

2e  
92



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE ECONOMIA**

**El Agua como Recurso Económico  
en el Valle de México.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**LICENCIADO EN ECONOMIA**

**P R E S E N T A N:**

**HORACIO RODRIGUEZ PEREZ**

**FELIPE RAMOS LANDA**



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.

## I N D I C E

	<u>No.</u> <u>Pags.</u>
INTRODUCCION	
CAPITULO I      LA IMPORTANCIA DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL Y - EN EL VALLE DE MEXICO.	1
1.1. El agua en el mundo.	4
1.2. Ubicación geográfica del Valle de Méxi- co y su importancia económica dentro - del país.	9
1.3. Principales obras de agua potable que se han llevado a cabo en el siglo XX.	16
1.4. La explotación de los mantos acuíferos y sus consecuencias ecológicas, socia- les y económicas para el Valle de Méxi- co.	27
1.5. Importancia del agua en el desarrollo económico del Valle de México.	37
1.6. Legislación sobre la explotación y do- tación de agua.	43
CAPITULO II      ORGANISMOS RESPONSABLES DE LA REGULACION DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO.	
2.1. Comisión de Aguas del Valle de México.	56
2.1.1. Residencia de Operación Norte.	59
2.1.2. Residencia de Operación Sur.	63
2.2. Departamento del Distrito Federal.	67
2.2.1. Sistema Centro.	69
2.2.2. Sistema Norte.	70
2.2.3. Sistema Sur.	70
2.2.4. Sistema Oriente	70

	<u>No.</u> <u>Pags.</u>
2.2.5. Sistema Poniente	70
2.2.6. Lerma y Otros	71
2.2.7. Sistema General de Desague.	76
2.3. Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Gobierno del Estado de México.	78
<b>CAPITULO III USOS DEL AGUA EN EL VALLE DE MEXICO</b>	<b>81</b>
3.1. Uso doméstico.	83
3.2. Uso Agrícola y Ganadero.	88
3.3. Uso Industrial.	91
3.3.1. Grandes consumidores	92
3.3.2. Medianos consumidores	96
3.3.3. Pequeños consumidores	97
3.4. Otros usos.	98
3.5. Uso irracional	99
3.6. Calidad del agua.	101
3.7. Costos.	107
<b>CAPITULO IV OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO.</b>	<b>120</b>
4.1. Oferta.	121
4.2. Demanda	127
4.3. Déficit o superávit	138
<b>CAPITULO V PROYECTOS Y PRESUPUESTOS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL VALLE DE MEXICO.</b>	<b>140</b>
5.1. Viabilidad económica y financiera de los actuales y futuros Sistemas.	141

	<u>No.</u> <u>Page.</u>
5.2. Medidas y Alternativas.	147
5.3. Programas a mediano y largo plazo	151
5.4. Aprovechamiento racional de los recursos Hidráulicos.	153
5.5. Abastecimiento directo de agua potable.	159
CONCLUSIONES	162
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

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

La disponibilidad de agua incide en el conjunto de la sociedad, afecta la organización de la producción, profundiza las diferencias entre el campo y la Ciudad, disminuye las potencialidades de las regiones y los usos urbanos competitivos, su adecuado aprovechamiento es condición indispensable para superar los retos actuales y preservar el potencial de desarrollo futuro.

### Plan Nacional de Desarrollo (1983-1988)

Ante la crisis económica por la que atraviesa actualmente nuestro país, se hace indispensable y necesaria la búsqueda de nuevas alternativas económicas con la finalidad de que contribuyan de manera positiva al impulso del desarrollo de nuestra economía.

Actualmente, el abastecimiento de agua potable es uno de los principales problemas económicos que aquejan a nuestro país y en forma específica a la zona que comprende al Valle de México, ya que el agua representa a uno de los recursos naturales más importantes que promueve la actividad económica, social, tanto en el Distrito Federal como en las demás Ciudades y pueblos que conforman al área Metropolitana.

Es hasta fechas recientes cuando se le ha empezado a - dar la importancia debida, pues es indispensable que su abastecimiento, vaya acorde al crecimiento económico y social de este gran asentamiento humano, ya que de no suceder ésto y no aplicar medidas adecuadas para su mejor utilización, se ahondará - aún más el problema, tanto a nivel regional, como en un momento dado a nivel Nacional.

Con el presente trabajo se pretende contribuir, aunque sea de manera modesta, en el planteamiento de algunas alternativas para solucionar los problemas sobre abastecimiento, distribución y racionalización en el uso del agua entre los sectores que conforman el Valle de México.

El trabajo se dividió en cinco capítulos que pretenden ofrecer un panorama de la situación que priva en el ámbito del abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, su distribución y el uso que de ella se hace dentro de la población.

La primera parte, trata la importancia que tiene el - agua en la vida económica del país, se hace referencia de datos históricos sobre el Valle de México, las obras de agua potable que se han llevado a cabo, los efectos que se hacen sentir por la sobre-explotación del manto acuífero, se plantean además algunos aspectos de orden jurídico sobre la explotación del agua.

La segunda parte se refiere a los organismos responsables de la captación, conducción, tratamiento y distribución del agua, así como del conjunto de sistemas que manejan para lograr abastecer de agua a la Ciudad de México, como es el caso del Departamento del Distrito Federal, Comisión de Aguas del Valle de México, y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.

En la tercera parte se hace un análisis de los distintos usos que se hace del agua en el Valle de México, las implicaciones del abuso en el consumo de la misma y los costos de la construcción y operación de los diferentes sistemas que conforman el Sistema Hidráulico del Distrito Federal.

En el cuarto capítulo de nuestra tesis se hace un análisis comparativo de la oferta y la demanda de agua en el Valle de México, presentando un panorama general de la situación al año dos mil y sus perspectivas e implicaciones futuras.

En la última parte se hace un planteamiento sobre la viabilidad económica y financiera de los actuales y futuros sistemas de abastecimiento de agua, las medidas y alternativas en el mediano y largo plazo, así como sugerencias para aprovechar en forma racional el agua.



Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas - del estudio, así como las recomendaciones que a nuestro juicio proceden para que los organismos responsables del abastecimiento de agua, mejoren en eficiencia y eficacia en el servicio que prestan a la población, ayudando de esta manera en el mejoramiento del nivel de vida y bienestar de los habitantes del Valle de México.

Queremos hacer patente nuestra gratitud al Lic. Mario Alberto Alcaraz Cienfuegos, por haber dedicado parte de su valioso tiempo a asesorar esta tesis profesional, la que sin su cooperación no hubiera sido posible llevar a cabo.

Asimismo, deseamos expresar nuestro agradecimiento al Lic. Abelardo Paniagua Zwanziger por su orientación en la estructuración del presente trabajo, a la Srita. Ma. de Lourdes López G. por su colaboración en el mecanografiado del mismo, a nuestros padres, que con cariño nos brindaron apoyo, orientación y consejos, lo que nos ha permitido terminar nuestra carrera; a nuestras esposas por su confianza y respaldo y a todas aquellas personas que durante el transcurso de nuestra existencia nos han brindado orientación y consejos para formarnos en la vida.

## CAPITULO I

### IMPORTANCIA DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL Y EN EL VALLE DE MEXICO.

El agua es para la humanidad, la necesidad más imperiosa, "ya que requiere de ella para sobrevivir". El ser humano puede vivir de uno a dos meses sin alimento, pero moriría irremediablemente en menos de 8 días si no consumiera agua. Aproximadamente un 60% del peso de nuestro cuerpo es agua, como consecuencia de ello, ningún ser vivo, planta o animal podrá sobrevivir sin ella.

He ahí la importancia que el agua juega en el proceso de conservación y desarrollo de la humanidad y de los seres vivos en general, influyendo en forma determinante en la localización y asentamiento de los seres vivos, en el progreso de las regiones, facilitando el desarrollo de actividades productivas que se ofrecen a una población en constante crecimiento; tanto a nivel nacional, como internacional.

#### GENERALIDADES.

El agua utilizada para las necesidades humanas tiene como primer origen a el agua de lluvia, pero ésta a su vez se divide en diferentes fracciones al caer al suelo, ya que una par-

te regresa a la atmósfera en forma de vapor, otra corre por la superficie y contribuye a alimentar a arroyos y ríos y el resto (que es la parte menos importante de un 20 a un 40%), penetra - en el terreno por infiltración y contribuye a la alimentación - de los manantiales y de las capas profundas. Para efectos prácticos de abastecimiento de agua, sea para usos municipales o industriales, solamente presentan interés las aguas superficiales y las subterráneas, ambas con origen en la precipitación pluvial.

Las aguas superficiales son las que proceden directamente de la precipitación pluvial, corren por la superficie y generalmente reconocen un cauce, convencionalmente no se consideran superficiales a las aguas provenientes de manantiales y veneros, éstas son consideradas como aguas subterráneas, junto con las que se encuentran en el subsuelo, clasificándose en subterráneas renovables y no renovables.

Las primeras son las que proceden de la recarga natural y/o artificial de los acuíferos y las segundas son las que no pueden reponerse natural o artificialmente durante el período de explotación de un acuífero.

Entendiéndose por acuífero, a toda estructura o formación geológica cuyas rocas constituyentes contienen agua en sus

poros o conductos y son capaces de transmitirla en cantidades su ficientes para alimentar manantiales o pozos, siendo las prime-- ras afloraciones naturales de aguas subterráneas, en tanto que - los segundos son alumbramientos de los mismos por medio de obras artificiales realizadas por el ingenio del hombre.

Para su aprovechamiento, las propiedades de un acuífero y muy en especial su riqueza y cualidad de transmisibilidad de - agua dependen fundamentalmente de las características de las rocas que los constituyen, pero están profundamente influenciados por otros factores inherentes a las características geohidrológicas de las Cuencas de que forman parte. Puesto que de hecho - toda formación acuífera viene siendo solamente un almacenamiento subterráneo alimentado por las aguas que se infiltran en su Cuenca de captación, la cual suele ocupar una extensión territorial muchísimo mayor que la correspondiente a las formaciones acuíferas que la alimentan.

En condiciones naturales normales, el agua que satura - los acuíferos, puede extraerse por gravedad, o mediante dispositivos mecánicos, denominándose almacenamiento subterráneo. Explotándose mediante galerías filtrantes, pozos profundos o norias, si ésto no se hace, a la postre el agua descarga al mar.

### 1.1. EL AGUA EN EL MUNDO.

Desde épocas remotas, la importancia, el carácter esencial del agua, de manera confusa o clara, ha anidado en la conciencia del hombre.

En los relatos tradicionales de los pueblos Indoeuropeos, el agua es un factor primordial, se asegura que la tierra, soporte y fuente de la vida, es sostenida a su vez por el agua, los ríos, los arroyos, los lagos, los estanques, los pantanos, se vieron poblados de dioses y diosas, de seres místicos y poderosos; a menudo favorables, otras veces peligrosos, cuyo favor o enemistad iban unidos al respeto de viejos pactos entre el hombre y el agua.

En la Edad Media, el pueblo consideraba que el agua encerraba parte de la voluntad divina, se le confiaba el papel de juez en el juicio de Dios. El Río Ganges fue santificado por los Hindúes, el Nilo por los Egipcios, el Rhin por los Germanos, el Danubio por los Eslavos. Los fundadores de religiones y sus discípulos se han apoyado en el respeto de la humanidad entera por el agua para construir sus simbolismos.

El agua, evidente purificadora de los campos, se transformó en factor de purificación moral.

El hombre moderno, llevado por su civilización técnica y racionalista, no se siente inclinado a disminuir la importancia material atribuida al agua por sus antepasados, satisfecho por su poder de acción sobre las cosas terrestres, ha perdido el respeto un tanto supersticioso que se le tenía. Por lo menos en los países económicamente desarrollados, en donde domesticada y sometida a su disposición, con largueza en cualquier lugar y momento, se usa y abusa del agua, materia abundante y barata que se derrocha con despreocupación. Si el agua falta o si se sufre una cierta penuria, la población normalmente se siente inclinada a acusar la imperfección del gobierno de los hombres, la imprevisión, la debilidad de las haciendas públicas o su mal empleo; no se les ocurrirá pensar que existe una verdadera penuria o despilfarro de este recurso.

El agua que existe en la tierra se encuentra en tres estados distintos; el gaseoso, líquido y el sólido, de acuerdo al Sr. Halbfass<sup>\*</sup>, la cantidad de agua que existe en los océanos es del orden de  $1.3 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$ . Lo que viene siendo un 97.5% de la masa total de agua que existe tanto en el mar como en la capa terrestre.

---

Referencia Bibliográfica del Sr. Halbfass

\* Citado por: Cyril Gonella en su libro La Sed del Mundo, 1973.

De lo anterior, se deduce que existe una cantidad pequeña de agua en las tierras sumergidas en el planeta, pero además de ello, ésta se distribuye en forma desigual, pues el conjunto de regiones en las cuales la precipitación es insuficiente, representan el 60%.

Así se tiene que dentro del conjunto de países que conforman a los continentes de tierras emergidas, éstos se clasifican en la forma siguiente:

Países totalmente áridos, en donde se puede asegurar generalmente en condiciones muy difíciles, la vida de grupos humanos de poca importancia, vinculados a una actividad económica - especializada (por ejemplo, extracción de petróleo).

Países semiáridos en donde se debe asegurar un mínimo de vida económica.

Países poblados o superpoblados, cuyo desarrollo económico adquirido o en curso, tiene por consecuencia un incremento constante de las necesidades de agua per cápita.

Normalmente el acrecentamiento de las necesidades en agua, es una función directa del aumento de bienestar y de los bienes de producción y de consumo puestos a disposición del hom

bre.

Nuestro país, cuenta con un territorio que alcanza una extensión de 1'972,547 Km<sup>2</sup> y su precipitación dista mucho de distribuirse uniformemente, existiendo zonas en donde la lluvia apenas alcanza valores de 20 mm anuales y otros en los cuales se obtienen valores hasta de 6 000 mm de humedad del suelo. Por otra parte, debe hacerse notar que se observan desniveles orográficos de importancia en el país, los cuales fluctúan de 0 a 6 000 m.s.n.m.

En estas condiciones es comprensible que en nuestro país, tengan que vencerse grandes problemas para aprovechar el agua, cuya distribución horizontal y vertical no corresponde a la localización de los centros de aprovechamiento.

Destacándose además de la mala distribución del agua en el territorio nacional, la rápida disminución de la reserva de este recurso en las zonas sobrepobladas y la creciente contaminación de los recursos hidráulicos; pues a medida que aumenta la población, crece la demanda y se incrementa el consumo per cápita. Mientras que la disponibilidad de este recurso permanece constante, en términos generales, el país en su conjunto cuenta con agua suficiente para satisfacer sus necesidades presentes y futuras, pero la mala distribución geográfica de este



recurso impide aprovecharlo a escala racional y deja a más de la mitad del territorio con un abastecimiento de agua insuficiente o nulo y a una buena parte de la población sujeta a défi cit críticos que constituyen un freno para el desarrollo económico y el progreso social.

Siendo el carácter, la magnitud y la mayor o menor proximidad de los problemas relacionados con el agua distintos en cada región, ocurriendo con frecuencia que en algunas zonas de alta disponibilidad de agua queden incluidas áreas que sufren de escasez y por el contrario, otras regiones que sufren limita ción, incluyen áreas que disfrutan de un abastecimiento abundante y bien distribuido.

Pero más importante que la mera disponibilidad regional del agua, es la cantidad de agua que se pueda disponer por habi tante en cada región, ya que la distribución regional de la población en México, no coincide con la distribución de los recur sos hidráulicos, o sea que la mayor parte de las regiones que sufren de limitaciones de agua tienen generalmente una elevada densidad de población y por lo tanto, una reducida disponibilidad de agua por habitante.

Generalmente las grandes disponibilidades de agua se en cuentran abajo de los 500 m.s.n.m. y al sur del paralelo 28° y

en las fajas costeras del Pacífico y del Golfo de México, mientras que las necesidades más apremiantes se presentan arriba de esa altitud y al norte de ese paralelo.

Así se tiene que el Valle de México con sus tradicionales problemas de abastecimiento de agua en esta porción del territorio nacional, la más poblada y con escasos recursos hídricos en donde como consecuencia de la concentración industrial que ha tenido durante las últimas décadas, ha hecho que el agua de los ríos se contamine con desechos industriales que desembocan en ellos.

## 1.2. UBICACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE MEXICO Y SU IMPORTANCIA ECONOMICA DENTRO DEL PAIS.

### BREVE RESEÑA HISTORICA

El Valle de México fue una cuenca originalmente cerrada hasta principios del siglo XVII, cuando los españoles abrieron un drenaje artificial conocido como tajo de Huehuetoca, éste se conectaba con el Río Tula y de esta forma con el Golfo de México, el Valle era un extenso sistema de lagos de poca profundidad, de lagunas y pantanos formados por las precipitaciones pluviales y ríos permanentes que procedía sobre todo de las si

rras Nevada y de las Cruces y de grandes y pequeños manantiales.

La cuenca está rodeada por una serie de Valles, de recursos naturales y situaciones ecológicas, diferentes condiciones que han hecho del Valle de México un polo que canaliza todo tipo de recursos de zonas geográficas diversas. Esta polaridad se manifiesta a lo largo de toda la historia y ha sido uno de sus elementos más dinámicos y permanentes. La precipitación pluvial se concentra en una sola estación lluviosa y es muy irregular en términos de distribución tanto geográfica como cronológica, siendo más regular y abundante donde es menos útil para la agricultura; ésto sucede en las partes más altas, donde las heladas, la abrupta topografía, los suelos pobres hacen difícil el desarrollo de la agricultura.

#### UBICACION

La cuenca del Valle de México está ubicada entre las latitudes  $19^{\circ}30' 53''$  y  $23^{\circ}11' 09''$  y las longitudes  $98^{\circ}11' 53''$  y  $90^{\circ}30' 24''$  al oeste del meridiano de Greenwich, está situado en el límite sur de la meseta central con superficie de  $9\ 600\ m^2$  - aproximadamente, limitando al norte con las cuencas de los ríos Tula-San Juan y a las del Amajac; el noroeste por la del Teco-

lutla; al sureste por la del alto Balsas, al sur por el alto - Amacuzac y al oeste por el Lerma-Chapala-Santiago.

El 53% de los terrenos de la cuenca son planos, con pendientes menores del 15% y el restante 46.7% de los terrenos son cerriles y montañosos con pendientes mayores del 15%.

De acuerdo a la jurisdicción política, están contenidas en la Cuenca del Valle de México en forma proporcional, las siguientes entidades federativas: El Estado de México 50%, Hidalgo 26.4%, Distrito Federal 13.3%, Tlaxcala 8.8%, Puebla 1%.

La importancia económica del Valle de México en relación al total del país, data de la época prehispánica, cuando el pueblo mexica fundara en el Valle, en la mitad del siglo XIV de nuestra era, la Gran Tenochtitlán, lo que durante los siglos XIV, XV, y parte del XVI, se convirtiera en el centro del poder político y económico de las culturas desarrolladas en la meseta central, hasta la llegada de los españoles, los cuales en su política de expansión y dominio destruyeron a todos los asentamientos existentes en lo que llamarían la Nueva España, fundando en el siglo XVI la ciudad de México sobre las ruinas de lo que fuera la Gran Tenochtitlán y erigiéndose como capital de la Nueva España, centro de poder político y económico de donde se dirigían y coordinaban las acciones de conquista y dominio de otros pueblos.

Durante todo el período colonial, el Valle de México re presentaba a la región más privilegiada del país, pues en ella se desarrolla la mayoría de las actividades económicas, políticas y sociales de la época. Aglutinando además a la mayor parte de la población existente en las ciudades.

Esta situación se reafirma después de la Independencia, al transformarse en país independiente, el cual se consolida y fortalece como un estado autónomo y libre, inicia su reorganiza ción política y económica al lograrse paulatinamente el desarrollo de sus fuerzas productivas y de las relaciones sociales de producción; viéndose influenciado de manera importante por el crecimiento económico observado en los países capitalistas - desarrollados, lo que hace que el sector industrial mexicano se desarrolle de acuerdo a los requerimientos de los sectores más dinámicos de esos países.

Creándose en la segunda mitad del siglo XIX las bases - del desarrollo de una economía capitalista y consolidándose poco a poco en un Estado sólido y "fuerte" el cual fomenta e impulsa la creación de la Industria Mexicana, la cual durante esos años era precaria, permitiendo la instalación de empresas extran jeras a través de la política de puertas abiertas al mercado exterior de capitales.

Es después de la Revolución Mexicana cuando se crean - las condiciones políticas, económicas y sociales para la consolidación del sistema político, económico y social. Al implementarse una serie de políticas por los regímenes posrevolucionarios de los cuales el más importante fué el de Lázaro Cárdenas, en cuyo período se consolida el Estado como un órgano de poder fuerte que en apariencia mantiene la conciliación entre las clases sociales, ubicándose por encima de ellas, jugando un papel rector de la economía. Bajo estas condiciones, el crecimiento económico observado en el Valle de México se dá de manera acelerada, observándose que muchas de las poblaciones aledañas a la Ciudad de México (Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Tepoztlán, Chalco, Ecatepec, Naucalpan, Netzahualcóyotl, Texcoco, Tezayuca y Tlalnepantla), se han unido prácticamente a lo que era antes el Distrito Federal y convirtiendo a la Zona Metropolitana en una enorme Ciudad que ocupa un importante lugar entre las principales ciudades del mundo y la cual en el año de 1980 aglutinaba a más de 14 millones de habitantes, lo que en términos relativos representa el 21.12% en relación a la población total del país, manteniendo durante el período de 1950 a 1980 un crecimiento anual del orden del 5.46%.

En el aspecto económico, el Valle de México aglutina al volumen mayor de actividades; industriales, comerciales, de servicios, etc. Así se tiene que de acuerdo a los resultados del Censo Industrial de 1975, en el Valle de México se concentraba -

el 27.28% de los establecimientos comerciales, el 34.28% del personal ocupado en el ramo, el 49.28% de las remuneraciones pagadas a obreros y empleados, el 43.67% del capital invertido en la ampliación o creación de nuevas empresas, el 46.86% del total de venta de mercancía producida en el país o importadas del exterior y el 41.53% de la compra de las mismas.

En relación al sector industrial y de acuerdo a los resultados del Censo Industrial de 1975, publicado por la Secretaría de Programación y Presupuesto, arroja los siguientes resultados: en el Valle de México se concentra el 29.19% de los establecimientos industriales, el 41.12% del personal ocupado, el 43.34% de las remuneraciones pagadas, el 25.76% del capital invertido en la ampliación o creación de nuevas industrias, el 44.26% de la producción bruta, el 43.61% del consumo de materiales e insumos, 44.19% de lubricantes, combustibles, energía eléctrica consumidos por el sector industrial. Además de observar un crecimiento y una densidad de población fuera de toda predicción, manejándose en la zona metropolitana cerca del 80% de las operaciones bursátiles de las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara, registra más del 60% de los ingresos brutos Estatales y contiene un poco más del 50% de los automóviles registrados en el país, a más del 50% de los aparatos telefónicos instalados, el 16% de las radiodifusoras y el 75% de las instituciones de enseñanza superior.

En el área metropolitana del Valle de México se encuentra cerca del 21.12% de la población del país, sin embargo ésta no es una situación privilegiada y ocurre con los bienes y servicios lo que con el fenómeno de la riqueza, su distribución no es equitativa, cabe mencionar por ejemplo, que el 90% de los estudiantes de nivel superior pertenecen al 15% de la población de mayores ingresos, así mismo se encuentra que la electrificación, drenaje y las mejores y más completas redes de distribución de agua, están ubicadas en los perímetros que habita aquella población de más altos ingresos.

### 1.3. PRINCIPALES OBRAS DE AGUA POTABLE QUE SE HAN LLEVADO A CABO DURANTE EL PRESENTE SIGLO.

El abastecimiento de agua potable a la población, ha sido desde la época prehispánica, una de las grandes preocupaciones de sus autoridades. La historia habla de grandes obras - construídas por los reyes indígenas, por los virreyes españoles, por los gobernantes del México Independiente y del México actual. Si bien el problema de abastecimiento fue siempre difícil, pudo ser resuelto a base de captar las fuentes que existían en las cercanías y conducir las hasta la zona urbana.

A mediados del siglo pasado se inició la perforación de pozos en la capital. Este medio de obtención del agua adquirió gran popularidad durante la segunda mitad de dicha cen-



turia. Al finalizar el siglo, la ciudad tenía 400,000 habitantes y ocupaba 40 kms<sup>2</sup>. Al continuar su crecimiento se hizo indispensable buscar fuentes de mayor capacidad. Es en esta época cuando el problema comienza a adquirir las características de dificultad que lo hacen cada vez más crítico.

Para remediar la escasez, la ciudad había adquirido las aguas pertenecientes a diversas fincas y haciendas, pero todas las medidas habían resultado insuficientes. En 1899, el ayuntamiento decidió atacar en forma definitiva el problema. Se encargó al Ing. Manuel Marroquín y Rivera, que hiciera los estudios y proyectos necesarios, por lo que dos años más tarde presentó al ayuntamiento su proyecto de abastecimiento y distribución de agua potable para la Ciudad de México, abogando por el empleo de los manantiales de Xochimilco.

También hubo otro proyecto presentado por el Sr. William Mackenzie, en el que se proponía abastecer a la ciudad con las aguas del Río Lerma, pero finalmente en 1902, se aceptó el proyecto del Ing. Marroquín y Rivera, quien fué nombrado Director Técnico de la Junta de las Obras de Provisión de Aguas para la Ciudad de México.

Las obras se iniciaron en 1905, consistieron en captar el agua de cuatro tomas llamadas La Noria, Nativitas, Sta. Cruz

y San Luis. El caudal sería enviado por gravedad en el acueducto cerrado de concreto reforzado a una estación de bombeo y de ahí elevado a los tanques del Molino del Rey o introducido a la red de distribución. El acueducto se construyó entre 1905 y 1908, así como una carretera y un ferrocarril auxiliar. Los tanques de regulación del Molino del Rey, se terminaron en 1908 y la Planta de Bombas de la Condesa en 1910.

Esta obra pudo aprovechar 2,100 litros por segundo, de los manantiales situados en el antiguo lago de Xochimilco, cuyas aguas provienen de las abundantes filtraciones que a través de las copas de basalto y cenizas volcánicas se generan en la Sierra del Ajusco, siendo de una pureza extraordinaria.

El abastecimiento con aguas de Xochimilco, se inauguró en 1912, época en que el consumo empieza a tener un gran incremento de 160 a 240 litros diarios por habitante, un incremento de casi el 50%. Pero no sólo el consumo aumentó, sino también la población, y cinco años después de inaugurado el sistema, el agua era otra vez insuficiente, por lo que las autoridades se vieron obligadas a suspender el servicio por las noches.

Las convulsiones políticas que padecía el país con los embates revolucionarios, hicieron que los servicios públicos estuvieran en condiciones lamentables y ante la notoria disminu-

ción de los caudales, los pozos artesianos se multiplicaron.

Una vez adentrados los regímenes emanados de la Revolución, la ejecución de obras para abastecimiento de agua potable recobró un interés que por vital se hacía impostergradable, las autoridades por principio se dieron a la tarea de la reconstrucción de las obras derruidas.

A partir de 1924 y durante todo el régimen del Gral. Plutarco Elías Calles, las obras de agua potable empezaron su ritmo ascendente, aunque por esos años se limitaron a la construcción de obras parciales que en forma emergente reclamaba la población.

Existen escasas noticias al respecto; es hasta 1932 cuando se consolida y define una política hidráulica. Sin embargo, cabe mencionar que las diversas iniciativas que existían para llevar a cabo obras de esta clase, se canalizaron a través de la Dirección de Ingeniería Sanitaria de Salubridad.

Cabe mencionar también que en enero de 1926, siendo Presidente el Gral. Plutarco Elías Calles y Secretario de Agricultura y Fomento, el Ing. Luis L. León, se creó la Comisión Nacional de Irrigación, organismo que vendría a mejorar el aprovechamiento de las aguas en nuestro país y a ser el origen de la Se

cretaría de Recursos Hidráulicos y al formarse como tal en 1946, incluyó entre sus funciones la de abastecimiento de agua potable.

El primero de enero de 1929, se fundó el Departamento del Distrito Federal cuando el abastecimiento de agua potable a la Ciudad estaba en pleno. El acueducto que había sido construido por los antiguos mexicanos para progresar los manantiales de Tulmiac y que fué reconstruido en el siglo XVI, para abastecimiento a Milpa Alta, estaba muy deteriorado hacia 1930, por lo que el Departamento del Distrito Federal estudió las posibilidades de abastecer los pueblos de la Serranía del Ajusco. En 1934, quedaron terminadas las obras que incluían captación y conducción en una línea principal de 40 km., en líneas secundarias, abasteciendo a 50,000 habitantes de 25 pueblos, también por conducto del Departamento del Distrito Federal. En 1934 se reconstruyó el acueducto de Xochimilco en el tramo Candelaria - Condesa, pues debido al hundimiento había tal pérdida de agua que ésta hubiera abastecido a 300,000 habitantes, o sea al orden de 1,000 litros por segundo. En ese año se inició la construcción de la Estación de Bombeo de Xotepingo y gracias a ello pudo abastecerse a Mixcoac, Tacubaya, San Pedro de los Pinos y Coyoacán, además se entubó el manantial de Texocotitla para el abasto de la Magdalena Contreras.

Hacia 1935, continuó la construcción de la Estación de Bombeo de Xotepingo ubicada en el kilómetro 10 del acueducto de Xochimilco, durante el período presidencial del Gral. Lázaro - Cárdenas, la política que siguió el Departamento del Distrito - Federal en materia de agua potable fué principalmente la de con - tinuar las obras de la nueva conducción del acueducto de Xochi - milco a la estación de Xotepingo.

Con la estación de Xotepingo y la sustitución de parte del acueducto de Xochimilco, se evitaron grandes fugas y se pu - do controlar y distribuir el caudal que ahora sería mejor apro - vechado.

Desde entonces, el buen aprovechamiento fue muy impor - tante para evitar el desperdicio, ya que el crecimiento de la - población había rebasado los máximos calculados y la dotación - que en 1912 era de 311 litros diarios por habitante había des - cendido en 1940 a 256 litros.

En 1941, durante el gobierno del Gral. Manuel Avila Ca - macho y después que el Departamento del Distrito Federal había aplicado gran parte de los recursos para la ampliación y la me - jora en el sistema de Xochimilco, se consideró el proyecto de - la cuenca del Lerma. Las obras se iniciaron en 1942 y durante nueve años se pudo llegar a concluir dicha obra, pero además -

en este período presidencial se completó el abastecimiento del Distrito Federal con 58 pozos artesianos que ya existían.

El aumento de la población, la disminución de los acuíferos ubicados dentro del Valle de México y el consecuente hundimiento de la Capital, hizo reconsiderar el proyecto que desde 1930 habían elaborado los Ings. Juan de Dios Vinorelo y Rafael Orozco, que proponían la explotación de los acuíferos del Río - Lerma. El viejo proyecto se puso en ejecución en 1942 y se terminó la primera etapa en 1951, abasteciendo  $5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , ya en el período del Lic. Miguel Alemán V.

Esta obra consistió en la captación de los manantiales ubicados en los márgenes sur y oriente de la Laguna de Lerma y en su conducción por gravedad a la cuenca del Valle de México. Para ésto se aprovechó la ubicación del Valle de Toluca que - está 273 m. más alto que el de México, lo que propició cuatro caídas de agua planeadas para la generación de energía eléctrica.

El acueducto hasta la Ciudad de México tiene un desarrollo de 60 km. e incluye el tunel Atarasquillo y dos ríos - que atraviesan la Sierra de las Cruces, uniendo los Valles de Toluca y México.

El acueducto fué calculado para conducir  $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , pero en la sección del túnel la capacidad es mayor, previendo futuras ampliaciones.

Después de llegar a la cámara de distribución, el caudal entra a cada uno de los tanques y pasa a la de válvulas de la Condesa y de ahí a la red de distribución de la ciudad.

El costo aproximado de esa obra y en esa época fué de 212 millones de pesos. Esta obra tan importante para el abastecimiento de agua potable al Valle de México, en su tiempo fué suficiente, pues hacia 1941 había una dotación de 199 litros por habitante y por día y en 1952 se elevó a 388 litros diarios por persona; en ese mismo lapso, la población había aumentado de 2.2 a 3.6 millones de habitantes.

Hacia 1953, la oferta de agua potable al Distrito Federal era teóricamente aceptable, pues era de  $14.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y en apariencia suficiente para cubrir las necesidades de 3.6 millones de personas, pero no fué así, ya que las redes de distribución no cubrían toda la superficie urbana y 800 mil personas carecían de servicio y además se tenían fugas al orden de  $2.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  lo que aunado a otros  $2.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  desperdiciado por los consumidores dejaban el caudal real en  $10.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Para resolver el abasto a la capital se propuso la captación de aguas subterráneas dentro del Valle de México, pero en áreas geohidrológicas que no incluyeran la zona urbana, pues el hundimiento había aumentado de 4 cm. por año en 1930 a 30 cm. por año en 1954, fué así que se propusieron los sistemas Chiconautla, Peñón Viejo, Chimalhuacán, Chalco y Amecameca. Al finalizar el período del Lic. Adolfo Ruíz Cortines, se había terminado el sistema Chiconautla, la primera etapa del Sistema del Peñón, proyectado los de Chalco y Amecameca y estaba en Estudio el del Alto Amacuzac, que consideraba nuevamente la introducción de aguas de otra cuenca.

Hacia 1965, ya se preveía otra vez la escasez de agua en la zona urbana de la Capital y el Departamento del Distrito Federal estudió incrementar la explotación en el Alto Lerma en  $8.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  por lo que se construyó una segunda etapa de esta obra y se llegó a tener una dotación total de  $13 \text{ m}^3/\text{seg.}$  Años antes, en 1951, el gobierno federal había creado la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, cuya misión era estudiar todos los problemas que se presentaran en materia de hidrología y abastecimiento de agua potable.

A principio de la década de los setentas, el problema de abastecimiento a la Ciudad de México había alcanzado un pun



to crítico. Además, la conurbación existente rebasaba ya los límites políticos del Distrito Federal. Los planes para abastecimiento de toda el Area Metropolitana había sido ya desarrollados por la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, pero requerían ser implantados por algún organismo con facultades ejecutivas, y además pudiera manejar el problema de construir las obras para abastecer el Area Metropolitana, que se ubica ya en dos entidades federativas, el Estado de México y al Distrito Federal, sin crear una dependencia de una entidad a otra.

Abastecer de agua a la población del Area Metropolitana del Valle de México, ha obligado con el tiempo a hacer un uso excesivo de las aguas subterráneas, después de haber agotado todos los recursos superficiales. Esa explotación intensiva de las aguas subterráneas obligó en 1952, a establecer una veda total en el Valle de México, con el fin de controlar el hundimiento del Area Metropolitana.

Toda la historia de los abastecimientos para la Ciudad de México hasta la época revolucionaria, nos muestra que el aprovechamiento de agua potable fué resuelto de manera local y nunca pensando en todas las poblaciones del Valle de México. Esto tal vez se debió a que la demografía de la capital era indudablemente la más importante y en donde los servicios requere-

rían más atención, además de que no se encontraban conurbadas - las localidades aledañas del Estado de México.

Las soluciones en el abastecimiento, aparte de que se - circunscribían únicamente a la Ciudad de México, se hacían de - manera parcial e inmediata; primero fué el Ayuntamiento de la ciudad el organismo encargado de las obras hidráulicas y des- - pués la Dirección General de Obras Públicas y en lo concierne - te a proyección y construcción, la Dirección de Aguas y Sanea - miento en cuanto a la operación, ambas dependencias del Departa - mento del Distrito Federal.

Para atender los problemas de agua potable y alcantari - llado de la ciudad, el Departamento del Distrito Federal, creó en 1953 la Dirección de Obras Hidráulicas y fué esa Dependencia la que en 1954 por primera vez pensó en realizar un plan de abas - tecimiento a largo plazo y formuló un primer esbozo que aprove - charía diversas fuentes subterráneas en el Valle de México. Es - te plan de abastecimiento se proyectó hasta el año 2000.

También la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México que fué fundada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1951, empezó de manera semejante a realizar estudios - para el abastecimiento a largo plazo y no sólo para la capital, sino para toda el Area Metropolitana, pero en un principio, am-

bas dependencias atendían solamente el abastecimiento temporal - para hacer frente a necesidades inmediatas, estudios que sin de tallarse buscaban la posibilidad de traer agua de los Ríos Amacuzac, Tecolutla, Balsas, Lerma, Tepeji; así mismo se hablaba de sobreexplotar acuíferos del Valle de México en la zona de Cuautitlán y traer agua de la Cuenca de Oriental.

En esa fecha se tenía una serie de posibilidades. Sin embargo, ninguna decisión se había tomado para solucionar de manera global el abastecimiento al Area Metropolitana del Valle de México, en el cual se concentraba el 21% de la población del país.

El Area Metropolitana de la Ciudad de México ha desbordado los límites del Distrito Federal y en ella están incluidas las ciudades contiguas de Huixquilucan, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Cuautitlán Izcalli, Tultitlán, Coacalco, Ecatepec, Netzahualcóyotl, Los Reyes la Paz y Chinalhuacán. Para 1980, el área conurbada contaba con una población que rebasaba los quince millones de habitantes. En esa proporción la demanda de agua también tuvo un súbito incremento y el satisfacerla obligó a sobreexplotar aún más los acuíferos, principalmente en la zona de Naucalpan, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla, donde se han producido abatimientos del orden de  $15 \text{ m}^3$  anuales.

Es fundamental que la política hidráulica en el Valle de México, amplíe sus perspectivas para encontrar fuentes de gran rendimiento que permitan abastecer satisfactoriamente tanto al Distrito Federal como al Área Metropolitana de éste.

1.4. LA EXPLOTACION DE LOS MANTOS ACUIFEROS Y CONSECUENCIAS ECOLOGICAS Y ECONOMICAS EN EL VALLE DE MEXICO.

A mediados del siglo pasado, el abastecimiento de agua proporcionado por los manantiales, resultó insuficiente, por lo que se dió la necesidad por primera vez de perforar pozos; para el año de 1847 se habían perforado 500 pozos<sup>\*</sup>, seguidamente en 1886 más de 1 000 pozos.

Posiblemente el hundimiento de la Ciudad haya empezado en esa fecha a juzgar por las nivelaciones realizadas de 1391 a 1895, las cuales registraron un descenso de 5 cm/año, además, la presión en el acuífero empezó a disminuir a causa de la extracción y, en consecuencia también se redujo el caudal de los manantiales.

La extracción de los pozos debió incrementarse hasta 1936, por la evolución de los hundimientos que hasta entonces se siguieron registrando, los cuales se mantuvieron en alrede-

\* Incluye pozos artesanos y municipales.

dor de 5 cm/año, posiblemente gracias a que en 1913 se terminó el acueducto que captaba las aguas de los manantiales de Xochimilco, de 1936 a 1944 se advertía una deficiencia de las fuentes de abastecimiento de agua para abastecer la demanda de una población que crecía rápidamente y, en ese lapso, el gobierno inició la perforación de 93 pozos profundos municipales; lo anterior ocasionó que el hundimiento en el centro de la Ciudad se incrementara a 18 cm/año, entre 1938 y 1948.

El atraso de las obras para captar los manantiales del Río Lerma en el Valle de Toluca, provocaron que en el año de 1951, se perforaran otros 10 pozos profundos municipales; a pesar de que en 1947, el Ing. Nabor Carrillo presentó un trabajo técnico en el que con datos cuantitativos, dejaba claro que la Ciudad de México se hundía principalmente por el abatimiento de las presiones en los acuíferos localizados debajo de ella. Este trabajo creó conciencia de no agravar el problema, sobre todo en el centro de la Ciudad y, hacia 1954, se suspendieron los permisos para perforar pozos particulares, no obstante al año siguiente, hubo la necesidad de perforar 10 pozos municipales más, en 1957 se inauguró el acueducto de los pozos de Chicónautla con un caudal de  $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y en 1958 el de los pozos del Peñón con un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , entre 1960 y 1967, se perforaron alrededor de otros 50 pozos municipales, esta vez alejados del centro de la Ciudad pero muchos de ellos situados en

zonas arcillosas, por lo que también causaron hundimientos; -  
afortunadamente, estos hundimientos ya no sucedieron en el cen-  
tro de la Ciudad, sino en las zonas en donde se hizo la perfora-  
ción de pozos.

Ante el aumento de la demanda de agua y en los costos -  
para satisfacerla, se vió la conveniencia de tratar las aguas -  
residuales para evitar el empleo de agua potable en los usos -  
que no requerían de esa calidad, las aguas residuales se emplean  
en el riego de áreas verdes y en el llenado de lagos.

A pesar de las acciones tomadas, la demanda de agua po-  
table no quedó satisfecha; los manantiales de Xochimilco se -  
bompearon hasta agotarse, y en 1964 se hubo que perforar en -  
esas zonas baterías de pozos para suplir el caudal de los manan-  
tiales, en 1967 se incrementó la aportación proveniente del Ler-  
ma en  $4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; en 1973 nuevamente se perforaron más pozos en  
el área de Xochimilco; en 1977 entró a la red de abastecimien-  
to el caudal de los pozos perforados por la Comisión de Aguas -  
del Valle de México, en el sur de la Ciudad, la batería de po-  
zos perforados, a lo largo del Anillo Periférico, en Tláhuac -  
y la batería de pozos aislados, al norte de la Ciudad, los Re-  
yes Teoloyucan Atlámica, los Reyes F.C., San Cristóbal Ecatepec,  
Tizayuca, Pachuca y también la batería de pozos aislados, al -  
oriente de la Ciudad, en los alrededores de Chalco, Tlalmanal-

co, y en 1982, fueron inaugurados los pozos perforados en el -  
desechado antiguo lago de Texcoco\*, por la Comisión de Aguas del  
Valle de México, actualmente están por inaugurar los pozos per-  
forados en el tramo comprendido entre Santa Catarina y Tláhuac  
Netzahualcóyotl, por la misma Comisión.

Como se ve en general, la sobreexplotación existe en -  
toda la parte del Valle de México, pero más detalladamente en -  
algunos sectores que tienen mayor importancia por estar más den-  
samente poblados.

#### CONSECUENCIAS ECOLOGICAS Y ECONOMICAS EN EL VALLE DE MEXICO.

En el año de 1968 la Comisión Hidrológica de la Cuenca  
del Valle de México hizo determinados estudios piezométricos -  
(los cuales sirven para medir el caudal que proporciona un po-  
zo) selectivos en determinados puntos del Valle, y uno de esos  
sectores en el llamado Netzahualcóyotl, observaciones piezomé-  
tricas que realizó la Comisión en dicha zona, acusan que en los  
últimos años ha habido un descenso continuo y alarmante de los  
niveles, señal de la sobreexplotación de los acuíferos locales  
por la extracción que ahí se efectúa para industrias y fraccio-  
namientos.

---

\* Actualmente rehabilitado con agua tratada.

Para mostrar con más detalle las evoluciones negativas que se estaban registrando en los acuíferos de esa zona, se seleccionaron algunas estaciones piezométricas que se consideraron representativas, mostrándose a continuación algunas de las evoluciones registradas:

Tlalnepantla entre 1962 y 1967 disminuyó 9.05 mts.

Ciudad Satélite entre 1962 y 1967 disminuyó 9.57 mts.

Echegaray entre 1962 y 1967 disminuyó 13.27 mts.

Atzacapotzalco entre 1962 y 1967 disminuyó 25.55 mts.

Por los datos anteriores puede verse claramente que en la zona ciudad Satélite, Tlalnepantla, el descenso ha sido uniforme, mientras que en la zona Echegaray, Atzacapotzalco, el descenso es creciente hacia la ciudad de México, siendo por lo tanto la explotación creciente en el mismo sentido.

Otro de los sectores analizados fué la zona de Chalco - que en varias ocasiones había sido propuesta como fuente posible de abastecimiento de agua para la Ciudad de México.

Todos los estudios que se habían realizado con anterioridad a 1968 demostraron que podía obtenerse con la explotación de los mantos acuíferos en esa zona, un caudal de aproximadamente  $7 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , análisis completamente falsos. Puesto que dichos



cálculos estaban basados en evapotranspiración o en la aplicación de coeficientes de infiltración supuestos, así lo demostraron estudios posteriores que realizó la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

De la zona de Xochimilco no es necesario explicación alguna, puesto que fue una de las primeras zonas que sufrió mayor explotación.

Todo lo anterior revela que la sobreexplotación de los acuíferos del Valle de México, desde hace años es ya peligrosa por el descenso continuo de los niveles piezométricos que están ocurriendo en los mismos, por lo que debe tomarse en cuenta cada vez que se planea una explotación adicional para cualquier fin, que las posibilidades de los acuíferos están ya sobreexplotadas y que, además del hundimiento del subsuelo ha generado otro fenómeno la esterilidad de la tierra, consecuencia altamente grave para la economía de los pueblos que se ubican dentro del Valle de México.

En la zona norte del Valle, los principales cultivos han sido el maíz, frijol, alfalfa sobretodo, y algunas verduras y legumbres, pues en los últimos años para lograr dichos cultivos ha habido la necesidad de utilizar grandes cantidades de fertilizantes y, con todo eso se ha observado un descenso

que fluctúa entre el 30 y 40% en la producción por hectárea\*.

En la zona de Xochimilco tradicionalmente los cultivos han sido las verduras y legumbres, las flores de ornato y más que nada los ingresos económicos de sus habitantes, se traducían en la atracción turística de los manantiales que ahí existían, porque actualmente se están convirtiendo en canales de aguas negras y que día a día tienden a secarse, esto hecho ha propiciado por consiguiente que la atracción turística tienda a disminuir; otro tanto ocurre con los cultivos que en igual razón han disminuído entre un 30 y un 40% de producción por hectárea\*\*.

#### CONSECUENCIAS EN LA CIUDAD DE MEXICO

En el año 1898, la Comisión Hidrológica realizó una nivelación general de la Ciudad, dejando placas en diversos edificios y monumentos; el punto de referencia usado fué la tangente inferior del calendario azteca que estaba colocado en el ala oeste de la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México a principios del siglo. Por otras nivelaciones posteriores ha sido posible ligar aquellas a los datos actuales determinando el - -

\* Datos obtenidos en base a la encuesta aplicada en esta zona.

\*\* Datos obtenidos en base a la encuesta aplicada en esta zona.

asentamiento ocurrido en la Ciudad.

El hundimiento medio en la antigua plaza de la Ciudad - fué de 4.25 mts., en general; los valores máximos y mínimos registrados fueron 5.21 y 2.89 mts., respectivamente.

Con base a los estudios realizados por la Dirección de Geografía y el Laboratorio de Ingenieros Civiles Asociados, ha sido factible tomar en consideración los hundimientos en función del tiempo; debe anotarse que los asentamientos de la superficie muestran tres etapas en su evolución, las velocidades del hundimiento para el año 1898-1938 fué de 4 cm/año aproximadamente, de 14 cm/año de 1938 a 1948 y de 40 a 50 cm/año en la década de los setentas.

Son bien conocidos los perjuicios que el hundimiento - está causando en las obras de la Ciudad. En los edificios los efectos son de diversa índole, los edificios construídos con pilotes hidráulicos en ciertas regiones de la Ciudad, emergen de la superficie causando graves daños a las construcciones vecinas desplantadas sobre otro tipo de cimentación, ya que la fricción que se desarrolla en el perímetro donde son colocados los pilotes hidráulicos, restringe el secamiento de la formación arcillosa alrededor del edificio y ocasiona así asentamientos diferenciales en aquéllos, tendiéndolos a desplomarse; sus conexiones de agua potable y drenaje sufren repetidas rupturas; -

las banquetas y aún la pavimentación de las calles son afectadas de manera seria en otras zonas de la Urbe; otros se hunden con el mismo ritmo que la superficie del terreno, el que se de, uno u otro caso depende del estado de avance del proceso de consolidación provocado por el excesivo bombeo en los acuíferos del subsuelo.

Una de las consecuencias más importante de la sobreexplotación de los acuíferos, es el deterioro que sufre la calidad del agua subterránea. Esta calidad en principios de la explotación era excelente y, por tanto, no es de extrañar que durante las últimas décadas se haya dado atención de cantidad que a las de calidad. Sin embargo, al transcurrir el tiempo y asentarse la sobreexplotación, se ha extraído agua proveniente de mantos acuíferos que son poco permeables; por ello este tipo de agua permanece mucho tiempo en contacto con formaciones geológicas, las cuales contienen sustancias que son disueltas por el agua y alteran la calidad química del líquido. El crecimiento urbano también degrada la calidad del agua, al asentarse la población en zonas rocosas y permeables de la Ciudad, donde muchas veces se carece del servicio de drenaje; las aguas residuales pueden contaminar directamente el acuífero o el agua de lluvia que escurre y lo recarga.

El sistema de drenaje se ha dislocado alterándose las -

pendientes de manera tal, que la eliminación del líquido cloacal se efectúa con dificultad en el período de sequía y ha sido la causa de graves inundaciones de la Ciudad. En los últimos años, los colectores se asolvan rápidamente por el defectuoso escurrimiento de aguas negras y cada vez son más frecuentes las roturas; constituyendo una amenaza constante para la salud de la población.

Debido al hundimiento de la superficie, la desembocadura de los colectores al Gran Canal de Desague, que al principio del siglo tenía una pendiente de 19 cm/km, actualmente ha descendido a 4.0 mts. en los últimos años, para salvar el obstáculo que ello significa al funcionamiento del sistema, ha sido necesario instalar una estación de bombeo a cada salida de los conductos principales de la red de drenaje y otros en puntos estratégicos de la Ciudad.

La incapacidad del drenaje del Gran Canal obligó, que de 1973 a 1975 se construyera una parte muy mínima del Gran Canal de la Ciudad; el drenaje profundo constituye la columna vertebral del sistema, y de su desarrollo y terminación depende en buena medida la infraestructura de drenaje que se requiere construir en cada zona, mientras más se retrase su terminación, habrá que recurrir con más frecuencia a soluciones que deberán llevarse a la práctica en el corto y mediano plazo en los dife-

rentes rumbos de la Ciudad.

Las inversiones para reparar todos estos daños serán mayores a medida que pasa el tiempo; esas erogaciones representan para la Ciudad de México una carga económica considerable que tiende a crecer y esta carga, en una u otra forma recae en sus habitantes y en general lesiona buena parte de la economía del país.

#### 1.5. IMPORTANCIA DEL AGUA EN EL DESARROLLO ECONOMICO DEL VALLE DE MEXICO.

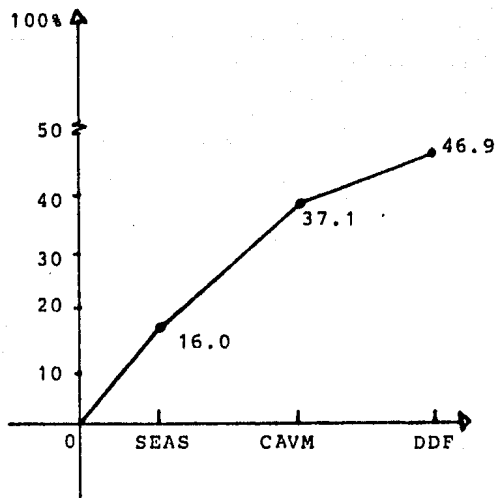
El agua como recurso natural renovable, juega un papel muy importante dentro del proceso de crecimiento económico del Valle de México, debido al carácter y cualidades que la hacen indispensable para cualquier proceso o actividad, siendo vital su uso como alimento básico de la población para el riego de los cultivos dentro de la agricultura, en la prestación de servicios y en la elaboración de productos alimenticios, etc... En otros términos, sin agua se detiene cualquier actividad del hombre y se pone en peligro su existencia y la de las especies que le rodean.

Se estima que la producción de las fuentes de abasteci-

miento de agua operadas por el Departamento del Distrito Federal es del orden de  $28.705 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y las fuentes operadas por el Gobierno del Estado de México son del orden de  $8.2 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , incrementadas en  $1.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que éste recibe del acueducto del Río Lerma con lo que se llega a un caudal de  $9.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$

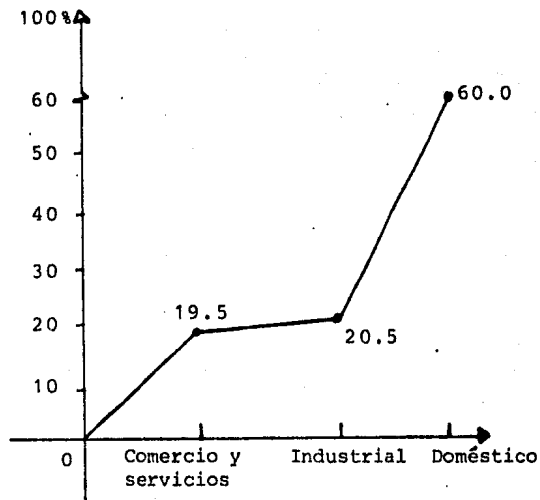
La Comisión de Aguas del Valle de México produce actualmente un caudal de  $22.645 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , además del agua potable, se aprovecha en el Área Metropolitana el agua captada del drenaje y la cual se trata para su utilización en diversos procesos industriales que no requieren de agua potable y fundamentalmente en el riego de áreas verdes. La producción de agua potable de las distintas fuentes de abastecimiento alcanza un volumen de  $61.150 \text{ m}^3/\text{seg.}$

La demanda presenta el siguiente comportamiento; clasificada en tres grandes grupos, de acuerdo a su uso sería la siguiente: se requiere de  $216 \text{ lts/hab/día}$  para uso doméstico, de  $74 \text{ lts/hab/día}$  para uso industrial y de  $70 \text{ lts/hab/día}$  para el comercio y los servicios. Cabe aclarar que estas muestras se tomaron a nivel de consumidor, por lo que ya se incluyen las posibles fugas que pudiera haber en la red de distribución, así la dotación total es de aproximadamente  $360 \text{ lts/hab/día}$ , esta dotación podrá variar en el futuro dependiendo del grado de concentración industrial y de las acciones para mejorar el uso y



Aportación porcentual de agua de las distintas fuentes de abastecimiento.

FUENTE: Datos proporcionados de las instituciones responsables del abastecimiento de agua, 1985.



Consumo promedio por tipo de consumidor en el Valle de México.

FUENTE: Proporcionada por las instituciones responsables del manejo del agua, D.D.F., C.A.V.M. y el S.E.A.S.



consumo del agua, así como para eliminar las fugas de agua en la red de distribución.

Otro factor importante que puede hacer variar la dotación en un futuro, es la conciencia de la población sobre el uso racional del agua en una zona con enormes problemas de abastecimiento de agua, es absurdo e imperdonable que aún muchos de los habitantes de esta enorme Zona Urbana se permitan el lujo de lavar sus automóviles con manguera y ésto como consecuencia de la idea que tienen, de que el agua es un recurso abundante e inagotable, originando con ello un descuido en su uso y explotación durante mucho tiempo. Además, buscando dar solución a los problemas de inundaciones de la Ciudad, se han tomado medidas para la desecación total o parcial de los lagos de Texcoco\*, Zumpango, Chalco y Xochimilco, rompiéndose con ello el equilibrio ecológico establecido por la naturaleza, agudizando el avance de la flora desértica y originando tormentas de polvo que azotan a la gran Ciudad.

Además, la concentración de las actividades industriales y administrativas en el Area Metropolitana, es uno de los problemas más graves que confronta actualmente el país.

---

\* Actualmente se ha llenado de agua tratada buscando regenerar el medio ambiente.

En 1930 la Ciudad de México tenía 1.6 millones de habitantes y toda el área conurbada se encontraba dentro del Distrito Federal; en 1970 ya no se podía hablar de la Ciudad de México, sino del Area Metropolitana de ésta. ya que su área urbana desbordaba sus fronteras políticas y una parte de ella se ubicaba en el Estado de México; en ese entonces, su población era de 8.2 millones de habitantes; en 1980 su población rebasa los 15 millones de habitantes.

Esto hace ver, que en 10 años se ha tenido que construir el mismo volumen de servicios que en los cuarenta años anteriores. En el caso particular del abastecimiento de agua, la situación es mucho más grave, pues obviamente las obras más baratas ya están construídas y es necesario ahora llevar a cabo aquellas cuyos costos son actualmente muy elevados y requieren de inversiones cuantiosas.

La situación se complica cuando se toman en cuenta los problemas de hundimiento y agrietamiento en el suelo y edificaciones respectivas, las cuales se manifiestan con mayor incidencia en Tlalnepantla, Ciudad Satélite, Ecuegaray, Atzacapotzalco, Chalco y el hundimiento del centro de la Ciudad de 50 cm. por año, además de los daños que sufren las redes de distribución de agua, el drenaje profundo y el hundimiento de los edificios que han sido piloteados. Esto como consecuencia del proceso de

consolidación provocado por el bombeo en los acuíferos del subsuelo.

Por otra parte, los Valles de Toluca e Ixtlahuaca se están desarrollando rápidamente, tanto en el aspecto industrial como demográfico, incrementándose irremediamente el consumo de agua para uso doméstico, industrial, en el comercio y los servicios en general, lo que obliga a prever mayores requerimientos de este recurso en las áreas mencionadas, lo cual redundará en una explotación más intensiva de los mantos acuíferos de estas regiones, aunado al incremento demográfico de la Zona Metropolitana que cada día que pasa exige mayores volúmenes de agua. Es de esperarse que se dé una situación de sobreexplotación y escasez de este recurso.

Para poder dar solución a esta problemática se requiere de una concientización de la población que habita toda el área conurbada de la Zona Metropolitana, sobre el uso y consumo del agua, el cual debe ser más racional, usándose la cantidad mínima posible para las necesidades vitales de la población, reducir o acabar el desperdicio, reducir al mínimo las fugas existentes en las redes de distribución, a través de la coordinación de las autoridades responsables de esta tarea con las juntas vecinales, para que estas reporten de inmediato cualquier falla o fuga que exista.

Además de lo anterior, se debe controlar la producción directa de agua que llevan a cabo empresas y personas a nivel particular (todos los pozos que manejan las empresas privadas y los propietarios de las grandes residencias), cuyo consumo no es controlado de manera estricta por ninguna dependencia oficial, ello incrementa hasta cierta forma la sobreexplotación que se ha hecho de los mantos acuíferos existentes en la Cuenca hidrológica del Valle de México.

Este consumo a nivel particular que se lleva a cabo debe ser controlado por las distintas instancias (Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y por la Comisión de Aguas del Valle de México) para evitar el derroche y mal uso de este recurso, el cual es vital para el desarrollo de cualquier actividad del hombre.

#### 1.6. LEGISLACION SOBRE DOTACION Y EXPLOTACION DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO.

La explosión demográfica y el crecimiento de la población urbana en el país a partir de 1924, bajo el régimen del General Plutarco Elías Calles, provocaron que la demanda de obras para el abastecimiento de agua potable se incrementaran y éstas pudieran ser satisfechas sólo en forma parcial, puesto que se adolecía de una política hidráulica que pudiera satisfacer en

pleno la demanda que en forma emergente reclamaba la sociedad.

Las diversas iniciativas que en ese período existieron con respecto a obras de agua potable, fueron canalizadas a través de la Dirección de Ingeniería Sanitaria de la Dirección de Salubridad, y cabe también hacer mención que en el año de 1926 se creó la Comisión Nacional de Irrigación, la cual viene a mejorar el aprovechamiento de las aguas del territorio nacional y dicha Comisión fue el origen de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la cual se formó como tal en 1946, y que tuvo entre sus funciones el abastecer de agua potable a la República Mexicana; también en ese mismo período (1929) se fundó el Departamento del Distrito Federal, institución que se encargó de dirigir y canalizar la explotación y dotación de agua potable a la Ciudad de México.

No es hasta el año de 1956, cuando siendo Presidente de la República el C. Adolfo Ruíz Cortines, fecha en que se consolidó el Reglamento en Materia de Aguas del Subsuelo.

La explotación de los mantos acuíferos en la República Mexicana y sobre todo en el Valle de México se estaba dando en forma desmedida e irracional y fue precisamente esta situación la que obligó a las autoridades Federales a buscar un mecanismo de ley que otorgara derechos pero también obligaciones sobre

la explotación de las aguas del subsuelo a fin de evitar una sobreeplotación en aquellas regiones donde ya no era posible que se siguiera dando, puesto que de seguirlo haciendo se hubiera incurrido en una política irresponsable en la materia, trayendo con ello consecuencias más graves para la sociedad.

De hecho todo el reglamento de ley, en materia de aguas del subsuelo, giró en torno a la preservación de los mantos acuíferos; para este caso se señalarán los artículos que tienen mayor relevancia y repercusión, sobre todo en lo que concierne a la dotación y explotación de agua en el Valle de México.

En el artículo 9 del reglamento sobre el establecimiento y control de las zonas vedadas, se estipula que: se denominan zonas de veda aquellas regiones en las que por sus condiciones hidrológicas o por consideraciones de interés público, que el Ejecutivo haya decretado o decrete la prohibición temporal o condicional para realizar nuevas obras de alumbramiento de las aguas del subsuelo.

En el artículo 10 estipula; cuando los estudios realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ya sea por iniciativa propia o a petición de autoridades federales o locales, empresas descentralizadas o sectores populares importantes de la región, se desprende que se afectan los aprovechamientos

existentes o se corre el peligro de agotar los acuíferos o en cualquier caso en que los muchos alumbramientos resulten perjudiciales para el interés público, la Secretaría propondrá al Ejecutivo Federal la veda correspondiente limitada a la zona o región que se considere necesaria.

Las zonas de veda por sus características pueden ser clasificadas en (art. 11) :

1. Zonas de veda en las que no es posible aumentar las extracciones sin peligro de abatir o agotar los mantos acuíferos.
2. Zonas de veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.
3. Zonas de veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales y de riego.

Dada la situación de sobreexplotación de los acuíferos que ya existía, tanto en la Ciudad como en el Valle de México; el artículo 23, señala que las solicitudes para poder perforar

pozos\* dentro del Valle de México, se entregarían al Departamento del Distrito Federal para su estudio y análisis y conceder o no el permiso correspondiente. Asimismo, la Secretaría de Recursos Hidráulicos solicitaría del Gobierno del Estado correspondiente los puntos de vista de las solicitudes; de aprobarse por ambas partes, la Secretaría de Recursos Hidráulicos debía proceder de acuerdo a lo dispuesto por el reglamento.

- a) El Departamento del Distrito podría perforar aquellos pozos de los que se tuviera necesidad para todos los servicios municipales de abastecimiento de agua (público, doméstico o industrial), dando el aviso correspondiente a la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- b) Se negó toda solicitud presentada por particulares para la perforación de pozos para riego como para abastecimiento de agua a nuevos fraccionamientos y terrenos, pudiendo el Departamento del Distrito Federal, de acuerdo a sus posibilidades, proporcionar este servicio de sus propias fuentes de abastecimiento.
- c) Los permisos solicitados por particulares para usos

---

\*Municipales Únicamente.



domésticos exclusivamente, excluyendo expresamente de este caso los que presentaron las empresas fraccionadoras debieron sujetarse a la condición y comprobación estrictamente de que las aguas se destinaran exclusivamente a usos domésticos del permisionario. En este caso debería obtenerse el permiso del Departamento del Distrito Federal por lo que toca a lo dispuesto por su ley de Hacienda y el registro correspondiente en la Secretaría de Recursos Hidráulicos, quedando sujetos a la vigilancia de ambos.

Los permisos contemplaron además de las indicaciones que requieren la ley y este reglamento, los siguientes datos (artículo 24).

- I Características y especificaciones de la construcción de las obras que se autorizan.
- II Características del equipo de bombeo, en su caso, - incluyendo especificaciones respecto de ademe y conservación de los pozos.
- III Gasto máximo instantáneo volumen anual autorizado - y régimen de aprovechamiento de las aguas alumbradas.

das.

IV Obligaciones a cargo del permisionario:

1. Ejecutar las obras que ordene la Secretaría para:
  - a) Limitar los gastos a los autorizados.
  - b) Mejorar las obras realizadas.
  - c) Dispositivos aprobados para aforo.
  - d) Colocación de dispositivos adecuados para la lectura de niveles.
2. Compromiso de aceptar las normas relativas a la operación de las obras autorizadas especialmente en materia de épocas de bombeo, horas diarias de extracción, etc., así como las normas reglamentarias, para acatar los reglamentos de veda que se llegaron a decretar.
3. Compromiso de no modificar sin previa autorización de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la naturaleza o aprovechamiento de las aguas, localización, capacidad de los equipos y además, condiciones en que se hubieran autorizado las obras respectivas.

4. Compromiso de no ceder a título generoso o gratuito, el agua alumbrada, sin previo permiso de la Secretaría, comprometiéndose a emplearla únicamente para los fines para lo que fue autorizada la obra de alumbramiento.

V Plazo para ejecutar las obras y forma en que deberán realizarse.

VI La obligación de presentar proyecto de la obra o pozo para aprobación de la Secretaría.

VII Compromiso de ejecutar el sondeo eléctrico del pozo, si la Secretaría de Recursos Hidráulicos lo estima conveniente.

VIII Además, las especificaciones especiales o locales que la Secretaría estime convenientes en los permisos.

De hecho, este reglamento de la ley tuvo vigencia durante toda la década de los sesentas y el primer año de la de los setentas, pero nuevamente las circunstancias del país, hacen exigible una nueva ley sobre el tratamiento y dotación de aguas a las comunidades y ciudades del país y es así como bajo la Pre

sidencia del Lic. Luis Echeverría Alvarez, el día 11 de enero - de 1972, se publica la nueva Ley Federal de Aguas. En dicha - Ley, se incluyen artículos no considerados en el reglamento de ley del año de 1956 (debido a las condiciones específicas del - desarrollo económico que observaba el país durante esos años), la nueva Ley ampliada contempla 277 artículos a diferencia del reglamento que sólo contenía 70.

Cabe hacer notar por otro lado, que los proyectos y - programas sobre dotación de agua al Distrito Federal y áreas ur - banas del Valle de México eran contempladas por la S.R.H., a - través de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de Mé - xico; la cual fue creada el 19 de junio del año de 1951, debi - do a la interdependencia que esta Comisión tenía con la Secreta - ría de Recursos Hidráulicos y al bajo presupuesto que se le asig - naba, muy poco avanzó en el cumplimiento de dichos programas de abastecimiento, mientras que el explosivo crecimiento demográfi - co y de las áreas urbanas, así como el desarrollo industrial, - provocaron un incremento acelerado en la demanda y consumo de - agua, por tal razón era obvia la necesidad de elaborar un plan integral de abastecimiento de agua, estas motivaciones fueron - las que dieron origen a la creación de la Comisión de Aguas del Valle de México, decretado el 17 de agosto de 1972, conforme al artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Esta - dos Unidos Mexicanos y los artículos 2° y 7° de la Ley Federal

de Aguas entre otros. •

Este hecho en el Valle de México es lo más sobresaliente con respecto a la Ley Federal de Aguas. Para el año de 1977, en el período Presidencial del Lic. José López Portillo, conforme a lo dispuesto por las fracciones XXX, XXXVIII, XXXIX y XL del artículo 35 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, se anexó a la Ley Federal de Aguas el siguiente acuerdo: que a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas\*, le corresponde planear, programar, estudiar, proyectar, construir, operar, conservar y administrar las obras de captación de aguas del subsuelo y la conducción y potabilización respectivas, para los centros de población e industrias, cuando las fuentes de abastecimiento se encuentran en zonas donde no se haya decretado veda para la extracción y utilización de las aguas del subsuelo, limitándose en estos casos a comunicar a la S.A.R.H. la localización y características de la obra de captación construído y los caudales de agua que se exploten, a efecto de otorgar la asignación o concesión correspondiente, incluir los datos en el registro nacional de pozos, vigilar el comportamiento de los acuíferos y mantener actualizado el inventario de los recursos del país para fines de planeación.

---

\* Actualmente la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

## CAPITULO II

ORGANISMOS RESPONSABLES DE LA REGULACION DE AGUA  
EN EL VALLE DE MEXICO

Las instituciones que han controlado la extracción, tratamiento y suministro de agua al Valle de México, son aquellas que de alguna forma han estado vinculadas a la problemática del abastecimiento, control y operación de las obras de abastecimiento de agua.

Así se tiene que durante la Colonia, es el H. Ayuntamiento de la Ciudad, la institución responsable de esta gestión. En el siglo XIX y parte de las primeras décadas del siglo XX se asigna esta responsabilidad a la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Departamento de Salubridad.

Al crearse el Departamento del Distrito Federal en el año de 1929, se le responsabiliza de esta labor y las ejecuta a través de la Dirección General de Obras Públicas y la Dirección de Aguas y Saneamiento en cuanto a la operación. Posteriormente y para atender los problemas de agua potable y alcantarillado de la Ciudad, el Departamento del Distrito Federal crea la Dirección de Obras Hidráulicas.

Casi simultáneamente, el Gobierno Federal y durante la gestión del Sr. Gral. Plutarco Elías Calles, crea la Comisión Nacional de Irrigación, organismo que daría origen a la Secretaría de Recursos Hidráulicos y que en 1977 se transformaría en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; dichas dependencias surgen por la necesidad de estructurar planes y programas sobre el uso y racionalización adecuada de los recursos hidráulicos del país. Esa Secretaría a su vez, tratando de coadyuvar en la solución de la problemática del abastecimiento de agua al Valle de México, crea en el año de 1953 la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, organismo que inicia sus actividades, elaborando estudios sobre el abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, a largo plazo.

En 1972 y como consecuencia del incremento de población, concentración industrial en un grado de densidad fuera de toda predicción desbordando sus límites políticos, uniéndose a varios Municipios del Estado de México, y existiendo la necesidad de un organismo que asumiera la responsabilidad total de la extracción, se transforma la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México en lo que en la actualidad se denomina como la Comisión de Aguas del Valle de México, organismo facultado para programar, proyectar, construir, operar y conservar las obras que sean necesarias para el abastecimiento de agua a las poblaciones del Valle de México.

A su vez, el Departamento del Distrito Federal ha reforzado y ampliado a los organismos responsables de esta tarea, estructurando un plan hidráulico del Distrito Federal, que en coordinación con la Comisión de Aguas del Valle de México y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Gobierno del Estado de México, lo han estado llevando a cabo.

En los programas de gobierno de los regímenes de los Presidentes José López Portillo y Miguel de la Madrid, se ha visto una preocupación por la problemática que plantea la Ciudad de México.

En el Plan Global de Desarrollo, en el Plan Nacional de Desarrollo Industrial, en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y en el Plan Nacional de Desarrollo (vigente) se plantea como lineamiento general la necesidad de evitar que el crecimiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, genere más desequilibrios o rezagos en otras regiones del país.

En lo referente al abastecimiento de agua, existe el planteamiento de explotar en forma racional los mantos acuíferos, mejorar las redes de suministro, concluir las obras de los Ríos Cutzamala y Amacuzac, realizar más perforaciones de pozos en las zonas que sea posible llevar a cabo, incrementar la capacidad de almacenamiento y bombeo de agua, construir más plantas



para potabilizar el agua, así como lograr la eficiencia de los sistemas de distribución del agua potable. Además en el Programa de Desarrollo de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y de la Región Centro\* , propone hacer efectiva la desconcentración industrial de aquellas plantas cuyas actividades inciden desfavorablemente en la calidad de la vida, en el uso y consumo de recursos naturales y energéticos del Territorio de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, reafirmando esta disposición en el Programa de Estímulos para la Desconcentración Territorial de Actividades Industriales\*\* , en el que se promueve la reubicación industrial fuera de la Zona III-A que comprende el Valle de México.

## 2.1. COMISION DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO.

### SU CREACION.

La Comisión de Aguas del Valle de México, fue creada el día 17 de agosto de 1972, como un organismo técnico administrativo dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos\*\*\*; a partir de esa fecha, absorbió a la antigua Comisión Hidrológica

\* Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de octubre de 1983.

\*\* Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de enero de 1985.

\*\*\* Hoy Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

ca de la Cuenca del Valle de México. Los objetivos primordiales de esta Comisión son: programar, proyectar, construir, operar y conservar las obras que sean necesarias para el abastecimiento de agua a las poblaciones del Valle de México.

#### FUNCIONES GENERICAS

Las funciones primordiales que a la Comisión de Aguas del Valle de México competen son:

- 1) Realizar los estudios necesarios para programar y proyectar las obras de aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la Cuenca del Valle de México, específicamente el Area Metropolitana.
- 2) Construir las obras correspondientes a los programas y proyectos aprobados.
- 3) Operar y conservar las obras de captación que construya en las fuentes de abastecimiento y de acueductos para la conducción del agua desde esas fuentes hasta los sitios que se fijen de común acuerdo entre la Comisión y las autoridades, según sea el caso del Departamento del Distrito Federal, los Estados y Municipios, en todos los poblados del Valle de México.

Los sistemas de distribución a partir de los sitios mencionados, las redes y otras instalaciones en el Distrito Federal y en las demás poblaciones del Valle, son proyectadas, - construídas, operadas y conservadas por las autoridades del Departamento del Distrito Federal, los Estados y Municipios correspondientes.

- 4) Celebrar contratos o convenios que se requieran para la consecución de las finalidades que motivaron su creación así como para prestar la asesoría y el apoyo técnico que el Departamento del Distrito Federal, los Estados y Municipios le soliciten.

Otro de sus objetivos, además de poder captar agua en su estado natural, tiene la facultad de poder conservar y administrar las obras que permitan aprovechar las aguas residuales que puedan ser utilizadas en diferentes actividades y suministradas después de ser tratadas.

La Comisión de Aguas del Valle de México es una de las ocho Comisiones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, creadas para incrementar la agricultura, la industria y el uso racional del agua, así como para favorecer el desarrollo integral del país, en lo que a cuencas hidrológicas se

refiere.

Cabe hacer mención, que el plan integral de la Comisión está dividido en dos partes: plan de acción inmediata y plan de acción mediata; el primero prevé el suministro para una población de 17.6 millones de habitantes y el segundo plan prevé una demanda para una población de 26.6 millones de habitantes y que será de  $109.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para el año 2010.

El plan de acción inmediata es controlado por dos grandes residencias que son las encargadas de vigilar, por el mantenimiento y operación de la batería de pozos y plantas de tratamiento que controlan. (Anexo 1)

#### 2.1.1. RESIDENCIA DE OPERACION NORTE

La residencia de operación Norte está ubicada en la parte Norte de la Ciudad, para ser más precisos en la Colonia Izcalli del Valle, Edo. de México. Cuenta con siete ramales de pozos, un conjunto de pozos aislados y una presa y que se denota de la siguiente manera:

- a) Ramal Teoloyucan. Construido durante el período 1972-1975 ubicado en la zona correspondiente a los Municipios Tultitlán, Cuautitlán, Teoloyucan

y Coyotepec (Anexo 2), comprende una batería de 31 pozos perforados a una profundidad de 200 m., tiene una producción total de  $1.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  beneficiando a un total de 432,000 habitantes del Distrito Federal y el Estado de México.

- b) Ramal Atlámica. Construido durante el período de 1975-1977, está integrado por 14 pozos, ubicado en la margen del Río Cuautitlán, se extrae un caudal de  $0.230 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , perforados a una profundidad promedio de 250 m. y beneficia una cantidad total de 52,000 habitantes. (Anexo 2)
- c) Ramal los Reyes F.C. Se construyó durante el período 1974-1977, y se proyectó en dos etapas, la primera comprende la perforación de 25 pozos, en la segunda etapa se perforaron 15 pozos adicionales para alcanzar un caudal total de  $3.340 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , los 40 pozos están localizados en una línea paralela y próxima a la vía del ferrocarril México-Pachuca, perforados a una profundidad promedio de 200 m. y beneficia a una población de 840,000 habitantes de la zona Norte del Área Metropolitana. (Anexo 3)

- d) Ramal los Reyes, Línea Ecatepec. Se construyó - durante el período de 1973-1975, comprende una - batería de 16 pozos, localizados en la margen - del Canal de Casteira, en los Municipios de Tulti-tlán y Ecatepec, de dichos pozos se dispone de - un caudal de  $1.240 \text{ m}^3/\text{seg.}$  perforados a una pro- fundidad de 200 m., el caudal es conducido a un tanque en Cerro Gordo, lugar donde es recibida - por las autoridades del Edo. de México, y entre- gada a los Municipios de Ecatepec, San Juan Ix- huatepec y a las zonas IV y V del exvaso de Tex- coco, beneficiando a una población de 408,000 ha- bitantes. (Anexo 4)
- e) Ramal Tizayuca Pachuca. Este sistema de pozos - fue construido durante el período de 1976-1978 y consta de una batería de 26 pozos localizados a lo largo de la Carretera México-Pachuca, entre - las Ciudades de Tizayuca y Pachuca, de ésta se - obtiene una producción de  $2.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , perfora- dos a una profundidad promedio de 315 m., el cau- dal es entregado a la planta de rebombéo Coyote- pec y posteriormente a la Residencia de Operación Norte, la cual se distribuye a determinadas Colo- nias del Área Metropolitana de la Ciudad de Méxi-co

co, beneficiando a un total de 648,000 habitantes. (Anexo 6)

- f) Ramal San Javier Pachuca. Fue construido en el período 1979-1981 y está integrado por una batería de 5 pozos, localizados en la parte sur del poblado de Tizayuca Pachuca, perforados a una profundidad de 315 m., de estos pozos se obtiene un caudal de  $0.381 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el destino del agua es el tanque "La Paz" el cual la distribuye a la Ciudad de Pachuca Hgo., beneficiando a un total de 96,000 habitantes de esa Ciudad.
- g) Acueducto Tizayuca. Ciudad Industrial. Se construyó durante el período 1979-1981 y está integrado por un total de 5 pozos ubicados también en la parte sur de Tizayuca-Pachuca, éstos vierten su caudal en parte a las del Ramal Tizayuca Pachuca y otra parte es proyectada para beneficio de la zona Industrial del norte de la Ciudad. El caudal proporcionado es de  $0.023 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- h) Pozos Aislados. Fueron construidos en períodos comprendidos entre 1974-1979, ubicados en diversas partes del norte de la Ciudad, tienen una

producción de  $0.900 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , su perforación varía de profundidad, en total son 42 pozos que abastecen a pueblos pequeños, como algunas industrias.

- i) Presa Madín. Por último se tiene la Presa Madín, que tiene como finalidad el aprovechamiento de 650 litros/seg. de aguas superficiales del Río Tlalnepantla, su construcción está proyectada para conseguir captaciones de agua de mejor calidad. Actualmente su producción es de  $0.470 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , beneficiando a una población total de 156,000 habitantes y fue construida en el periodo de 1975-1977. En total la Residencia de Operación Norte, produce un caudal de  $10.584 \text{ m}^3/\text{seg.}$

#### 2.1.2. RESIDENCIA DE OPERACION SUR

La residencia de Operación Sur, se encuentra ubicada en la Colonia Lomas Estrella, en la Calle de Paseo de Sicilia - s/n, en el sur de la Ciudad; en esta residencia existen tres ramales o sistemas de pozos y algunos pozos aislados, los que se anotan enseguida:

- a) Sistemas Pozos del Sur. Se construyó durante el



período de 1972-1974 y comprende 35 pozos que se encuentran localizados en diferentes zonas, este sistema proporciona un caudal de  $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , con lo que se beneficia a una población de 720,000 habitantes de la Zona Sur del Distrito Federal. (Anexo 7)

- b) Ramal Tláhuac-Netzahualcóyotl. Se construyó durante el período de 1974-1975 y consiste de una batería de 18 pozos ubicados en la margen derecha, perforados a una profundidad promedio de 250 m. Producen un caudal de  $1.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el cual es inyectado a una planta de rebombeo localizada en las faldas del Cerro La Caldera, el sistema de operación de esta planta es realizado por las autoridades del Gobierno del Estado de México, para su correspondiente distribución de la zona de Ciudad Netzahualcóyotl, beneficiando a una población adicional de 600,000 habitantes.
- c) Ramal Texcoco-Peñón. Está integrado por 7 pozos ubicados en el Lago Nabor Carrillo, con una profundidad promedio de 250 m., produce un caudal de  $0.410 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el caudal es conducido y entregado al Departamento del Distrito Federal el --

cual la distribuye en gran parte de la población de Texcoco, Edo. de México.

- d) Pozos aislados Sur. Se encuentran diseminados - en todo el sur de la Ciudad, alcanzando el total de 12 pozos, antes que nada la producción de estos pozos está destinada a pueblos muy pequeños, colindantes con la Ciudad de México y su producción es de  $0.490 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , perforados a diferente profundidad, como consecuencia de su diferente ubicación.

La producción total de la Residencia de Operación - Sur, equivale a  $5.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , por lo antes expuesto, tanto la batería de pozos de la Residencia de Operación Norte, como los de la Residencia de Operación Sur, constituyen el plan inmediato - de la Comisión de Aguas del Valle de México 1980-1985.

#### PLAN MEDIATO

Para el desarrollo del plan de acción mediato, en lo que se refiere al abastecimiento de agua potable al Area Metropolitana de la Ciudad de México, se han tomado en cuenta los diferentes estudios realizados hasta la fecha en que se creó la - Comisión de Aguas del Valle de México, ampliando los ya existen

tes, actualizando los que han sido necesarios y emprendiendo obras nuevas. El Plan de Acción Mediata, contempla traer aguas superficiales de fuentes ubicadas fuera de la Cuenca del Valle de México, en cantidad suficiente para atender la demanda en la región, de 1981 al año 2000 y poder reducir con ello la sobrecxplotación de los diferentes mantos y reservas acuíferas en los Valles de México y Lerma, por consiguiente tratar de restablecer el equilibrio ecológico de los mismos.

Tras minuciosos análisis de abastecimiento de agua potable, la Comisión de Aguas del Valle de México, en todos los casos consideró la factibilidad hidrológica, sanitaria, técnica en general, política, económica y financiera y seleccionó entre quince cuencas vecinas al Valle de México las de los ríos Cutzamala, Amacuzac y Tecolutla.

El proyecto Cutzamala captará  $19 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua de las presas, Villa Victoria, Valle de Bravo, Colorines, Chilesdo y el Bosque. Este proyecto consta de tres etapas, la primera entró en operación en Mayo de 1982 proporcionando un caudal de  $4 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y la segunda etapa en el mes de Agosto de 1985 con un caudal de  $2.561 \text{ m}^3/\text{seg.}$

El segundo proyecto, el Alto Amacuzac, ubicado en las sierras del Estado de Morelos, los trabajos apenas empiezan a -

realizarse y se espera la proporción de un caudal de  $11 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Por último otro proyecto contemplado es el del Río Tecolutla, - ubicado en el Estado de Veracruz, del cual se espera obtener un caudal de  $22 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

## 2.2. DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

Las autoridades hidráulicas del Departamento del Distrito Federal trabajan en la aplicación de planes, programas y metas instrumentados dentro del Sistema Hidráulico del Departamento del Distrito Federal; cuya finalidad primordial consiste en proporcionar calidad, cantidad, presión adecuada, agua necesaria para la salud, el bienestar, la producción y los servicios Municipales.

El Sistema Hidráulico operado por las autoridades del Departamento del Distrito Federal, lo integran 10 mil trabajadores, millones de kilómetros de tubería y por una gran cantidad - de obras civiles e instalaciones electromecánicas. Todo este - conjunto de elementos se conjugan en la lucha para lograr el - abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), pues los viejos problemas de la Ciudad, el crecimiento acelerado y el hundimiento del suelo, tienen ahora un nuevo compañero; la dependencia de fuentes de abastecimiento - cada vez más lejanas.

De esta manera para dotar de agua suficiente al Distrito Federal con la cantidad, la calidad y la oportunidad requeridas, es necesario tomar en cuenta una gran diversidad de factores técnicos, políticos, jurídicos, administrativos, económicos y sociales. Todos ellos aumentan la complejidad de las acciones requeridas.

El Departamento del Distrito Federal, como organismo responsable de la extracción, tratamiento y conducción de agua para satisfacer la demanda creciente de la población, elabora proyectos para la explotación de los mantos acuíferos subterráneos y también el tratamiento de las aguas superficiales. Para llevar a cabo esta labor y coordinar sus programas, metas y proyectos, ha estructurado el Sistema Hidráulico del Departamento del Distrito Federal, el cual responsabiliza para su ejecución de éste, a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, la cual realiza los trabajos de perforación de pozos y las obras para la conducción, tratamiento y potabilización del agua extraída del subsuelo, captada de manantiales y avenidas. Contratando para lograr este objetivo una gran cantidad de empresas proyectistas, supervisoras y constructoras, con el objeto de agilizar los trabajos de exploración, construcción, tratamiento y potabilización del agua en el menor tiempo posible.

Desafortunadamente y como efecto del alto incremento poblacional en la región, ésto ha resultado insuficiente y se han estado tomando medidas para la rehabilitación de pozos, captación y conducción de aguas de zonas lejanas, para poder cubrir aunque sea de manera parcial, la demanda en el consumo de agua.

Del volumen de agua que se consume en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, el Departamento del Distrito Federal sólo suministra el 46.94%, el 37.03% es proporcionado por la Comisión de Aguas del Valle de México como agua en bloque. Este organismo es dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El 16.03% es suministrado por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.

En términos absolutos, la Dirección de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal -- controla los siguientes Sistemas: (Anexo 1)

#### 2.2.1. SISTEMA CENTRO.

El Sistema Centro, opera a 96 pozos Municipales cuya capacidad de operación es de  $3.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , dichos pozos se encuentran diseminados en toda la Ciudad.

### 2.2.2. SISTEMA NORTE

El Sistema Norte está integrado por 39 pozos perforados en la Cuenca Hidrológica del Río Chiconautla y 20 pozos de tipo Municipal, los cuales en su conjunto cuentan con una capacidad de operación de  $2.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

### 2.2.3. SISTEMA SUR

El Sistema Sur está conformado de los distintos pozos perforados en los mantos acuíferos de Xochimilco-Mixquic-Xotepingo y 21 pozos Municipales, todos ellos dan una capacidad de suministro de agua de  $7.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

### 2.2.4. SISTEMA ORIENTE

El Sistema Oriente cuenta con 41 pozos Municipales, los cuales se encuentran ubicados en el área correspondiente al Peñón de los Baños, proporcionando una capacidad de operación de  $1.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

### 2.2.5. SISTEMA PONIENTE

El Sistema Poniente está integrado por 18 pozos Municipales y también por el caudal formado por las aguas superfi-

ciales del Río de la Magdalena Contreras. En su conjunto, este Sistema tiene una capacidad de operación, para un suministro de  $0.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

#### 2.2.6. LERMA Y OTROS

El Sistema de Río Lerma está integrado por las aguas superficiales del mismo, de los distintos manantiales ubicados en el área y de los diferentes pozos particulares que operan en la zona, todos ellos suministran al sistema hidráulico general un caudal de  $12.705 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

Todo el conjunto de sistemas operados por la Dirección de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal, proporcionan un caudal de  $28.705 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , los cuales equivalen al 46.94% del total de abastecimiento de agua que se entrega a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Se continúan con los trabajos de exploración, perforación, tratamiento y conducción de las aguas de otras cuencas hidrológicas, para cubrir de esta manera la creciente demanda de agua entre los habitantes de esta región.

El Departamento del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, reci-



be los caudales de agua de las distintas fuentes de abasteci- -  
miento y con la finalidad de mejorar la calidad de las mismas,  
ha instalado de acuerdo a la distribución de los diferentes sis-  
temas de operación, plantas para la potabilización del agua, -  
realizándose en ellas los procesos de aereación del agua para -  
que pierda impurezas, la clarificación para mejorar su color, -  
la cloración en donde se le pone al agua determinada cantidad -  
de cloro para eliminar impurezas, y la recloración en donde se  
aplica nuevamente cloro al agua que aún habiéndosele puesto una  
cantidad de cloro, persisten en ella algunos agentes contaminan-  
tes.

En su totalidad son 18 plantas potabilizadoras, exis-  
tiendo además, 235 empresas pequeñas en donde se desinfecta en  
forma individual al agua, en 227 se usa hipoclorito de sodio y  
en las 8 restantes se utiliza cloro gaseoso.

Pasado este proceso de potabilización, el caudal de  
agua es introducido en una red primaria de distribución, que -  
convencionalmente está formada por tubería de 0.51 m. a 1.83 m.  
de diámetro, cuenta con una longitud de 540 km. en su totalidad,  
incluyendo los conductos de alimentación que la ligan con los -  
tanques de regulación. De esta red, pasa a otra secundaria, la  
cual está integrada por 11,700 km. de tubería con diámetro de -  
10 a 40 cm., en la cual se distribuye el agua que circula por -

la red primaria, su operación y mantenimiento está a cargo de las 16 Delegaciones Políticas, siendo asesoradas por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal.

Finalmente, para hacer llegar el agua a los usuarios, existen alrededor de dos millones de tomas en las cuales se mide el consumo individual del agua por cada una de ellas.

A continuación, se puede observar el volumen con que colabora cada una de las instituciones que participan en el abastecimiento de agua al Area Metropolitana de la Ciudad de México.

No. de Sistemas	Volumen m <sup>3</sup> /seg.	Dependencia que controla
6	28.705	Departamento del Distrito Federal.
3	22.645	Comisión de Aguas del Valle de México.
2	9.800	Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento del Edo. de México.

Fuente: Datos estadísticos proporcionados por las respectivas dependencias; D.D.F., C.A.V.M., S.E.A.S. 1985.

## CONSECUENCIAS

Como efecto del suministro enorme de agua a los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, se invierten grandes cantidades de recursos financieros con el objeto de instalar equipos y plantas para el tratamiento de las aguas residuales, con la finalidad de que sean reutilizadas en diversas actividades que no requieran de pureza, calidad y limpieza del agua, debe de fomentarse el uso del agua residual, ya que permite la reducción del consumo del agua potable y se evita continuar con el agotamiento de los mantos acuíferos.

En la actualidad, se cuenta con una red de 130 km. de tubería de distribución y un consumo de  $2.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que representa la utilización del 59% de la capacidad instalada en las plantas de tratamiento de este tipo de aguas.

Otro efecto bastante importante en relación a la problemática del suministro de agua a la población, es la alternativa de cómo desalojar el caudal del agua utilizada, ya que es indispensable considerar en forma integral ambos servicios (suministro y desalojo de aguas residuales), como parte inseparable del abastecimiento de agua, se requiere prever de los medios necesarios para la utilización del agua residual.

En otro aspecto, el objetivo primordial de la construcción de las obras de drenaje, es el desalojo de las aguas residuales, pero al mismo tiempo reducir al mínimo los encharcamientos e inundaciones, buscando lograr el control cuando éstos ocurran, el sistema de drenaje está integrado por una red primaria constituida por colectores de 60 cm. a 3 m., cuenta con una longitud de 1,176 km. y va de Sur a Norte, descarga en varios puntos sobre los conductos instalados de Poniente a Oriente y se ha visto afectado por las obras del Sistema de Transporte Colectivo subterráneo (METRO), ya que éste se construye a las mismas profundidades en donde se ubican los principales colectores en 4 y 8 metros de profundidad.

Una red secundaria de atarjeas, con diámetros de 30 a 45 cm., tiene una longitud de 12,000 km., con tipo de alcantarillado combinado; es decir, en él se fusionan las aguas residuales y las pluviales que desembocan en el sistema de drenaje. Tanto las redes primarias están expuestas a dislocamientos y deformaciones provocadas por el asentamiento del subsuelo; este problema y los azolves provocados por el arrastre del suelo y la basura, ocasionan una reducción en la capacidad original de los conductos. Las dificultades son de magnitud considerable, se requiere de grandes inversiones para lograr desazolvar la red de drenaje en un período de mediano plazo.

## 2.2.7. SISTEMA GENERAL DE DESAGUE

La función primordial de este sistema, consiste en regular y desalojar posteriormente las aguas residuales y también las pluviales a través del tajo de Nochistongo, de los túneles de Tequixquiac y del portal de salida del drenaje profundo. Existiendo dos tipos de conductos para este fin, los que han sido entubados, como es el caso del interceptor y el emisor del poniente y los Ríos Churubusco y Piedad. El otro tipo de conductos son aquellos que se encuentran a cielo abierto, los cuales son usados para la conducción del agua de lluvias; sin embargo, en su mayoría están contaminados por aguas residuales y basura, lo que provoca problemas de insalubridad. Ellos son: al norte se encuentran los Ríos Cuatepec, San Javier, Tlalnepantla y Remedios; al sur el San Buenaventura, el Canal Nacional y el Canal de Chalco, estos cauces sufren sistemáticamente fisuras, fugas de agua y fallas en los bordes, problema que se agudiza día con día a causa de los esfuerzos y deformaciones que se presentan en el subsuelo, además su funcionamiento hidráulico es obstaculizado por las alcantarillas y puentes que atraviesan la mayoría de dichos cauces.

El drenaje profundo es el componente más importante del sistema general de desague, es afectado de manera mínima por los asentamientos del terreno y opera por gravedad, consti-

tuyendo una obra durable y económica en el largo plazo. Aún cuando requiere de cuantiosas inversiones para su conclusión y funcionamiento, cuenta con una capacidad de desalojo de agua de  $200 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , ya que se han llevado a cabo las dos primeras etapas y falta la tercera para que alcance una longitud de 145 km., una vez concluido el drenaje profundo a finales de la década de los noventas, dará una gran flexibilidad al desalojo de las aguas pluviales en el Distrito Federal, aliviando además a los principales conductos del sistema general de desague, así como a la red primaria de colectores.

Obviamente, el éxito del funcionamiento de un sistema de drenaje de tal magnitud y complejidad dependerá de su correcta operación.

En el futuro, es bastante importante tener presente la capacidad del sistema para permitir un mayor crecimiento urbano, que es necesario reducir la demanda de agua, por las dificultades cada día mayores para captarla y forma posterior tener que desalojarla. Deberán de controlarse y tomarse las medidas adecuadas para reducir la anarquía en el crecimiento de la Ciudad, pues proporcionar servicios en las partes altas de la zona poniente, sur y norte, en cauces, barrancas y vasos de presas, es cada día más difícil y costoso, pues la Ciudad de México se ha ido convirtiendo en una enorme olla que se hunde continuamente.

te y en forma diferencial, bajo su propio peso.

Por ello, mientras más pueda reducirse la sobreexplotación de los mantos acuíferos, más durables serán las soluciones que se apliquen a los problemas de abastecimiento de agua y drenaje.

### 2.3. COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

La Comisión de Agua y Saneamiento del Estado de México, tiene su antecedente inmediato en el primer organismo que - llevará ese nombre, el cual fue uno de los primeros organismos que se crearon durante el surgimiento del Departamento del Distrito Federal, con la finalidad primordial de proporcionar el - suficiente abasto de agua dentro de la población, operando las obras en toda el Area Metropolitana a finales de la década de - los años veinte.

En forma posterior desaparece dando origen a varias Direcciones Generales hasta llegar a lo que en la actualidad es la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica dependiente del Departamento del Distrito Federal.

La Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México, fue creada el día 20 de Marzo de 1971, como organis-

mo dependiente del Gobierno del Estado de México, el día 10 de Julio de 1974 por decreto se transforma en organismo público -- descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.

El enfoque que se le da, es la de operar y administrar los sistemas para el abastecimiento de agua potable y drenaje ya existentes.

Sus funciones y objetivos de la misma, son el de planear y programar actividades para dotar, ampliar y mejorar el suministro de agua potable y alcantarillado e intervenir en la prevención y control de la contaminación ambiental, buscando siempre el máximo aprovechamiento y utilización adecuada del agua.

Su área física de competencia se localiza en los Municipios que conforman el Estado de México, dando prioridad a aquellos cuya densidad de población y desarrollo industrial es mayor, como es el caso de los Municipios Conurbados al Area Metropolitana de la Ciudad de México y de aquellos que se encuentran en el Valle de Toluca.

Opera diversos pozos que se encuentran distribuidos tanto en la zona conurbada al Distrito Federal, así como el corredor del Río Lerma en el Valle de Toluca, cuya distribución



es la siguiente:

Ubicación de los pozos	Producción m <sup>3</sup> /seg.
Pozos aislados Area Metropolitana	8.8
Pozos aislados Municipios prioritarios	1.0

Las poblaciones conurbadas que se benefician con el abastecimiento de agua que ofrece la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México son las siguientes:

Huixquilucan, Naucalpan de Juárez, Zaragoza, Tlalnepantla, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Romero de Rubio, Tultitlán, Atizapán de Zaragoza, Temacac, Coacalco, Teoloyucan, - Tultepec y Tepozotlán entre otros, etc.

## CAPITULO III

## USOS DEL AGUA EN EL VALLE DE MEXICO

De acuerdo a las entrevistas realizadas con distintas personas: funcionarios responsables de organismos y dependencias encargadas del abastecimiento de agua, ejecutivos de empresas de los sectores industrial y los servicios y las aplicadas a los habitantes de las comunidades cuya actividad principal es la agricultura, se pudo captar que en la región, el agua es utilizada de manera intensiva debido al rápido crecimiento económico que se ha observado en el Area Metropolitana de la Ciudad de México durante los últimos 35 años.

En términos generales se puede clasificar el uso del agua en la región de la manera siguiente:

1. Doméstico.- Utilizada por la población para beber y para preparar sus alimentos y otros usos que realizan en sus hogares.
2. Agrícola y Ganadero.-Es utilizada para el riego de parques y jardines dentro de la Zona Urbana y para el consumo del ganado menor o mayor dentro de la ganadería y en el riego de -

cultivos en la agricultura; en este último - caso también se llega a utilizar el agua residual que ha sido tratada.

3. Otros Usos.- Utilizada en oficinas públicas y privadas, restaurantes, hoteles, lavanderías públicas, balnearios, etc.
4. Industrial.- La industria hace uso tanto del agua potable como del agua residual tratada, - teniendo una gran importancia este recurso dentro del proceso de producción, ya que en la mayoría de las veces el agua utilizada requiere de especificaciones técnicas que vayan acorde al proceso mismo, variando éstas de manera considerable de una rama económica a otra; aunque existe la posibilidad de que el uso y calidad sea uniforme en aquellas empresas que elaboran un producto parecido. En términos generales, los requisitos de calidad son mucho más exactos para los abastecimientos de agua industrial que aquellos abastecimientos de agua potable.

Es recomendable, para evitar pérdidas en la produc--

ción que las industrias, aún contando con abastecimiento Municipal, construyan sus propias obras de abastecimiento y las adapten de acuerdo a sus necesidades, por tipo y requerimientos técnicos para sus procesos de producción.

De otra manera deberá de ejecutarse dentro del Valle de México, acciones y políticas de descentralización industrial en aquellas ramas de mayor consumo, o reducir los subsidios al sector, para lograr la eficiencia en los recursos utilizados por las instituciones responsables de esta tarea.

### 3.1. USO DOMESTICO

En el consumo que se hace del agua, existe desorientación e irresponsabilidad dentro de la mayoría de los usuarios, ello se debe a la creencia de que el agua es un recurso renovable e inagotable. Por tanto no existe la preocupación dentro de los habitantes de esta gran Ciudad de un posible agotamiento de ella, la población sólo se preocupa en los períodos de escasez y cuando no llega el preciado líquido a sus hogares.

Por otro lado, se observa desigualdad en el consumo del agua entre las personas que cuentan con suficientes recursos económicos y aquéllos que apenas obtienen ingresos para -

subsistir, existiendo una brecha enorme que va de menos 100 litros-día por persona en los grupos de menores ingresos a más de 1 000 litros-día en aquellos de ingresos elevados y cuyo consumo se convierte en desperdicio. En términos generales, el promedio de consumo de agua por uso doméstico con respecto al total del consumo registrado es del 47.2%.

Para estudiar los usos del agua es indispensable conocer el conjunto de usuarios, la forma más directa la constituye el padrón de usuarios\*, por lo que para poder determinar el uso doméstico que se le da al agua en el Valle de México, es necesario tomar en cuenta dos factores que son de suma importancia: el tipo de vivienda y el nivel socioeconómico de las ciudades y pueblos que se encuentran dentro del Valle.

En el primer concepto se tomó en cuenta al Distrito Federal, como a los grandes centros urbanos que se localizan en la zona conurbada, las áreas habitacionales que existen en esta zona son de cinco tipos:

- a) Unifamiliar: se refiere a las zonas residenciales, las cuales tienen los más altos niveles de ingreso que va más allá del millón de

---

\* Padrón de usuarios, 1980.

pesos al mes y donde cada habitante ocupa, - en muchos casos un área de 250 m<sup>2</sup>. El consumo que se hace en este tipo de vivienda es - de 1868 litros/día a 3 000 litros/día.

- b) Departamental: es el tipo de vivienda más - usual, el nivel de ingreso es un tanto heterogéneo, ya que depende de la ubicación donde se localice el departamento y puede ser desde \$ 100,000 hasta un millón, por lo que el consumo de agua es de 500 litros/día a 1 500 litros/día.
- c) Conjunto habitacional: está constituido por las unidades habitacionales que tanto el Gobierno como la Iniciativa Privada construyen para los trabajadores, el nivel de ingresos fluctúa entre los \$ 150,000 a \$ 300,000, el consumo de agua se da en un promedio de 600 a 800 litros/día, el área por habitante en 30 m<sup>2</sup>.
- d) Plurifamiliar: vecindad "A"; este tipo de habitación está constituido por viviendas de regular tamaño que cuentan con una o dos recámaras y que por habitante el área ocupada es de

12 a 15 m<sup>2</sup>, el consumo de agua para este tipo de vivienda es de 430 a 520 litros/día.

- e) Plurifamiliar: vecindad "B" es el tipo de vivienda más paupérrima, con ingresos económicos más bajos.

En base al análisis que se ha hecho, se llegó a determinar que el consumo doméstico de agua potable en el Valle de México, está en función del ingreso familiar, características físicas de la vivienda y por la disponibilidad que se tenga del agua, porque no es lo mismo el consumo que se tiene en las zonas residenciales, al consumo que existe en las comunidades de Ciudad Netzahualcóyotl.

La dotación promedio para usos domésticos es de 189 l/hab/día; sin embargo, en el Valle de México suman varios millones de personas\*, las que aún cuando cuentan con mejores condiciones sanitarias desde que se logró instalar tomas en sus domicilios, reciben volúmenes diarios equivalentes a la tercera o cuarta parte de dicha dotación. En estudios que ha llevado a cabo el Departamento del Distrito Federal, se encontró que la dotación del agua oscila, entre 40 l/hab/día en los estratos de

---

\* Padrón de usuarios, 1980.

menores ingresos, hasta 650 l/hab/día en los de altos ingresos. Estos últimos concentran la mayor parte del consumo doméstico del agua y la disminución de ese consumo ayudaría a distribuir el agua en forma más equitativa. En los estratos de menor ingreso ocurren pérdidas\* importantes causados por la dificultad de contar con instalaciones sanitarias adecuadas dentro de las viviendas; pero los consumos son bajos, ya que por su incapacidad económica, las familias clasificadas en esos estratos no pueden adquirir muebles y aparatos domésticos que utilizan agua. Desde luego; con el incremento de los ingresos se tiende a aumentar el consumo y reducir las pérdidas que son ocasionadas por servicios sanitarios en malas condiciones.

Por otro lado, un gran número de personas que viven en malas condiciones, en asentamientos humanos dispersos, fuera de los límites considerados por los planes de desarrollo urbano, o en extensiones de colonias que ya contaban con agua, carecen del servicio por las dificultades que se enfrentan para proporcionarlo, es decir la carencia de drenaje, tomas domiciliarias, etc. Este fenómeno explica la razón por la cual será imposible abastecer de agua al 100% de la población del Valle de México en los próximos quince años. Se estima que la única alternativa de solución a este fenómeno que ha sido ocasionado

---

\* El aseo de los sanitarios en desperfectos se hace en forma manual gastándose hasta 30 litros de agua cada vez que se hace uso de ello.



más que nada por la migración rural estriba en desconcentrar la industria a otras regiones del país.

Los servicios de abastecimiento de agua potable a los pequeños poblados, son definidos de dos tipos, de acuerdo al tamaño de población y su nivel de ingreso:

- a) Urbanos aislados: comprende las poblaciones con importante desarrollo industrial, los cuales se pretende evitar que lleguen a integrarse al área conurbada, entre estos pueblos se puede hacer mención a: Zumpango, Huehuetoca, Tepozotlán, Cuautitlán y Melchor Ocampo, en el Estado de México.
- b) Los semiurbanos: formado por localidades pequeñas y aisladas que se pretende sigan manteniendo ese status, entre ellos: Coyotepec, Tepojaco, Atlamica, Visitación, San Pedro, Pueblo Nuevo, en el Estado de México.

### 3.2. USO AGRICOLA Y GANADERO

El agua es un valioso recurso para impulsar el crecimiento y desarrollo económico.

En la agricultura, es factor definitivo de la producción. Este recurso se puede clasificar según su ubicación; en atmosférico, superficial y subterráneo. Por tanto, las condiciones climáticas\*, régimen de escurrimiento y características de permeabilidad del subsuelo, son los que determinan la disponibilidad de caudales para hacer posible la agricultura; además la construcción de una infraestructura hidráulica debe ser simultánea a la organización de los núcleos del medio rural para que con ello se puedan asegurar beneficios socioeconómicos en pro de la región; por tal razón se hace indispensable intensificar todas aquellas actividades tendientes al logro de un mejor manejo del agua, ya que en muchas regiones se hace un mal uso de este recurso que es limitante para el desarrollo de determinadas áreas agrícolas del Valle de México, obviamente esta acción comprendería encausar de manera conciente y eficaz determinadas obras y sistemas de riego, con lo que se lograrían disminuir las pérdidas y despilfarros que se hace de este vital líquido. Es conveniente por otro lado, tomar en cuenta que la agricultura que se practica en el Valle de México, en ningún momento se hace con la finalidad de autosuficiencia económica para la población, puesto que como se analizó en el primer capítulo, la sobreexplotación que se ha dado a los mantos acuíferos del Valle, ha provocado que la corteza arcillosa del subsuelo -

---

\* Precipitación Pluvial y medio ambiente.

se vaya asentando en forma continua; por tal motivo, las tierras fértiles que antes existían se fueron erosionando y convirtiéndose día con día en menos productivas y más áridas, este fenómeno induce a los habitantes del Valle de México a que la práctica de la agricultura se de únicamente mediante la precipitación pluvial con la finalidad de ahorrarse muy escasos recursos económicos, pues el resto del año, la mayoría de la población se la pasa trabajando como obrero en fábricas más cercanas a su lugar de origen.

Por lo que respecta al consumo de agua en el ámbito de la ganadería existente en el Valle de México, es relativamente poco, puesto que no se puede hablar de ganadería en grandes proporciones porque no la hay; la que subsiste en realidad es poca. En la avicultura por ejemplo, bien es cierto que es una actividad productiva, altamente tecnificada y especializada, las mismas características de las granjas determinan que su actividad no pueda ser llevada a cabo dentro de la gran Ciudad de México, tampoco en la zona conurbada y lo poco que puede darse en los pueblos del Valle de México, más bien es para el consumo doméstico de los mismos; otro tanto sucede con la porcicultura, la explotación ovina y la caprina. La producción ampliada se da en otras regiones del país. Existe una excepción respecto al ganado bovino productor de leche, debido a la gran demanda que existe en este producto dentro de la Ciudad de México y mu-

nicipios circunvecinos, se da la necesidad de mantener una ganadería intensiva, aún con ello el producto sigue siendo deficitario, además de que el costo de esta ganadería es sumamente alto. Para poder mantener este requerimiento en buen estado, se consumen cincuenta y cinco litros de agua por cada cabeza de ganado en el establo, cuarenta y cinco litros por cada una y diez para la higiene del establo. De acuerdo a los resultados obtenidos en encuestas llevadas a cabo en diferentes regiones del Valle de México, se observó que el consumo de agua utilizada en el riego urbano, agrícola y ganadero, es del orden del 19.4% en relación del consumo total.

### 3.3. USO INDUSTRIAL

El agua, elemento que la industria utiliza en grandes cantidades ya que en volumen sobrepasa por mucho a todos los materiales utilizados en los distintos procesos de producción, para la elaboración de productos de consumo. Normalmente se clasifica de acuerdo a las necesidades del sector y del uso que de él hagan: aguas de alimentación de calderas, para enfriamiento de materiales, para los distintos procesos de fabricación industrial y para propósitos generales.

Siendo necesario que todo abastecimiento de agua a la industria sea suficiente y abundante para cubrir los requere-

rimientos presentes y futuros, contar con el suficiente nivel de flujo y presión para satisfacer las máximas demandas, proporcionar una protección adecuada contra incendios y reunir la calidad apropiada para los usos finales.

En términos generales, la industria usa una mayor cantidad de agua en relación a la que se utiliza para usos domésticos en forma individual, por ello al instalarse cualquier empresa en determinada región, debe evaluar dos cosas: la capacidad regional de abastecimiento de agua para cubrir sus necesidades indispensables, su tratamiento para que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios para el proceso de producción específico y evaluar el volumen y efectos que ocasionarán los desperdicios industriales que se produzcan al entrar en operación cualquier proyecto en cuestión. En promedio, el sector industrial consume un 20.5% del agua que se utiliza en las distintas actividades en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. (Anexo 20).

### 3.3.1. GRANDES CONSUMIDORES

Convencionalmente se han clasificado como grandes consumidores de agua del sector industrial dentro del Valle de México, a aquellas empresas o unidades productivas que requieren de grandes volúmenes de este recurso para poder

realizar sus procesos de producción, utilizando de 50 y más metros cúbicos por tonelada producida. (Anexo 11)

Bajo estas premisas y respetando la clasificación hecha por la Secretaría de Programación y Presupuesto en materia de actividades económicas, se relacionan algunas actividades y productos que requieren de altos volúmenes de agua.

A Nivel Nacional, se encuentra a los grandes consumidores de agua en aquellas empresas que se dedican a la extracción y beneficio de minerales metálicos.

A Nivel Local (Valle de México) y Nacional, en las principales ciudades del país, los grandes consumidores se localizan en las siguientes actividades:

Producción de Alimentos.  
Elaboración de Bebidas.  
Industria Textil.  
Industria del Papel.  
Industria Química.  
Refinación de Petróleo.  
Industria Metálica Básica.  
Generación de Energía Eléctrica.

A continuación se presenta una caracterización sobre los grandes consumidores de agua en el Valle de México.

Producción de Alimentos.- En la producción de alimentos, la proporción de consumo de agua estará determinada de acuerdo al tipo de bien a producir y a la cantidad de la misma que requiera para su elaboración.

Elaboración de Bebidas.- En la elaboración de bebidas se tienen varias líneas de producción; es el caso del embotellado de refrescos, vinos, cervezas, jugos y otro tipo de alimentos líquidos. Una planta embotelladora requiere de un gran volumen de agua, el cual utiliza de diferentes maneras, una parte la usa para el llenado de las botellas o recipientes que utilice para la presentación de su producto, otra para el lavado del envase y por último utilizará otra parte para usos generales y alimentación de calderas, el volumen de consumo estará supeeditado al monto de producción que haya definido la empresa (Refrescos, Jugos, Cervezas, Vinos, etc.).

Industria Textil.- En la industria textil, el agua usada en el proceso húmedo de los productos textiles varía de acuerdo a los distintos procesos que se usen y al producto que se elabore, por ejemplo en el procesamiento del algodón desencolado se usan 132 metros cúbicos, en el algodón mercerizado 120,

en el teñido básico 135, en el teñido en cuba 142, en el teñido desarrollado 108 y en el tejido de punto de rayón 67 metros cúbicos por tonelada producida.

Industria del Papel.- En la industria del papel y de rivados, las cantidades de agua usadas en la fabricación de pulpa y papel varía ampliamente, ésto no sólo se debe al tipo de fábrica y de los productos manufacturados, sino que también a la eficiencia con que el agua blanca se maneje y recupere.

Industria Química.- En la industria química, se consume una gran cantidad de agua y muchas de las empresas cuentan con sus propias fuentes de abastecimiento, las cuales a veces son de superficie y otras subterráneas, algunas otras empresas utilizan el agua suministrada por los Municipios para todos o algunos de sus procesos. Cierta número de ellas recupera parte del agua para volverla a usar, normalmente la utilizan para sus calderas, para enfriamiento del proceso, como componente de algunos productos y para usos generales.

Por último se citará a la industria de refinación de petróleo, a la de metálicos básicos y a la eléctrica, como grandes consumidores de agua; la primera la utiliza para el refinamiento del petróleo en sus distintos tipos de proceso y productos, la segunda para enfriamiento y servicios generales y la



tercera no consume el agua, la utiliza como fuerza motriz para que las turbinas se muevan y hagan trabajar los generadores productores de la energía eléctrica.

Existiendo una gran diferencia entre la utilización que hace del agua una planta hidroeléctrica y cualquier uso de la misma por cualquier otra planta industrial; y ésta consiste en que la industria en general usa el agua en sus procesos de producción y para poder reutilizarla, tiene que realizar todo un proceso de tratamiento para quitarle al agua las impurezas y contaminación al entrar en contacto con los productos que se utilizan en el proceso de producción. Mientras que el agua utilizada en la generación de energía eléctrica puede ser aprovechada cuantas veces sea posible, valiéndose para lograr este objetivo, del tipo de relieve o desniveles del terreno para que otras plantas hagan uso de ella, pues el agua que se utiliza en este proceso no sufre alteración de su composición química y puede ser aprovechada para el riego de cultivos agrícolas u otro tipo de usos que se consideren convenientes.

### 3.3.2. MEDIANOS CONSUMIDORES

Se ha clasificado como medianos consumidores de agua a todas aquellas industrias o empresas que durante su proceso de producción consumen en promedio un volumen que va de 5 a 50

metros cúbicos por tonelada de producto obtenido.

Siguiendo este criterio, se tiene la siguiente relación de consumo de agua por producto producido; en la producción de hojalata se usan 48 metros cúbicos, en el procesamiento del coque 14, en la producción de empaques Kraft 34, en la elaboración de papel tapiz 24, en la producción de pulpa de papel mecánica para periódicos 36, para procesar algodón remojo 9, en el teñido directo de tela 48, para el teñido sulfurado 41, el teñido en naftol 34, metros cúbicos por tonelada de cualquier artículo producido. También se ha considerado como medianos consumidores de agua a las empacadoras de productos agrícolas, tal es el caso del empaclado de: alubias 95, betabel, maíz, chícharo, calabacitas 9, chabacanos 30, duraznos y peras 25, espárragos 26, espinacas 60, ejotes 13, tomate 26, y uva pesada 21. Se requiere de esa cantidad de agua en metros cúbicos por cada 100 cajas de artículos empacados. (Anexo 11)

### 3.3.3. PEQUEÑOS CONSUMIDORES

Siguiendo los criterios anteriores, se ha clasificado como pequeños consumidores de agua a todas aquellas empresas o unidades productivas que utilizan menos de cinco metros cúbicos de agua por tonelada producida, en sus distintos procesos productivos.

A continuación se citan algunos ejemplos de productos que consumen esa cantidad de agua dentro de su proceso de producción.

Aceites comestibles 22 litros/unidad, empacadoras - de carne 2 100 litros/kilogramo, rastros, 2 100/kilogramo por - cada cien cerdos, corrales 600 litros/kilogramo por cada 400 - metros cuadrados de extensión, calderas 16 litros/ H P, creme- rías y productos lácteos; en estación de recolección 1 520 li- tros/tonelada, embotellado 2 100 litros, quesería 1 700, creme- ría 970, condensación de leche 1 260, leche en polvo 1 260 y en servicios generales un promedio de 2 860 litros por tonelada - producida.

En empresas productoras de explosivos 750 litros/ki- lo, en la elaboración de gasolina de 7 a 10 litros/litro, en la producción de jabón 2 000 litros/tonelada, tenerías 3000 litros por cada 50 kilogramos de cuero crudo, etc. (Anexo 11)

### 3.4. OTROS USOS

Son de diversa índole los usos que se le dan al agua después del doméstico, industrial y el agrícola y ganadero, que son los más relevantes; la medición en cuanto a esos diversos usos, en la actualidad representa un problema para las autori-

dades ya que resulta imposible establecerla. En base a un estudio que llevó a cabo el Departamento del Distrito Federal en 1982, se encontró que existen tomas de agua que sirven a grupos de establecimientos similares en cuanto a sus patrones de consumo; por ejemplo un cine con billares, taquerías y oficinas que se abastecen de la misma fuente o también se dan los casos en que en un baño público exista una peluquería, una fuente de sodas y un local para una tortillería, recaudería, etc.

De hecho, esta combinación de usos es donde estriba la dificultad de medición; obviamente existe un gran número de establecimientos que se encuentran bajo la misma situación: bodegas, hoteles, servicios recreativos, baños, lavanderías, edificios de oficinas, lavado de coches, etc. Los hospitales, escuelas, guarderías, clínicas y mercados dado su giro de actividad, por lo general tienen tomas propias y muy independientes donde sí es posible controlar el consumo. En general, lo clasificado como otros usos representa el 12.9% del consumo total.

### 3.5. USO IRRACIONAL

Se han efectuado actualmente una serie de medidas con el fin de evitar el consumo irracional del agua en forma importante. A nivel doméstico, desafortunadamente la falta de una tecnología de dispositivos ahorradores, en el excusado y

las regaderas es donde se gasta un mayor volumen de agua; cada vez que se jala la palanca del excusado, se desalojan de 15 a 20 litros de agua, sobre todo cuando se acciona la palanca en forma innecesaria. en las regaderas se hacen grandes consumos irracionales, mayormente si se tiene el hábito de mantener abiertas las llaves durante el tiempo que dura el aseo personal, bajo estas circunstancias por cada persona que hace uso del baño se hace un despilfarro de 45 a 50 litros de agua\*, otro tanto sucede con las lavadoras automáticas. Por otro lado la falta de conciencia que se tiene de la importancia que reviste el vital líquido, las amas de casa acostumbran hacer el regado de sus jardines y plantas con mangueras que vienen directamente de la toma, en las grandes residencias donde tienen albercas, les cambian agua de 2 a 3 veces por semana y donde el volumen de dichas albercas es de 200 a 300 m<sup>3</sup>, y lo hacen sin darle mayor importancia al desperdicio absurdo en que incurren. En la industria, por consiguiente se desperdician grandes volúmenes de agua más que nada por la falta de equipos tecnológicos adecuados que permitan establecer un consumo racional, en el Sector Servicios, sucede lo mismo sobre todo en los baños públicos, en los lugares donde lavan automóviles, en las fábricas de hielo, etc.

---

\* Datos obtenidos en la encuesta aplicada en Ciudad Netzahualcōyotl.

De acuerdo a un estudio realizado por el Departamento del Distrito Federal en 1982, el ahorro de agua en excusados y regaderas hace que puedan aprovecharse por lo menos unos  $6 \text{ m}^3$ . por segundo para dotar a una población nueva de dos millones de habitantes aproximadamente con lo que se podría evitar la inversión requerida de alrededor de 6,000 millones de pesos\* para abastecer de agua a esos usuarios y poder canalizar dicha suma en otro renglón de la economía que redundaría en mejoras económicas de la ciudadanía.

### 3.6. CALIDAD DEL AGUA

El término calidad del agua, es una expresión de uso muy generalizado cuyo espectro es de significado muy amplio, cada uno de los usuarios estará interesado en el agua desde su especial punto de vista, que puede implicar sus aplicaciones comerciales, industriales, recreativas, etc., como las características deseables de un agua cualquiera varían según la utilización a la que quiera destinársele frecuentemente existe una comunicación muy poco satisfactoria entre los usuarios en todo lo que respecta a la calidad misma.

Todos los empleos del agua deben subordinarse a la -

---

\* Precios Constantes 1982.

necesidad del hombre de disponer de un fluido sano para su consumo.

El agua destinada a la bebida y a la preparación de alimentos debe estar exenta de cualesquiera organismos capaces de provocar enfermedades y de cualesquiera minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos biológicos perjudiciales.

Desde el punto de vista del usuario, el concepto calidad del agua sirve para definir aquellas características químicas, físicas, biológicas y radiológicas que emplea como patrón para calibrar la aceptabilidad de una agua cualesquiera.

La composición y características que se observan en el agua y que en un momento dado permiten aceptar al agua como pura o no, es la observancia que concentre alguno o varios de los elementos contaminantes en ella y que hacen indispensable el análisis detallado, para determinar su pureza y calidad, así como el tratamiento adecuado para mejorarla.

#### CARACTERÍSTICAS

ASPECTO:	Cristalina, zarca o turbia.
SABOR:	Agradable o desagradable.

TEMPERATURA: Templada o fría

COMPOSICION: Salobres, incrustantes, con sulfatos-cloruros y fluoruros, corrosivas, carbonato de calcio. Este último y de acuerdo al grado de concentración que contenga el agua de este elemento permite clasificarla como: agua blanda, semidura y muy dura.

De la composición y características antes señaladas y de acuerdo al uso específico que se le dé al agua, será el tipo de tratamiento que deba dársele para lograr en ella pureza y calidad. (Anexo 21)

Todo organismo de abastecimiento de agua debe evaluar periódicamente su capacidad para continuar suministrando volúmenes adecuados de agua pura y satisfactoria.

Esta evaluación que suele conocerse como estudio sanitario incluye la determinación de la fuente y el tratamiento del agua, su almacenamiento, distribución, su calidad bacteriológica, física y química.

Los productos químicos utilizados para el tratamiento y purificación del agua son los siguientes: alumbre de po-



tasio, arcilla, bicarbonato de sodio, bisulfato de sodio, cal clorada, cal dolomítica, carbón activado, carbonato de bario, carbonato de calcio, carbonato de sodio, cloro, cloruro de calcio, bióxido de azufre, fosfato sódico, hidróxido de calcio, hidróxido de sodio, hipoclorito de calcio, metafosfato sódico, óxido de calcio, óxido de manganeso, silicato de sodio, sulfato de aluminio, sulfato de calcio, sulfato férrico, sulfato de sodio y sulfato ferroso.

La cantidad que debe ponerse al agua de cada uno de estos elementos, estará determinada por el grado de contaminación que tenga y de acuerdo al uso final al que vaya a ser destinada.

En México, desde la época de los aztecas se ha dado gran importancia a la calidad del agua, aunque este control se hacía de manera muy rudimentaria, es hasta el año de 1937 cuando se inicia el control de la calidad biológica del agua en el Distrito Federal, mediante la desinfección, práctica que hacia 1957 se volvió obligatoria, las tendencias desfavorables en la evolución de la calidad del agua han hecho patente la necesidad de ejercer un "estricto control de calidad"; éste se lleva a cabo desde el año de 1979 a través del sistema de vigilancia de la calidad del agua.

El programa de control de la calidad biológica del agua, se encamina a los siguientes aspectos:

Evaluación continua del sistema de abastecimiento a partir de inspecciones sanitarias o deficiencias que puedan ocasionar deterioros en la calidad del agua.

Protección adecuada del sistema de suministro, incluyendo todos los elementos que lo componen.

Monitoreo continuo de la calidad física, química y biológica del agua.

El sistema de abastecimiento de agua del Distrito Federal cuenta con un laboratorio central, el cual está ubicado en la Zona Sur de la Ciudad de México, existiendo además varias plantas de tratamiento para la reutilización del agua. (Anexos 16 y 17). Dicho laboratorio tiene la misión de vigilar permanentemente la calidad del agua en las distintas fuentes que la suministran, levantando muestras en tres diferentes tipos de sitios: fijos, aleatorios y de vigilancia especial.

Como sitios fijos se identifican a todos aquellos elementos que forman parte del sistema de abastecimiento de agua desde la captación hasta aquellos sitios ubicados antes de la

red secundaria, llegando a la cantidad de 1 155 sitios.

Los sitios aleatorios corresponden a puntos de muestreo en la red secundaria de distribución, en el Departamento del Distrito Federal, existiendo aproximadamente un total de 1 500 000 tomas domiciliarias y 36 152 cruceros de calle de los cuales se seleccionan al azar un número estadístico de puntos sujetos a muestreo.

Los sitios de vigilancia especial, son aquellos en los que se detectan deficiencias en la calidad física, química y/o biológica del agua, lo que obliga a efectuar en ellos muestras repetidas hasta que las deficiencias se eliminan por medio de acciones de control de calidad.

Siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y de la Secretaría de Salud, en el Distrito Federal se realizan los muestreos de agua con la siguiente periodicidad: para el primer tipo de sitios se lleva a cabo en forma mensual, para los segundos se hace diariamente debido a la gran cantidad de ellos; para los terceros la duración del muestreo es variable, ya que una vez definidos los sitios de vigilancia especial, el muestreo continuo depende de la gravedad del problema, importancia del sitio, persistencia de las deficiencias y resultados de las acciones de control emprendidas.

Para fines prácticos, se ha zonificado al Distrito Federal y esta manera de agrupar los sitios de muestreo que componen las redes, facilita la toma de decisiones y permite mayor - vigilancia del agua en las fuentes de abastecimiento.

La zonificación se ha realizado tomando como base a las Delegaciones Políticas, que a su vez se han subdividido en celdas y subceldas. Permitiendo esta división la fácil localización de cualquier sitio en el cual se detecten deficiencias y anomalías en el funcionamiento de las redes o de la calidad del agua que suministran a la población de la Ciudad de México.

### 3.7. COSTOS

Hasta la fecha el sistema Hidráulico del Distrito Federal (SHDF) y la zona conurbada se ha desarrollado conforme a las asignaciones presupuestales de las dependencias que se han encargado de su manejo. Por tal razón la disponibilidad de recursos financieros para ampliar, conservar, operar, mantener y administrar al sistema Hidráulico ha estado ligado por un lado, a la evolución del total de ingresos de dichas dependencias\* , bajo este esquema financiero, el SHDF, ha podido desarrollarse, aún cuando los ingresos provenientes del cobro directo de los -

---

\* Departamento del Distrito Federal, Comisión de Aguas del Valle de México y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.

servicios hidráulicos han sido siempre inferiores al total de las erogaciones.

Por otro lado, el déficit del sistema hidráulico se ha cubierto con ingresos provenientes de impuestos locales y Federales, así como con créditos nacionales e internacionales. En última instancia, los propios usuarios en su papel de contribuyentes, han pagado el costo total de los servicios hidráulicos, sin embargo, en estas condiciones no es posible determinar claramente si los usuarios pagan los servicios en forma equitativa y proporcional a los beneficios que reciben pues se establecen subsidios difíciles de identificar, por ello los usuarios no se sienten estimulados para hacer un uso racional del agua, pues no están concientes del alto costo que representa el abastecer y distribuir agua a la Zona Metropolitana.

La práctica actual dificulta el desarrollo planeado del Sistema Hidráulico al no contar con recursos suficientes para implantar sus programas.

Los recursos disponibles para el mantenimiento de las instalaciones no son suficientes, de ahí el mayor deterioro y la obsolescencia prematura de ellas; por lo cual se reducen las eficiencias y se incrementan los costos de operación y conservación.

COSTOS DE OPERACION, CONSERVACION, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACION.

A falta de un sistema contable específico y eficiente por parte del Sistema Hidráulico del Distrito Federal y el Estado de México, que permita identificar claramente las erogaciones correspondientes a la prestación de los Servicios Hidráulicos, dificulta precisar con exactitud el costo de los servicios. Asimismo, las estimaciones sobre los volúmenes de agua que se captan distribuyen y entregan finalmente a los diversos usuarios presentan serias limitaciones.

Las estimaciones sobre los costos históricos de los Servicios Hidráulicos generalmente se han basado en los presupuestos de las dependencias encargadas de operar, construir y mantener la infraestructura del Sistema Hidráulico. Así también se han enfrentado dificultades para determinar las erogaciones que se realizan a través de otras dependencias. Es otra de las circunstancias que dificulta al Sistema Contable el contar no con un solo organismo que sea el encargado de todas las funciones inherentes al servicio de agua potable, porque el hecho de que las diversas funciones se encuentran diseminadas en distintos organismos, dificulta aún más el cálculo exacto de las erogaciones; por ejemplo, las Delegaciones Políticas operan y mantienen las redes secundarias de agua potable y desempe

ñan funciones relacionadas con la atención a los usuarios; la Tesorería del Distrito Federal por su parte se encarga de la lectura de medidores, de la emisión de recibos y de la cobranza, otros gastos como el pago de la energía eléctrica, rentas, sueldos y salarios no siempre son contabilizados dentro de los presupuestos de las dependencias que operan el sistema hidráulico.

Es debido a esta situación que el análisis de los presupuestos históricos, representan sólo una aproximación de los costos reales del sistema hidráulico. Sobre todo debe tenerse en cuenta que los presupuestos no siempre han reflejado las necesidades reales del sistema hidráulico; de hecho, las limitaciones presupuestales, la falta de atención por parte de las autoridades han ahondado aún más el problema, ésto se deja ver en el hecho de que el presupuesto anual promedio para ampliar, operar, conservar y mantener las instalaciones físicas del sistema hidráulico creció de 1,104 millones de pesos durante el quinquenio 1955-1959 a \$ 5,843 millones durante el quinquenio 1970-1974; en el período 1975-1980 y a 1984, debido a la situación de crisis que enfrenta el país el presupuesto anual promedio descendió a 4,027 millones de pesos aún cuando la explosión demográfica que se ha dado en el Distrito Federal y el área conurbada exigían por lo menos un presupuesto de 7,000 millones de pesos.

La variación irregular de los presupuestos anuales - refleja fluctuaciones en la prioridad otorgada al sistema hidráulico por lo que se traduce no sólo una limitante en su expansión sino también una deficiencia en cuanto a la operación, mantenimiento y conservación de la infraestructura existente.

Dentro de las limitaciones antes expuestas, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica\* ha realizado diversos intentos para cuantificar los costos de los Servicios Hidráulicos a partir de los presupuestos anuales de las dependencias involucradas dichos estudios corroboran una tendencia cada vez más alta debido a:

- a) Los incrementos en los precios de los demás insumos en el costo de la misma.
- b) Los incrementos en los precios de los demás insumos que requiere el sistema hidráulico, incluyendo los incrementos salariales.
- c) La mayor proporción de agua que en bloque utiliza el sistema hidráulico cuyos costos se incrementan al entrar en operación los grandes proyectos de transferencia de agua.

---

\* Organismo dependiente del Departamento del Distrito Federal.



- d) La necesidad de reponer las instalaciones más antiguas del sistema hidráulico.
  
- e) La urgencia de dar un mantenimiento adecuado a las recomendaciones históricas, se puede observar que las modificaciones en las tarifas de consumo, se han efectuado en forma irregular, este hecho provoca que las recaudaciones anuales sean sumamente pequeñas en términos reales.

El ingreso potencial asociado a los derechos por servicio de agua, definido como el ingreso que se obtendría al ampliar las tarifas vigentes para servicio medido al consumo de todos y cada uno de los servicios es difícil de cuantificar pues actualmente el padrón de usuarios no contiene a todos los consumidores del suministro de agua, el sistema de cuentas que maneja el Departamento del Distrito Federal dificulta la estimación del consumo por su heterogeneidad y lo más grave es que solamente hay tomas en un 80% con respecto al total de usuarios y de éstas el 50% permanecen descompuestas.

Bajo estas circunstancias sólo es posible obtener una estimación indirecta del ingreso potencial, en el año de 1980 - por ejemplo se llegó a determinar que dicho ingreso potencial fue del orden de 4,400 millones de pesos, al facturar  $35 \text{ m}^3/\text{seg.}$

lo cual al dividir el ingreso potencial entre el volumen de agua que ingresa al sistema hidráulico se obtuvo un precio promedio de \$ 3.87 / m<sup>3</sup>; valor que es inferior a la estimación del costo de los servicios hidráulicos de \$ 11.00 m<sup>3</sup>, incluyendo el pago de agua en bloque a la tarifa vigente. Esto es en la estimación potencial, pero en términos reales la recaudación de los derechos por servicio de agua, junto con la recaudación de los impuestos por uso de pozos particulares en ese mismo año ascendió a 1 159 millones de pesos, lo cual quiere decir que el ingreso efectivo, frente al ingreso potencial representó el 26% de que el precio medio sea de \$ 1.02, existiendo una diferencia en ambos casos de \$ 7.13 por m<sup>3</sup> para el primero y de \$ 9.98 para el segundo, la diferencia es cubierta por subsidio que aporta parte el Gobierno Federal y de la Hacienda Pública del Departamento del Distrito Federal.

#### COSTOS DE AMPLIACION

Las inversiones necesarias para cumplir con una serie de objetivos dentro del programa hidráulico a partir de 1980, se plantearon una serie de alternativas de presupuestos anuales, considerando que en 1982 el 100% de la población tendría acceso al servicio de agua potable, mientras que el nivel de la población con servicio de alcantarillado se elevaría lentamente

hasta alcanzar el 100% en el año 2 000 como variante en los -- programas de inversión se consideró una alternativa media, para lo cual las obras de drenaje profundo se terminarían en el año de 1990.

De acuerdo con el programa hidráulico, una vez alcanzado el nivel del 100% en el servicio de agua, las inversiones iniciales para mantener dicho nivel sin contar las fuentes de abastecimiento, ascenderían en promedio a 2,880 millones de pesos al año.

En el caso del drenaje, las inversiones anuales requeridas para ampliar el servicio, sin contar con el desague general, sería en promedio de 2,400 millones de pesos.

La inversión necesaria para concluir las obras del desague general ascendería a casi \$ 40,800 millones de pesos repartidos de acuerdo con la alternativa de presupuestos en cuestión.

De acuerdo a los datos anteriores, los egresos del sistema hidráulico ascienden a cerca de 564,000 millones de pesos\* para el período 1980-2000. Los costos de operación, conservación y mantenimiento se previó que crecerán de 11,280 en

---

\* Precios constantes 1984.

1980 a 28,512 millones de pesos en el año 2000, lo que representa una tasa de crecimiento promedio de 4.7% anual. Las inversiones anuales promedio son de 8,160 millones de pesos en el período 1980-1990 y de poco más de 6,000 millones de pesos en el período 1991-2000.

#### AUTOSUFICIENCIA FINANCIERA

En sentido estricto, el concepto de autosuficiencia financiera implica que existe un sistema de tarifas que permite al organismo encargado de los servicios cubrir íntegramente sus necesidades de ingreso y de gasto, las cuales son definidas por un programa cuyos propósitos son ampliar, conservar, operar, mantener y administrar el sistema hidráulico.

En el caso de los programas de expansión, la política de autosuficiencia tiene un sentido diferente respecto a los costos de conservación, operación y mantenimiento; sobre todo en los sistemas que como el del Distrito Federal y Valle de México están sujetos a una expansión todavía importante, la implantación de tarifas adicionales pueden generar capital suficiente para expandir el sistema a un cierto ritmo; más allá de esta capacidad de expansión, los programas requieren de financiamiento extraordinario, el cual puede provenir de los propios usuarios o del gobierno; en este último caso, conforme a prio-

ridades sociales o políticas. En general, el concepto de auto suficiencia financiera implica la generación de un mínimo de capital para la expansión planeada del sistema hidráulico.

Cuando se logre la autosuficiencia financiera en el Distrito Federal y el Valle de México, se obtendrán las siguientes ventajas:

- a) Que el organismo único a cargo de los servicios hidráulicos sería claramente responsable ante los usuarios.
- b) Los servicios hidráulicos se proporcionarían en forma más eficiente, en términos de costos y de utilización de recursos.
- c) Se promovería la conservación y el uso racional del agua.
- d) Se reducirían las presiones políticas y financieras sobre el organismo encargado de proporcionar los servicios.
- e) Se facilitarían las relaciones con otras instituciones.

De acuerdo con lo anterior, bajo el esquema de autosuficiencia financiera primero se hacen explícitos los costos de los servicios para decidir posteriormente el monto de los subsidios. La política de autosuficiencia financiera tiene así un valor social porque permite un mayor y mejor uso de los recursos financieros que le sean asignados.

Una estrategia para alcanzar la autosuficiencia financiera del sistema hidráulico puede definirse como el conjunto de acciones tendientes a regular los flujos monetarios, con el objeto de compensar los años de déficit y lograr dentro de un período determinado que el sistema hidráulico no tenga deudas que queden pendientes de liquidación al concluir el mismo.

En términos generales, los flujos monetarios pueden controlarse en dos direcciones: La primera consiste en el control de los egresos del sistema hidráulico, las opciones disponibles incluyen restringir los programas de inversión, reducir tanto la compra de agua en bloque, como los costos de conservación, operación y mantenimiento.

La segunda dirección se refiere a modificar los ingresos del sistema hidráulico incluyendo aumentos en las tarifas y mejoras en los sistemas de facturación y cobranza.

Debido a la situación que prevalece actualmente, en la infraestructura hidráulica, se hace necesario revisar las políticas actuales con el objetivo de conocer exactamente a quién, cómo y con cuánto se subsidia, además las tarifas diferenciales no necesariamente tienen el impacto redistributivo deseado, por tal razón, la solución al problema, sería lograr la autosuficiencia financiera del sistema hidráulico del Departamento del Distrito Federal.

La actualización de políticas en infraestructura hidráulica, debería darse en la organización de un sistema de tarifas que permita al organismo encargado de los servicios cubrir totalmente sus necesidades en cuanto a la administración del sistema hidráulico. Mediante este sistema, el organismo podría conocer el costo real de los servicios, lo que facilitaría la fijación de precios a la gran masa de consumidores.

En cuanto al otorgamiento de subsidios, éstos tendrían que ser canalizados mediante el organismo responsable en coordinación con las más altas autoridades, quienes mediante un análisis serio y responsable determinarían las zonas y el monto prioritario de acuerdo a las necesidades del suministro, tomando en cuenta el nivel socioeconómico, zona de residencia, uso que le dé de acuerdo a las actividades económicas que realice el usuario. Apoyando a los usuarios de menos recursos, -

según la respuesta que éstos den a la política de racionalización y mejoramiento del uso del agua en el Valle de México.



## CAPITULO IV

ANALISIS COMPARATIVO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE  
AGUA EN EL VALLE DE MEXICO

El Valle de México, región que durante muchos años - ha padecido de escasez de agua por su situación geográfica, altura y rápido crecimiento, padece hoy una de sus más grandes - crisis de abastecimiento de agua, pues la sobreexplotación que se ha hecho de las distintas fuentes de abastecimiento, ha ocasionado aridez del suelo, hundimiento en el centro de la Ciudad, agotamiento del manto acuífero de la Cuenca Hidrológica del Valle de México, al avanzar la plataforma de cemento por expansión del crecimiento urbano que satura las regiones que antes servían como fuentes de recarga natural de los acuíferos.

Las fuentes de abastecimiento con que cuenta actualmente, aún explotándolos a su máxima capacidad no serían capaces de cubrir la creciente demanda de este recurso, menos aún - la demanda futura. Por tanto, además de las fuentes actuales y de las que se han iniciado los trabajos para su explotación, se deberá pensar en las medidas y programas a llevar a cabo para - que por un lado, se pueda reducir el consumo medio de agua entre la población y por el otro, buscar otras fuentes que permitan satisfacer la demanda de acuerdo al crecimiento poblacional

para el año 2 010.

#### 4.1. OFERTA.

Todos los habitantes de determinada región o país utilizan servicios gubernamentales de diversa índole, por los cuales no pagan en forma directa y cuya oferta se determina generalmente por decisiones políticas, tal es el caso del Sistema Hidráulico del Distrito Federal y el área conurbada de él, la oferta de abastecimiento de agua que actualmente proporcionan los tres organismos encargados de suministrar este servicio están constituidos de la forma siguiente; (Anexo 1)

El Departamento del Distrito Federal, cuenta con seis Sistemas diseminados en diversos puntos de la Ciudad, ellos son; el Sistema Centro que proporciona un caudal de  $3.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , con una capacidad instalada de  $7.383 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , lo cual nos indica que este Sistema trabaja únicamente a una capacidad del 46.05%, el Sistema Norte localizado en los márgenes de la Cuenca Hidrológica del Río Chiconautla, aporta un caudal de  $2.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , contando con una capacidad actual de producción de  $3.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , utilizándose por tanto un 71.42% de la capacidad instalada; el Sistema Sur que se localiza en Xochimilco-Mixquic-Xotepingo, contribuye con un caudal de  $7.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , este Sistema a la fecha se encuentra super-explotado, puesto que su capacidad insta

lada de explotación es del orden de  $7.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; el Sistema - Oriente ubicado en el llamado Peñón de los Baños proporciona un caudal de  $1.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , por consiguiente también se encuentra so bre-explotado, puesto que se extrae un caudal de  $0.987 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de más; Sistema Poniente, ubicado en la región de la Magdalena Contreras, proporciona un caudal de  $0.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; también este Sistema se encuentra operando un caudal más allá de su capacidad de  $0.15 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Por último, se tiene a la batería de pozos que se encuentran ubicados en los márgenes del Río Lerma, los cuales -- aportan un caudal de  $12.705 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , la capacidad instalada de esta fuente de abastecimiento es de  $16.645 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , por lo que la capacidad utilizada es del orden del 76.32%.

La oferta total que proporciona el Departamento del - Distrito Federal viene siendo del orden de  $28.705 \text{ m}^3/\text{seg.}$  ante una capacidad instalada de  $36.391 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; la utilización de - la capacidad de producción actual es del orden del 78.88%, la - capacidad restante no debe de ser explotada ya que representa - la parte de los acuíferos que no es renovable natural o artificialmente, podrían agudizarse los efectos que la sobre-explotación ha ocasionado.

no cuenta con dos grandes Residencias ubicadas, una en el Norte de la Ciudad y otra al Sur, además lleva a cabo el proyecto del Sistema Cutzamala, dicho proyecto está contemplado dentro del programa de acción mediata pero actualmente ya se encuentran en operación sus dos primeras etapas, las cuales proporcionan un caudal de  $6.561 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y representa el 100% para lo proyectado en las dos etapas; la Residencia de Operación Norte ubicada en la Colonia Izcalli del Valle, Edo. de México, proporciona un caudal de  $10.584 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , su capacidad instalada es de  $13.123 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y la utilizada es de un 80.65%; la Residencia de Operación Sur se localiza en la Colonia Lomas Estrella en el Distrito Federal, aporta un caudal de  $5.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y su capacidad instalada es de  $7.572 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , la capacidad a la que trabaja en la actualidad es del orden del 72.63%.

La oferta por parte de la Comisión de Aguas del Valle de México proporciona un caudal total de  $22.645 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , contando con una capacidad instalada del orden de  $27.256 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , la capacidad a la que trabaja actualmente este organismo es del 83.08%.

Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México; más que nada, este organismo sólo cuenta con dos baterías de pozos aislados, una de las cuales se encuentra distribuida en diferentes partes del Area Metropolitana, obviamente -

éstos abastecen a las zonas donde se encuentran ubicados, el otro Sistema de pozos se localiza en algunos Municipios prioritarios, la producción que arrojan los que se encuentran en el Area Metropolitana es del orden de  $8.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  ante una capacidad instalada de  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , lo que nos indica que su capacidad de operación es del 88%; los que se localizan en los Municipios prioritarios aportan un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , trabajando a un 50% de su capacidad instalada.

La oferta que se obtiene de este organismo es de  $9.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  ante una capacidad instalada de  $12 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , sólo se utiliza el 81.66%. (Anexo 3)

Cabe aclarar que debido a la sobreexplotación del manto acuífero del Valle de México, la batería de pozos de la Comisión de Aguas del Valle de México y de los pozos en el Area Metropolitana de la Comisión de Agua y Saneamiento, es recomendable que la capacidad de explotación no llegue más allá de los límites actuales.

De acuerdo a la información obtenida se llega a la conclusión de que la oferta total es de  $61.15 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que proporciona el Sistema Hidráulico al Area Metropolitana de la Ciudad de México.

La capacidad instalada es de  $75.642 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , que indica que el Sistema Hidráulico en su conjunto trabaja actualmente a una capacidad del 80.84%. (Anexo 2)

#### OFERTA POTENCIAL DE AGUA AL AÑO 2 000

Las principales fuentes de abastecimiento de agua, potenciales a explotar hasta el año 2 000, están contempladas dentro del plan mediano de la Comisión de Aguas del Valle de México y sus principales objetivos son:

- a) Satisfacer la demanda de agua del Area Metropolitana de la Ciudad de México hasta el año 2 000, - respetando los usos locales del agua, presentes y futuros, de riego y agua potable en las Cuencas - de captación y exportar al Valle de México solamente los excedentes.
- b) Reducir la sobreexplotación del acuífero del Valle de México en  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$  a un ritmo de  $2 \text{ m}^3/\text{año}$  y la del acuífero de la Cuenca de Alto Lerma en  $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , tan pronto el balance de oferta y - demanda lo permitan.
- c) Coadyuvar al crecimiento industrial de las zonas

de Toluca e Ixtlahuaca dejando en éstos  $0.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  cada año.

A últimas fechas la Comisión de Aguas del Valle de México inició estudios de detalle seleccionando alternativas más prioritarias para el país. En todos los casos se toma en cuenta la factibilidad técnica, económica, financiera y política. Además, se mantiene el respeto en los usos locales de agua, presentes y futuros.

Los resultados obtenidos beneficiarán el abastecimiento de agua al Area Metropolitana y Municipios conurbados a ella, aprovechando los caudales generados en las Cuencas de los Ríos Cutzamala y Amacuzac pertenecientes al medio Balsas en el Sureste, y en la Cuenca del Río Tecolutla en el Norte y Oriente de la Ciudad.

Los estudios efectuados han mostrado que los caudales recomendables y factibles de extraerse son: en primer término, se encuentra el Sistema Cutzamala en su tercera etapa que proporcionará un caudal de  $12.439 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el Alto Amacuzac que aportará un caudal de  $11 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; por último, el Río Tecolutla que contribuirá con un caudal de  $22 \text{ m}^3/\text{seg.}$

En base a lo anterior, la oferta que proporcionarán

los tres Sistemas hacia el año 2 000 será del orden de 45,439 m<sup>3</sup>/seg., Ésto aunado a los 61,15 m<sup>3</sup>/seg. que se generan actualmente constituyen la oferta que para el año 2 000 estará en condiciones de brindar el Sistema Hidráulico, alcanzando el volumen de 106.589 m<sup>3</sup>/seg.

#### 4.2. DEMANDA

La demanda de cualquier bien, es la cantidad que los distintos usuarios adquirirán de ese bien a un precio determinado, para satisfacer sus necesidades. Existiendo una demanda real y otra de tipo potencial.

La demanda real de agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, es el volumen de agua que se requiere para cubrir las necesidades de la población que habita esta región. El promedio de agua que se necesita para cubrir los requerimientos necesarios para la población es de 360 litros\* de agua por habitante por día.

Se considera que en el Valle de México habitaban aproximadamente 17 601 500 habitantes en 1985 y se requerían de 73.3 m<sup>3</sup>/seg. de agua para cubrir las necesidades indispensables den-

\* En el promedio indicado se incluyen los distintos usos que se hace del agua, como es el caso de uso doméstico, industrial y los servicios que se prestan a la población.



tro de la población.

Aplicando una política conservadora con respecto al crecimiento de la población futura del Valle de México al año 2 000 del orden decreciente hasta alcanzar el 2.2%, se observaría la siguiente demanda de agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México. (Anexo 14)

En el año de 1990, se requerirán de  $85.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para abastecer a una población estimada de 20 476 300 habitantes, en 1995 tendrán que ofrecerse  $97.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , para abastecer a 23 351 200 habitantes, en el año 2 000 deberá estarse en posibilidades de ofrecer un caudal de  $109.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para una población de 26 226 000 y manteniendo constante esa tasa de crecimiento de 2.2% anual durante los siguientes 10 años, se tendrán que ofrecer  $121.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  en el año 2 005 para abastecer a una población de 29 240 500 habitantes y para el año 2 010 un caudal de  $135.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para una población de 32 601 600 habitantes.

Esta tasa conservadora de crecimiento se basa en las distintas políticas y metas que se ha fijado el Gobierno Federal, en el sentido de llegar al punto óptimo de natalidad revitalizadora, sin que se llegue a producir el proceso diluyente, pero sin aplicar medidas compulsivas de ninguna clase, mante--

niendo absoluta libertad de la pareja para planear su familia.

El Poder Ejecutivo en 1976, propuso al Congreso de la Unión LA LEY GENERAL DE POBLACION en la cual en su artículo primero busca regular los fenómenos que afectan al volumen de población, estructura, dinámica y distribución en el Territorio Nacional.

Ello como consecuencia de que el ritmo de crecimiento de la población urbana es aún mayor que la media nacional (3.5%), las ciudades en ese año (1976) crecían a una velocidad de 5.4%, mientras que el campo lo hacía al 1.5%. En el apartado IX del artículo tercero de dicha ley, se plantea la necesidad de procurar la planificación de los centros de población urbanos, para asegurar una eficaz prestación de los servicios públicos que requieran.

En el apartado XI del mismo artículo, se sugiere procurar la movilización de la población entre regiones de la República con el objeto de adecuar su distribución geográfica a las posibilidades de desarrollo regional, con base en programas especiales de asentamiento de dicha población.

Se inician acciones directas para lograr el decremento de la natalidad a través de :

Programas de Planificación Familiar

Programas de Salud-Materno-Infantil

Programas de Educación dentro de la Población

Programas de Educación Sexual

Programas de Comunicación e Información

Entre las políticas y acciones indirectas para lograr estos objetivos se tienen los siguientes:

Industrialización.- Se han realizado estudios en las distintas Entidades Federativas, para ejecutar o promover la instalación de industrias nuevas o la ampliación de la planta industrial, ello con el objetivo de generar ingresos, empleo y mayor bienestar a dichas regiones (Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior 1984-1988).

Desarrollo Urbano y Regional.- Se ha iniciado la modernización de las distintas Ciudades del País, a través de la realización de las obras de drenaje, agua potable, electrificación, pavimentación de calles, delimitación de zonas de reserva ecológica, etc.; ello con el objeto de dar mejor nivel de vida a los habitantes de dichas Ciudades y hacer atractiva su estancia en la misma (Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Regional).

llo Urbano).

Empleo.- Las políticas de empleo que ha implementado el Gobierno Federal en las Entidades Federativas son de diverso tipo y van de dar incentivos a los empresarios para que inviertan y aumenten la capacidad de sus unidades productivas, lo que les permita a su vez, el incrementar el número de su personal. La realización de obras de gran magnitud por parte del Gobierno en la provincia, absorbiendo grandes cantidades de mano de obra, y además todas aquellas de tipo fiscal y financiero (Decreto que establece los Estímulos Fiscales para el Fomento del Empleo y la Inversión en las Actividades Industriales)\*.

Desarrollo Agropecuario.- En este aspecto el Gobierno Federal ha dictado tres políticas fundamentales - en el Plan Nacional de Desarrollo; Desarrollo Rural Integral, agua, bosques y selvas, dando prioridad a la "elevación del bienestar social de los habitantes del campo" con acciones en salud, vivienda, educa-

---

\* Publicado en el Diario Oficial de la Federación - el 6 de marzo de 1979 y en sus modificaciones del 11 de junio de 1981 y 21 de marzo de 1982.

ción y empleo. Ello se puede lograr apoyando realmente el crecimiento económico, apoyando el poder adquisitivo y haciendo más redituables las actividades del campesino, mediante un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, además de incorporar nuevas tierras de cultivo y tecnificar a las zonas de temporal, que es en donde se producen los mayores volúmenes de granos básicos y donde habita la mayoría de los campesinos con menores recursos (Programa Nacional de Desarrollo Rural Integral 1985-1988).

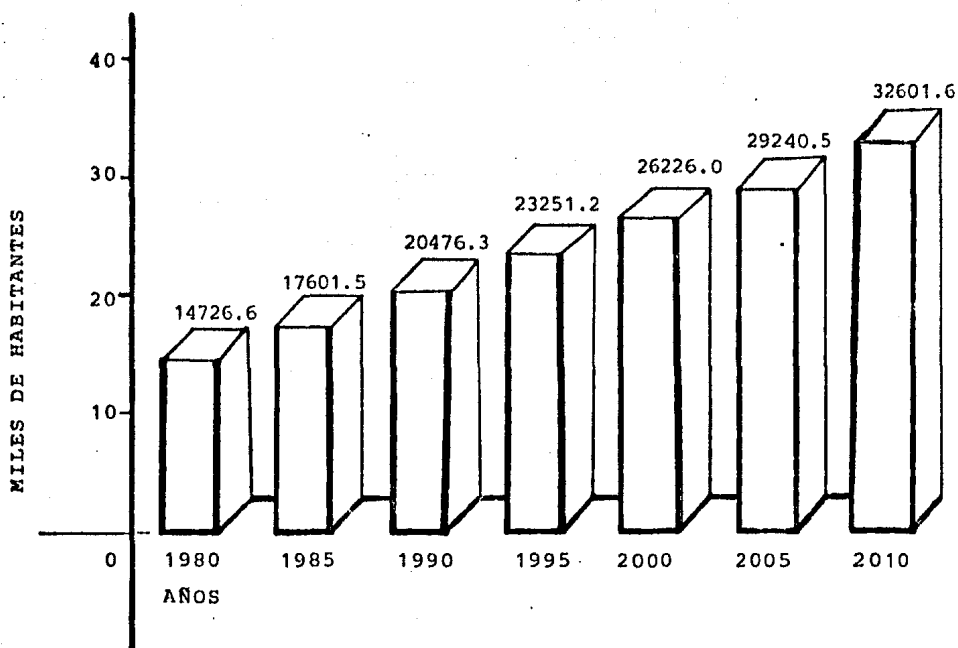
De Tipo Fiscal.- Las políticas de este tipo que ha implementado el Ejecutivo Federal son diversas y van desde el proporcionar incentivos a los empresarios - para que inviertan y amplíen sus unidades productivas, se les exenta de varios impuestos, creándoles - la infraestructura necesaria para su instalación y - volviendo atractivas a las mismas. Por otro lado, - se ha iniciado una política de participación en los ingresos que obtienen la Federación vía recaudación de impuestos, productos y derechos, de los cuales se entrega una parte a los Municipios para fomentar el desarrollo regional y la creación de empleos para su población (Programa Nacional de Financiamiento para el Desarrollo).

Se presentan dos alternativas de disminución de la natalidad, la primera plantea disminuir el crecimiento de la -- población hasta llegar a ser nula en el año 2 000 (dicha medida no es viable por sus efectos posteriores de envejecimiento de -- la población), la segunda alternativa plantea disminuir el crecimiento de la natalidad hasta llegar al 1% en el año 2 000; -- esta última es viable pero a largo plazo, porque en la actualidad se deben tomar en cuenta otro tipo de factores como son la inmigración, la poca orientación de la población en la materia, el bajo nivel cultural y el alto índice de desempleo que existe en el interior de la República, lo que impide llevar a cabo esta alternativa de manera satisfactoria.

Se debe reducir la afluencia al Area Metropolitana -- de la Ciudad de México, de habitantes de las siguientes Entidades Federativas: Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, -- Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas, ya que -- el lento crecimiento que han registrado las mismas ha ocasionado que grandes conglomerados de población emigren hacia las -- grandes Ciudades en busca de empleo y bienestar social.

Deben crearse las condiciones adecuadas en las mis-- mas, para que se haga atractiva la permanencia de sus habitan-- tes, ya que se ha observado que en lugar de darse incrementos -- en su población, se registran reducciones en muchas de las mis-- mas.

Por tal motivo, se considera para la proyección de la demanda de agua una tasa conservadora de 2.2% de crecimiento al año 2 000 y mantenerlo en forma constante durante los si guientes 10 años, pues el proceso de emigración e inmigración solo se resolverá cuando se lleguen a niveles satisfactorios - de desarrollo y capacidad de empleo en las Entidades que muestran atraso y lento crecimiento de su economía.

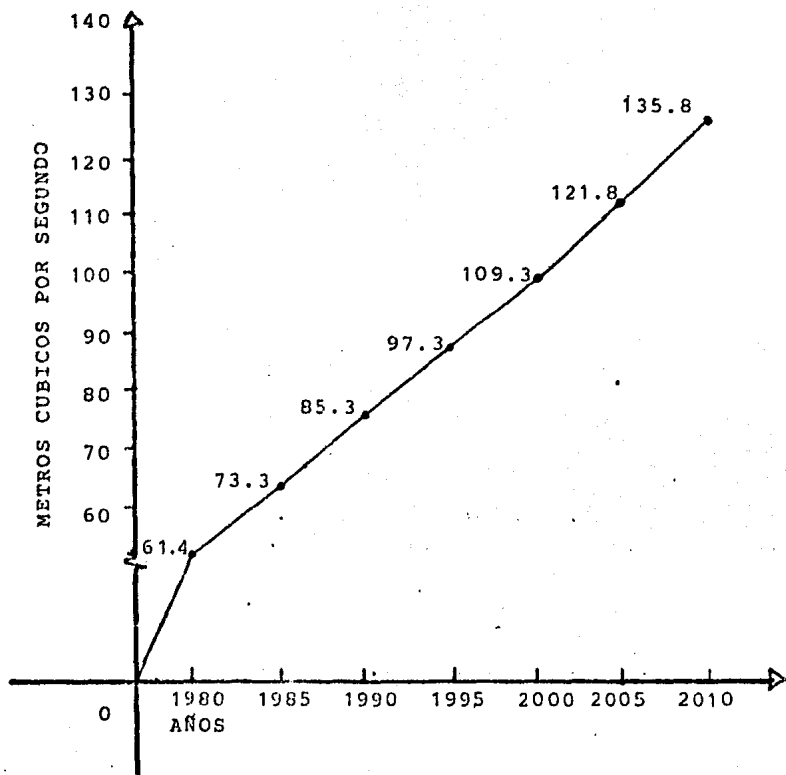


Histograma 1.- población al año 2010 en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

FUENTE:

Datos estimados en base a los Censos, - 1960, 1970, 1980 y una tasa de crecimiento del 2.2% anual.

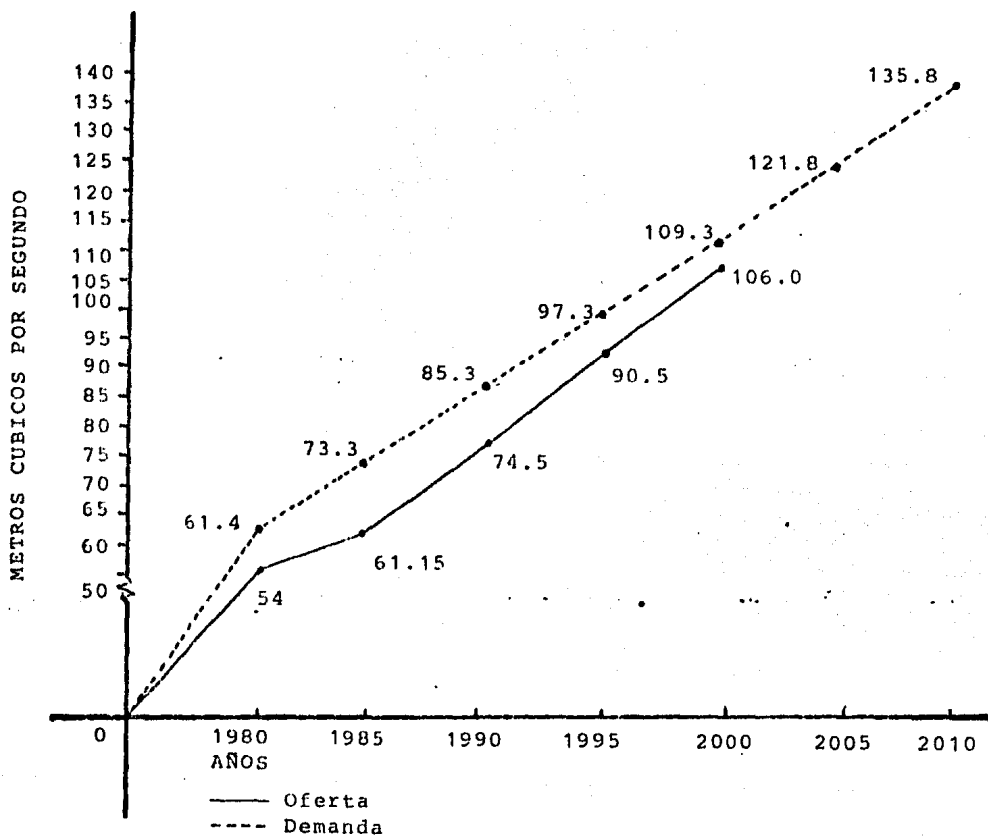




Gráfica No. 2 .- Demanda de agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, al año 2010.

FUENTE:

Datos estimados en base a los Censos, 1960, 1970, 1980 y una tasa de crecimiento de 2.2% anual.



Gráfica No. 3.- Oferta y Demanda de agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, Departamento del Distrito Federal y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.

#### 4.3. DEFICIT

El abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México y área conurbada, desde hace tiempo ha tenido una situación deficitaria, pero este déficit se hace aún más marcado a finales de los años setentas y a principios de los ochentas. De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda de 1980, el Área Metropolitana de la Ciudad de México contaba con 14 726 600 habitantes y de acuerdo al análisis que con anterioridad se hizo\*, el consumo per/cápita por habitante en promedio por día es de 360 litros de agua, por lo que la demanda para el año considerado fue de  $61.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , ante una oferta por parte del Sistema Hidráulico de  $54.89 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , en este período el déficit que se registró es del orden de  $6.51 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , esta tendencia se sigue dando a la baja puesto que para 1985 la población ha crecido hasta 17 601 500 habitantes, lo que representa una demanda de agua de  $73.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y el Sistema Hidráulico únicamente proporciona una oferta del orden de  $61.15 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el déficit que se observa en esta etapa es de  $12.15 \text{ m}^3/\text{seg.}$

De acuerdo con la política que está llevando a cabo el Estado a través del Consejo Nacional de Población, en el sentido de abatir el crecimiento de la natalidad y reducir la inmi

---

\* Tasa de crecimiento decreciente promedio del período.

gración a las grandes Ciudades, así como a las áreas conurbadas de éstas, la tasa de crecimiento poblacional se estandarizará - en 2.2% hasta el año 2 000.

Bajo esta circunstancia, la demanda de agua potable - al año 2 000 de acuerdo a la proyección que se ha hecho, será - de  $109.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y en base a la proyección de oferta del plan inmediato de la Comisión de Aguas del Valle de México será de  $106.589 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , aún así se tendrá un déficit de  $2.711 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

## CAPITULO V

PROYECTOS Y PRESUPUESTOS PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE AGUA AL VALLE DE MEXICO

Los proyectos y presupuestos que se han elaborado y - que se tiene planeado llevar a cabo, para dar solución a la problemática de abastecimiento de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, son varios y el monto de los recursos a invertir durante los próximos 15 años será cuantioso.

Los proyectos en cuestión se han clasificado de acuerdo a la fecha en que deben de iniciar su operación; así se tiene a los de carácter corto, medio y largo plazo. Dentro de los primeros, se citan a aquellos cuya realización y puesta en marcha debe de hacerse de manera urgente, tal es el caso de la terminación de las obras de la tercera etapa del Sistema Cutzamala el cual proporcionará un caudal de  $19 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , en sus tres etapas; deben llevarse a cabo las obras necesarias para lograr - los intercambios entre las presas Concepción y Guadalupe, las - aguas que conforman la zona de Libres-Oriental y aquellas que - integran el Sistema Tepeji-Tlautla-Rosas.

Además, es importante llevar a cabo de manera prioritaria las obras de restauración de las redes de distribución, -

acueductos y otros sistemas en las cuales se han registrado fallas dentro del Sistema Hidráulico del Distrito Federal, durante el siniestro (sismo a más de 8 grados a escala de Richter), ocurrido el día 19 de septiembre de 1985 y que dejara desolación, luto y enormes daños materiales dentro de muchas familias mexicanas. Las obras deben agilizarse para que se cubran las necesidades más indispensables de agua dentro de la población de la Ciudad de México.

Los proyectos de mediano plazo son aquellos cuyo inicio de operación se tiene planeado a un plazo no mayor de cinco años, entre los proyectos a llevar a cabo durante este período está el Amacuzac Poniente que se localiza en el Estado de México.

Los proyectos que se tiene planeado llevar a cabo a largo plazo son las obras que conforman el Sistema del Río Tecolutla el cual debe entrar en operación a partir del año de 1994 su primera etapa y en 1999 la última; otro de los proyectos a llevar a cabo es el Amacuzac Sur, el cual deberá empezar a operar a partir del año 2 000.

#### 5.1. VIABILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA DE LOS ACTUALES Y FUTUROS SISTEMAS

La explotación que actualmente se ha hecho del manto

acuífero en el Valle de México, ha ocasionado que los recursos hidráulicos se encuentren excesivamente sobreexplotados, pero aún así, dada la necesidad de abastecimiento de agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, la explotación se sigue dando, y como se ha visto y analizado en el presente trabajo, la situación que priva en la región en lo que respecta a disponibilidad de agua es reducida y tiende a agravarse.

Ello obedece a fallas estructurales de mucha consideración de tipo técnico y administrativo por parte de los distintos organismos responsables de captar, conducir y distribuir a este preciado recurso, los cuales no le han dado la importancia debida y como resultado de ello, se han descuidado tanto el nivel de explotación, como el riguroso control de operación y mantenimiento de los pozos. No se han aplicado debidamente los programas elaborados por los distintos organismos responsables en la materia.

Las consecuencias de esta situación no se hacen esperar y se reflejan en el mayor hundimiento de la corteza terrestre, agrietamiento de edificios y obras de distintos tipos, aumentando con ello la necesidad de inversiones adicionales para la realización y adquisición de obras y maquinaria y equipo para lograr compensar el desequilibrio existente por el hundimiento y que también ha afectado a las redes de drenaje, cana-

les superficiales y al drenaje profundo, los cuales al perder su nivel no logran desalojar el alto volumen de agua residual que reciben, lo que ha originado en muchas ocasiones inundaciones y encharcamientos de calles y avenidas dentro de la Ciudad.

Todo ello provoca embotellamientos de tránsito, accidentes y daños de diversa índole, que se traducen en pérdidas económicas para los habitantes de la Ciudad de México. Por otro lado, en las comunidades localizadas dentro del Valle y que desde épocas prehispánicas su modus vivendi se ha basado en el cultivo de productos agrícolas, su situación se torna bastante difícil debido a lo erosionado de los suelos y a la reducción en el grado de humedad de los mismos, en la Ciudad abundan diversas enfermedades por efecto del alto grado de contaminación del agua y a las alteraciones en el medio ambiente.

De lo anterior, se puede deducir que en el Valle de México todo proyecto con fines de explotación del manto acuífero para abastecer de agua al Area Metropolitana es inviable. En relación a los Sistemas futuros en proyecto, (de llevar a cabo) la selección de alternativas, se ha hecho de acuerdo a criterios de carácter social y económico y al principio de seleccionarlos de acuerdo a factores económicos, políticos y financieros; este esquema nos proporciona un marco de referencia que permite analizar con más detalle los futuros sistemas de produc



ción; en primer lugar tenemos al Sistema Cutzamala cuya ubicación: el Río Cutzamala es un fluente del Río Balsas por el margen derecho donde confluye el Río Amacuzac. Ambos entre los límites de los Estados de Guerrero y Michoacán, pero dada sus fuentes de abastecimiento, el Sistema Cutzamala se localiza en los contornos de Valle de Bravo y los Berros en el Estado de México, del cual será posible extraer un caudal de  $19 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , mismo que será aprovechado principalmente de las presas: Villa Victoria, Valle de Bravo, Tilostoc, Colorines y Tuxpan, I., del bosque e Ixtapan.

El gasto de agua potable que es factible traer de esta Cuenca es de  $19 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , integrados de la siguiente forma:  $5.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que serán surtidos de la Presa Villa Victoria y de la derivadora  $7.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y  $6.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de las Presas restantes.

Además el Sistema Cutzamala requerirá de lo siguiente: dos Presas almacenadoras, 180 km. de túneles de cuatro metros de diámetro, 9 de canal cubierto, 120 de caminos, una planta potabilizadora con capacidad de  $24 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y algunas otras obras complementarias, el costo total de este proyecto a precios actuales\* es de aproximadamente \$ 100,000 millones de pesos y su operación requerirá una energía total de 1 650 millones de kws/hora/año, para las tres etapas; habiéndose realiza-

\* Precios constantes 1985.

do durante el Sexenio 1976-1982 una inversión de 13,000 millones de pesos, el costo por metro cúbico de agua por segundo durante esos años era de 1 500 millones de pesos, es decir, tres veces más el costo del agua captada dentro del Valle de México.

El Sistema Tecolutla y sus principales afluentes son los ríos: Necaxa, Laxaxalpan, Tecuatepec y Apulco, tiene una Cuenca de aproximadamente  $7,903 \text{ km}^2$ , y pertenece a la región - Hidrológica No. 27, Tuxpan Nautla ubicado en la parte baja Norte del Estado de Veracruz.

El uso mayoritario del agua es para la generación de energía eléctrica en los Sistemas del Necaxa y Mazatepec.

El proyecto de captación y conducción de las aguas generadas en la Cuenca del Río Tecolutla, situada al oriente del Valle de México pretende importar  $22 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua, el proyecto constará de dos módulos, el primero con un aprovechamiento de  $12 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ; mediante la captación de las presas de almacenamiento Necaxa y Laguna los Reyes; y el segundo mediante la captación de  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de las Presas Tecuatepec, Apulco, Putla y Coyutla, las obras de requerimiento para este sistema consistirán en un tramo de tubería con longitud de 130 km., tres plantas de bombeo, etc.

El costo aproximado para dicho proyecto es (aproximadamente) mayor a los 100 000 millones de pesos..

Otro proyecto en el cual se ha empezado a trabajar y que se considera viable su realización es el de la Cuenca del Río Amacuzac afluente del Río Balsas y que desarrolla su Cuenca prácticamente al sur del Valle de México. En este proyecto se pretende aprovechar la parte del Valle de México y del Valle de Toluca; al noroeste por el Volcán Nevado de Toluca; al sur la subcuenca de las Grutas de Cacahuamilpa, lugar donde confluyen los dos principales Ríos formadores del Amacuzac: Chontalcutlán y el San Jerónimo en el Estado de Morelos. La transferencia de agua al Valle de México estará constituida por dos presas de almacenamiento y siete pequeñas de auxilio, de las que se pretende captar más de  $11 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , las obras de infraestructura para esta obra se estiman aproximadamente en 16 500 millones de pesos.

Para que estos proyectos puedan llevarse a cabo en forma satisfactoria, es necesario que intervenga el Estado y los pueblos beneficiados en forma más intensa, a fin de alcanzar con eficiencia los objetivos del programa de abastecimiento de agua potable a los centros urbanos del Valle de México y dar solución a esta problemática situación.

## 5.2. MEDIDAS Y ALTERNATIVAS

El alto crecimiento económico del Area Metropolitana de la Ciudad de México, así como el incremento desmesurado de su población durante los últimos años, ha ocasionado un cons tante incremento de los requerimientos de agua potable en la re gión, esta situación exige se tomen las medidas adecuadas en un mediano plazo, para lograr el mejoramiento en el manejo y uso - de la misma y poder de esta manera satisfacer la creciente de-- manda de ella.

Las medidas y alternativas que se tomen, deben ser - de tipo radical a corto, mediano y largo plazo, para reducir el consumo de este recurso dentro de los distintos usuarios, lo - lograr la eficiencia en su manejo y la autosuficiencia financiera de los organismos responsables de este renglón, además de evi-- tarse con ello, conflictos de tipo social, económico y político al estar en posibilidades de dar solución a estas situaciones, por existir capacidad de abastecimiento de agua a la región.

### MEDIDAS QUE SE SUGIEREN.

Como apoyo fundamental a los futuros programas de - abastecimiento de agua, se recomienda promover la modificación de la estructura tarifaria de tal manera que se puedan cubrir

los costos de inversión, operación y mantenimiento de las obras de abastecimiento y distribución del agua, incluyendo las de alcantarillado y la disposición de afluentes.

Por otra parte, las tarifas deben reflejar la escasez o abundancia del agua a nivel regional, ello con el objeto de lograr la mayor eficiencia en el uso del agua, las tarifas correspondientes a aguas negras tratadas para fines Urbano industriales deberán resultar de menor monto que las correspondientes a aguas claras, para propiciar dentro de los usuarios un mayor reuso de éstas.

Deben hacerse cumplir las distintas disposiciones legales (no importando posición económica, ni estrato social), en lo que se refiere al uso y al consumo del agua, sancionándose al desperdicio y mal uso de la misma en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

Deben continuarse en forma permanente la promoción de programas educativos en los que se busque la concientización, participación incluso económica de la población, sobre la conveniencia de reducir el manejo y conservación adecuada de nuestros recursos hidráulicos.

Incrementar el uso del agua residual dentro de la -

población en actividades que no requieran de la pureza y calidad del agua potable, orientar y promover su reuso dentro del sector industrial.

Deben de llevarse a cabo los estudios y análisis necesarios en lo que se refiere al medio ambiente, capacidad de recarga natural, coeficientes medios de infiltración, localización, permeabilidad de los suelos, fluctuaciones, evapotranspiración de las regiones en las cuales se encuentran ubicados los mantos acuíferos, ello con la finalidad de conocer su capacidad real de producción y evitar en la medida de lo posible un mayor desequilibrio ecológico de las regiones en donde se lleva a cabo la sobreexplotación de los acuíferos.

#### ALTERNATIVAS

• Llevar a cabo la disminución del nivel de extracción de agua del acuífero del Valle de México, para reducir su sobreexplotación, ésto debe hacerse en un corto plazo y en una proporción cuando menos del 40% de la sobreexplotación actual.

Suspender la sobreexplotación de los acuíferos de Toluca e Ixtlahuaca, mediante la reducción y aún la cancelación de volúmenes de estos acuíferos que se exportan al Valle de México.

Garantizar que las fuentes lejanas y de gran capacidad abastezcan de agua a las principales Ciudades de la zona conurbada centro, que carezcan de fuentes locales de abastecimiento.

Con el objeto de lograr el ahorro de agua, debe orientarse a la población, que de acuerdo a sus posibilidades económicas, introduzcan equipos y aparatos reductores de consumo (en la agricultura usar riego por aspersión y por goteo, para el uso doméstico muebles sanitarios que utilicen poca agua, en la industria sistemas secos de enfriamiento y tecnologías disponibles para usar poca agua en casi todos los procesos industriales, etc.)

Llevar a cabo los cierres de circuito de las redes primarias para mejorar las condiciones de presión y distribución, y las obras para recibir y distribuir los caudales provenientes de las fuentes externas y lejanas.

Por motivos de duplicación de funciones en varios de los organismos responsables de la construcción y operación de las obras, así como la distribución del agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, se recomienda la creación de un organismo único responsable de todas estas tareas, con el objeto de evitar duplicidad en las funciones y, por lo tanto, derro

che de recursos que no permite bajo estas circunstancias, que - sean autosuficientes las distintas dependencias encargadas en - la actualidad del manejo del agua en el Valle de México.

### 5.3. PROGRAMAS A MEDIANO Y LARGO PLAZO

Dentro de los programas que se pueden citar para dar solución a la problemática que presenta el prestar servicios básicos al Area Metropolitana de la Ciudad de México y en especial, el abastecerla de agua potable, citaremos los siguientes:

- Descentralización administrativa industrial y demográfica de la región más poblada del país y del mundo, hacia las distintas Entidades Federativas que conforman a nuestro país.
- Descenso de la tasa de Natalidad de más de 3.5% anual a 2%.
- Reducción de la inmigración de los habitantes de las Entidades Federativas hacia la gran Ciudad.

Debe promoverse en el Valle de México el desplazamiento de sus industrias hacia regiones con mayor disponibilidad de agua, básicamente en las cuencas de los Ríos Amacuzac y Cutzamala, es decir, se debe promover el crecimiento de los centros de desarrollo urbano-industrial en zona cuyo desarrollo pueda ser soportado con las aguas disponibles. Respecto a las



industrias, incluyendo agroindustrias, únicamente deben ubicarse en las cuencas del Valle de México y del Río Lerma, aquellas que requieran de bajos niveles de extracción y consumo, que propicien reducidos niveles de contaminación en descargas y medio ambiente en general.

Deben construirse más almacenamientos artificiales y de reuso de aguas residuales.

Deberán hacerse las obras para poder acudir a cambios e intercambios de usos del agua, como serían los casos de las presas Concepción y Guadalupe.

Existen posibilidades de captar los escurrimientos que actualmente no tiene uso alguno, como es la situación de los Ríos de Oriente del Valle de México.

Deben de concluirse y construirse las siguientes obras: (Anexo 19)

Tercera etapa del Sistema Cutzamala que proporcionará al Valle de México  $8 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de agua.

Amacuzac Poniente; primera, segunda y tercera etapa con capacidad de  $13.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de abastecimiento de agua.

Las obras del Río Tecolutla, con la siguiente programación:

1994	10.8 m <sup>3</sup> /seg.
1995	2.1 " "
1996	3.0 " "
1997	2.4 " "
1998	2.7 " "
1999	1.0 " "
	<hr/>
	22.0 m <sup>3</sup> /seg.

Amacuzac Sur 13 m<sup>3</sup>/seg., estimándose que la primera etapa empezará a funcionar a partir del año 2 000.

Se cuentan con fuentes alternativas para cubrir probables déficit a corto plazo, es el caso de las siguientes fuentes:

Tepeji-Tlautla-Rosas	3 m <sup>3</sup> /seg.
Presa Guadalupe	3 m <sup>3</sup> /seg.
Libres Oriental	7 m <sup>3</sup> /seg.

#### 5.4. APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

La problemática generada por el uso inadecuado del -

agua, no es tarea fácil que pueda atender debidamente el poder público, si no concurren para ello los distintos tipos de usuarios; pues se trata de una responsabilidad compartida que atañe a todos y que está estrechamente vinculada a nuestro patrón cultural.

Tomando en consideración los aspectos técnicos de los usos del agua, su situación jurídica, institucional y administrativa, es indispensable poner en marcha el sistema de administración del recurso, lo cual permite distribuir y racionalizar el agua, procurando lograr el uso óptimo de éste.

Para lograr la distribución equitativa del agua en la región, se requiere ante todo conocer con precisión los volúmenes disponibles, la calidad de éstos y la demanda de los diversos usos que a ésta se la da y además de sujetarse al orden de prelación que al respecto establece la "Ley Federal de Aguas". Deben de acatarse estrictamente las medidas correctivas que al respecto dicte sobre la materia el Poder Ejecutivo Federal y -aquellas recomendaciones que hagan algunas autoridades inmiscuidas en esta problemática.

Las medidas que se dicten deben de tener observancia general, tanto para los organismos encargados del suministro, -conducción, tratamiento y distribución del agua, en el aspecto

de vigilar el cumplimiento de lo establecido y por el otro, que los distintos sectores que conforman a los usuarios de este recurso, acaten y cuiden de su uso.

Las Entidades que tienen bajo su control el suministro de agua deben de implementar periódicamente campañas de conservación, control y mantenimiento de instalaciones de equipo y uso eficiente del agua entre los distintos tipos de usuarios, - proponer medidas, ajustes de tarifas al consumo, de acuerdo al comportamiento de los costos de extracción, operación, conservación y mantenimiento de equipo que se utiliza para suministrar agua a una población, así como aquellas obras complementarias - tan necesarias para lograr el desalojo de las aguas residuales.

En otro aspecto, deben de instrumentarse y llevarse a ejecución programas de control de pérdidas que permitan un desarrollo integral de los organismos. Para la ejecución de las acciones de carácter prioritario, deben desarrollarse dentro de - un planteamiento y control sistemático, organizándose en la - práctica a través de proyectos de actividades que consideren - los siguientes componentes:

Control y mantenimiento permanente de la presión de - agua en las tuberías.

Realizar una macromediación del sistema.

Llevar a cabo en forma permanente un catastro real - de las redes de distribución.

Reducir y controlar las fugas de agua en las distintas redes de distribución.

Revisar permanentemente y mejorar las conexiones de agua en los predios de los usuarios.

Lograr el desarrollo integral en la operación de los distintos sistemas de abastecimiento de agua.

Revisar permanentemente los criterios para proyectos de construcción de viviendas y edificaciones tanto públicas como privadas.

Debe de mantenerse actualizado el catastro de consumidores.

Mejorar el proceso de facturación y cobranza para evitar retardos en la captación de ingresos por concepto de consumo de agua.

Actualizar y mantener al día los sistemas de medición en consumo, para evitar en la medida de lo posible la existencia de tomas clandestinas.

Hay que revisar constantemente la calidad del material y equipo utilizado en los distintos sistemas abastecimiento de agua, con el objeto de evitar fallas y desperfectos en su operación.

En lo que se refiere al consumo doméstico, debe de orientarse a la población a través de asesoría técnica y apoyo financiero, para que introduzcan las innovaciones y alternativas tecnológicas existentes, para reducir el volumen de consumo de agua a nivel particular.

Si logramos cumplir con eficiencia con los aspectos anteriores, se puede lograr un mejoramiento en las condiciones de funcionamiento de los sistemas de distribución garantizando de antemano que los sistemas de abastecimiento de agua, cumplan con su cometido eficientemente durante los períodos de vida útil a que fueron construídos. Además de cubrir la demanda, por reducción del desperdicio, se puede lograr el abastecimiento de costos de producción y de distribución.

Otras opciones para lograr racionalizar el uso y con

sumo del agua pueden ser las siguientes:

Que cada categoría de consumidor pierda agua, hasta que todos tengan iguales valores de usos marginales\*.

Que cada grupo de consumidores pierda agua en proporción a su parte del consumo total\*\*.

La opción más eficiente es la primera, la aplicable a través de los precios, quizás, sin embargo no sea la más apropiada, pues muy pocos organismos administradores de agua tienen tarifas de agua flexibles que respondan a la oferta y la demanda, los ajustes de tarifas en general, reflejan los cambios promedio en los costos del sistema más bien que los marginales.

Si se produce escasez, es más probable que el organismo administrador, imponga cuotas de abastecimiento en lugar de elevar las tarifas.

La alternativa más probable de asignación de agua a la que se puede poner menos objeciones con respecto a las observaciones formuladas, sea la de compartir la escasez de agua en

---

\* Es el llamado racionamiento a través de los precios o racionamiento perfecto no atribuible a los precios.

\*\* Racionamiento proporcional.

proporción al consumo planificado.

Por otro lado, como medidas extremas de racionalización del agua en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, es racionalizar el agua por medio de cuotas, distribuyéndola -- por zonas y horarios específicos en cada una de ellas, orientando a la población sobre la necesidad de estas medidas.

Fomentar e incentivar la construcción de pequeños sistemas de captación de agua pluvial a través de estanques domésticos, para utilizar dicha agua en usos alternativos que no requieran de la pureza y calidad del agua potable.

#### 5.5. ABASTECIMIENTO DIRECTO DE AGUA POTABLE

El Departamento del Distrito Federal, la Comisión de Aguas del Valle de México y la Comisión de Agua y Saneamiento del Estado de México, cuentan con un sistema de pozos aislados cuya finalidad es proporcionar en forma directa a los consumidores la producción de agua potable que estos pozos generan, lo que implica que tal producción no recibe el mismo tratamiento y control que el resto producido, es decir que tiene que ser transferido a determinado acueducto a una planta de bombeo para posteriormente ser redistribuída.



En el norte de la Ciudad se encuentran diseminados y que son controlados por la Residencia de Operación Norte\*, en forma directa proporcionan el caudal a varias colonias del Area de Satélite; Naucalpan, Tlalnepantla, Tecamachalco, Club de Golf Valle Escondido, Club de Golf Chiluca, Atizapán de Zaragoza, San Pablo Izcalli, Tultitlán, Cuautitlán Izcalli, Teoloyucan Atlamica, Coacalco Berriosabal, así como las industrias: Conasupo Tultitlán, Prodel, Ray-o-Vac, Papelera el Fénix, Dixi, Jabón la Corona, Impulsora Magú, Industrializadora Alpura, etc. En la Zona Sur, la Residencia de Operación Sur, tiene a su cargo el control de determinados pozos aislados que en forma directa abastecen a las colonias: La Joya, las zonas residenciales que se localizan en Picacho, a Fuentes del Pedregal, los pueblos que se encuentran en Montesur, a Viveros de Coyoacán, las residencias que están ubicadas por la zona de Padierna, a Reino Aventura, etc. La Comisión de Aguas y Saneamiento tiene una batería de pozos aislados también al Norte de la Ciudad y además también en la periferia de la zona urbana en el mismo rumbo de la Ciudad.

El Departamento del Distrito Federal mantiene en operación determinados pozos aislados que proporcionan directamente el servicio de agua potable a determinadas colonias e indus-

---

\* Ver capítulo II.

trias en diferentes partes de la Ciudad. Existe una situación un tanto incoherente y es el hecho de que ambas dependencias - en muchos casos mantienen pozos en las mismas zonas y ésto - obviamente provoca que se dupliquen funciones; por otro lado y quizás lo más grave es que el suministro del agua sea entregada en forma directa, ya que como veíamos en el Capítulo III de este trabajo, del total de medidores en las tomas de agua en - el Distrito Federal, el 50% de ellos no funcionan, este hecho de la entrega directa viene a agravar aún más la situación, ya que el cobro por servicio por parte del Departamento del Distrito Federal y la Comisión de Aguas y Saneamiento se hace únicamente en forma simbólica y no al precio de las tarifas que operan en forma general, claro está que bajo esta circunstancia, - el despilfarro de agua se hace menos controlada.

Se estima que las anomalías antes señaladas deben ser forzosamente encausadas y analizadas bajo un programa de Planificación en cuanto a materia de Infraestructura Hidráulica se refiere tal y como se señaló en el Capítulo III, sobre la Autosuficiencia Financiera.

### CONCLUSIONES

El agua es de importancia vital para el desarrollo de la vida, el desenvolvimiento social y económico de los pueblos y elemento determinante para su desarrollo y bienestar social.

En nuestro país las disponibilidades de agua no corresponden en forma proporcional a las zonas en las cuales se necesita en abundancia, ello como consecuencia de que no ha existido planeación del crecimiento urbano, éste se ha dado de manera anárquica y espontánea.

La Ciudad de México, es una de las Ciudades más grandes del mundo, pues en ella habitan más de 17 millones de habitantes, circunstancia que la hace ser un enorme endriaco que consume grandes cantidades de insumos para su industria, alimentos, energía eléctrica, agua y grandes cantidades de recursos financieros, lo que debilita en términos generales la situación general de las regiones que conforman a nuestro país.

La sobreexplotación de los mantos acuíferos de la región del Valle de México, ha traído como consecuencia reducción en el nivel de humedad del suelo, baja en el rendimiento por hectárea en las zonas agrícolas, hundimiento del centro y varias partes de la Ciudad de México, desperfectos en las redes de distribución de agua y variación del nivel del Sistema General de desague.

Es necesario que los organismos\* que actualmente se encargan del abastecimiento de agua al Valle de México, apliquen en forma inmediata las políticas, programas y proyectos que den solución al mejor uso del agua y de esta manera cubran la demanda actual y futura.

Los organismos responsables del manejo de los Sistemas de abastecimiento de agua deben unificar esfuerzos, para mejorar la calidad, cantidad y el control de fugas y pérdidas de agua por desperfectos en el equipo y en las redes de distribución.

La calidad del agua en el Valle de México, cada día es menor, ello como consecuencia del alto grado de contaminación ambiental (aire, suelos, ríos, lagos, etc...).

Es recomendable que la LEY DE CONSTRUCCION Y URBANIZACION contemple la adición en las construcciones de viviendas y edificios de usos múltiples, de un Sistema de captación de aguas pluviales, las cuales sean utilizadas para usos alternativos que no requieran de la pureza y calidad del agua potable.

---

\* Comisión de Aguas del Valle de México, Departamento del Distrito Federal y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.

Se debe fomentar de manera intensiva el uso del agua residual (tratada), ello con la finalidad de reducir el consumo de agua blanca, obteniéndose de esta manera una menor explotación de los mantos acuíferos del Valle de México y Cuencas de captación que se encuentran sobreexplotadas.

Para que la demanda de agua en el futuro pueda ser cubierta, se requiere se proceda a la descentralización total de las actividades: administrativas, económicas, culturales y sociales, ello con el objeto de reducir lo mejor posible el crecimiento urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

Para reducir y cubrir la demanda actual y futura de agua en el Valle de México, es conveniente la participación consciente y responsable de la población y de los organismos encargados del abastecimiento de agua, en la aplicación de los programas, políticas y proyectos que existen para tal fin.

Para reducir el consumo dentro de la población, debe crearse una mayor conciencia dentro de los sectores que la conforman para que, o reducen su nivel de consumo individual o introducen dentro de sus instalaciones innovaciones tecnológicas aplicables de acuerdo a las características de cada actividad en específico y al sector correspondiente; lo sofisticado de esas innovaciones estará en función de los recursos económicos

de que dispongan.

Debido a la anarquía existente entre los distintos organismos responsables de la extracción, conducción, tratamiento y distribución del agua, es aconsejable el crear un organismo único que tenga las atribuciones necesarias para planear y programar la producción y distribución del agua de acuerdo a los costos reales que se observen en la materia y evitar de esta manera la duplicidad en funciones y costos, lo que se transforma en derroche de recursos humanos, materiales y financieros, así como la ineficiencia de los organismos existentes debido a la incomunicación que existe entre ellos.

## A N E X O S

1. Fuentes Actuales de Abastecimiento de Agua.
- 1-A. Sistema Hidrológico
2. Requerimientos de Agua, Cantidades para varios usos.
3. Acueducto los Reyes Línea F.C. (Primera etapa)
4. Acueducto los Reyes Línea Ecatepec.
5. Acueducto Tizayuca-Pachuca.
6. Acueducto los Reyes Línea F.C. (Segunda etapa)
7. Sistema Sur.
8. Acueducto Tláhuac - Netzahualcóyotl
9. Localización de las Fuentes de Abastecimiento de Agua.
10. Sistema Cutzamala.
11. Requerimientos de Agua, Cantidades para Varios Usos.
12. La Ciudad de México.
13. Aportación de Agua para el Area Metropolitana de la Ciudad de México.
14. Demanda de Agua en la Zona Metropolitana.
15. Fuentes de Abastecimiento de Agua a Explotar Hasta el Año 2 000.
16. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua.
17. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
18. Panorama de Erosión en el Valle de México.
19. Proyectos a Mediano y Largo Plazo.
20. El Sistema Hidráulico, Características y Consumo de Agua en el Valle de México.
21. Causas, Consecuencias, Medidas y Alternativas del Abastecimiento de Agua al Valle de México.

## ANEXO I.

## FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Organismos Responsables y sus Sistemas.	Localización	Producción Actual M <sup>3</sup> /Seg.	Producción Anual Miles/M <sup>3</sup>	Capacidad Instalada M <sup>3</sup> /Seg.	Aprovechamiento. %
Departamento del Distrito Federal.					
Sistema Centro	Centro de la Ciudad.	3.4	107 220	7.383	46
Sistema Norte	Cuenca del Rfo Chiconautla	2.5	78 840	3.500	71
Sistema Sur	Xochimilco-Mixquic-Xotepingo	7.7	242 830	7.600	101
Sistema Oriente	Peñon de los Baños.	1.7	53 611.2	0.713	238
Sistema Poniente.	Magdalena Contreras.	0.7	22 075.2	0.550	127
Lerma y otros	Río Lerma y pozos adicionales.	12.705	400 600	16.645	76

FUENTE: Datos proporcionados por la Comisión de Aguas del Valle de México, el Departamento del Distrito Federal y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.



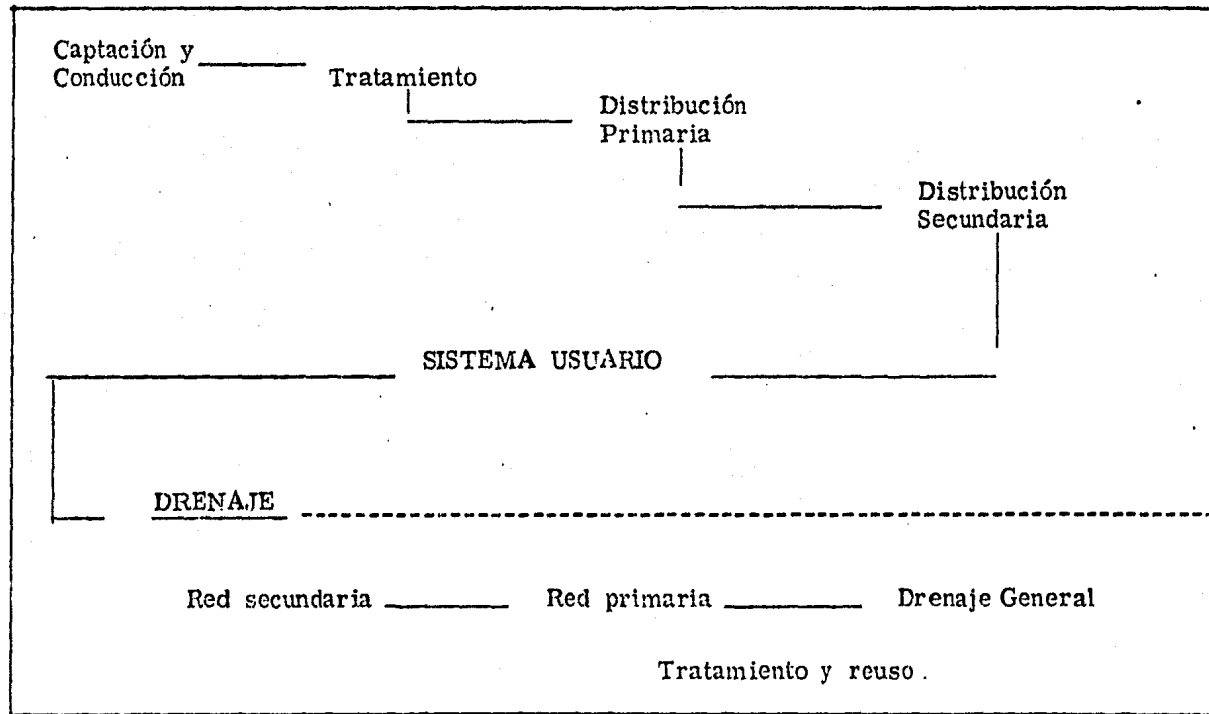
## ANEXO I.

## FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Organismos Respon- sables y sus Siste- mas.	Localización	Producción Actual M <sup>3</sup> /Seg.	Producción Anual Miles M <sup>3</sup>	Capacidad Instalada M <sup>3</sup> /Seg.	Aprovecha- miento. %
Comisión Estatal de Agua y Sanea- miento del Esta- do de México.					
Pozos Aislados	Area Metro- politana.	8.800	277 520	10.000	88
Pozos Aislados	Municipios Prioritarios	1.000	31 536	2.000	50
<b>T O T A L :</b>	<b>T O T A L</b>	<b>61.150</b>	<b>1 909 162</b>	<b>75.647</b>	<b>61</b>

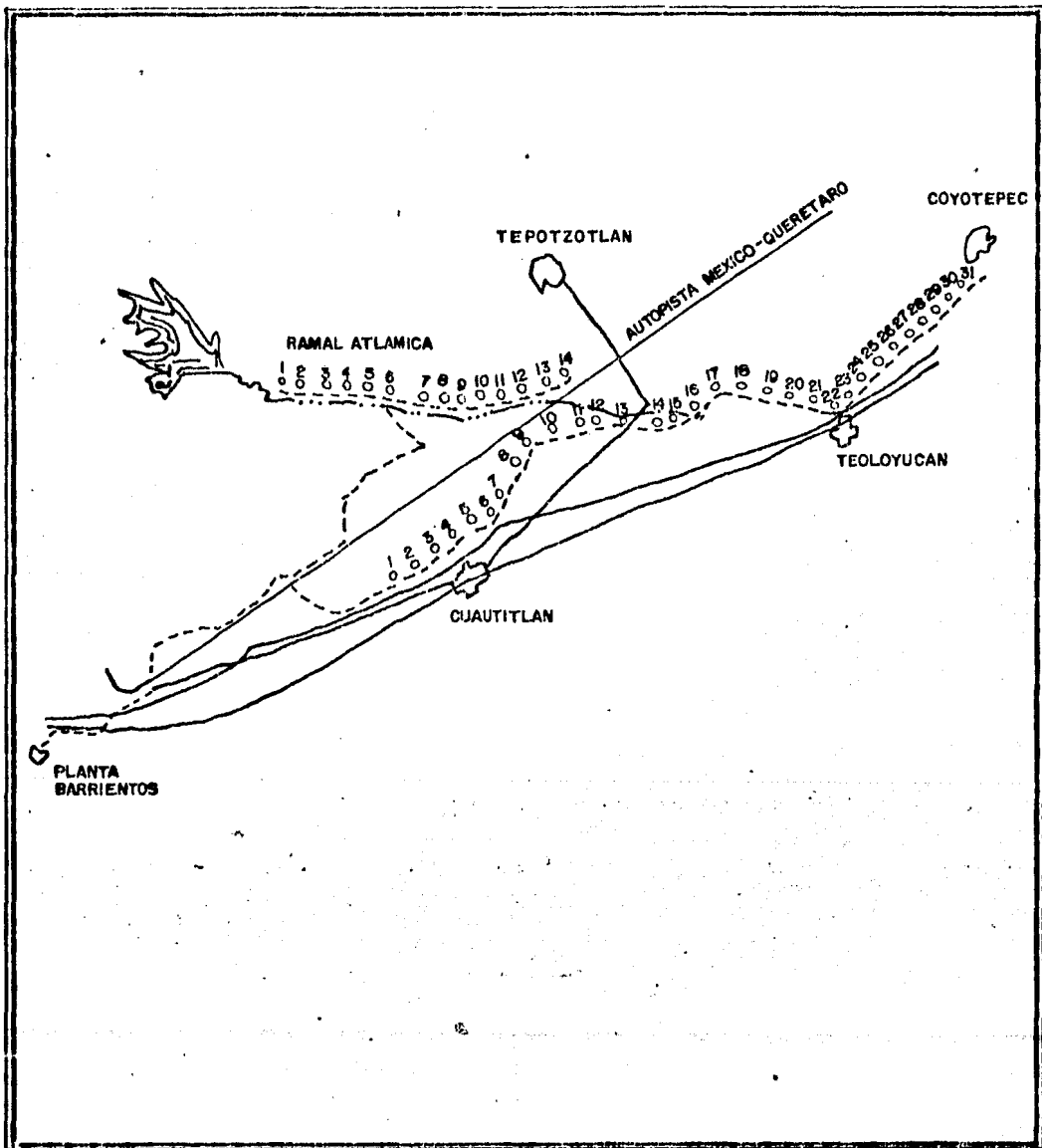
FUENTE: Datos proporcionados por la Comisión de Aguas del Valle de México, el Departamento del Distrito Federal y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de México.

ANEXO I-A. SISTEMA HIDROLOGICO



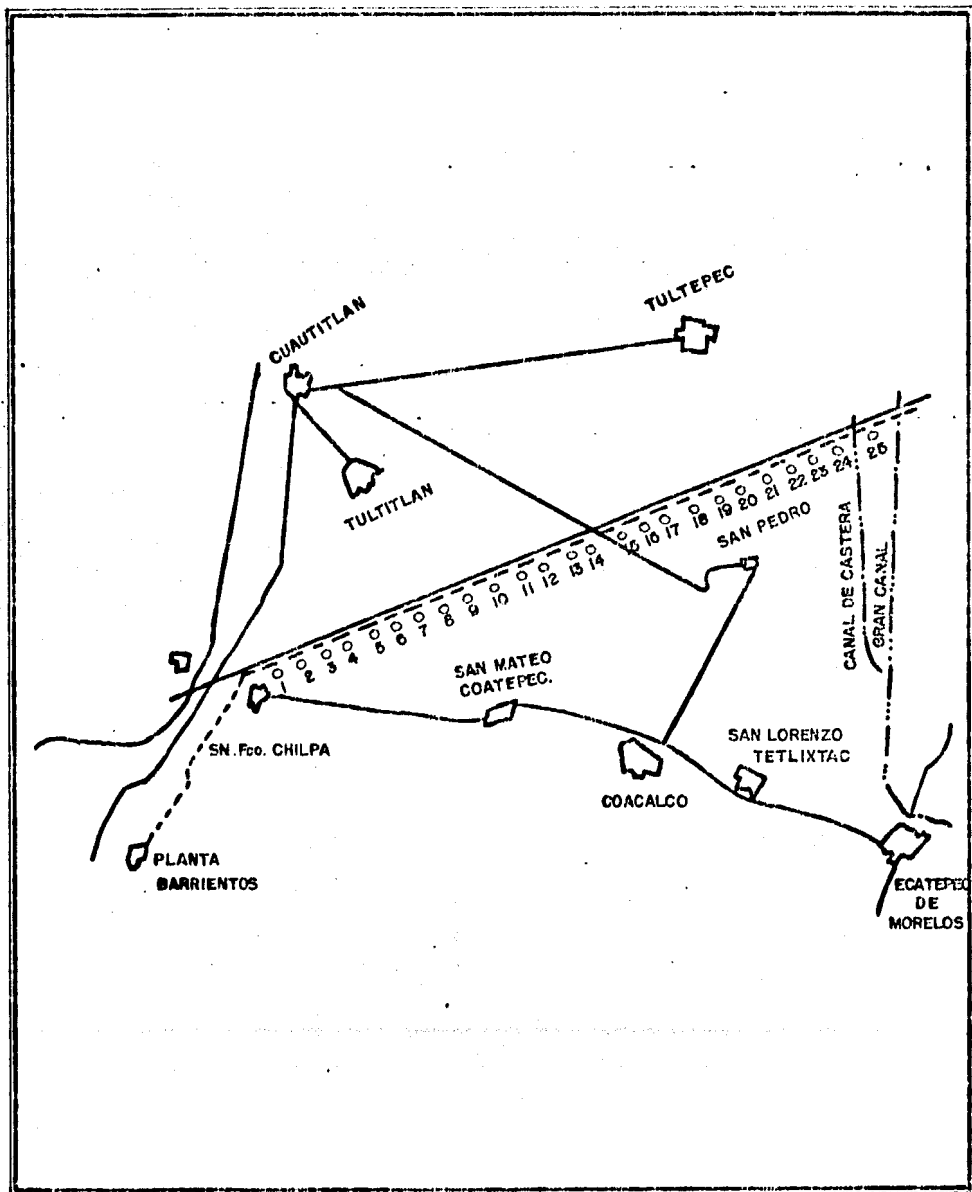
FUENTE: Plan Maestro de Control y Conservación del Agua, D. D. F., 1984.

Anexo No.2 Acueductos Teoloyucan Atlamica



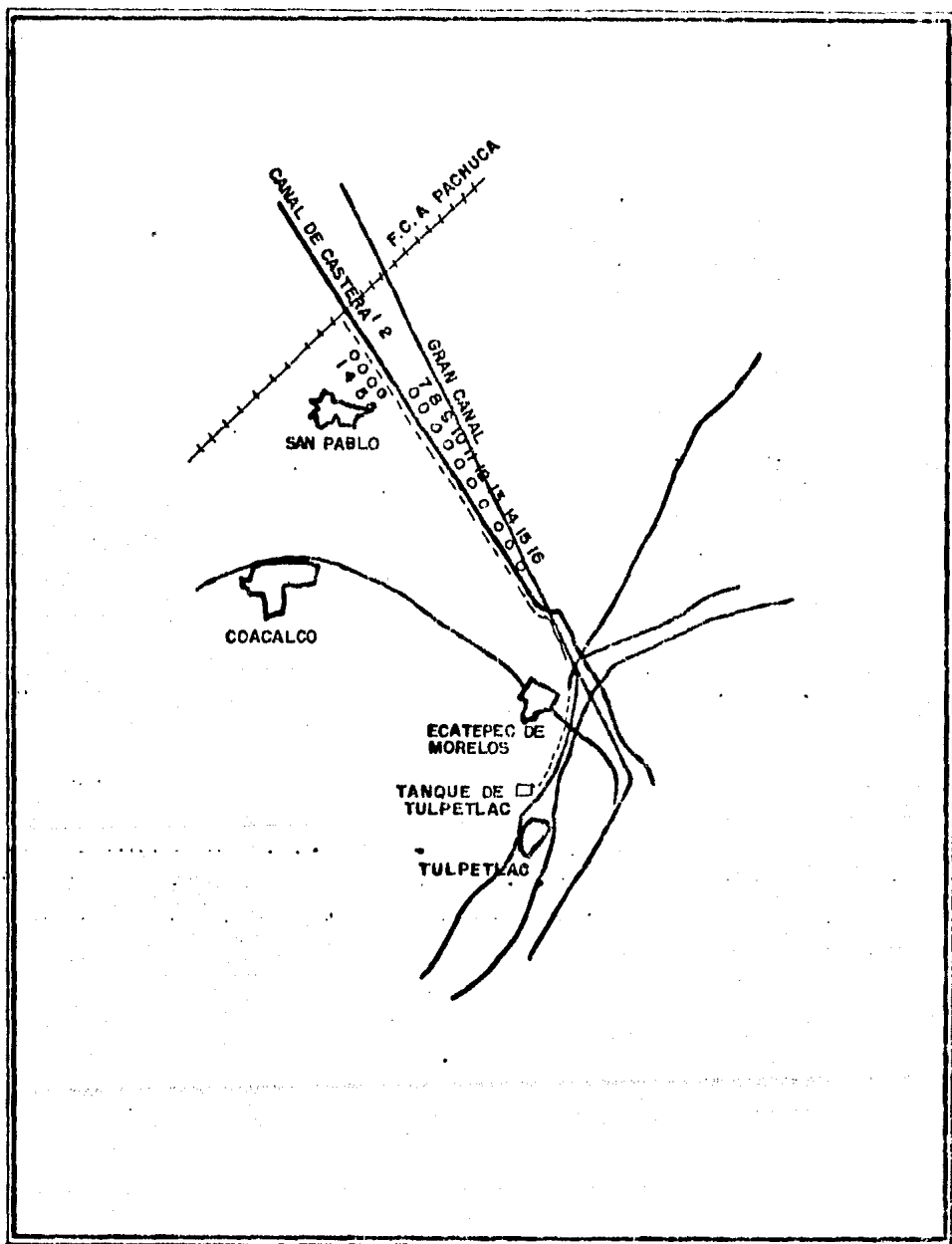
FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, 1984.

Anexo No.3 Acueducto los Reyes F.C. primera etapa



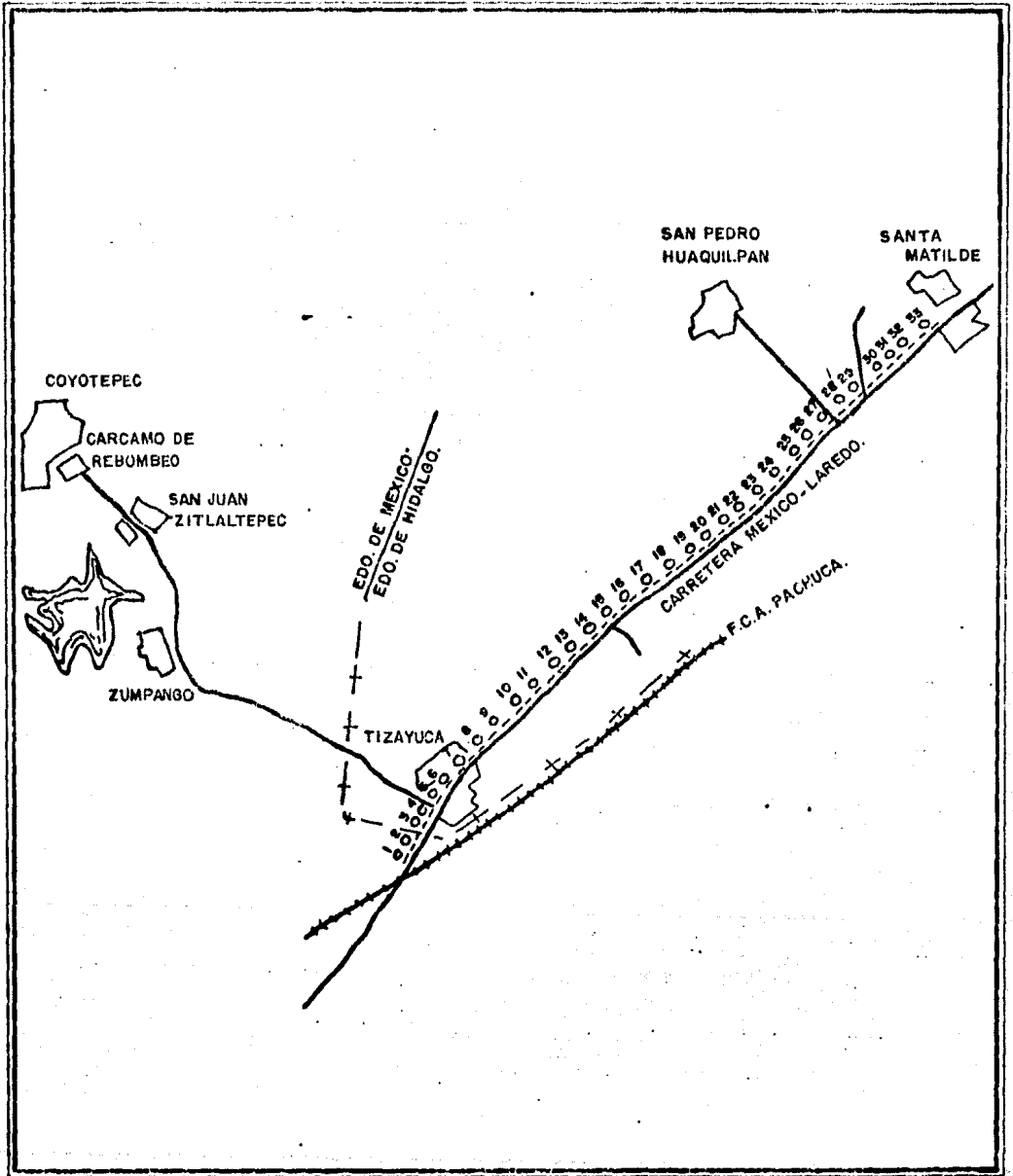
FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, 1984.

Anexo No.4 Acueducto los Reyes linea Ecatepec.



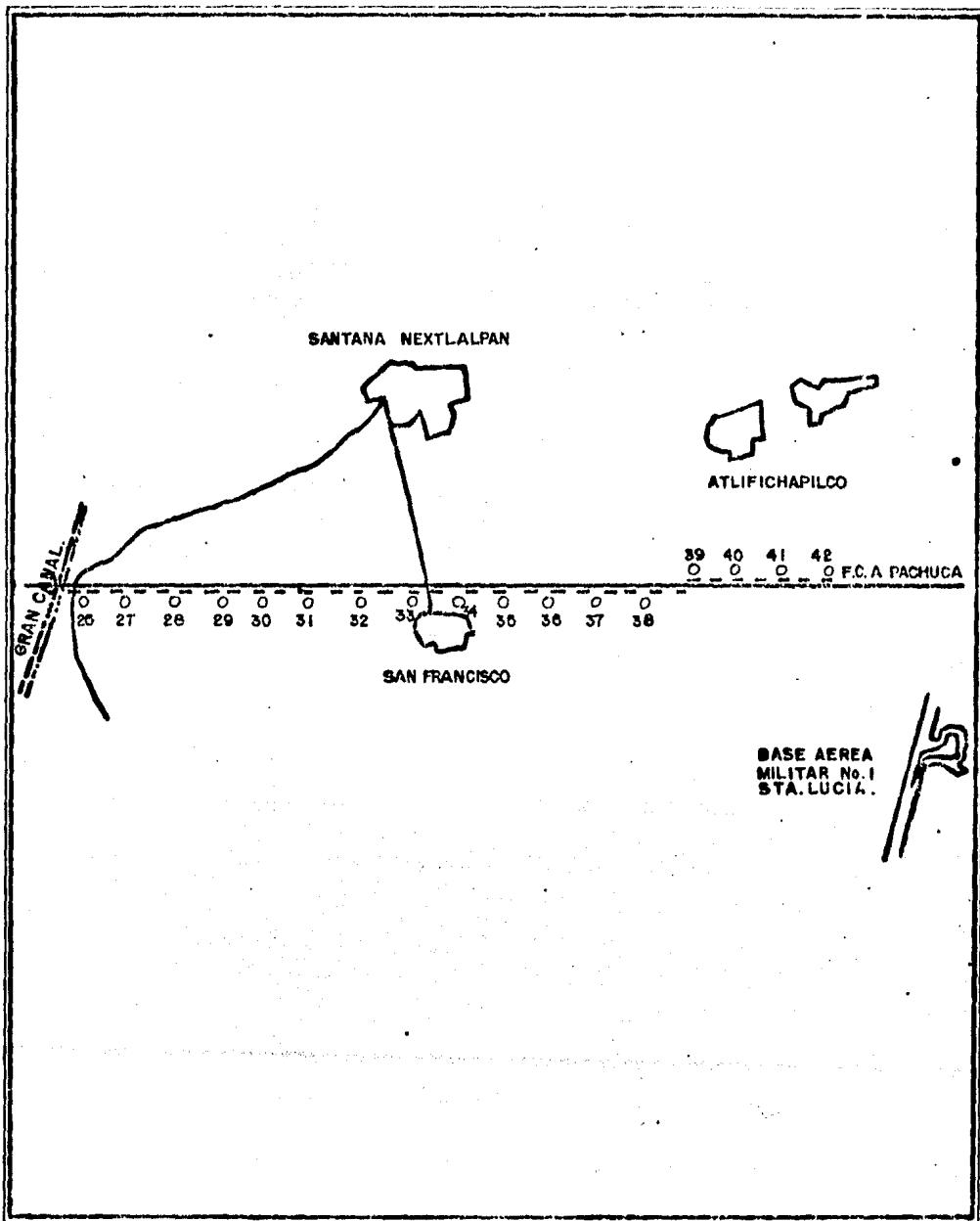
FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, 1984.

Anexo No.5 Acueducto Tizayuca-Pachuca.

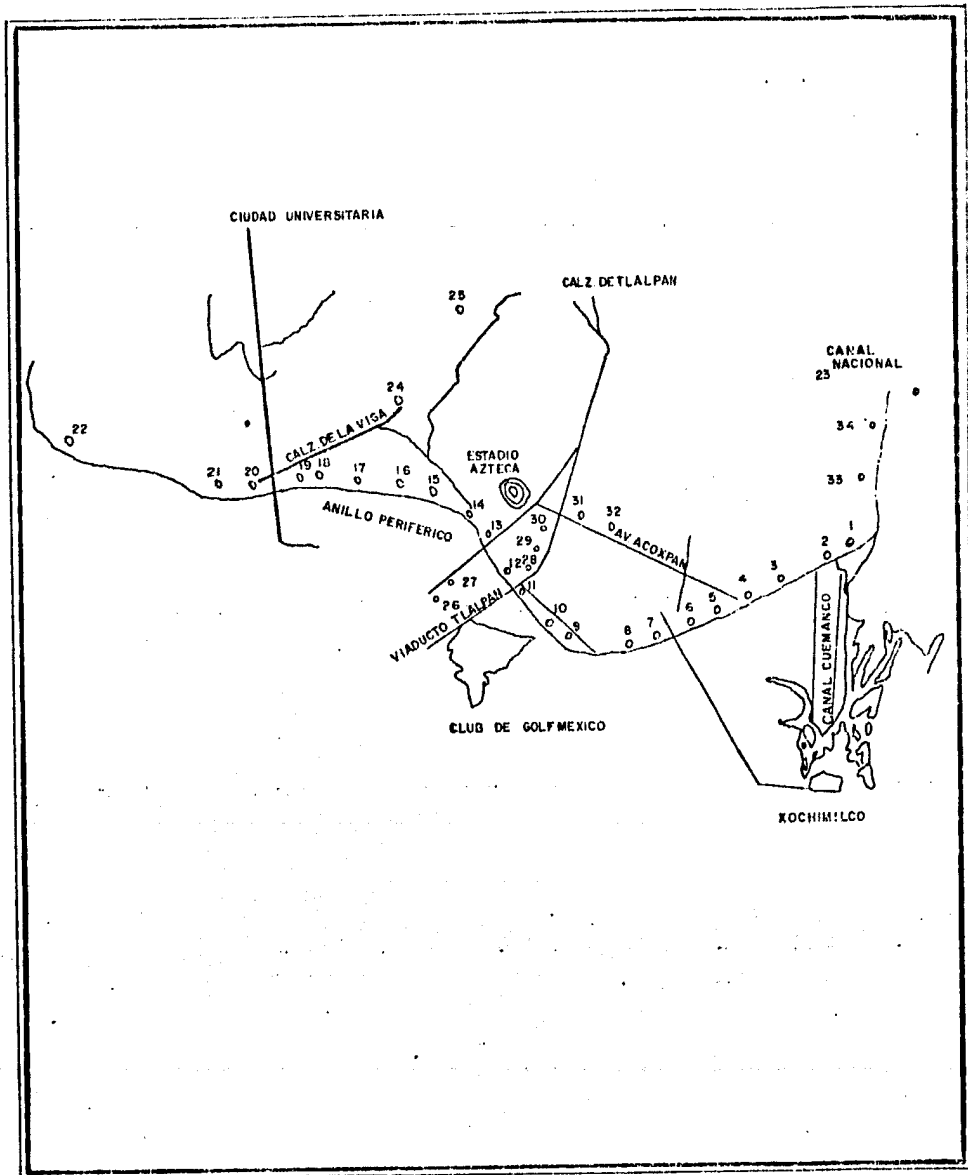


FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de Mexico, 1984

Anexo No.6 Acueducto los Reyes linea F.C. segunda etapa

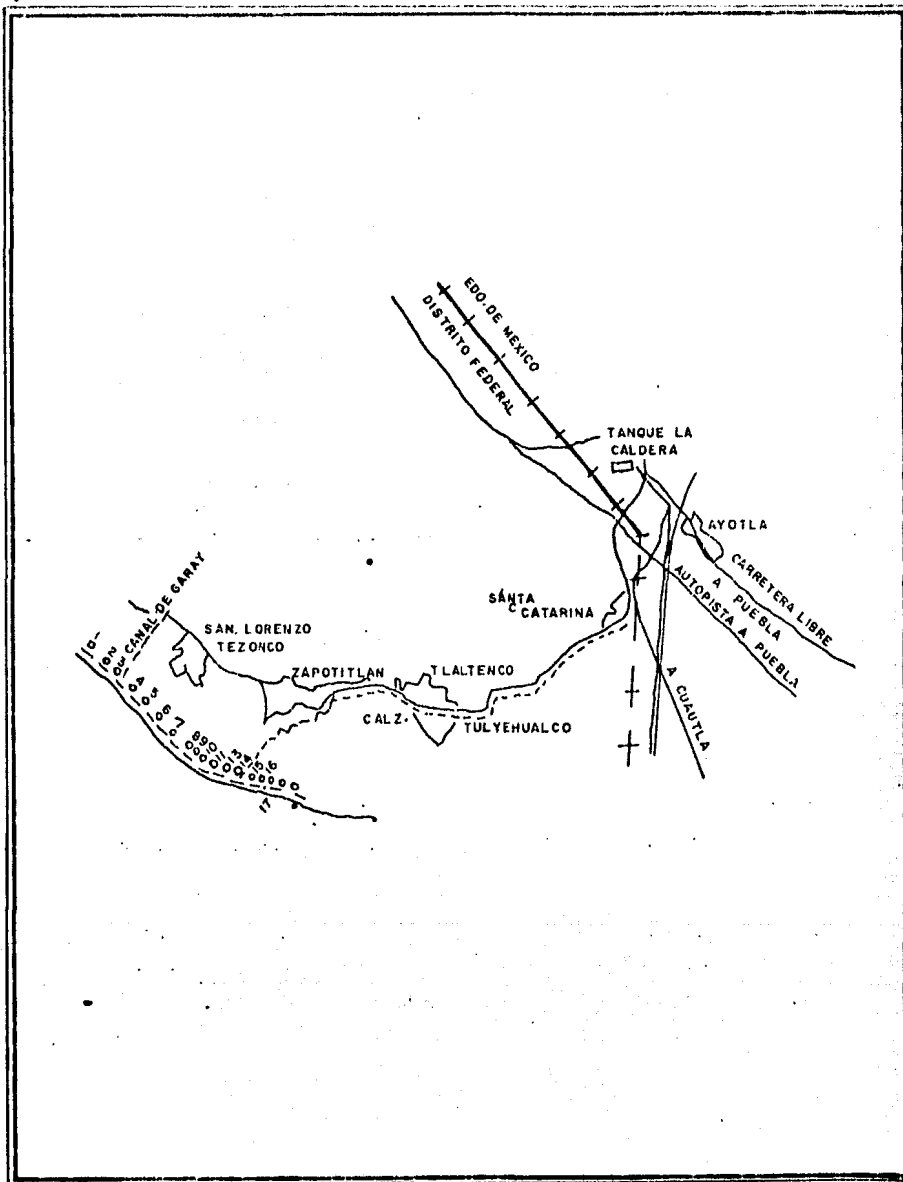


Anexo No.7 Sistema Sur



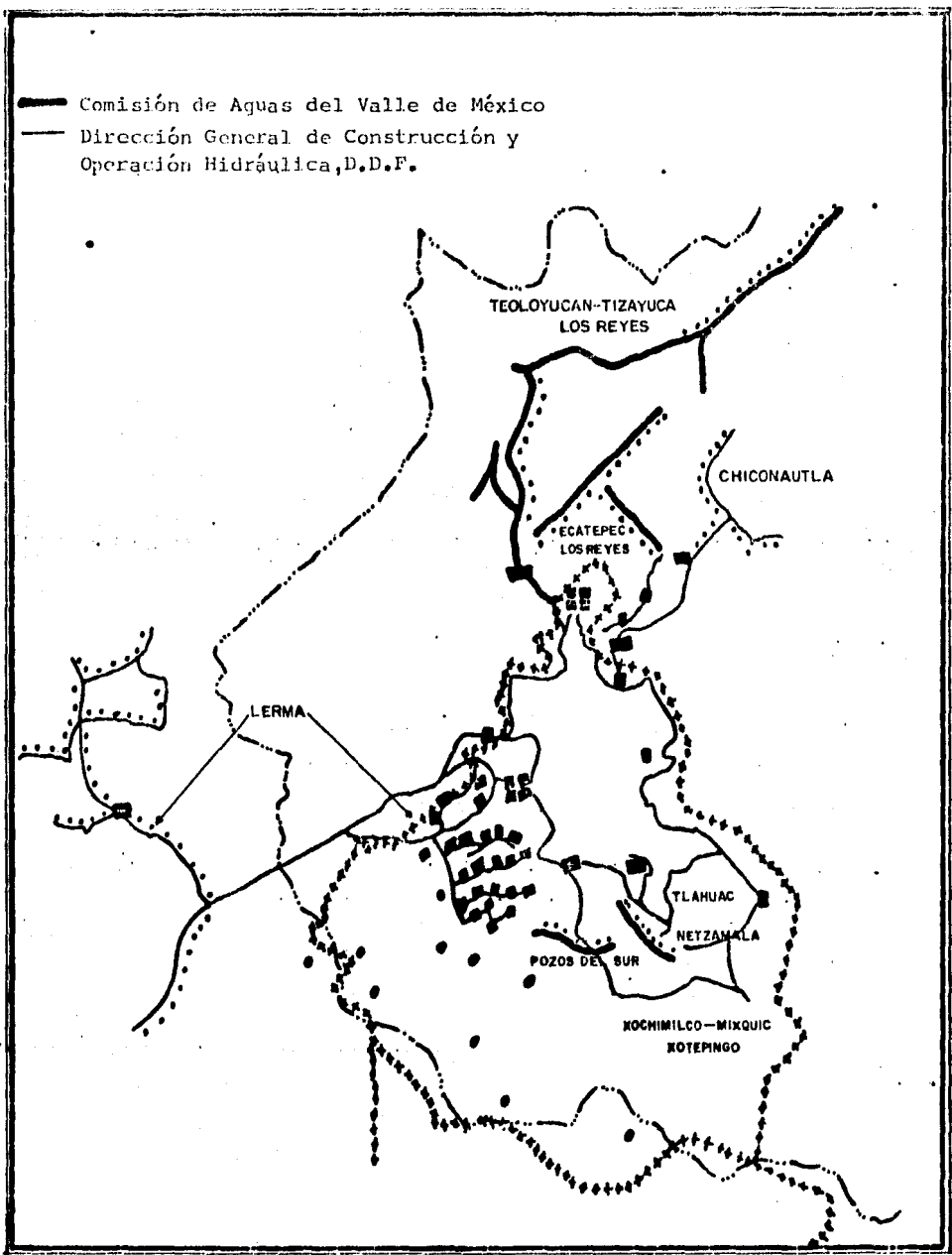
FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, 1984.



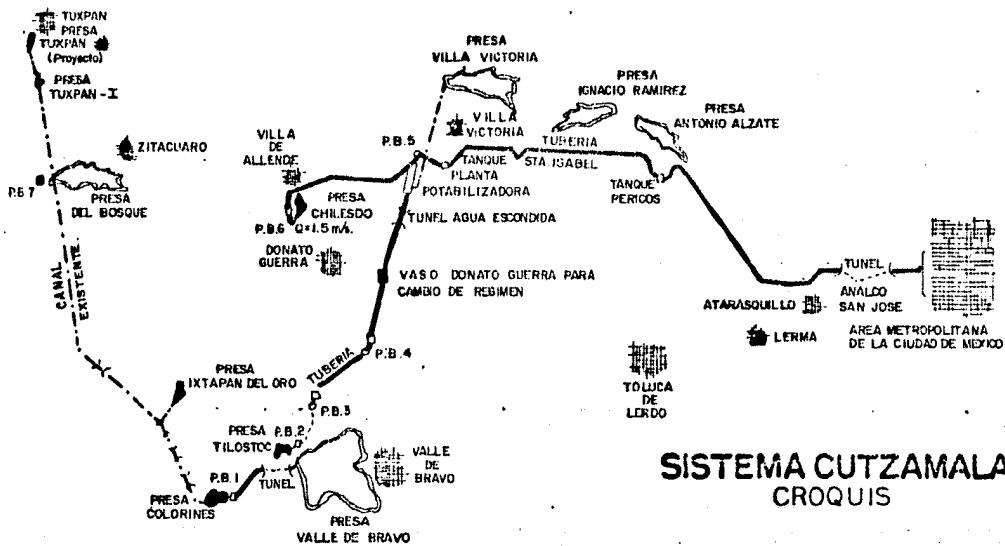


FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México.

Anexo No.9 Localización de las fuentes de abastecimiento de agua



FUENTE: D.G.C.O.H., Departamento del Distrito Federal, 1984



Anexo No.10 Sistema Cutzamala

Fuente : Comisión de Aguas del Valle de México,1984.

ANEXO II. - REQUERIMIENTOS DE AGUA  
CANTIDADES PARA VARIOS USOS.

DESCRIPCION	Unidades	Litros de Agua por unidad
Aceites Comestibles	p/litro	22
Alcohol	p/litro	100
Aluminio	p/kilogramo	1330
Aceros:		
Terminado	p/tonelada	240000
rolado-cinta	p/tonelada	230000
rolado en frío-cinta	p/tonelada	22500
rolado en caliente-placa	p/tonelada	55000
acero rolado	p/tonelada	300000
acero rolado	p/tonelada-neta	410000
hojalata	p/tonelada	48000
Empacado de carne		
rastros	p/100 cerdos	2100
corrales	p/4000 M <sup>2</sup>	600
Calderas	p/HP	16
Campos Petroleros	p/Barril de crudo	684
Caballos	p/día/cabeza	45
Caballos mu <sup>o</sup> trabajados	p/día/cabeza	90
Cervecerías	p/Barril	1800
Cemento	p/tonelada	2800
Coque	p/tonelada	13600
Condensadores	p/kilogramo	14-54
Cremerías y Productos Lácteos		
Estación de recolección	p/tonelada	1520
Embotelladora	p/tonelada	2100
Quesería	p/tonelada	1700
Cremería	p/tonelada	970
Condensación de leche	p/tonelada	1260
Leche en polvo (fábrica)	p/tonelada	1260
Usos generales	p/tonelada	2860

FUENTE: Tratamiento de agua para la industria y otros usos Nordell, Eskel, Edit. Cia. Editorial Continental.

Guillermo Guerrero Villalobos. El Sistema Hidráulico del Distrito Federal, un servicio público en transición. 1982.

**ANEXO II. REQUERIMIENTOS DE AGUA  
CANTIDADES PARA VARIOS USOS.**

Descripción	Unidades	Litros de Agua por unidad
Destilerías	p/lt. grano fermentado	2300
Destiladoras	p/100 lts. alcohol grado 100	8400
Destiladoras-(agua enfriamiento)	p/100 lts. alcohol grado 100	12000
Pulpa de papel: Pulpa mecánica-periódicos	p/tonelada	36000
Pulpa mecánica especial	p/tonelada	110000
Pulpa al sulfito: Sin blanquear	p/tonelada	163000
Blanqueada	p/tonelada	190000
Totalmente blanqueada	p/tonelada	285000
Periódicos s/blanq.	p/tonelada	350000
Libros, bond, catálogos: Sin blanquear	p/tonelada	145000
Blanqueada	p/tonelada	150000
Totalmente-blanq.	p/tonelada	280000
Pulpa a la seda: Sin blanquear	p/tonelada	105000
Blanqueada	p/tonelada	90000
Totalmente blanq.	p/tonelada	218000
Pulpa Kraft Sin blanquear	p/tonelada	130000
Blanqueada	p/tonelada	135000
Totalmente-blanq.	p/tonelada	342000
Papel: Tapiz	p/tonelada	24000
Artículos de ofic.	p/tonelada	55000
Empaques Kraft	p/tonelada	34000
Cartulinas	p/tonelada	95000
Cordelería	p/tonelada	375000

FUENTE: Tratamiento de agua para la industria y otros usos . Nordell, Eskel, Edit. Cia. Editorial Continental.  
Guillermo Guerrero Villalobos, El Sistema Hidráulico del DF.  
un servicio público en transición. 1982

**ANEXO II.- REQUERIMIENTOS DE AGUA  
CANTIDADES PARA VARIOS USOS**

Descripción	Unidades	Litros de Agua por unidad
Papel Bond	p/tonelada	160000
Papel libro	p/tonelada	105000
Papel Kraft	p/tonelada	135000
Papel Tela	p/tonelada	320000
Papel Tisú	p/tonelada	110000
Papel Periódico	p/tonelada	83000
Empacadoras:		
Alubias	p/100 cajas	95000
Betabel, maíz, chícharo	p/100 cajas	900 0
Calabacitas	p/100 cajas	9000
Chabacanos	p/100 cajas	30000
Duraznos y peras	p/100 cajas	25000
Espárragos	p/100 cajas	26000
Espinacas	p/100 cajas	60000
Ejotes	p/100 cajas	13000
Tomate (Productos de)	p/100 cajas	26000
Tomate entero	p/100 cajas	2800
Uva (jugo de)	p/100 cajas	2000
Uva picada	p/100 cajas	21000
Explosivos	p/kilogramo	750
Gasolina	p/litro	7-10
Ganado	p/cabeza/día	44
Ganado vacas lecheras	p/cama/día	75-94
Hospitales	p/cabeza/día	500-1300
Hoteles	p/pers/cuart/día	1320-2000
Jabón (fábricas)	p/tonelada	2000
Lavanderías		
Comerciales	p/kilogramo	32-45
Institucionales	p/kilogramo	23
Miscelánea:		
Baños	p/Baño	120
Duchas	p/Baño	8-40
Fregaderos de cocina	p/uso	8-32
Fluxómetro nuevo	p/uso	15
Fluxómetro viejo	p/uso	18.5

FUENTE: Tratamiento de agua para la industria y otros usos  
 Nordell, Eskel, Edit. Cía. Editorial Continental.  
 Guillermo G. Villalobos. El Sistema Hidráulico del D. F.,  
 un servicio público en transición, 1982.

**ANEXO II. - REQUERIMIENTOS DE AGUA  
CANTIDADES PARA VARIOS USOS.**

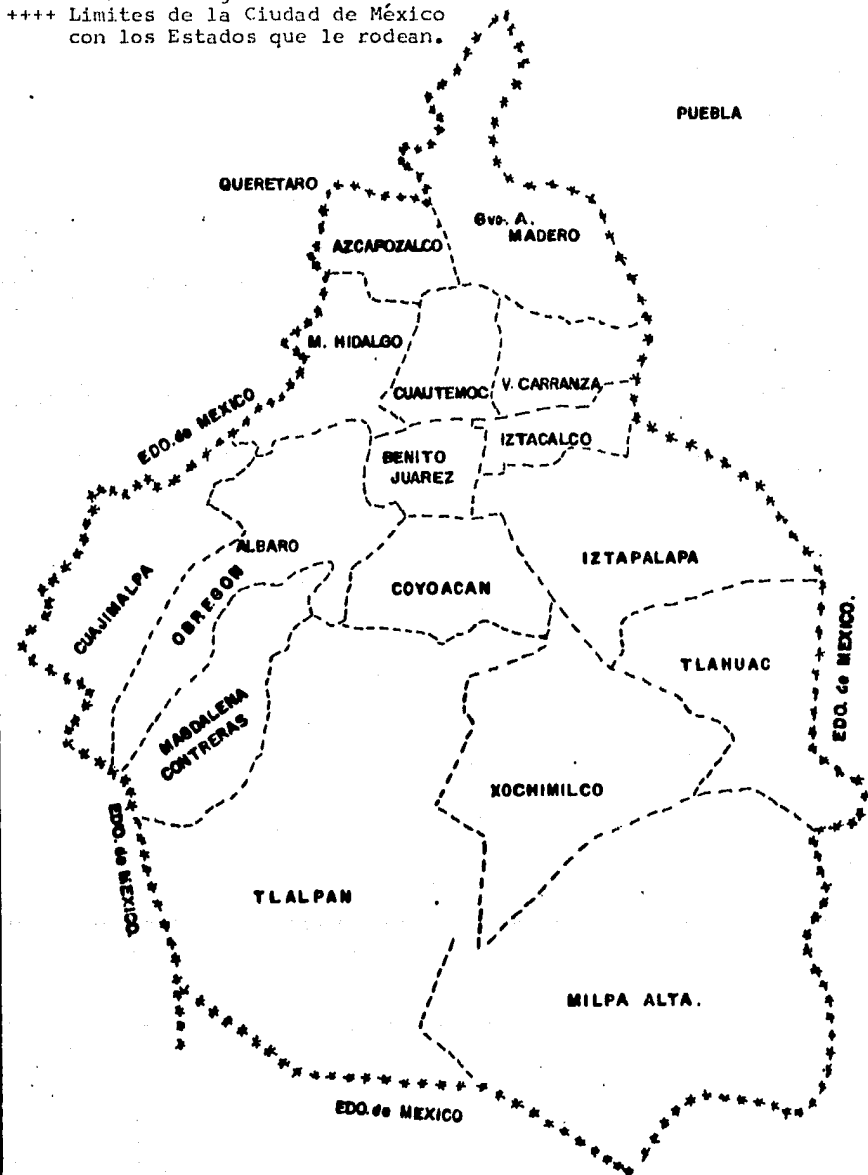
Descripción	Unidades	Litros de Agua por unidad
Caja Baños	p/uso	26
Grifos de lavadero	p/uso	4-20
Municipalidades	p/hab. /día	300
Petróleo-Refinerías	p/Barril de Crudo	2900
Pólvora sin humo	p/Tonelada	190000
Residencias	p/pers. /día	120-200
Restaurantes	p/comida	16.5
Transp. (Ferrocarril)	p/tonelada/km.	2
Tenerías:		
Taninos	p/50 kilogramos de cuero crudo	3000
Cromo	p/50 kilogramos	3000
Textiles:		
Algodón-encolado	p/tonelada	6200
Algodón-desencolado	p/tonelada	132000
Algodón-remojo	p/tonelada	9000
Algodón-blanq.	p/tonelada	2400
Algodón-Macerado	p/tonelada	2400
Algodón-Mercerizado	p/tonelada	224000
Impresión	p/tonelada	120000
Rayón	p/tonelada	1200
Tejido de punto de rayón	p/tonelada	67000
Teñido-medias de seda	p/kilogramo	25
Lana-Blanq.	p/kilogramo	100
Lana acabado	p/kilogramo	100
Teñido básico	p/tonelada	13000
Teñido directo	p/tonelada	4000
Teñido en cuba	p/tonelada	14000
Teñido sulfurado	p/tonelada	4000

**FUENTE:** Tratamiento de agua para la industria y otros usos Nordell, Eskel, Edit. Cia. Editorial Continental, pags. 191-195.

El Sistema Hidráulico del D. F., un servicio público en transición, Guillermo Guerrero Villalobos. 1982.

Anexo No.12 La Ciudad de México.

---- Limites Delegacionales  
++++ Limites de la Ciudad de México  
con los Estados que le rodean.





## ANEXO 13

**APORTACION DE AGUA PARA EL AREA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE MEXICO.**

Aportación de fuentes operadas por el Departamento del Distrito Federal.			
	Capacidad Instalada	Caudal Operado	%
1. Xochimilco	7.600 m <sup>3</sup> /seg.	6.500 m <sup>3</sup> /seg.	85.52
2. Pozos Municipales	7.383 m <sup>3</sup> /seg.	5.500 m <sup>3</sup> /seg.	74.49
3. Pozos Particulares	2.645 m <sup>3</sup> /seg.	2.230 m <sup>3</sup> /seg.	84.31
4. Diversos Manantiales	0.550 m <sup>3</sup> /seg.	0.550 m <sup>3</sup> /seg.	100
5. Chiconautla	3.500 m <sup>3</sup> /seg.	3.225 m <sup>3</sup> /seg.	92.14
6. El Pañón	0.713 m <sup>3</sup> /seg.	0.700 m <sup>3</sup> /seg.	98.17
7. Sistema Lerma antiguo	<u>14.000 m<sup>3</sup>/seg.</u>	<u>10,000 m<sup>3</sup>/seg.</u>	<u>71.42</u>
<b>T O T A L :</b>	<b>36.391 m<sup>3</sup>/seg.</b>	<b>28.705 m<sup>3</sup>/seg.</b>	

**FUENTE:** Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica dependiente del Departamento del Distrito Federal. 1985.

### ANEXO 13.

Aportación de fuentes operadas por la Comisión de Aguas del Valle de México.

	Capacidad Instalada	Caudal Operado	%
1. Ramal Teoloyucan	1.800 m <sup>3</sup> /seg.	1.300 m <sup>3</sup> /seg.	72.22
2. Ramal Atlamica	0.316 m <sup>3</sup> /seg.	0.230 m <sup>3</sup> /seg.	72.78
3. Ramal Los Reyes F.C.	3.540 m <sup>3</sup> /seg.	3.340 m <sup>3</sup> /seg.	94.35
4. Ramal Los Reyes - Ecatepec.	1.730 m <sup>3</sup> /seg.	1.240 m <sup>3</sup> /seg.	71.67
5. Presa Madin	0.650 m <sup>3</sup> /seg.	0.470 m <sup>3</sup> /seg.	72.30
6. Pozos del Sur	3.600 m <sup>3</sup> /seg.	3.000 m <sup>3</sup> /seg.	83.33
7. Línea Netzahualcoyotl	2.580 m <sup>3</sup> /seg.	1.600 m <sup>3</sup> /seg.	62.01
8. Línea San Javier - Pachuca.	0.400 m <sup>3</sup> /seg.	0.381 m <sup>3</sup> /seg.	91.25
9. Ramal Tizayuca Cd. Industrial	0.487 m <sup>3</sup> /seg.	0.023 m <sup>3</sup> /seg.	4.72
10. Ramal Texcoco Peñon	0.410 m <sup>3</sup> /seg.	0.410 m <sup>3</sup> /seg.	100
11. Pozos Aislados	2.030 m <sup>3</sup> /seg.	1.390 m <sup>3</sup> /seg.	68.47
12. Ramal Tizayuca-Pachuca.	2.700 m <sup>3</sup> /seg.	2.700 m <sup>3</sup> /seg.	100
13. Sistema Cutzamala 1a. y 2a. etapa	6.561 m <sup>3</sup> /seg.	6.561 m <sup>3</sup> /seg.	100
<b>T O T A L</b>	<b>26.803 m<sup>3</sup>/seg.</b>	<b>22.645 m<sup>3</sup>/seg.</b>	

FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1985.

.ANEXO 13.

Aportación de fuentes operadas por la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento.

	Capacidad Instalada	Caudal operado	%
1. Pozos Aislados Area Metropolitana	8.800 m3/seg.	8.800 m3/seg.	100
2. Pozos Aislados Municipios Prioritarios.	1.000 m3/seg.	1.000 m3/seg.	100
<b>T O T A L</b>	<b>9.800 m3/seg.</b>	<b>9.00 m3/seg.</b>	

FUENTE: Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, Gobierno del Estado de México. 1985.

ANEXO 14. - DEMANDA DE AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA

Año	Población (Miles hab).	Dotación & (Lts/hab/día)	Demanda total (M3/hab/día).
1980	14 726.6	360	61.4
1981	15 301.6	"	63.8
1982	15 876.5	"	66.2
1983	16 451.6	"	68.5
1984	17 026.5	"	70.6
1985	17 601.5	"	73.3
1986	18 176.4	"	75.7
1987	18 751.4	"	78.1
1988	19 326.4	"	80.5
1989	19 901.4	"	82.9
1990	20 476.3	"	85.3
1991	21 051.3	"	87.7
1992	21 626.2	"	90.1
1993	22 201.3	"	92.5
1994	22 776.2	"	94.9
1995	23 351.2	"	97.3
1996	23 926.1	"	99.7
1997	24 501.1	"	102.1
1998	25 076.1	"	104.5

FUENTE: Memorias de la Comisión de Aguas del Valle de México,  
1984 y Censo General de Población 1980.  
& Litros por habitante por día.

ANEXO 14.- DEMANDA DE AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA

Año	Población (Miles hab.)	Dotación (Lts/hab/día) &	Demanda total (M3/hab/día)
2001	26 802.9	360	111.7
2002	27 392.6	"	114.1
2003	27 995.2	"	116.6
2004	28 611.1	"	119.2
2005	29 240.5	"	121.8
2006	29 883.8	"	124.5
2007	30 541.2	"	127.3
2008	31 213.1	"	130.1
2009	31 899.8	"	132.9
2010	32 601.6	"	135.8

FUENTE: Memorias de la Comisión de Aguas del Valle de México, 1984 y Censo General de Población 1980.

& Litros por habitante por día.

**ANEXO 15.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A EXPLOTAR  
HASTA EL AÑO 2000.**

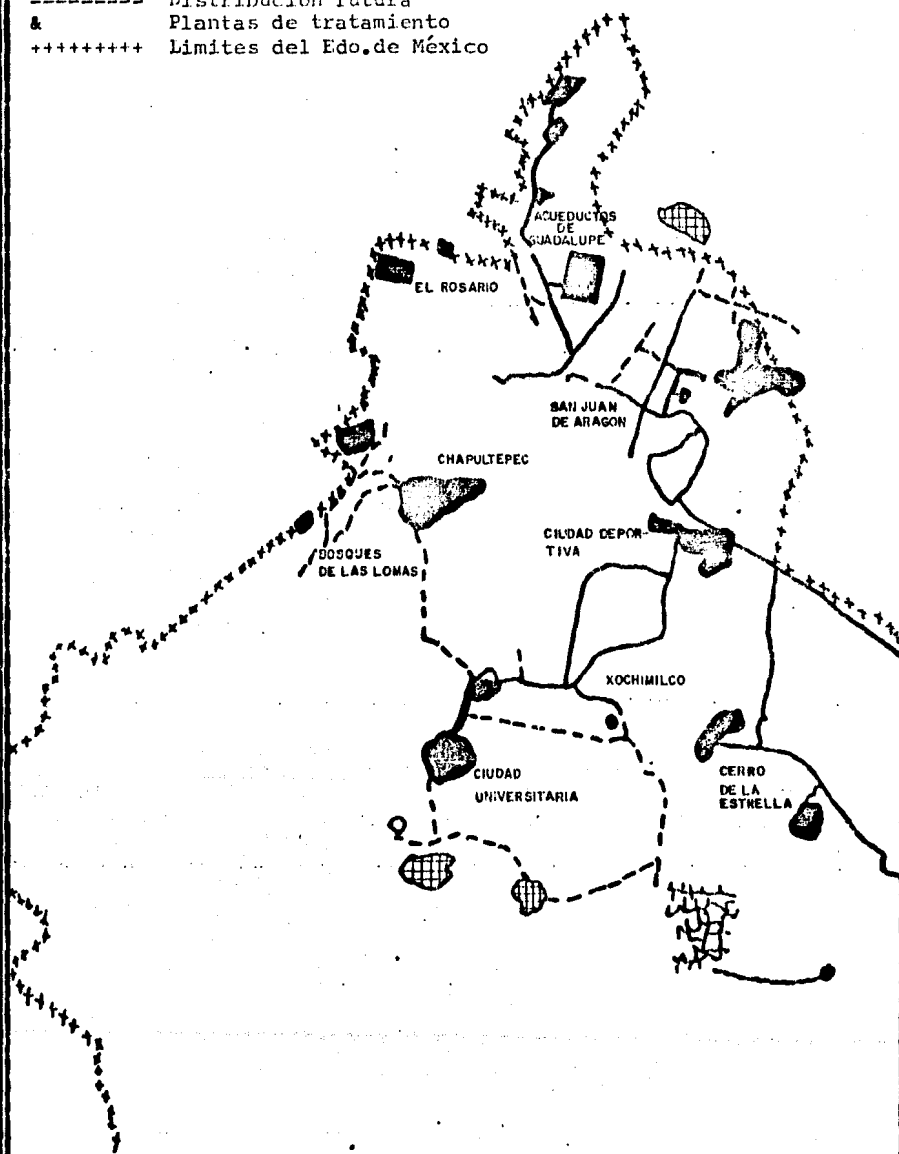
Proyecto	Localización	Capacidad de Operación.
Tercera etapa del Sistema Cutzamala	Estado de México	12.439 M <sup>3</sup> /seg.
Alto Amacuzac	Estado de Morelos	11.000 M <sup>3</sup> /seg.
Río Tecolutla	Estados de Puebla y Veracruz	22.000 M <sup>3</sup> /seg.

**FUENTE:** Comisión de Aguas del Valle de México y la Dirección General de Construcción y Operación hidráulica del Departamento del Distrito Federal, 1985.

Arco No.16

Ubicación de las plantas de Tratamiento de agua

- Distribución actual
- - - - - Distribución futura
- & Plantas de tratamiento
- +++++ Límites del Edo.de México



FUENTE: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, D.D.F. 1984

**ANEXO 17. -**

**PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

PLANTA	CAPACIDAD INSTALADA	USOS
Chapultepec	160 Lts/seg.	riego de áreas verdes
Ciudad Deportiva	230 " "	riego de áreas verdes
Sn. Juan de Aragón	500 " "	riego de áreas verdes
Cerro de la Estrella	2000 " "	riego de áreas verdes
Acueducto de Guadalupe	80 " "	agrícola y recreativo
Rosario	22 " "	riego de áreas verdes
Ciudad Universitaria	40 " "	riego de áreas verdes
Xochimilco	1250 " "	riego de áreas verdes
Bosques de las Lomas	55 " "	riego de áreas verdes
<b>TOTAL</b>	<b>4337 " "</b>	

**FUENTE:** Plan maestro de control y conservación del agua, 1982  
D.D. F. y Comisión de Aguas del Valle de México.

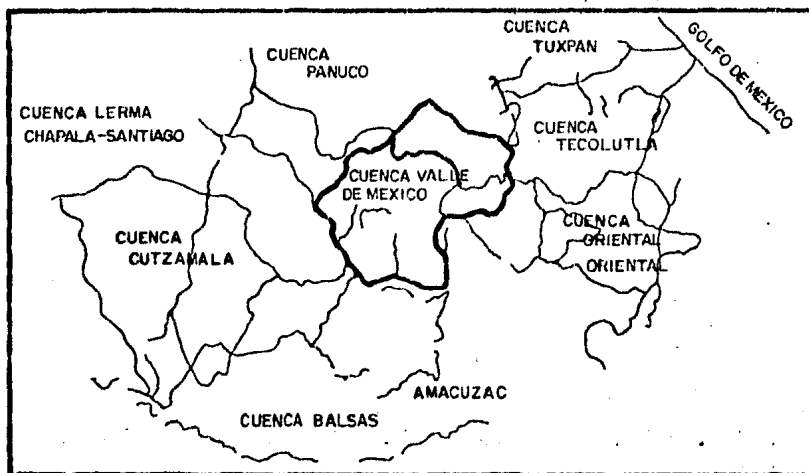


## ANEXO 18. -

## PANORAMA DE EROSION EN EL VALLE DE MEXICO.

CONCEPTO	SUPERFICIE EN HECTAREAS	PORCENTAJE %
Sin erosión o erosión moderada	488 551	48.0
Zonas urbanas, carre- teras y caminos.	85 617	9.0
Cuerpos de agua y Nieve	13 844	1.5
Con erosión severa	83 450	9.0
Con erosión muy severa	201 760	21.0
Con erosión demasiado severa	110 368	11.5
<b>TOTAL</b>	<b>983 590</b>	<b>100.0</b>

FUENTE: Plan maestro de control y conservación del agua, 1982. D.D.F. y Comisión de Aguas del Valle - de México.



Anexo No.19

Proyectos a mediano y largo plazo  
Sistema Tecolutla  
Alto Amacuzac  
Oriental

FUENTE: Comisión de Aguas del Valle de México

EL SISTEMA HIDRAULICO, CARACTERISTICAS Y CONSUMO DE  
AGUA EN EL VALLE DE MEXICO

Características del agua	%	Sistema Hidráulico	Cantidad	Consumo de agua	%	Opinión sobre la descentralización	%
SABOR: Agradable	100	Instituciones u organismos	3	Doméstico	47.2	Buena	93
Desagradable	100						
COLOR: Clara	100	Sistemas o Proyectos en operación	11	Industrial	20.5	Mala	7
Zarca	100						
Turbia	100						
TEMPE							
RATURA: Templada	100	Capacidad de abastecimiento	75.647 m <sup>3</sup> /seg.	Agrícola y Ganadero	19.4		
Fría	100	Abastecimiento actual	61.150 m <sup>3</sup> /seg.	Otros usos	12.9		

FUENTE: Información obtenida en base a las encuestas aplicada a Organismos, Dependencias y Empresas, así como a usuarios en el Valle de México, 1985.

**CAUSAS, CONSECUENCIAS, MEDIDAS Y ALTERNATIVAS DEL ABASTECIMIENTO  
DE AGUA AL VALLE DE MEXICO**

Consecuencias ecológicas y económicas de la sobre explotación del Manto acuífero.		Medidas para mejorar el abastecimiento de agua.		Causas del uso irracional del agua		Alternativas para reducir la sobre explotación.	
Hundimiento de la Ciudad de México	16.4	Traer agua de fuentes externas	18.5	Ignorancia y desorientación sobre la abundancia o escasez	24.8	Descentralización de la actividad económica del Valle de México	54.5
Reducción del nivel de humedad del suelo	13.7	Racionalizar el uso del agua en la región	23.1	Descuido en consumo por parte del usuario	20.6	Incremento del Precio de los servicios de agua al usuario	27.3
Alteración del medio ambiente	17.6						
Daños en los sistemas de distribución	6.5	Evitar fugas y pérdidas en los sistemas de distribución	13.0	Descuido en el control real de pérdidas en los sistemas de distribución	15.7	Reducción de un 40% de la sobreexplotación del manto acuífero del Valle de México, Ixtlahuaca y Toluca.	18.2
Baja en el rendimiento de la producción agrícola	9.8	Orientar al usuario sobre la conveniencia de usar menos agua	17.6	Desconocimiento del costo de producción y distribución del agua.	18.2		
Daños en edificios y construcciones	6.9	Instalar equipo reductor del consumo	13.9				
Aumentos en los costos de producción	3.6	Uso del agua residual después de un tratamiento.	9.3				
Insuficiencia en el suministro de agua	9.8	Incentivos para reducir el consumo	4.6	Ausencia de equipo para reducir el consumo	20.7		
Inconformidad social	15.7						

FUENTE: Información obtenida en base a las encuestas aplicadas a Organismos, Dependencias y Empresas, así como a usuarios en el Valle de México, 1935.

CUESTIONARIOS APLICADOS A LA INVESTIGACION DE CAMPO.

CUESTIONARIO "A"

HOMBRE DE LA INSTITUCION \_\_\_\_\_

DIRECCION \_\_\_\_\_

NOMBRE COMPLETO DEL ENTREVISTADO \_\_\_\_\_

PUESTO \_\_\_\_\_ TELEFONO \_\_\_\_\_

1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCION \_\_\_\_\_

2. CAUSAS QUE LE DIERON ORIGEN \_\_\_\_\_

3. AMBITO DE COMPETENCIA Y BASE LEGAL EN QUE SE SUSTENTA \_\_\_\_\_

4. CUANDO FUE CREADA \_\_\_\_\_

5. SISTEMAS O PROYECTOS EN OPERACION \_\_\_\_\_

6. CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, SEGUN EL PROYECTO O SISTEMA RESPECTIVO.

NOMBRE	NO. DE POZOS	CAP. DE PRODUCCION
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

7. COSTOS UNITARIOS POR M<sup>3</sup> EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES

\_\_\_\_\_

8. COSTOS UNITARIOS POR M<sup>3</sup> EN LA EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS.

---

9. COSTOS UNITARIOS POR M<sup>3</sup> EN LA OPERACION DE POZOS Y ACUEDUCTOS

---

10. COSTOS INDIRECTOS DE OPERACION

---

USO DEL AGUA

11. QUE CANTIDAD DE AGUA CALCULA USTED QUE SE UTILIZA EN:

USO DOMESTICO \_\_\_\_\_ INDUSTRIAL \_\_\_\_\_

AGRICOLA \_\_\_\_\_ GANADERO \_\_\_\_\_

OTROS USOS \_\_\_\_\_ PERDIDA \_\_\_\_\_

MOTIVOS \_\_\_\_\_

---

12. QUE CARACTERISTICAS CONSIDERA QUE TIENE EL AGUA QUE SE EXTRAE DE LOS APROVECHAMIENTOS TANTO DE AGUAS SUPERFICIALES COMO DE AGUAS SUBTERRANEAS

---

13. CUALES SON LAS DISTINTAS CALIDADES DE AGUAS QUE EXISTEN

---

14. MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO

---

15. QUE PAPEL CREE USTED QUE TIENE EL AGUA, EN EL CRECIMIENTO ECONOMICO QUE SE HA OBSERVADO EN LAS ULTIMAS DECADAS EN EL VALLE DE MEXICO, EXPLIQUE BREVEMENTE \_\_\_\_\_

---

16. QUE CONSECUENCIAS ECOLOGICAS, ECONOMICAS Y POLITICAS, CONSIDERA USTED QUE PUEDA HABER SI SE CONTINUA CON EL USO IRRACIONAL DEL AGUA EN EL VALLE DE MEXICO \_\_\_\_\_

---

17. QUE MEDIDAS Y ALTERNATIVAS SE TIENEN PARA ABASTECER DE AGUA AL VALLE DE MEXICO EN EL FUTURO \_\_\_\_\_

---

18. EXISTEN PROGRAMAS ESPECIFICOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS EN EL VALLE DE MEXICO \_\_\_\_\_

---

19. OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---

CUESTIONARIO "B"

ORGANISMO U ASOCIACION \_\_\_\_\_

PERSONA QUE SE ENTREVISTA \_\_\_\_\_

PUESTO \_\_\_\_\_

DOMICILIO \_\_\_\_\_ TELEFONO \_\_\_\_\_

1. BREVE EXPLICACION DEL ORGANISMO U ASOCIACION \_\_\_\_\_

2. EN SU OPINION, QUE EFECTOS PUEDE TENER EL AGOTAMIENTO DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO \_\_\_\_\_

3. DENTRO DEL RAMO DE LA ACTIVIDAD QUE USTEDES MANEJAN CUAL ES EL VOLUMEN DE AGUA CONSUMIDA

$M^3$ /DIA \_\_\_\_\_  $M^3$ /MENSUAL \_\_\_\_\_  $M^3$ /ANUAL \_\_\_\_\_

4. CUAL CREE QUE SEA EL CONSUMO MINIMO DE AGUA DENTRO DEL RAMO EN EL CUAL DESARROLLA SUS ACTIVIDADES \_\_\_\_\_

5. QUE MEDIDAS PROPONE USTED PARA EL MEJOR USO Y UTILIZACION DEL AGUA EN LA RAMA INDUSTRIAL A LA QUE PERTENECE \_\_\_\_\_

6. QUE MEDIDAS Y ALTERNATIVAS PROPONDRIA PARA LA SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA AL VALLE DE MEXICO \_\_\_\_\_

7. EN SU OPINION CUALES SON LAS CAUSAS DEL USO IRRACIONAL DEL AGUA. \_\_\_\_\_

8. QUE OPINA USTED DE LA POLITICA DE DESCENTRALIZACION DE LA INDUSTRIA EN EL VALLE DE MEXICO HACIA LOS ESTADOS \_\_\_\_\_



9. QUE GRADO DE IMPORTANCIA LE CONTIENE USTED A EL AGUA PARA EL FUNCIONAMIENTO EFICIENTE DEL SECTOR AL QUE PERTENECE

---

10. CUAL CREE USTED QUE SEA EL COSTO REAL DEL AGUA \_\_\_\_\_

---

11. CUAL CREE USTED QUE SEA EL COSTO SOCIAL QUE LA SOCIEDAD - PAGA POR EL USO DEL AGUA EN EL VALLE DE MEXICO \_\_\_\_\_

---

12. OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---

CUESTIONARIO "C"

PRACTICA DE CAMPO; APLICACION DE CUESTIONARIO

LUGAR Y FECHA \_\_\_\_\_

1. SEGUN USTED EN QUE ESTRIBA LA MAYOR IMPORTANCIA EN EL USO QUE LE DA AL AGUA \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. EN SU OPINION, QUE CONSECUENCIAS CREE QUE PUEDAN DARSE - POR LA EXTRACCION DE AGUA QUE HACE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS DENTRO DE LA REGION DONDE USTED VIVE \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. QUE PAPEL CREE USTED QUE TENGA EL AGUA EN EL DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES DE SU COMUNIDAD \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. CREE USTED QUE EL AGUA QUE LA S.A.R.H. EXTRAE PARA ABASTECER AL VALLE DE MEXICO AFECTE DE ALGUNA MANERA LOS CICLOS DE CULTIVOS AGRICOLAS O SI HA NOTADO QUE EMPIECE A AFECTAR LOS CULTIVOS \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. EN SU OPINION COMO CREE QUE PUEDA EVITARSE EL DESPERDICIO DE AGUA PARA USO AGRICOLA Y DE QUE MANERA EL DE USO DOMESTICO. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. DE QUE CANTIDAD DE AGUA DISPONEN PARA SATISFACER SUS NECESIDADES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. CUAL ES EL GASTO QUE USTED CONSIDERA QUE CONSUMEN DE AGUA DENTRO DE SUS ACTIVIDADES POR DIA \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ES SUFICIENTE EL SUMINISTRO DE AGUA EN LA REGION \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. PODRIA DARNOS SU OPINION EN RELACION A LA FORMA COMO SE -  
ENCUENTRA DISTRIBUIDA EL AGUA EN SU COMUNIDAD \_\_\_\_\_

10. CUALES SON LOS OBSTACULOS CON LOS QUE SE HAN ENFRENTADO -  
PARA PODER SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE ABASTECIMIENTO DE -  
AGUA EN SU COMUNIDAD \_\_\_\_\_

11. OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

## BIBLIOGRAFIA

Ivah Green.

El agua nuestro recurso natural más valioso

Lester R. Brown

El vigésimo noveno día

Las necesidades humanas frente a los recursos de la tierra.

Edit. Fondo de Cultura Económica  
1982.

Oliver S. Owen

Conservación de los recursos naturales.  
Editorial, Pax. Mex.

Revolución Demográfica

Consejo Nacional de Población  
1982

Censos Generales de Población, 1950, 1960, 1970 y  
1980, Dirección General de Estadística, S.P.P.

Constitución Política de los Estados Unidos  
Mexicanos.

Edit. Porrúa S.A., 1984.

Torrés H. Francisco

Breve Reseña Histórica de la Ingeniería  
Hidráulica en México, No. 4, Vol. XXIV-1970  
Revista de Ingeniería Hidráulica  
S.A.R.H.

Oscar Benassini

Bases para el aprovechamiento racional de los  
recursos hidráulicos en México, S.A.R.H., 1971

Vicente Vargas A.  
Técnicas y Análisis de costos de pozos profundos  
y aguas subterráneas, Edit. Limusa, 1976

Memorias de la Comisión de Aguas del Valle de México,  
1970-1976, 1977-1984.  
S.A.R.H.

Importancia social del agua potable en la Cuenca  
del Valle de México.  
S.A.R.H., 1982.

Conella H. Guerree  
La distribución del agua en las aglomeraciones Urbanas  
y Rurales.  
Edit. Técnicos Asociados.

Plan Nacional Hidráulico  
S.A.R.H. 1980.

Plan General de Desarrollo Urbano del D.F.  
D.D.F., 1982.

Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988  
Poder Ejecutivo.

W.A. Hardembergh y otro  
Ingeniería Sanitaria  
Cia. Editorial Continental, S.A.

Franz. V. Maier  
Flururación del agua potable  
Edit. Limusa, 1971

Política Demográfica Nacional y Regional  
Consejo Nacional de Población.  
1982.

Grupo del Aire  
Primera reunión Nacional sobre problemas de contaminación  
ambiental.

Plan Hidráulico del centro  
S.A.R.H.

Plan maestro de agua potable  
S.A.R.H. 1982.

Plan maestro de control y conservación del agua.  
Departamento del Distrito Federal, 1984.

Cyril, Gomella  
La sed del mundo  
1973

Memorias de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento  
del Estado de México.  
1982.

Ing. Jose Ramos Magaña y otro  
El abastecimiento de agua potable al Area Urbana de  
la Ciudad de México, hasta el año 2000

El futuro de los recursos hidráulicos en México.  
S.A.R.H., 1980

Usos del agua en las Ciudades  
1978, S.A.R.H.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias  
del Ambiente (CEPIS).  
Informe del Seminario Internacional sobre el control  
de pérdidas.  
1984.

Atlas del agua en la República Mexicana  
1976, S.A.R.H.

F. Torres Herrera  
Obras Hidráulicas  
Edit. Limusa, 1980.

Ray K. Linsley Joseph B. Franzini  
Ingeniería de los recursos hidráulicos  
Edit. C.E.C.S.A.

S.P.P.  
Censos Industriales, 1965, 1970, 1975, 1980

S.P.P.  
Censos Comercial y de Servicios  
1965, 1970, 1975 y 1980

Ing. Ignacio Saenz Ortiz  
La hidrología en relación con el desarrollo  
económico del país en general y en especial  
con el Valle de México.  
S.A.R.H.

Eskel Nordell  
Tratamiento de agua para la industria y otros  
usos.  
Edit. Cia. Editorial Continental.

Jose M. Ferrero.  
Depuración Biológica de las aguas  
Editorial Alhambra  
1974.

Federico de Lora  
Control de calidad y tratamiento del agua.  
Instituto de Estudios de Administración Local  
1975.

Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, S.A.R.H.  
Ciclo de conferencias sobre el uso y calidad del agua  
en México.

Julio de 1985.

El aprovechamiento de aguas subterráneas.  
Banrural.

Planes de Desarrollo Económico y Social  
Leopoldo Solís, 1975.

Catálogo Mexicano de actividades económicas  
S.P.P. 1985.

Plan Básico de Gobierno 1982-1988  
I.E.P.E.S.

El Sistema Hidráulico del Distrito Federal un Servicio  
Público en transición.  
D.D.F., 1982

Catálogo de pozos  
Comisión de Aguas del Valle de México.

Viabilidad económica de América Latina  
Victor L. Urquidi.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.  
Leyes y Códigos de México, 1985.

Ley Federal de Aguas.  
Leyes y códigos de México, 1984.

Diario Oficial de la Federación del 18 de agosto  
de 1972.  
Secretaría de Gobernación.



Plan General para resolver los problemas del hundimiento, las inundaciones y el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México.

S.A.R.H. 1966.

Plan General para resolver el problema de hundimiento, las inundaciones y el bastecimiento de agua potable de la Ciudad de México.

S.A.R.H. 1972.

Contribución de la Comisión Federal de Electricidad a la solución del abastecimiento de agua a la Ciudad de México.

C.F.E. 1967.

Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior.

1984-1988.

Decreto que establece los estímulos para el fomento del empleo y la inversión en las actividades industriales. Diario Oficial de la Federación, Marzo 1979, Junio 1981 y Marzo 1982.

Programa Nacional de Desarrollo Rural Integral 1985-1988.

Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, la Sobreexplotación de los Acuíferos del Valle de México.

Ing. Germán E. Figueroa Vega  
1967

Las Obras de Ingeniería Civil para el Abastecimiento de Agua, Drenaje Regadío y Prevención de inundaciones en relación con el Desarrollo Económico de México.