Lerma.

El río Lerma también recibe la corriente del Arroyo Feo que conduce aguas residuales de la zona urbana de la ciudad de Salamanca y aguas residuales industriales, provenientes del corredor industrial de ésta localidad, así como de la refinería de PEMEX.

También recibe las descargas de los ríos Guanajuato y Silso con mayor grado de contaminación. El río Gómez tienen el mayor índice de contaminación dentro del estado, lleva los residuos de las industrias químicas y de tenerías de la ciudad de León. El río Laja conduce las aguas residuales industriales con alto índice de contaminación, aportadas por las industrias asentadas en la periferia de la ciudad de Celaya.

En la presa Solís existe cierta contaminación física, debido a la existencia de lirio acuático en las dos terceras partes del área de embalse. Este vegetal forma una gruesa capa que impide la aereación atmosférica y provoca fuertes pérdidas en el volúmen hídrico a causa del fenómeno de evapotranspiración. En ésta zona el río Lerma, más que un río, se ha convertido en un colector

público de aguas residuales sin signos de vida acuática con impactos ambientales ofensivos a la vista y al olfato, repercutiendo negativamente en la ecología de la zona.

El porcentaje de contaminantes que llegan al río Lerma por actividad son: la industria de productos químicos, que origina el 33.85%; la población, el 33.81%; la industria azucarera, el 12.98%; las bebidas alcohólicas, el 5.87%; la de productos lácteos, el 3.04% ; la industria alimenticia, el 2.26%; y otras el 3.45%.

La industria de productos químicos se dividió en grupos homogéneos que facilitaran tanto la recopilación de la información como la estimación de uso y contaminación del agua. El primero de ellos es el de los químicos básicos, que producen ácidos, bases o sales minerales y cuya contaminación se estima nula, debido a que casi no descarga materia orgánica. El siguiente es el de la petroquímica, propiedad de PEMEX, que produce benceno, tolueno y metanol, el cual genera concentraciones considerables de contaminantes en DBO y de sólidos totales. Por último, la producción de agroquímicos que en términos de contaminación, genera grandes cantidades de DBO y de sólidos totales.

En general, la industria química es muy diversa, existen algunos productos que son solubles y otros que no lo son; unos son minerales y otros orgánicos; pueden ser inertes y/o tóxicos. Las características de contaminación de las aguas residuales de

esta industria son: DBO, Toxicidad, materia en suspensión o disuelta, aceites, PH, sabor, olor y temperatura .

Las aguas desechadas por la población contienen arenas, partículas orgánicas y de cerámica, papel, detergentes, grasas minerales, hidrocarburos, tierra, residuos vegetales y animales, sales, jabones, espumas, celulosa, lípidos y prótidos. Cuando son expulsadas las heces, aparece un principio de putrefacción, se presentan descarboxilaciones de aminoácidos y surgen olores desagradables.

La industria azucarera desecha una enorme cantidad de residuos carbonaceos que son fácilmente fermentables o putrescibles, por lo tanto la DBO de éstos residuos es muy elevada, llega a ser hasta de 200,000 ppm, básicamente las tres cuartas partes del total de los residuos producidos por esta industria corresponden al agua procedente de los silos que contienen limo o trozos de maíz o bagazos de caña los cuales tienen una DBO baja, el agua de la pulpa procedente tanto de prensas como de difusores, tiene una DBO alta.

La producción de bebidas alcoholicas a nivel nacional, requiere de 82 millones de m3 de agua anuales y genera desechos equivalentes a una población de 8.2 millones de personas, es decir, 162 mil toneladas de DBO.

Las plantas de procesamiento de leches realizan por lo general, diferentes procesados del producto, por lo que los residuos que vierten dependeran del tipo de producto que se

elabore.

La industria alimenticia desecha una gran cantidad de materia fermentables y putrescibles por el alto contenido de compuestos orgánicos.

El proceso de curtido requiere el lavado, remojo, escurrido y acabado de las pieles bajo diversas condiciones y con distintos productos químicos, obteniéndose en muchas de las fases del proceso cierta cantidad de residuos perjudiciales, de diversos colores, putrescibles y de mal olor.

Todos los residuos son alcalinos, con excepción del ácido del blanqueo y el ácido residuario de la aplicación del tanino. Los residuos intermitentes son los más difíciles de tratar; proporcionan aproximadamente tres cuartas partes de la DBO total mientras que los residuos continuos proporcionan dos tercios del volúmen total y sólo un cuarto de DBO.

#### **Legislación relativa a la descarga de aguas.**

El tratamiento de las aguas residuales responde a la necesidad que tiene el hombre de obtener un agua de calidad adecuada para los usos a los que se vaya a destinar ésta. Cuando un responsable del vertimiento de desechos líquidos no ha previsto un segundo uso para sus aguas, su descarga al medio ambiente debe responder a los requerimientos que la nación dicte para proteger sus recursos.

Con fundamento en el artículo 27 de la Constitución, el gobierno

federal ha establecido las medidas legales para evitar la contaminación del agua, de acuerdo a las facultades que el artículo 73 confiere al congreso de la unión para expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal y que el artículo 89 confiere al presidente de la república para:

"Promulgar y ejecutar las leyes que expida el congreso de la unión."

Además, el artículo 4 establece que:

"Toda persona tiene derecho a la protección de la salud."

Con éste señalamiento se sientan las bases para legalizar en materia de la protección a la salud por efectos del medio ambiente.

Por otro lado, el artículo 115 rige las bases del establecimiento del municipio libre. La fracción III indica los servicios públicos que están a cargo de los municipios y, en primer lugar, se mencionan los sistemas de agua potable y alcantarillado. A partir de esta norma los municipios son los responsables de la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, como parte de su infraestructura de alcantarillado apegándose para ello, a los ordenamientos legales indicados en la Ley de Protección al Ambiente, en la Ley Federal de Aguas y en la Ley General de Salud.

La Ley Federal de Protección al Ambiente tiene por objeto:

"Establecer las normas para la conservación, protección, preservación, mejoramiento y restauración del medio

ambiente, de los recursos que lo integran y para la prevención y control sobre los contaminantes y las causas reales que los originan."

En su capítulo tercero regula la protección de las aguas para lo que indica:

"Se prohíbe descargar, sin un previo tratamiento, en las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, aguas marinas, y demás depósitos o corrientes de aguas o infiltraciones en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, desechos, materias radioactivas, y cualquier otra sustancia dañina a la salud de las personas, a la flora, a la fauna o a los bienes."

La ley de Protección del Ambiente en su artículo 22 establece:

"Las aguas residuales provenientes de usos públicos, domésticos, industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes así como los que por cualquier medio se infiltran en los suelos y en general los que se derramen en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir la contaminación en el medio ambiente."

En el artículo 92 dice:

"Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y de abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el tratamiento de aguas residuales y su reuso."

El artículo 93 menciona:

"La Sedus y la S.A.R.H. en sus respectivas esferas de competencia, realizarán las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutroficación, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las corrientes y cuerpos de agua de propiedad de la nación."

El Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua, regula los ordenamientos contenidos en el capítulo tercero de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la

Contaminación.

Este reglamento expedido en 1973, en su artículo sexto indica los procedimientos por los que se logrará la prevención y control de la contaminación de las aguas y estos son:

"1.-Todas las descargas de aguas residuales deben cumplir con los valores máximos tolerables de los parámetros de contaminación que se indican en la tabla siguiente:

MAXIMOS TOLEBABLES	
Sólidos sedimentables	1.0 ml/l
Grasa y aceites	70 ml/l
Materia flotante	menor a la malla de 3mm
Temperatura	30°C.
Potencial de Hidrógeno	4.5 - 10

2.-Cada descarga de aguas residuales debe cumplir con una serie de requisitos de calidad, que se denominan "Condiciones Particulares de Descarga" que se fijan en función de las características y usos del cuerpo receptor al que se vierta. De tal forma que se garantice en el cuerpo receptor, ciertas condiciones de calidad establecidas.

#### CONDICIONES DE CALIDAD

- DA.- Abastecimiento para sistemas de agua potable a industria alimenticia con desinfección solamente.
- DI.- Abastecimiento de agua potable con tratamiento convencional e industrial.
- DII.-Agua adecuada para uso recreativo, conservación de flora, fauna y usos industriales.
- DIII.-Agua para uso agrícola e industrial.
- DIV.-Agua para uso industrial.

De acuerdo a lo anterior, las descargas de aguas residuales, de origen doméstico deben recibir, por lo menos, un tratamiento primario, y de acuerdo a las condiciones en el sitio de vertido, podrá ser necesario un tratamiento más complejo.

La Ley de Aguas, expedida en 1971, reglamenta los parrafos 5 y 6 del artículo 27 de la Constitución.

En su artículo 16 establece que compete al ejecutivo federal:

"Suspender todos aquellos aprovechamientos, obras y actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o afecten el equilibrio ecológico de una región."

En su artículo 17 establece que:

"Compete a la S.A.R.H. la facultad de regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales y las condiciones en las que se haya de arrojar a las redes colectoras, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, así como su infiltración, procurando evitar en todo caso, la contaminación que ponga en peligro los sistemas ecológicos."

La Ley General de Salud, expedida en 1983, en su artículo tercero establece que es materia de salubridad general.

"La prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre."

El artículo 118 de la misma Ley, menciona que corresponde a la Secretaría de Salud:

- 1.-Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente.
- 2.-Emitir las normas técnicas a que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso y consumo humano.
- 3.-Establecer criterios sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública."

La Ley de Obras Públicas, que tiene por objeto regular el gasto de las acciones relativas a la obra pública, menciona en su artículo 13 que:

"En la planeación de cada obra las dependencias y

entidades deberán prever y considerar, según el caso, los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran deteriorarse, los proyectos deberán incluir, si ello fuese posible, lo necesario para que se preserven o restauren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos."

#### Repercusiones en el ecosistema.

Los seres vivos y su ambiente físico integran unidades funcionales, denominadas ecosistemas, que se caracterizan por su compleja trama de relaciones de materia y energía. Estas relaciones hacen posible que la energía asimilada por las plantas verdes, y que es utilizada para la producción de carbono, del hidrógeno y la formación de compuestos orgánicos, sea transferida a aquellos organismos que no son capaces de realizar esa función: animales y plantas no fotosintéticas.

La contaminación es un fenómeno que señorea la mente del hombre, ésta que ha sido centro de la memoria y de la imaginación, que ha aclarado tantos enigmas donde brotaron los centenares de miles de pequeños y grades inventos que han degradado la calidad de vida y regresan al cuerpo en forma de presiones emocionales, enfermedades del sistema nervioso, frustraciones e inseguridad.

Con el fin de abastecer a la ciudad de México se realizaron, en la zona donde nacia el Lerma, obras de captación de aguas potables de esos manantiales y parte del subsuelo de las lagunas. Esta es la causa de que el área se haya convertido en un

conjunto de cienegas unidas por un canal.

La contaminación de esta cuenca es considerada de primer orden, por lo que requiere control inmediato.

El tramo comprendido desde el nacimiento del Lerma hasta la presa Antonio Alzate presenta alto grado de contaminación y se encuentra en condiciones sépticas durante todo el año.

El río se ha convertido en un colector público de aguas residuales, sin signos de vida acuática, ofensivos a la vista y al olfato, que repercuten negativamente en la ecología de la zona y con una descarga total de 86.700 m<sup>3</sup>/día de desechos industriales y municipales, con una aportación orgánica de 21,800 kg y 31.700 kg de sólidos sedimentables que representan el 90% del total del área en cuestión.

Las zonas más afectadas, dentro del Estado de México, están en las concentraciones industriales y urbanas como el valle de Toluca-Lerma y áreas que corresponden a los municipios conurbados a Toluca, Lerma, Ocoyoacac y Tiangistenco.

En 1940, en el valle de Querétaro, se extraían 15 millones de metros cúbicos anuales y en la actualidad se ha incrementado la explotación a más de 125 millones de m<sup>3</sup>, ocasionando un descenso en los niveles de bombeo de 15 a 50 m, con abatimiento medio anual de 1.5m.

Es sabido que en la instalación de áreas turísticas, junto con el aumento de la población y el desarrollo urbano, crean condiciones que producen impacto ambiental en el medio ambiente.

Las actividades agropecuarias en una región dada causan un impacto ambiental de considerable magnitud, cuya índole es determinada por las características del medio ambiente y por la forma como se realizan.

Las actividades industriales son las que más inciden en los problemas de contaminación ambiental. Muchas zonas industriales van degradando paulatinamente la calidad de las áreas vecinas hasta niveles peligrosos.

La contaminación ambiental se realiza por medio de factores biológicos, físicos y químicos.

Los contaminantes biológicos son aquellos organismos vivos que en el medio acuático alteren sus condiciones e impidan que el agua se pueda utilizar. Se encuentran presentes en el agua de manera natural en forma de bacterias, hongos, algas, protozoarios o virus.

Los hongos son un grupo bastante difundido en la naturaleza y pertenecen al reino vegetal. Algunos, como los mohos, son unicelulares y se encuentran en las aguas estancadas y en los canales de drenaje donde no hay luz. La mayoría son pluricelulares y pueden ser saprófitos o parásitos. Los hongos parásitos que ocasionan enfermedad al hombre y animales son los llamadosomicetos que parasitan en los peces formando micelios algodonosos en las aletas y branquias propiciando su muerte.

Los protozoarios son organismos unicelulares pertenecientes al reino animal, originalmente son organismos acuáticos que viven en

agua dulce o salada. Los parásitos pueden encontrarse en forma enquistada en el agua y al ser consumidos, infectan a sus huéspedes ocasionándoles diversos daños como son:

Balantidium	Úlcera
Giardia	Diarrea
Endamoeba	Disenteria
Tripalozoma	Hipertrofia de órganos

Los metazoarios parásitos son organismos pluricelulares del reino animal que están presentes en el agua contaminada, se dividen en platelmintos y nematelmintos. Los primeros, son gusanos planos y tienen dos sexos, los segundos, son gusanos cilíndricos unisexuales, algunos de ellos son:

Enterobirus Vermicularis - ataca al intestino grueso

Trichuris Trichura - ataca la intestino grueso

Ascaris Lumbricoides - ataca al intestino delgado

Los virus son agentes patógenos formados por una gran molécula protéica con un ácido nucléico en su interior. En el momento que invaden una célula se multiplican formando nuevas partículas virales. Están relacionados con desechos fecales. Las enfermedades que ocasionan al hombre son la hepatitis infecciosa, la poliomielititis, la encefalitis y gastroenteritis viral.

Los contaminantes físicos son formas de energía que ocasionan problemas en el agua y básicamente son: calor, radiación y sonido.

Los efectos que ocasiona el calor en el agua es que reduce la

capacidad de ésta para disolver oxígeno, trayendo problemas para la vida acuática. Además los procesos vitales implican reacciones químicas y las velocidades de éstas son muy sensibles a los cambios de temperatura. También favorecen al crecimiento de organismos patógenos y de algas que impiden la autopurificación.

La temperatura y la materia orgánica putrescible pueden tener un efecto perjudicial transitorio. La materia orgánica putrescible es la responsable de la disminución del contenido de oxígeno debido a que tiene una (DBO) muy alta que ocasiona graves daños sobre la flora y la fauna, pero a la larga va a ser descompuesta, desapareciendo de esta manera los daños causados al medio.

Los contaminantes químicos son de origen orgánico e inorgánico y se pueden encontrar disueltos, suspendidos o en forma coloidal. Ejemplos: nitrógeno, amonio, nitritos y nitratos, fósforo, fluoruro y cloruro.

Algunos productos químicos estimulan el crecimiento acuático y las poblaciones de algas pueden aumentar en la corriente receptora siendo tan perjudiciales que pueden cambiar el sabor, color y turbiedad del agua.

Los metales pesados, ciertos plaguicidas, los cianuros, el arsénico, los hidrocarburos y el fenol representan la destrucción del ecosistema acuático y entrañan graves peligros para las personas que pudieran consumir esas aguas o sus productos, puesto que en ocasiones persisten en el medio por largo tiempo.

Existe un proceso de autopurificación natural del agua que

transforma las materias orgánicas presentes por la contaminación. Dicha transformación se efectúa con los recursos de agua tanto bióticos como con el oxígeno disuelto.

La autopurificación se debe a fenómenos de dilución, sedimentación, reducción, oxidación y a la acción del sol. Esta depende del tiempo, temperatura, turbulencia, así como de la hidrografía de las corrientes, estos factores sobre todo afectan a la sedimentación y a la oxidación.

El proceso de autopurificación tiene cuatro etapas o zonas que son:

**Zona de degradación.**- Es la zona donde se degradan los desechos y el oxígeno disminuye hasta un 40%. Presenta signos visibles de contaminación, la luz solar no penetra por lo que las algas desaparecen y en general la fauna acuática disminuye, quedando limitado a las especies capaces de sobrevivir en concentraciones bajas de oxígeno.

Hay una intensa actividad biológica por parte de las bacterias y hongos que son los que estarán utilizando el poco oxígeno disuelto. Si la velocidad de la corriente es lenta se efectúa la sedimentación de los lodos suspendidos, creándose depósitos de lodo.

**Zona de descomposición.**-En esta zona el oxígeno está agotado, en ella se inició la descomposición anaerobia produciendo condiciones sépticas que originan gases de hidrógeno, metano, amoníaco, ácido sulfhídrico, etc. Continúa la sedimentación de

los sólidos suspendidos.

Cuando los caudales contienen gran cantidad de materia orgánica la corriente permanece mucho tiempo en esta zona debido a la lentitud del proceso.

Zona de recuperación.-Aquí aumenta gradualmente el oxígeno disuelto, el agua se aclara y empiezan a surgir condiciones aeróbicas propicias para peces y algas, hay sales minerales útiles para la fotosíntesis. Se están restableciendo las condiciones de equilibrio de un ecosistema acuático sano.

Zona de agua limpia.-En esta zona el oxígeno disuelto está a punto de saturación, los sólidos orgánicos se han degradado completamente, hay organismos microscópicos incluyendo bacterias, abundan las algas y peces de agua limpia.

El tiempo que se requiere para la autopurificación de una corriente, o la distancia que tiene que recorrer para atravesar por las cuatro zonas depende de varios factores propios de la corriente afectada por la contaminación.

Cuando se presentan descargas de aguas industriales en las corrientes y éstas tienen compuestos inorgánicos, éstos no son afectados por procesos biológicos. Si su concentración es importante inhiben los procesos biológicos y pueden cambiar la calidad del agua.

Como puede observarse en la lámina # 6, la pendiente del río Lerma es muy suave y como no deja de recibir sustancias contaminantes, es muy difícil que se autopurifique.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Vizcaino Murray, Francisco. "La Contaminación en México", Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
- 2.- "Síntesis Geográfica", ibid.
- 3.- "Constitución Política", ibid.
- 4.- "Ley Federal de Protección al Ambiente", Junio, 1989.
- 5.- "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas", 1973.
- 6.- "Ley Federal de Aguas", 1971.
- 7.- "Ley General de salud", 1983.
- 8.- "Ley de Obras Públicas",
- 9.- "Legislación relativa al agua y a su contaminación y compilación", Sedue, México, 1971.
- 10.- "Programa intensivo de monitoreo del río Lerma", CINC.
- 11.- "Perfil del uso del agua en las plantas de nueve industrias", Comisión del Plan Nacional Hidráulico, tomo # 21.
- 12.- "Inventario físico de fuentes de usos de aguas residuales en la cuenca baja del río Lerma", México, 1984.
- 13.- "Descentralización municipal y manejo de aguas residuales municipales, Sedue, México. 1984.
- 14.- María del Carmen Fernández O., "Apuntes de la materia de contaminación de aguas", ENEP Acatlán México, 1991.
- 15.- "Aspectos sobre el uso y conservación del agua y suelo", Sedue, México, 1984.

- 16.- "La contaminación del recurso vital", El agua, Sedue, México,1984.
- 17.- "Contaminación del Agua", Sedue, México,1985.
- 18.- "La Demanda de Agua", O.N.U.,Nueva York,1978.

"Flores valiosas y bellas  
se vayan entreverando.

Estan en nuestras manos,  
preciosas y olientes flores  
ellas son nuestro atavío.

Oh principes.  
sólamente las tenemos  
prestadas en la tierra..."

Nezahualcoyotl, 1450

#### CAPITULO IV

### Propuestas para el mejoramiento del uso del agua en la cuenca Lerma-Chapala.

#### Objetivo:

Proponer soluciones óptimas para el tratamiento del agua en la cuenca Lerma-Chapala en base a los estudios realizados durante el desarrollo de los capítulos anteriores.

## Introducción.

La problemática de los daños que sufre la naturaleza en aras del progreso, persiste tanto en los países en vías de desarrollo como en los industrializados. En los primeros el deterioro se produce debido al consumismo y el derroche. En los segundos por la escasez y sobreexplotación de sus recursos.

La evolución y el rápido aumento de la demanda de agua en el mundo han planteado a la humanidad, y en particular a los gobiernos, la necesidad de buscar nuevos métodos, tomar nuevas decisiones y modificar políticas inadecuadas. En particular, dado que la disponibilidad del agua ya no puede darse por supuesta, se está poniendo de manifiesto que el agua debe considerarse como uno de los insumos del proceso de producción y que es preciso tratar de hallar combinaciones óptimas de esos insumos.

Hasta comienzos del primer siglo, los ingenieros y planificadores encargados del abastecimiento del agua procuraban ante todo garantizar el suministro de cantidades suficientes desde fuentes conocidas. Las condiciones de demanda, aprovechamiento eficiente y calidad eran por lo general de orden secundario. Se prestaba gran atención a la medición estadística de las corrientes, a las características hidrológicas de los cursos de agua y a los aspectos tecnológicos de las estructuras físicas y sus costos. Excepto por lo que respecta a las zonas en que había escasez de agua, que por entonces eran relativamente

pocas, se suponía que los recursos de agua existía siempre en cantidades suficientes y que las condiciones de costos tenían caracter secundario y no repercutían en el consumidor.

En razón de costos reales, sociales y políticos de las transferencias, las planeaciones futuras de los recursos hidráulicos deberán estudiar las perspectivas de crecimiento de la demanda de agua en usos más redituables, antes de asignar la disponibilidad todavía efectiva a un determinado sector.

#### Costo real del agua.

El problema de como cobrar el costo social de traer y limpiar el agua es ya de antaño, los aztecas lo solucionaron con el pago de trabajo colectivo que tenían todos los habitantes para beneficio de toda la comunidad. Hay que recordar que en esta época la mayoría de la basura o desechos eran fácilmente reciclables, por lo que la contaminación era prácticamente inexistente.

Durante la colonia se fueron creando ciudades con arquitectura española que desplazaron a las ciudades indígenas. estas urbes trajeron otra tradición del abasto del agua, los ayuntamientos crearon fuentes colectivas para las clases bajas ya que las casas de cierto estatus contaban con su propia fuente. éstas últimas no tenían que pagar ningún servicio, impuesto, alcabala o algún otro tipo de cooperación, por lo cual el dispendio en el consumo se daba como una situación rutinaria. Debido a que el drenaje era

prácticamente inexistente y los desechos de agua eran tirados a la calle o desaguados por vías de acéquias sin ningún control, la calidad del agua era muy pobre, por lo que las epidemias hacían fácil presa a la gente.

En la agricultura virreinal se construían suministros en las zonas donde era factible. El agua productiva era proporcionada por particulares, lo mismo a pueblos pequeños que a grandes, construyendo sus fuentes tanto los indios mestizos como a los blancos. Los obrajes y algunos gremios hacían sus fuentes de agua o se instalaban en la cercanía de ésta. Con esta constante en el consumo de agua México se independizó.

Durante los primeros años del México independiente, los conflictos constantes generaron dos problemas en cuanto al agua: no se aumentó la infraestructura ni en las ciudades ni en el campo; y no se legisló ni reglamentó su uso. Antonio López de Santa Anna, intentó reglamentar el cobro de impuestos en base a los servicios que habían instalado los particulares en sus propiedades, pero el Plan de Ayutla destruyó este injusto cobro de impuestos.

En el porfiriato se traen las ideas de urbanismo capitalista con su trazado de calles y la dotación de servicios. Además de la obligatoriedad del estado para realizarlos y cobrarlos, creando así una ciudad con el concepto modernista que predominaba a finales del siglo XIX y con influencia tanto de la tradición científica francesa como de la era victoriana inglesa. En cuanto

al cobro de estos servicios, Porfirio Díaz desarrolló el famoso impuesto del timbre y todo un programa fiscal. El agua se empezaba a cobrar por cooperación de su instalación y un supuesto consumo el cual consistía en dividir el desvío central entre el número de tomas, lo que daba un consumo aproximado.

El agua siempre se ha considerado como un bien libre, pero cuando empieza a aumentar su consumo, la disponibilidad se vuelve escasa y el recurso es suficiente sólo para cubrir una parte de la demanda. Simultáneamente al incrementarse el número de usos y de usuarios, se producen efectos negativos de contaminación y derroche.

En México, el agua es un bien común y carece del precio que determina el libre juego oferta-demanda, característico del mecanismo de mercado, cuya dinámica proviene de una sola fuente: la generación de máxima utilidad económica; este motor es esencialmente distinto al del gobierno federal: máxima utilidad pública y social.

El costo real del agua debe conducir a la implantación de cuotas que provoquen: una mayor eficiencia, mediante la medición y cobro del volumen; un control de la demanda, que sería en función de la disponibilidad de asignación del recurso entre usos alternativos y prioritarios; una transferencia del ingreso, que dependería del gravamen diferencial según la capacidad del usuario; un aumento de recaudación pública, que sería función del programa de amortización de la parte recuperable de la

inversión pública; y finalmente, una eliminación del subsidio federal a la operación anual de las tarifas de agua.

Para determinar el precio del agua se puede recurrir a diversos métodos los cuales pueden ser:

a) Oferta y demanda.- En una estructura de cambio, la interacción entre la oferta y la demanda y su libre ajuste en el tiempo, determinan el precio unitario. Este mecanismo tiene dos propiedades importantes: en la primera, el precio es igual al costo marginal de producción o abastecimiento, haciendo que las cantidades de oferta y de demanda del mercado se igualen y no haya escasez; la segunda, conduce a la utilización eficiente del recurso, optimizando su rendimiento marginal y minimizando el desperdicio.

b) Renta económica.-Representa la diferencia entre el máximo pago por unidad del recurso utilizado, y el costo de producir o abastecer dicha unidad, el máximo pago por el uso de un volumen unitario sería igual al beneficio neto que produce ese volumen en una actividad. Este concepto apoya el establecimiento de cuotas diferenciales por rendimiento y consumo de agua según la actividad económica.

c) Costo de oportunidad.-Cuantifica el valor neto del recurso en su mejor uso alternativo local. El costo de oportunidad de un volumen de agua puede medirse a través del costo estimado de transferencia del mismo volumen de agua desde fuentes distantes, para abastecer la demanda del área metropolitana de la Ciudad de

México.

d) Recuperación de costos.-El precio por unidad de recurso lo determina el programa de recuperación del capital invertido y de los costos periódicos de operación, la Ley Federal de Aguas contempla establecer las cuotas de agua en función de una recuperación de costos.

e) Redistribución del ingreso.-Da prioridad a la estructura diferencial de cuotas de agua en función de la capacidad de pago de los usuarios. El costo público y social de los subsidios puede, en algunos casos, ser mayor que los beneficios netos que recibe el usuario .

Los conceptos de renta económica y costo de oportunidad, no han sido aplicados al manejo del agua. Las cuotas basadas en el principio de renta, mantendrán los usos actuales del agua, pero generarán mayor recaudación para los municipios y, posiblemente, utilidades netas. Esto tendría consecuencias importantes en el nivel y distribución del ingreso de los usuarios sujetos al gravamen. El enfoque de costos de oportunidad se traduciría en una más eficiente asignación de los recursos hidráulicos entre usos competitivos. Esta visión tarifaria tendería a disminuir y transferir el agua hacia usos más productivos.

Para los problemas sociales que produce el rechazo de propuestas de aumentar las cuotas del agua así como el bajo nivel económico de algunos usuarios del servicio público, el subsidio podría ser necesario para determinados núcleos. En este caso,

sería necesario cuantificar el monto del subsidio y su distribución diferencial entre los beneficiados.

El uso eficiente del agua se dará en medida en que el precio del agua refleje el costo total de suministrar el servicio. Para la fijación de este precio se deben considerar múltiples variables, como el costo de proporcionar los servicios, la disponibilidad de recursos, la composición de los usuarios y sus diferentes consumos, la política de expansión de los servicios y las de conservación, tanto en calidad como en cantidad.

Realmente, los usuarios sólo pagan la quinta parte del costo real por el suministro, pues si bien el agua es un elemento natural que no tiene precio, lo que se cobra por medio de los sistemas es el servicio de llevarla entubada hasta el usuario. Se debe pensar en otorgar algunas concesiones a la iniciativa privada en renglones tales como operación, comercialización, facturación y mantenimiento. (1)

#### Política de operación del uso del agua.

Las diversas cuencas acuíferas del país reciben actualmente descargas por 200 m<sup>3</sup>/s de desechos, principalmente industriales, que mantienen en un alto grado de contaminación al vital líquido, es por esto que se hace necesario un impuesto sobre el uso del

---

(1) Gutierrez Alma, "Son subsidiados 11 mil sistemas de agua potable", *El Universal* 21 de Noviembre 1990.

servicio de drenaje que sea aplicado tanto a personas físicas como a las morales y que sea implantado por el gobierno federal dicho monto deberá destinarse al tratamiento de aguas residuales. También es necesario un nuevo orden en el reparto de agua del río Lerma entre los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco. Distribuir el agua del río Lerma de la mejor manera teniendo como base que a los estados que involucra en su cuenca les toque lo establecido para su uso ya que los recursos no son aprovechados en forma óptima, por ello es importante incorporar la limnología en el estudio de ríos y lagos, a fin de promover nuevas actividades orientadas al uso racional y eficiente del agua en estos almacenamientos.

La mala distribución que existe se debe a un desequilibrio entre la oferta y la demanda del líquido en la cuenca Lerma-Chapala. Una nueva distribución del agua se debe hacer sobre bases más justas y en un nuevo orden en materia hidráulica, tanto en el cauce del río como en el aprovechamiento del lago de Chapala.

Independientemente de que los estados involucrados tengan problemas de contaminación y utilización de caudales que abastecen al río Lerma a su paso, hay que considerar que el agua es un recurso estratégico escaso, por lo que para lograr los objetivos del desarrollo socioeconómico es indispensable una racional administración del mismo, tanto de las aguas subterráneas y superficiales, como un manejo y reciclado adecuado

de las residuales.

Para lograrlo se requieren políticas tendientes al tratamiento, a bajo costo, así como a la reutilización extensiva del recurso en actividades que no requieran de agua de primer uso. La conciencia social por un uso óptimo del agua, es uno de los retos más importantes que habrá que afrontarse y será el elemento que determine las acciones que los organismos encargados de la administración del agua deberán efectuar, a fin de minimizar los efectos de la aguda escasez que se prevé en épocas futuras.(1)

Avanzar en los asuntos del manejo de agua debe ser una de las prioridades de los organismos federales, resaltando las acciones para la reglamentación de los acuíferos; la vigilancia de zonas críticas; y la promoción para instalar plantas de tratamiento.

Para hacer un uso eficiente del agua, en el sector agrícola, es necesario que los sistemas de riego regionales suspendan el suministro de agua superficial para los cultivos anuales del subciclo otoño-invierno con el objeto de garantizar el riego parcelario en el primavera-verano del año siguiente. De esta forma se aprovecharía a plenitud los temporales lluviosos que permiten la recuperación de las presas y garantizan humedad en las tierras para el siguiente ciclo otoñal.(2)

---

1) Gonzales Víctor, "Indispensable una racional administración del agua". El Universal, 11 de Abril, 1991.

Además es necesario cerrar compuertas del río Santiago únicamente durante el temporal de lluvias, para evitar escurrimientos innecesarios que permitan capturar agua para el lago de Chapala permitiendo únicamente extraer del vaso lacustre agua para consumo humano. También se requiere forzar un acuerdo de uso de aguas de la cuenca Lerma-Chapala que impidan desviar los afluentes, ya que ninguno de los estados de las riberas del Lerma debe tomar más allá de la cantidad de agua destinada.(3)

En la explotación de aguas subterráneas, el bajo y el Estado de México concentran la problemática más fuerte, razón por la cual también es prioritario detectar perforaciones clandestinas para cancelarlas y evitar que se minen los cuerpos de agua asentados en la cuenca del río Lerma. Es urgente incrementar la eficiencia en la explotación de la red de pozos existentes, que por diversas razones es del 40%, lo que significa un desperdicio del 60%, que representa un enorme gasto de energía. A esto se agrega el desperdicio no cuantificado de agua por riego irracional, a pesar de los diversos esfuerzos de captación. Con esta acción se evitaría la importación de agua para cubrir los requerimientos de la cuenca. (4)

En el sector industrial, se deben tomar acciones como en el

-----  
2) Gonzales Pablo y Huicochea Antonio. "El presente y el futuro de la zona están en peligro". Excelsior 24 de Agosto, 1990.

Estado de México donde determinaron que en los parques industriales las empresas que se instalen deberán consumir sólo un litro de agua por segundo cada hectárea y de exceder esta condicionante, deberán instalar sistemas de reciclaje del líquido, no ser contaminantes o en su caso instalar el equipo necesario. En los casos de explotación de manera irregular de los mantos acuíferos, actualmente se ha conformado una brigada para detectarlos y de esa manera exigir a los beneficiados actualizar su explotación y operación, a fin de evitar el agotamiento de las reservas de agua, que cada día son menos. El potencial industrial en el territorio mexiquense es uno de los más grandes del país y por lo tanto se presentan dificultades para inspeccionar, pero aún así se construirán plantas de tratamiento para las aguas residuales en factorías altamente contaminadas y en dichas plantas saldrá el agua previamente tratada para posteriormente enviarla a las macroplantas y finalmente al río Lerma.

En el Estado de Jalisco se está buscando que los industriales registren y declaren el tipo de residuos que arrojan y la cantidad. De acuerdo con esto se les cobrará una cuota por el tratamiento que se llevará a cabo en distintas plantas.

-----  
3) Chimberly Eduardo, "Urge cerrar compuertas para que el Lago de Chapala recupere su nivel". Excelsior 2 de Julio, 1989.

4) del Toro Luis, "No se puede autorizar más pozos en Querétaro" , El Universal. 28 de Enero, 1992.

A nivel general, la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) cobrará una nueva cuota de derecho a todas las industrias que desechen contaminantes a lagos, ríos, lagunas o simplemente al drenaje, así como a las industrias que cuenten o instalen plantas de tratamiento para sus aguas residuales. El monto de la cuota de derecho será de acuerdo a la cantidad de aguas negras, así como por la cantidad de contaminantes que se desechen. También combatirá el clandestinaje en los pozos y tomas, subterráneas y superficiales, para áreas de riego o uso domiciliario se informó que de 16,000 usuarios registrados, sólo 200 han acreditado sus aprovechamientos. El aprovechamiento debe acreditarse por medio de documentos de registro nacional, como son los permisos de perforación y solicitudes de legislación de pozos. En áreas con mayores recursos hidráulicos subterráneos se hace una verificación técnica y legal donde se detecta alguna irregularidad, se deja un citatorio a fin de que el usuario acuda ante la C.N.A. para legalizar su situación. Sólo se tramitarán reposiciones de pozos ya existentes y únicamente concede autorización para nuevas perforaciones cuando se trata de abasto a poblaciones urbanas o rurales.

A las personas que provoquen por cualquier medio, una enfermedad en las plantas, cultivos agrícolas o bosques; también a quienes descarguen, depositen, infiltren o derramen aguas residuales, desechos o contaminantes en suelos o aguas de jurisdicción estatal, municipal o federal; serán castigados de

seis meses a seis años y con multas de 100 a 500 días de salario mínimo.(1)

Paralelamente, serán castigados en los mismos términos aquellos que despidan, o emitan a la atmósfera, gases, humos, polvos o líquidos que afecten a la salud pública, a la flora o fauna. Así como para los que generen emisiones de ruido, vibraciones, energía luminica o térmica en zonas de jurisdicción estatal o municipal .

Para el aprovechamiento de aguas residuales en cultivos, es necesario realizar los análisis que determinen el contenido de bacterias, coliformes fecales totales y huevos de helmintos para clasificarlos en grupos de acuerdo con sus características de asimilación del agua con que son regados.

No se pretende suspender el uso del agua residual en el riego agrícola pero sí limitar los cultivos que empleen esas aguas y se prohíba su empleo en aquellos cuyos productos se consumen crudos.

De acuerdo con la calidad del agua disponible, las características del suelo y de los cultivos autorizados, se determinarán las láminas y frecuencias de riego con agua residual que deban aplicarse. Con fines de protección sanitaria se dejará transcurrir el mayor tiempo posible entre el último riego y la

-----  
1) Silva Vega Sonia , "Presentan la iniciativa de adición al código penal sobre delitos ecológicos".1 Universal 21 de Agosto, 1991.

cosecha. En la autorización para riego de áreas con aguas residuales se deberá emitir un diagnóstico, así como las acciones pertinentes para evitar la contaminación de cuerpos de agua y llevar a cabo monitoreos periódicos de las aguas del suelo.

En cuanto a los incrementos a la tarifa del agua potable e impuesto predial, debe ser de acuerdo a la estabilidad en el presupuesto de egresos del gobierno local para el ejercicio fiscal de cada año. Dichos aumentos en el predio pueden ser de 50 y 75% y en el agua ir desde 50 hasta el 100%, este incremento debe ser de acuerdo a la inflación acumulada de cada año. El monto acumulado con esta acción tendrá una orientación preponderantemente social, para atender las demandas más urgentes de las comunidades.(1)

Cabe mencionar que como el agua es vital y estratégica su administración debe ser manejada, según la Constitución y las Leyes de Reforma, por el estado pero en los servicios puede participar el sector privado.

Es necesario que se realicen programas, con la participación de los ciudadanos, a fin de dar solución a los problemas del agua, para ello es importante efectuar el levantamiento del padrón y de esa forma obtener mayores ingresos así como evitar las tomas clandestinas.

-----  
1) Hulcochea Antonio ."Suben el próximo año tarifas del agua y predial a Mexiquenses", El Universal, 19 de Abril, 1991.

Dentro de estos programas se deben establecer mecanismos específicos para el reciclaje y tratamiento de las aguas residuales que frenen los altos índices de contaminación, deben contenerse las sustancias que al mezclarse con agua generan una gama de residuos difíciles de tratar.(1)

-----  
1) Silva Vega Sonia , "Instan a evitar el uso del agua", El Universal, 29 de Noviembre, 1991.

## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

### Reciclaje del agua.

El uso de aguas residuales para riego ha sido una práctica antigua en varios países. El Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), revelan que aproximadamente el 80% de las aguas residuales urbana de países subdesarrollados, son aprovechados para riego permanente o estacional. El riego con aguas residuales tratadas con lagunas de inundación, diseñadas y operadas adecuadamente, constituyen una estrategia importante, no sólo para la protección de la salud, sino para la conservación de los recursos hidráulicos naturales, el desarrollo de la agricultura y la protección del ambiente.

Con la construcción de macroplantas de tratamiento de aguas residuales y de lagunas de estabilización se avanzará en los trabajos de rehabilitación de la cuenca del río Lerma.

Sólo el 18.5% de las descargas de aguas residuales que generan los centros urbanos del país son tratados con técnicas y procedimientos adecuados para despojar sustancias y líquidos tóxicos contaminantes. (1)

Las aguas residuales que se depositan en lagunas, ríos y lagos del país han rebasado su capacidad para aceptar y regenerar los

---

1) Silva Vega Sonia, "Recibe tratamiento sólo 18.5% de las descargas residuales afirma C.N.A.", El Universal, 6 de Marzo, 1992.

200 m<sup>3</sup>/s de agua que se vierten sin tratamiento alguno. Para el tratamiento de las aguas existe fuerte rechazo, ya que sólo el 20% de las descargas que se hacen en México reciben algún tipo de saneamiento.

El departamento de biotecnología de la Univesidad Autónoma Metropolitana (U.A.M.), expuso que de los 115 m<sup>3</sup>/s de agua residual que se generan en el país únicamente 14 m<sup>3</sup>/s son sometidos a un tratamiento rudimentario para regenerarlos. La misma institución ha propuesto una planta de tratamiento que funcionará con base en un proceso biotecnológico. Este proceso de digestión anaerobia, elimina el 80% de la materia orgánica contenida en las aguas residuales, a un costo inferior a la mitad del que tienen los procesos tradicionales aplicados en nuestro país.

Todos los tipos de reciclaje mostrados en las tablas siguientes son comparables a los de ciertas alternativas, pero más que el aspecto económico, su factibilidad radica en que estas soluciones de reuso y recarga de acuíferos son soluciones a largo plazo por que no crean desequilibrios ambientales, y a la larga, o quizá en muy breve tiempo, vamos a tener que aprender a vivir en equilibrio con nuestro ambiente o a pagar el precio de no hacerlo.

**COSTOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES PARA  
RECARGA DE ACUIFEROS CON AGUAS RESIDUALES.**

Módulos de 1.000l/s, dólares a 3.110 pesos en Julio de 1992.

Proceso	Inversión inicial * (M \$)	Costo de Operación y Mantenimiento. (m \$/año)	Costo del agua tratada. (\$/M3)
<b>Recarga superficial.</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Tratamiento Primario.	2,770	60	10
Tratamiento Secundario.	12,690	1,970	100
Tratamiento Químico.	9,450	1,220	67
Filtración.	5,120	2,950	109
Cloración.	620	200	8
	=====	=====	=====
Total.	31,760	6,490	300
<b>Recarga por inversión.</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Tratamiento Primario.	2,770	60	10
Tratamiento Secundario.	12,690	1,970	100
Tratamiento Químico.	9,450	1,220	67
Filtración.	5,120	2,950	109
Adsorción de Carbón Activado.	18,710	800	81
Ozonización	9,010	1,540	76
	=====	=====	=====
Total.	58,860	8,630	449
<b>Recarga por inversión directa .</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Tratamiento Primario.	2,770	60	10
Tratamiento Secundario.	12,690	1,970	100
Filtación.	5,120	2,950	109
Osmosis Inversa.	33,730	4,200	243
Cloración.	620	200	8
	=====	=====	=====
Total.	56,040	9,470	467

Tasa anual de interés (deflectada). -7%

Vida útil.-20 años.

\* Costos netos de construcción, sin incluir: Estudios de ingeniería, supervisión de la construcción, Administración de la obra, intereses durante la construcción, gastos indirectos, costo de terreno, costo de edificios administrativos y laboratorios, gastos legales, ect.

Fuente: Dr. Ernesto Espino de la O. Director General de Diseños Hdráulicos y Tecnología Ambiental, S.A.

### COSTOS DE TRATAMIENTO

A Julio de 1992, por módulo de 1,000 m3/s.  
Dólares a 3,110 pesos.

Clave:	Lagunas Facul- tativas.	Cloración		Ozonización		
		1río	2río			
Inv. inicial (M \$)	4,060	616	616	9,010		
CAOM (M \$/año)	1,772	202	203	1,538		
c (\$/m3)	68	8	8	76		
Pre- trata- miento	Trata- miento Primario	Lodos Acti- vados	Nitri- fica- ción	Trata- miento Químico	Filtra- ción	Carbón Activado Granular
1,105	2,787	12,690	4,809	9,448	5,123	18,717
89	57	1,968	3,025	1,220	2,954	795
6	10	100	110	67	109	81
	Esp. de Lodos	Esp. de Lodos	Esp. de Lodos	Osmosis Inversa		
	779	395	308	33,730		
	23	14	12	4,198		
	3	2	1	234		
Desaguados de lodos	Desaguados de lodos	Desaguados de lodos	Desaguados de lodos	Interc. Iónico		
6,631	400	6,631	12,855			
125	14	125	307			
24	2	24	48			

Ecuación del cálculo de costo unitario:

$$c = (II * \frac{1}{1 - (1 + i)^n} + CAOM) + V$$

c = costo unitario (\$/m3).

II = Inversión inicial (\$).

i = Tasa de interés anual, deflecionada. (%) = 7

n = Período de amortización (años). = 20

CAOM = Costo anual de operación y mantenimiento (\$/años).

V = Volúmen anual de agua producida (m3/año) = 31,536,000

Fuente: Dr. Ernesto Espino de la O. Director General de Diseños Hidráulicos y Tecnología Ambiental, S.A.

**COSTO Y TRATAMIENTO PARA EL REUSO DE AGUAS RESIDUALES.**

Módulos de 1,000l/s, dólares a 3,110 pesos en Julio de 1982.

Proceso	Inversión inicial. * (M \$)	Costo de Operación y Mantenimiento. (m \$/año)	Costo del agua tratada. (\$/M3)
<b>Riego de forrajes.</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Tratamiento Primario.	2,770	80	10
	=====	=====	=====
Total	3,880	150	16
<b>Riego de cultivos que se consumen cocidos.</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Lagunas Facultativas.	4,080	1,770	68
	=====	=====	=====
Total.	5,170	1,860	74
<b>Riego de cultivos que se consumen crudos.</b>			
Pretratamiento.	1,110	90	6
Tratamiento Primario.	2,770	80	10
Tratamiento Secundario.	12,690	1,970	100
Filtración.	5,120	2,950	109
Coloración.	620	200	8
	=====	=====	=====
Total	22,310	5,270	233

Tasa anual de interés (deflectada).-7%

Vida útil.-20 años.

\* Costos netos de construcción, sin incluir: Estudios de ingeniería, supervisión de la construcción, Administración de la obra, intereses durante la construcción, gastos indirectos, costo de terreno, costo de edificios administrativos y laboratorios, gastos legales, ect.

Fuente: Dr. Ernesto Espino de la O. Director General de Diseños Hdráulicos y Tecnología Ambiental, S.A.

## Ajustes a la legislación

Subdesarrollo y destrucción del medio ambiente constituyen un problema global que afecta los derechos humanos. es claro cómo en esta problemática, el principal protagonista, que es el hombre, resulta fuertemente afectado. El deterioro del medio ambiente se traduce en deterioro de las personas y de sus derechos básicos.

(1)  
El derecho al desarrollo, entendido como un derecho de los estados y los pueblos a elevar constantemente la calidad de vida de su población, lograr su modernidad y competitividad con el mercado mundial, tiene dos dimensiones: una doméstica, que significa desde el interés de la ecología, un uso racional de los recursos internos de cada país, así como explotación y preservación adecuada de sus ecosistemas; y otra, internacional en donde se puede afirmar que existe una exigencia para los estados que surge del hecho de participar en la comunidad internacional.

Según la declaración sobre el derecho al desarrollo formulado por naciones unidas en 1986 se tiene que es un derecho humano inalienable en virtud del cual todo ser humano y todos los pueblos están facultados para participar en un desarrollo económico, social, cultural y político, en el que puedan

---

1)Navarrete Tarsicio, "La preservación del ambiente sano requiere de la conciencia colectiva", l Universal 7 de Diciembre, 1990.

realizarse plenamente todos los derechos humanos y libertades fundamentales, a contribuir al desarrollo y a disfrutar de él.

Es posible armonizar el concepto de derecho al desarrollo de los pueblos, que se usa en la teoría general sobre derechos humanos, con este otro concepto de desarrollo sostenible que se menciona en el informe Brundtland -llamado nuestro futuro común-, y que se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

En la conferencia internacional sobre medio ambiente se señaló: que el hombre es a la vez obra y artifice del medio que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente... tiene el derecho fundamental a la libertad, a la igualdad y al disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras.

México cuenta ahora con el marco jurídico e institucional adecuado para hacer realidad la aspiración de los mexicanos: contar con agua limpia para su desarrollo y para preservar la vida de las futuras generaciones, la legislación y reglamentación son herramientas eficaces que se tienen para la administración del agua, con los propósitos de optimizar el uso del recurso, efectuar una distribución justa del mismo y procurar su calidad y

cantidad.

Son ya 71 las normas técnicas ecológicas que ha dispuesto el gobierno federal para avanzar en el combate a la contaminación de aire, agua y suelo en el país, y 12 nuevas normas para el control de emisiones de aguas residuales en giros industriales y de servicios, las medidas establecen los límites máximos permisibles de diferentes sustancias contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria en general, y en especial de aquella que fabrique jabones y detergentes.(1)

También esta previsto el cobro de derechos por descargas de aguas residuales por la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. Más que un propósito recaudatorio, el nuevo derecho tiene la finalidad de incentivar la construcción de plantas de tratamiento de aguas negras. La legislación considera sujetos de cobro a aquellos que descarguen aguas residuales en los suelos o las infiltren en terrenos que sean bienes nacionales. Exime del pago, durante 12 meses, a las industrias que demuestren plenamente que se encuentran en vías de tratamiento de sus descargas. Los parámetros de la contaminación más generalizados

-----  
1) Correa Raúl, "Dicta SEDUE nuevas normas para controlar la contaminación", 1 Universal 12 de Septiembre, 1991.

2) Gonzales Victor, "Cobraré la C.N.A. impuestos a industrias que tiren desechos a ríos, lagunas o al drenaje", 1 Universal 1 de Octubre, 1991.

son el volúmen total y la materia orgánica expresada como DQO.(2)

Para normar el uso y aprovechamiento de las aguas residuales se deberá formular un manual técnico que considere los siguientes aspectos: Calidad de agua, tipo de cultivo, forma de riego, características del suelo, existencia o uso de infraestructura hidroagrícola, acuíferos, cuerpos receptores de excedentes de riego, localización de los asentamientos humanos y efecto ambiental.

Normar el uso de aguas residuales en el riego de los distritos agrícolas, servirá para enfrentar los problemas de contaminación del agua, proteger la salud pública y evitar la degradación de suelos y acuíferos.

En caso de encontrar cultivos que contravengan a lo establecido en el manual técnico se notificará a las instituciones competentes de la localidad, y en tanto no se emita el dictamen definitivo, no podrán consumir los productos.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), ha establecido la norma técnica ecológica mediante la cual se establecen las condiciones que debe tener las aguas residuales de origen urbano municipal, para ser utilizadas en el riego agrícola de hortalizas y otros productos hortifrutícolas.

En cuanto a explotación acuífera, la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) está formulando reglamentos para dar un uso racional del recurso y adecuar la calidad y ocurrencia del mismo en función de las demandas de agua potable, para riego y para la industria. Con

dicha normatividad y con las disposiciones reglamentarias, se podrá concertar con los diferentes usuarios del vital líquido las acciones para usarlo eficientemente garantizando que sea un factor de desarrollo y no una limitante.(1)

-----  
1) Arellano Antonio, "Habrán normas de explotación para regiones acuíferas", 1 Universal 7 de Marzo, 1992.

#### BIBLIOGRAFIA.

- 1.- "La demanda de agua", O.N.U., Nueva York, 1976.
- 2.- "Precios de agua en irrigación", 1a parte, Plan Nacional Hidráulico, México, 1975.
- 3.- Viscaino Murray Francisco. "La contaminación en México", Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1977.
- 4.- "Manual de tratamiento de aguas, Tomo I y II, Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York", México, 1978.
- 5.- Fair, Geyer y Okun, "Purificación de agua y tratamiento y disposición de aguas residuales", Ed. Limusa, México, 1978.
- 6.- Notas hemerográficas de los periódicos El Universal y Excelsior de 1991 a 1992.

"El poder del átomo ha  
cambiado todo... excepto  
nuestra manera de pensar."

A. Enstein. 1945

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El deterioro ambiental que presenta la cuenca del Lerma-Chapala no podra revertirse a corto y mediano plazo ya que por muchos años se permitió el depósito de basura a cielo abierto, la emisión de humos, la destrucción de especies de flora y fauna, así como el desagüe de sustancias contaminantes en la zona. Las evaluaciones hechas en los afluentes del río Lerma y en terrenos colindantes muestran severos daños como son la desecación y agotamiento de los acuíferos entre otros, además de erosión en algunos terrenos.

Los enormes retos que la cuenca Lerma-Chapala representa en materia de agua son: cambiar el dispendio por prácticas de conservación; convertir el agua contaminada en limpia; lograr el aprovechamiento internacional de la infraestructura con que cuenta y modificar la indiferencia hacia el deterioro ambiental, por una activa participación social por el mejoramiento de su entorno.

Existen siete aspectos de mayor prioridad:

- 1).- Descentralizar los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en las ciudades y de riego en el campo;
- 2).- Diversificar los recursos financieros del sector hidráulico;
- 3).- Inducir el uso racional del agua;
- 4).- Desarrollar la infraestructura necesaria para atender la demanda insatisfecha;

5).- Promover la nueva cultura del agua, por medio de una mayor participación social;

6).- Y, consolidar la autoridad del agua, y desarrollar tecnología e incrementar y mejorar los programas de capacitación y etrenamiento.

La realidad nos muestra como el derecho ambiental a un medio ambiente sigue siendo una meta por alcanzar. Las condiciones deplorables que existen violan los derechos de millones de personas. La calidad de vida es deteriorada en sus elementos más básicos: aire, sol y agua; cancelando así las posibilidades de un desarrollo armónico de la población.

Los gobiernos involucrados tienen que observar las pautas y normas que establecen los distintos convenios internacionales sobre protección del ambiente. Ya que en estos tratados internacionales la mayoría de los gobiernos han aceptado incorporar la meta del desarrollo autosostenido en sus políticas y prácticas.

La degradación del medio ambiente propaga las infecciones respiratorias que cada año causan la muerte a más de 4 millones de menores de 5 años en países desarrollados. Casi un tercio de la población mundial está constituida por menores de 15 años de éstos, más del 80% viven en el mundo en desarrollo.

Se debe actuar sobre los problemas de contaminación para ser previsores en materia de salud, pues resulta ilógico que se canalicen inversiones extraordinarias en hospitales para cuidar

la salud y aliviar a los habitantes por no haber solucionado las causas originales de los problemas de salud.

Los altos índices de contaminación y la escasa presencia de servicios públicos son motivos suficientes para no autorizar nuevas áreas industriales dentro de esta zona, sin embargo la decisión corresponderá exclusivamente a los ayuntamientos.

La principal causa por la cual las empresas no cumplen con las disposiciones convenidas con la SEDUE, es el alto costo que les representa la instalación de equipo anticontaminante. Los industriales desaprovechan los créditos disponibles de la banca comercial a tasas preferenciales, no sólo para la instalación de equipo, sino también para su renovación.

No se trata de resolver el gran problema de dotar con agua potable a la población que la reclama, sino de garantizar el líquido a ciudades que se encuentran rodeadas de ríos y considerar que existe una gran cantidad de personas sin acceso al líquido. Las aguas cristalinas que surten del vital líquido a la población no deben volverse después aguas negras contaminadas que al utilizarse en zonas de riesgo para producir alimentos, regresen a perjudicar a la gente que se había protegido con la dotación de agua potable.

Es necesario concesionar los servicios de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales y promover una mayor participación de capitales privados en la construcción de infraestructura hidráulica. Esta acción se aleja de toda

especulación de tarifas del servicio, porque cada municipio tiene su fórmula para la aprobación de tarifas. Es indispensable reglamentar el uso y disposición final del agua en todo el país.

Se recomienda, para la regeneración de la zona y para la eficiencia y rentabilidad del uso del agua, que se haga una distribución espacial de la población en toda la cuenca, generada por la construcción de pequeñas presas de agua que unan parcelas ejidales para formar superficies compactas que den oportunidad de tener empleo permanente, lo que redundará en un proceso remunerativo y de utilización de tecnología apropiada para los cultivos que demanden los mercados nacional e internacional.

Estos almacenamientos artificiales también pueden servir de zonas de recreación para el turismo nacional, incrementando de ésta forma la captación de ingresos de los municipios.

En cuanto al aspecto legal, como se pudo observar existen las leyes suficientes que conducen a la protección y al uso racional de los recursos hidráulicos. Además cabe mencionar que algunas de las políticas de operación del agua y de los ajustes a la legislación propuestos en este trabajo, están ya contemplados en la nueva "Ley de aguas nacionales" publicada en diciembre de 1992. Solamente falta incentivar y promover con mayor interés y conciencia el derecho ambiental, ya que conociéndolo se podrá ejercer con las bases jurídicas correctas.

Por último, debe entenderse por desarrollo al incremento del nivel de vida del hombre sin afectar al medio que lo rodea. El

equilibrio con la naturaleza se dará en la medida en que el deterioro que se ocasione al medio ambiente sea inversamente proporcional al desarrollo.

Sería un error que ahora con el tratado de Libre Comercio, se permita el ingreso de empresas que además de contaminar cambien el uso del suelo netamente agrícola y fomenten la concentración de la población en los núcleos urbanos demandando así más servicios públicos. Como ya ha ocurrido en los estados fronterizos.

## **GLOSARIO**

- Adsorción.**- Adhesión de moléculas de cuerpos sólidos; formación de una capa superficial molecular; acción por la cual una sustancia se adhiere a una superficie.
- Agua residual.**-Líquido de composición variada proveniente de usos municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquier otra índole, ya sea pública o privada, y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.
- Alcalino.** - Cantidad total de sustancias básicas presentes en una muestra de agua.
- Austral.**- Sur o punto cardinal opuesto al norte.
- Bien libre.**- Son bienes abundantes de propiedad común y utilizarlos no genera daños a terceros con igualdad de derechos. Carecen de valor monetario en el mercado.
- Bien privado.**- Son bienes de propiedad única, la cual excluye la posibilidad de uso general. Puede transferirse mediante una transacción compra-venta a un precio derivado de la oferta-demanda en el mercado.
- Capacidad de asimilación.**- Es la propiedad que tiene un cuerpo receptor calculada con base en el gasto de diseño para restablecer su calidad en forma tal que no se viole en tiempo ni espacio la norma de calidad establecida.
- Capacidad de disolución.**- Es la cantidad de cualquier elemento, compuesto o sustancia que puede recibir un cuerpo en forma tal que no exceda en ningún momento, ni lugar la concentración máxima de dicho elemento, compuesto o sustancia establecida en la norma de calidad del cuerpo receptor correspondiente, tomando como base el gasto normal de diseño o volumen normal de diseño.
- Carbón activado.**- Es una solución que sirve para la concentración de un soluto en la superficie de un sólido. Dicho soluto puede ser materia orgánica o inorgánica de desechos diluidos no concentrados.
- Caudal de retorno.**-Es la cantidad de agua que se devuelve después de usarla a un curso o masa de agua dulce.
- Consumo de agua o uso consuntivo.**- Es la diferencia entre la toma y el caudal de retorno.

- Contaminación.-** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- Contaminante.-** Toda materia o forma de energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- Corriente secundaria.-** Es el flujo de río formado por dos tributarios no ramificados.
- Cuenca.-** Zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el mismo sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.
- Cuerpo receptor.-** Toda red colectora, río, cuenca, cauce, vaso o depósito de aguas que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.
- D.B.O.-** Demanda biológica de oxígeno. Cantidad de oxígeno requerida para llevar a cabo la oxidación biológica de la materia orgánica que es biodegradable en condiciones aerobias. Es el mejor criterio para determinar la contaminación de corrientes.
- Descarga.-** Conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún cuerpo receptor.
- Desequilibrio ecológico.-** Alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente
- Dispendio.-** Gasto considerable, por lo general innecesario.
- DQO.-** Demanda química de oxígeno. Cantidad de oxígeno requerida para que se lleve a cabo la oxidación química de la materia orgánica presente en una muestra de agua en condiciones aeróbicas.
- Ecosistema.-** Unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
- Endémico.-** Término que se refiere a una enfermedad propia de un país; restringido a una área geográfica relativamente pequeña.

**Endorréico.**- Son cuencas cuyo punto de salida esta dentro de los límites de la misma y generalmente es un lago.

**Equilibrio ecológico.**- La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Eutroficación.**- Proceso mediante el cual se proporciona nutrición adecuada para la producción de algas. El fósforo determina el grado de eutroficación.

**Fermentable.**- Sustancia carbonosa como los azucares donde al ser oxidados anaerobicamente producen ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas, aldeidos, etc.

**Filtración.**- Tratamiento primario que consiste en hacer pasar un fluido que contiene sólidos en suspensión a través de un medio filtrante.

**Impacto ambiental.**- Modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Infección.**- Enfermedad causada por la presencia de microorganismos que dañan al organismo atacandolo en diferentes lugares, especialmente al intestino delgado que es en donde se lleva a cabo la asimilación de los alimentos.

**Intercambio iónico.**- Este proceso consiste en que los iones que mantienen a los grupos funcionales sobre la superficie de un sólido por fuerzas electrostáticas se intercambian por iones diferentes que están en la solución.

**Intoxicación.**- Se presenta debido a la presencia de toxinas producidas por los gérmenes que durante su metabolismo las secretan causando daño.

**Lagunas facultativas.**- Son lagunas en las que mediante el estancamiento, descomponen la materia orgánica que hay en las aguas negras. Los sólidos de éstas entran a la laguna en estado altamente putrescible y salen en forma de células de algas muy estables, las cuales dentro de ciertos límites, pueden descargarse a las aguas receptoras sin causar daños.

**Limnología.**- Ciencia que estudia las condiciones naturales de las aguas dulces superficiales.

- Lípidos.**- Uno de los tipos de compuestos orgánicos más abundantes en los seres vivos. La mayoría de los lípidos están formados por glicerol y un ácido graso al menos.
- Lodos activados.**- Tratamiento biológico, secundario que tiene la característica de poner en contacto el agua residual con una masa biológica preformada, con la finalidad de lograr una degradación a través de los micro-organismos, materia orgánica e inorgánica.
- Manifestación de impacto ambiental.**- Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo, potencial, que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- Micélios.**- Red de filamentos que forman una estructura vegetativa típica de los hongos.
- Parásitos.**- Son aquellos que viven a expensas de otros organismos y les causan daños, ya que se alimentan de sus nutrientes.
- Preservación.**- Conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- Prótidos.**- Mezcla de proteínas y grasas.
- Putrescible.**- Sustancia química como proteínas y vitaminas que por oxidación anaeróbica producen: amoníaco, amoníaco, ácido sulfhídrico y otros gases de olor desagradable.
- Recarga anual.**- Volúmen de agua que alimenta a los mantos acuíferos.
- Residuo.**- Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- Saprófito.**- Organismo que se alimentan de desechos, por lo tanto su acción es de gran importancia para la vida en el planeta y hablando específicamente del agua son de gran importancia en los tratamientos biológicos de la misma.
- Sedimentación.**- Es la acción en la cual la materia que, habiendo estado en suspensión en un líquido, se posa en el fondo.

- Solución.-** Se considera una mezcla homogénea de un soluto y un solvente, en la solución las partículas de soluto son tan pequeñas que no se distinguen y se observa como si fuera una sola fase.
- Suspensión.-** Mezcla heterogénea de un soluto y un solvente, el soluto tiene un tamaño tal que se puede ver a simple vista por lo que puede estar una suspensión formada por dos o más fases.
- Tanino.-** Sustancia astringente presente en los vegetales; compuesto aromático complejo, algunos de los cuales son glucósidos que se encuentran en las cortezas de varios árboles, proporcionándoles posiblemente protección o están relacionados con la formación de pigmento, se utilizan en el curtido y tinción de las pieles fundamentalmente.
- Terciarización.-** Actividad económica, urbana o municipal, dedicada a la comercialización y a los servicios públicos.
- Tratamiento de agua.-** Es el conjunto de operaciones unitarias que se realizan con objeto de eliminar sustancias y características indeseables en el agua.
- Tratamiento preliminar o pretratamiento.-** Tiene por objeto eliminar o remover del agua residual la materia orgánica más grande, para ello se usan rejillas, tamices, mallas, desmenuzadores, cortadoras y desarenadores. Con esta fase se protege a los procesos posteriores.
- Tratamiento primario.-** Se realizan operaciones físicas y mecánicas para la separación de sólidos generalmente sedimentables de tamaño intermedio así como la recuperación de grasas y aceites del agua residual. Está constituido por: Separador de aceites; unidad de igualación, floculación, sedimentación, flotación y filtración.
- Tratamiento secundario.-** Son todos los procesos en los que se lleva a cabo la estabilización de la materia orgánica por acción biológica. Los métodos de remoción de los sólidos orgánicos se dividen en dos, los anaeróbicos y los aeróbicos.
- Tratamientos terciarios o químicos.-** Tienen por objeto eliminar materia orgánica no biodegradable, sólidos en suspensión, residuales y sales minerales. Estos tipos

de procedimientos son fisico-químicos y entre ellos están: cuagulación química, adsorción, hidrólisis, clorólisis, oxidación, ozonización, intercambio iónico y electrólisis.

Veda.- Es la Acción de prohibir por ley o mandato.

## ANEXO II I

## POBLACION DE LA CUENCA POR MUNICIPIO

## ESTADO DE MEXICO

Municipios	1950	1960	1970	1980	1990
Acambay	21,669	26,330	32,997	37,766	47,515
Almoloya de Juárez	32,679	38,310	49,191	64,620	84,095
Almoloya del Río	2,985	3,387	3,714	6,193	6,766
Atizapán	1,811	2,250	3,001	5,072	5,386
Atzacomulco	18,958	22,117	31,764	39,124	54,028
Calmaya	11,007	12,335	13,666	21,876	24,866
Capulhuac	8,160	9,609	12,350	18,257	21,310
Chapultepec	1,462	1,531	1,909	3,675	3,870
Huixquilucan	13,491	16,229	37,527	78,149	132,045
Ixtlahuaca	32,339	38,275	51,053	68,719	88,755
Jalatlaco	5,241	5,311	7,861	12,077	14,050
Jilotzingo	4,512	3,935	4,240	6,306	9,008
Jiquipilco	19,108	22,939	29,467	29,744	43,853
Jocuingo	4,712	5,141	5,809	7,211	8,150
Jocotitlán	17,180	19,920	24,275	32,967	38,830
Lerma	23,623	27,814	36,071	52,219	67,131
Metepet	17,247	18,915	31,724	83,030	140,300
Mexicalcingo	2,418	2,897	4,037	6,079	7,251
Morelos	12,737	16,021	16,702	19,068	21,863
Ocoyoacac	12,423	14,574	19,364	33,952	37,315
Orn, El	13,950	14,122	16,845	22,753	25,470
Olizototepec	15,463	15,990	22,203	29,112	40,460
Kayón	2,657	3,063	3,831	5,688	7,027
S. Antonio de la I.	2,686	2,794	4,252	9,304	7,314
S. Felipe	50,123	66,424	37,173	94,862	140,825
S. Mateo Atenco	9,324	11,987	18,140	33,719	41,943
Temascalcingo	21,799	23,757	33,386	43,719	50,341
Temoaya	19,743	23,131	30,192	34,120	49,660
Tenango del Valle	20,972	24,628	29,091	38,381	43,933
Tianquienco	13,977	19,688	24,600	37,017	42,467
Toxcatlaxayac	1,343	1,222	1,604	2,381	2,974
Toluca	115,019	136,033	239,261	357,071	487,630
Villa Victoria	23,792	29,923	33,605	47,130	58,981
Xonacatlán	8,587	10,400	13,237	19,546	28,860
Zinacantan	26,086	31,718	44,182	60,232	83,084

## ESTADO DE GUERETARO

Amuecalco	12,555	22,951	26,526	38,389	45,801
Calchín	12,808	16,533	20,498	28,036	43,426
Carroquidora	9,677	13,656	16,950	28,689	33,887
Chumilpan	8,515	11,275	14,237	17,113	24,993
Marquesa, El	16,114	10,009	27,228	40,160	56,753
Gueretaro	28,653	103,907	163,063	273,984	434,049

## ESTADO DE GUANAJUATO

Municipios	1950	1960	1970	1980	1990
Abasolo	28,746	32,522	44,192	46,365	70,583
Acámbaro	55,918	71,509	81,713	98,126	112,734
Allende I.	48,571	51,069	64,794	77,624	110,057
Apaseo el Alto	21,117	24,281	28,101	32,414	48,432
Apaseo el Grande	20,000	22,320	33,717	44,676	64,385
Celaya	62,422	93,848	147,275	217,010	313,577
Manuel Doblado	22,041	25,753	32,188	33,189	37,482
Comonfort	25,750	29,757	34,452	45,204	56,573
Coroneo	6,301	7,552	8,337	8,533	9,626
Cortazar	23,282	33,605	41,566	61,308	74,323
Cuerrámara	10,866	11,364	15,789	17,524	23,143
Doctor Mora	8,586	9,862	9,322	19,012	15,313
Dolores Hidalgo	44,722	53,389	73,403	67,358	102,200
Guanajuato	46,037	55,107	65,324	83,526	113,560
Huanimaro	9,193	10,651	13,343	15,877	19,519
Irapuato	82,189	127,174	174,728	246,308	361,471
Jaral del Progreso	12,540	15,646	19,480	24,445	29,969
Jerécuaro	27,079	35,480	37,857	44,731	51,831
León	157,343	260,633	420,150	655,807	872,433
Moroleón	21,318	25,203	33,833	44,899	47,533
Ocampo	16,153	17,270	16,274	19,246	20,430
Penjamo	66,572	85,228	90,678	105,105	137,450
Pueblo Nuevo	5,390	6,422	7,832	9,505	10,595
Furísima del Rincón	12,604	14,575	17,984	23,211	30,179
Romita	20,065	20,560	30,882	34,994	44,460
Salamanca	49,255	67,097	105,648	160,000	206,275
Salvatierra	49,136	62,494	80,105	94,732	96,950
S. Diego de la Unión	18,865	20,341	20,672	23,474	31,282
S. Felipe	47,337	51,803	57,207	64,291	86,965
S. Fco. Rincón	33,975	40,270	50,059	66,575	83,617
S. Jose de Iturbide	16,790	21,303	23,490	28,796	42,532
S. Luis de la Faz	29,473	35,010	35,959	53,469	75,947
Sta. Cruz de J.K.	21,000	24,833	31,769	38,232	56,672
Santiago Maravatio	7,547	6,304	6,926	9,006	9,278
Silao	43,982	54,037	71,037	77,036	114,929
Tarímoro	18,525	2,101	22,403	32,335	39,306
Tarandacua	6,006	23,846	8,557	11,958	12,266
Uriangato	14,534	18,507	23,508	39,311	44,876
Valle de Santiago	31,860	58,884	64,856	100,733	129,227
Villavieja	10,976	15,868	22,527	31,321	39,350
Yuriria	37,045	44,759	52,465	65,745	74,746

## ESTADO DE MICHOACÁN

Acutzingo	13,435	8,717	7,975	7,119	9,264
Alvaro Obregón	7,115	7,586	11,917	13,651	18,568
Amacucillo	12,639	14,051	15,326	11,876	16,046
Apaxtla	2,509	2,735	2,167	2,377	2,493
Arriaga	—	1,746	7,434	8,487	9,471
Chucumá	17,267	20,284	23,620	24,905	27,720
Coahuila	24,126	26,275	17,540	17,818	24,691
Coahuila	4,137	5,638	6,763	7,749	9,144

Municipios	1950	1960	1970	1980	1990
Guitzen	12,941	16,150	19,052	21,783	23,087
Charo	8,592	10,434	11,262	13,702	16,223
Chevinada	7,549	10,948	12,197	12,354	12,475
Cherán	5,049	7,267	10,239	13,267	14,885
Chilchota	9,739	13,866	17,363	17,620	24,996
Chucándiro	8,243	9,840	9,840	9,840	8,187
Churutzio	7,697	9,135	10,967	10,190	10,292
Ecuanduro	10,194	12,974	14,301	15, 23	15,992
Epitacio Huerta	-----	-----	13,389	12,386	15,432
Fronterizo	6,716	9,079	9,470	11,270	11,947
Hidalgo	26,980	40,881	59,845	72,787	94,040
Huandacareo	7,233	9,360	10,057	11,234	13,179
Huauqueo	10,276	10,642	12,834	12,287	12,835
Huixtamba	-----	3,870	3,989	4,985	6,044
Indapareo	7,539	8,688	9,295	12,381	13,364
Iriabo	4,925	5,652	6,490	7,372	10,721
Ixtlán	11,125	12,662	13,897	14,870	15,302
Jarana	9,496	14,243	26,078	35,247	40,581
Jimenez	12,839	16,426	16,997	18,859	17,490
Jiquipán	23,005	29,064	26,116	32,680	36,645
Laguajillas	-----	4,183	4,242	4,933	5,008
Maravatio	26,725	31,386	36,989	40,660	40,016
Marcos Castellanos	-----	-----	6,834	8,902	10,393
Moctelia	106,727	153,401	218,083	353,055	489,756
Morelos	9,835	11,451	10,947	11,889	12,379
Nahuatzen	9,855	11,760	13,370	16,610	20,499
Obispo	6,662	7,197	7,942	9,123	10,157
Ocampo	7,332	7,485	9,272	11,696	12,453
Pacatzen	11,674	13,686	16,493	20,206	19,730
Panmucutaro	15,074	17,599	18,864	18,034	21,350
Paracho	10,924	13,464	18,704	23,586	28,665
Pitzcuaro	26,879	32,430	37,615	53,287	66,704
Ponamilla	15,243	17,159	20,475	21,270	23,983
Pradera, La	31,011	41,619	52,432	63,608	79,676
Puecero	9,942	11,744	12,826	16,133	14,718
Pucándiro	47,729	60,731	64,424	55,853	70,964
Puecochero	9,332	9,902	10,363	12,698	12,421
Quiroga	10,265	12,616	16,004	19,748	21,882
Requies	6,251	8,706	9,329	10,823	10,940
Sabido	14,141	28,184	31,544	46,099	48,426
San, San Maya	8,639	10,536	11,453	12,968	14,809
Santiago	9,730	11,653	12,174	14,803	18,325
Sixto Verduzco	-----	-----	-----	24,615	-----
Tanquandapio	9,409	12,559	14,396	16,503	20,770
Tanquicuaro	18,830	25,257	29,528	30,947	33,545
Tehuacan	9,559	12,526	13,138	14,102	15,360
Tehuacan	13,696	16,032	20,413	25,503	33,928
Tehuacanbato	5,539	6,670	6,466	8,421	10,053
Tehuacan	7,607	10,145	11,779	11,731	12,239
Tehuacan	18,935	18,148	17,929	15,174	21,786
Tehuacan	6,310	7,820	9,139	10,446	11,415
V. Carranza	11,721	18,086	18,771	19,929	23,059
Villamar	15,748	21,323	25,861	29,257	31,766
Villahermosa	16,188	24,777	34,329	45,310	53,211

Municipios	1950	1960	1970	1980	1999
Yurecuaro	14,676	17,363	19,904	21,547	24,507
Zacapú	27,866	38,812	52,476	62,620	63,156
Zamora	37,676	53,968	82,945	113,474	145,079
Zináparo	4,143	5,047	5,422	5,396	5,457
Zinapécuaro	20,208	27,956	33,018	37,571	49,023

#### ESTADO DE JALISCO

Atenco	6,456	8,783	5,501	5,422	5,508
Acatlán de Juárez	31,845	44,202	10,457	13,391	14,416
Arandas	4,213	5,225	43,057	45,800	63,164
Atemazac de Brisuela	4,732	3,515	5,173	5,307	5,062
Atotonilco el Alto	27,562	32,845	34,922	40,619	46,422
Atoyac	8,309	9,143	8,849	8,960	8,078
Ayo el Chico	8,898	22,991	23,968	27,080	30,461
Barca, La	30,448	37,637	40,648	46,666	52,949
Cd. Guzmán	25,223	32,170	41,730	57,096	66,559
Concepción de B.A.	5,732	6,209	5,366	6,361	5,272
Chapala	12,361	16,363	24,321	30,629	35,414
Degollado	12,083	13,191	15,490	18,262	20,732
Ixtlahuacán de los M.	6,454	7,682	10,652	12,310	16,629
Jamay	10,057	12,027	12,735	16,848	19,128
Jesus María	14,038	16,626	15,041	18,473	21,748
Jocotepec	13,567	18,933	22,390	24,746	31,026
Juanacatlán	4,763	5,255	5,501	8,081	10,036
Manzanilla de la Paz	4,097	4,092	3,573	3,713	3,541
Mazamitla	6,636	7,602	8,200	8,765	10,246
Ocotlán	22,136	31,916	42,833	59,196	64,559
Poncitlán	13,239	17,268	22,067	26,905	32,296
Quitupán	11,793	13,721	12,915	14,392	12,857
Salto, El	8,290	9,014	12,367	19,887	37,332
S. Diego de A.	5,798	6,294	5,175	6,332	7,018
Sayula	14,436	18,704	17,520	18,710	22,315
Techaluca	2,390	2,690	2,822	3,164	3,164
Teocuilán de C.	9,903	12,092	15,117	13,022	17,768
Tepatitlán de M.	52,641	56,642	63,748	70,364	92,378
Tizapán el Alto	10,015	14,415	14,701	17,331	19,532
Tlajomilco	18,608	26,207	35,145	50,697	60,323
Tlaquepaque	33,187	56,199	100,945	177,324	337,950
Tonalá	11,486	15,880	24,648	31,158	168,277
Tototlán	10,899	13,744	15,757	17,419	16,715
Tuxcueca	4,759	5,328	5,462	5,604	5,546
Union de S. Antonio	11,038	12,020	14,743	13,701	15,015
Villa Corona	8,838	10,990	13,062	15,422	15,670
Zacapú de Torres	15,514	18,369	22,259	23,923	24,620
Zapotlán del Rey	9,190	10,957	12,848	12,045	14,218
Zapotlanero	23,987	25,174	31,819	35,588	38,967

## BIBLIOGRAFIA GENERAL

- 1.- "Usos para el agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago", S.R.H. México, 1975.
- 2.- "Vizcalno Murray, Francisco,"La contaminación en México",Ed Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
- 3.- "Tres problemas nacionales".Coloquio de verano, Acatlan, 1988.
- 4.- "Manual de procedimientos legales para la vigilancia y control de la contaminación de aguas", Sedue, Mexico, 1985.
- 5.- "La demanda de agua", O.N.U., Nueva York, 1978.
- 6.- "Inventario físico de fuentes de usos de aguas residuales en al cuenca baja del río Lerma", S.R.H., 1984.
- 7.- "Manual de tratamiento da agua", tomo I y II, departamento de sanidad del estado de Nueva York, México, 1985.
- 8.- "Purificación de agua y tratamiento y disposición de aguas residuales", Fair, Geyer y Okun,Ed. Limusa, México, 1978.
- 9.- "Ley de aguas nacionales", C.N.A., México, diciembre de 1982.
- 10.- "Ley federal de derechos en materia de agua", C.N.A., México, 1980.