

13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"BALANCE HIDROLOGICO-HIDRAULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO Y PERSPECTIVAS SOBRE SU EVOLUCION FUTURA"

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:  
JAIME JESUS CARRERA HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. GONZALO LOPEZ DE HARO



MEXICO, D. F.

2000

279109



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/025/00

Señor  
**JAIME JESUS CARRERA HERNANDEZ**  
Presente

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

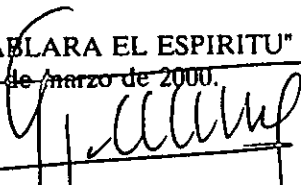
**"BALANCE HIDROLOGICO-HIDRAULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO  
Y PERSPECTIVAS SOBRE SU EVOLUCION FUTURA"**

- INTRODUCCION
- I. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO
  - II. INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
  - III. ANALISIS DEL CICLO HIDROLOGICO-HIDRAULICO
  - IV. BALANCES HIDROLOGICOS
  - V. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 7 de marzo de 2000.  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

---

A mis padres: Miquel y Mapu; porque gracias a su apoyo y comprensión me ha sido posible alcanzar muchos de mis anhelos; gracias por ser para mí un ejemplo a seguir y por estar siempre conmigo.

---

---

Quiero agradecer al Ingeniero Gonzalo López de Haro por dirmi el presente trabajo y por la información que me proporcionó.

Agradezco también a la Doctora Carmen Sánchez Mora y al Ingeniero César Herrera Toledo por haberme facilitado el acceso a gran parte de la información necesaria para la elaboración de este trabajo.

---

---

# ÍNDICE

---

	Página
<b>Introducción</b>	i
<b>Capítulo I Características de la zona de estudio</b>	1
I.1.- Área y superficie.	1
I.2.- Aspectos climatológicos.	4
I.3.- Fisiografía.	4
I.4.- Sistemas lacustres	6
I.5.- Corrientes superficiales.	7
I.6.- Geohidrología.	12
I.6.1.- Acuíferos en la Cuenca del Valle de México.	12
I.7.- Geología.	14
I.7.1.- Orogénesis.	14
I.7.1.1.- Depósitos del Terciario medio.	14
I.7.1.2.- Depósitos del Terciario superior.	15
I.7.1.3.- Depósitos del Cuaternario.	16
I.7.2.- Estratigrafía de la Cuenca.	18
I.7.2.1.- Depósitos de lago.	18
I.7.2.2.- Depósitos de transición.	20
I.7.2.3.- Depósitos de las lomas.	21
I.8.- Vegetación.	21
I.9.- Fauna.	24
I.10.- Demografía.	25
I.10.1.- Crecimiento de la Ciudad de México.	25
I.10.2.- Población existente en los municipios comprendidos en la Cuenca del Valle de México. (1990)	28
<b>Capítulo II Infraestructura Hidráulica</b>	
II.1.- Abastecimiento de Agua potable	31
II.1.1.- Reseña histórica.	31
II.1.2.- Situación actual.	33
II.1.2.1.- Abastecimiento de agua potable: fuentes internas.	34
II.1.2.2.- Abastecimiento de agua potable: fuentes externas.	37
II.1.2.3.- Almacenamiento del agua potable.	42
II.1.2.4.- Distribución de agua potable: redes de distribución.	45
II.1.2.5.- Plantas potabilizadoras existentes.	48
II.2.- Alcantarillado y control de avenidas.	49
II.2.1.- Reseña histórica.	49
II.2.2.- Sistema metropolitano de drenaje y control de avenidas.	52
II.2.2.1.- Sistema Poniente.	52
II.2.2.2.- Sistema gran canal del desagüe - túneles de Tequixquiac.	54
II.2.2.3.- Sistema Sur - Oriente.	56
II.2.2.4.- Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México.	57
II.2.2.5.- Vasos y lagunas de regulación.	58

	<b>Página</b>
II.2.3.- Alcantarillado en los estados restantes de la Cuenca del Valle de México.	60
II.3.- Tratamiento y reúso de Aguas residuales	63
II.3.1.- Generalidades.	63
II.3.2.- Infraestructura actual.	64
II.3.2.1.- Plantas de tratamiento de servicio público.	64
II.3.2.2.- Plantas de tratamiento de servicio e industriales.	65
II.3.2.3.- Reúso de las aguas residuales.	65
II.4.- Infraestructura agrícola.	73
II.3.1.- Distritos de Riego.	73
II.3.2.- Riego agrícola metropolitano.	74
II.3.3.- Presas.	74
<b>Capítulo III      Análisis del ciclo hidrológico- hidráulico.</b>	<b>77</b>
III.1.- Entradas.	77
III.1.1.-Ingresos por precipitación pluvial.	77
III.1.2.- Suministro total de agua.	96
III.1.2.1.- Distrito Federal.	96
III.1.2.2.- Estado de México.	96
III.1.2.3.- Estado de Hidalgo.	96
III.1.2.4.- Estado de Tlaxcala.	96
III.1.2.5.- Volumen en la Cuenca.	96
III.1.3.- Almacenamiento y regulación.	96
III.1.3.1.- Tanques de almacenamiento.	96
III.1.3.2.- Presas y lagunas de regulación.	100
III.1.3.3.- Presas para riego y usos diversos.	100
III.1.4.- Tratamiento de aguas residuales.	100
III.1.5.- Agua destinada para riego.	100
III.1.6.- Reúso de aguas tratadas.	101
III.2.- Salidas del sistema	101
III.2.1.- Emisor del Poniente.	101
III.2.2.- Emisor Central.	101
III.2.3.- Gran Canal del Desagüe.	102
III.2.4.- Salidas totales.	102
<b>Capítulo IV      Balances hidrológicos</b>	<b>109</b>
IV.1.- Situación actual	109
IV.2.- Proyección Futura	112
<b>Capítulo V      Conclusiones</b>	<b>117</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>119</b>
<b>Anexo A          Registros de las estaciones climatológicas.                     Período 1978-1997</b>	<b>121</b>
<b>Anexo B          Índice de tablas, gráficas, mapas y figuras.</b>	<b>150</b>

---

## Introducción

---

A excepción de cuando tienen lugar inundaciones o sequías, ignoramos la existencia del agua. Realmente nunca pensamos en la gran importancia que tiene el agua en nuestras vidas (aproximadamente el 70% de nuestro cuerpo es agua), ya que cuando necesitamos de ella, nos basta con girar un poco la llave en nuestros lavabos o regaderas, para que después ésta vaya a parar quién sabe adónde. Con el agua sucede lo mismo que con la salud, cuando la tenemos la ignoramos y no le damos importancia, pero cuando nos hace falta, es cuando realmente la valoramos.

Las cuencas hidrológicas representan unidades espaciales de estudio adecuadas para la cuantificación de los volúmenes que se manejan en el ciclo hidrológico, el cual se ve afectado por el hombre debido a las acciones que realiza para satisfacer sus necesidades, ya que al crear asentamientos se disminuye la zona de recarga al subsuelo, incrementando el escurrimiento superficial. El ciclo se ve también afectado por las importaciones de agua que se deben hacer de otras cuencas para satisfacer la demanda de agua potable.

El ciclo hidrológico en una Cuenca poblada se ve afectado por la infraestructura hidráulica (abastecimiento de agua potable y alcantarillado) necesaria para satisfacer las necesidades de los asentamientos humanos, por lo cual al ciclo general del agua en una Cuenca con asentamientos humanos se le puede denominar como ciclo hidrológico - hidráulico.

Debido a los grandes problemas que puede ocasionar la falta de agua, es necesario analizar los volúmenes que se manejan en las cuencas para poder prever situaciones futuras y tener un manejo más eficiente del recurso, razón por la cual el presente trabajo está enfocado a conocer los volúmenes que comprende cada fase del

ciclo hidrológico - hidráulico (abastecimiento, distribución, usos y reúsos) del agua que ingresa a una Cuenca con un gran asentamiento humano: la Cuenca del Valle de México.

Es sumamente importante el conocer el manejo de este recurso y saber qué le sucede a la gran cantidad de agua que ingresa a la Cuenca, así como el dar a conocer la importancia que tiene el cuidar el agua, ya que el abastecer de agua a la ciudad de México es un problema cada vez mayor, debido a la creciente demanda del recurso y a la necesidad de disminuir la extracción de los acuíferos por el hundimiento que dicha explotación ha ocasionado en la ciudad. Un claro ejemplo del hundimiento de la ciudad es el Ángel de la Independencia, el cual tenía su acceso originalmente al mismo nivel que el Paseo de la Reforma; actualmente se deben subir varios escalones para poder llegar al punto mencionado.

En el Capítulo I de este trabajo se realiza un estudio del entorno en el que se encuentra la Cuenca del Valle de México, mientras que el Capítulo II se refiere a la infraestructura hidráulica existente en la Cuenca; en este capítulo el aspecto más importante es el concerniente a la infraestructura de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, debido a que es un asentamiento humano muy importante no solo de la Cuenca, sino del mundo, ya que es la ciudad más grande del mismo. En el Capítulo III se hace una síntesis de los volúmenes manejados por las fuentes de abastecimiento de agua potable, así como el análisis de datos pluviométricos e hidrométricos para la Cuenca y finalmente, en el Capítulo IV se realizan los balances hidrológico - hidráulicos correspondientes a los años de 1997 y 2010, de donde se desprenden las conclusiones mostradas en el Capítulo V.



# CAPÍTULO I

## Características de la zona de estudio.

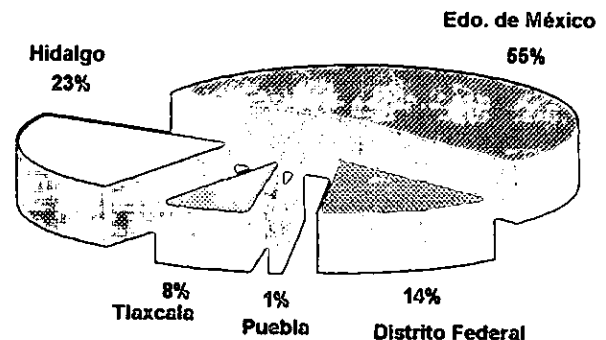
### 1.1.- Localización y área

Como se puede observar en el *Mapa 1.1- 1*, la Cuenca del Valle de México se encuentra localizada en el borde sur de la mesa central de la República Mexicana, entre los meridianos 98° 15' y 99° 30' y entre los paralelos 19° 00' y 20° 15'. Queda comprendida en el centro de una gran zona volcánica que atraviesa la República de oeste a este; su forma se asemeja a un rectángulo inclinado, con una longitud mayor de 120 km y una longitud menor de 80 kilómetros.

La Cuenca de Valle de México tiene una superficie aproximada de 9,600 km<sup>2</sup>, y en ella se encuentran cinco entidades federativas<sup>(1)</sup>:

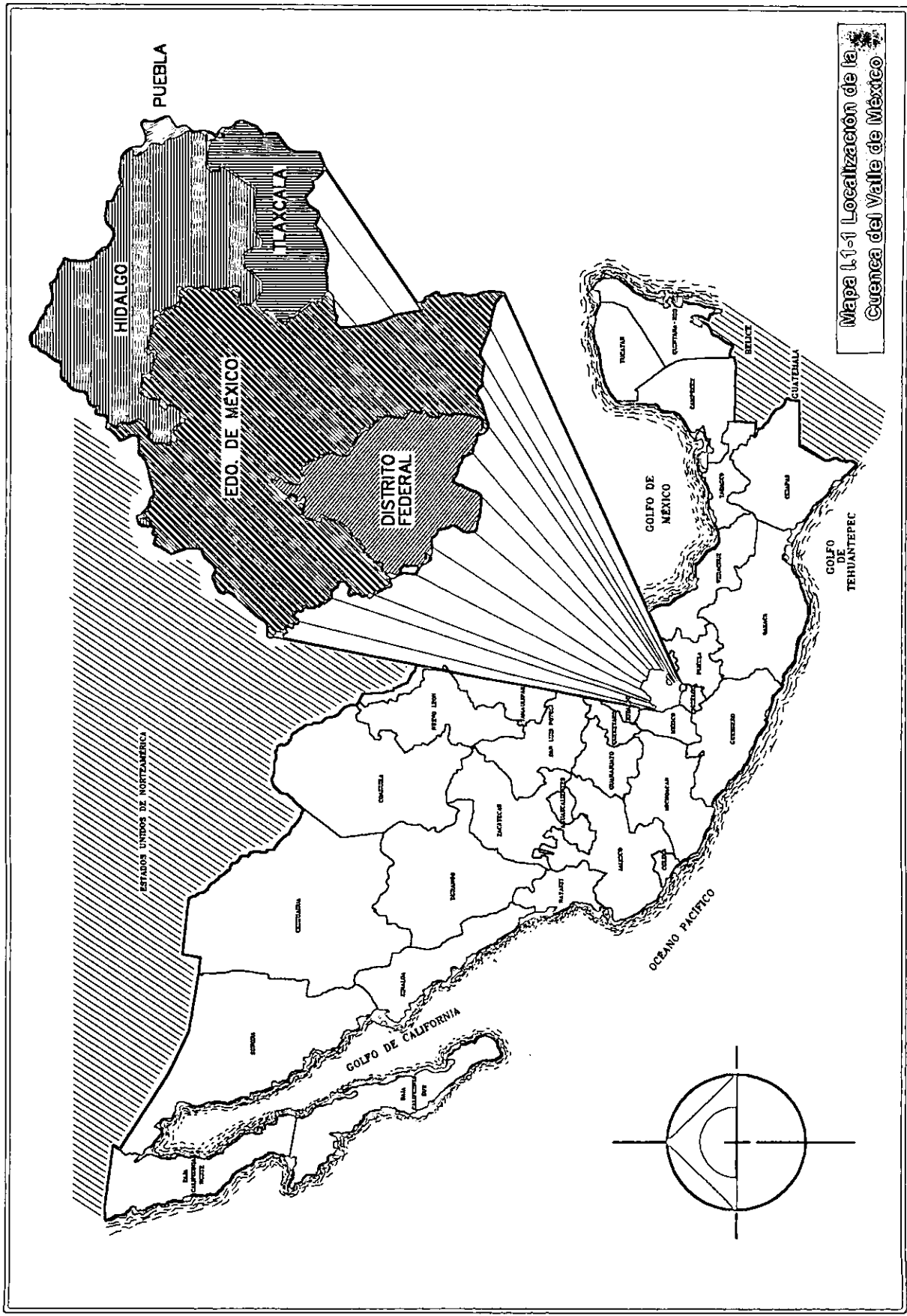
- 1.- **Distrito Federal.** Las 16 Delegaciones de esta entidad se encuentran en la Cuenca, ocupando un área de 1,365 km<sup>2</sup>.
- 2.- **Estado de México.** Este es el Estado que abarca una mayor área de la Cuenca, la cual incluye a 52 municipios de este Estado, sumando una superficie de 5,230 km<sup>2</sup>.
- 3.- **Estado de Hidalgo:** La Cuenca incluye 15 municipios de este Estado, teniendo una superficie de 2,209 km<sup>2</sup> dentro de la Cuenca.
- 4.- **Estado de Tlaxcala.** La Cuenca contiene cinco municipios de este Estado, los cuales suman un área de 726 km<sup>2</sup>.
- 5.- **Estado de Puebla.** El Estado de Puebla únicamente tiene un municipio dentro de la Cuenca, con un área de 64 km<sup>2</sup>.

En la *Figura 1.1-2*, se pueden apreciar los porcentajes correspondientes a cada entidad federativa dentro de la Cuenca, mientras que en el *Mapa 1.2- 3*, se pueden observar los municipios que conforman la Cuenca del Valle de México. La zona que se encuentra sombreada corresponde a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

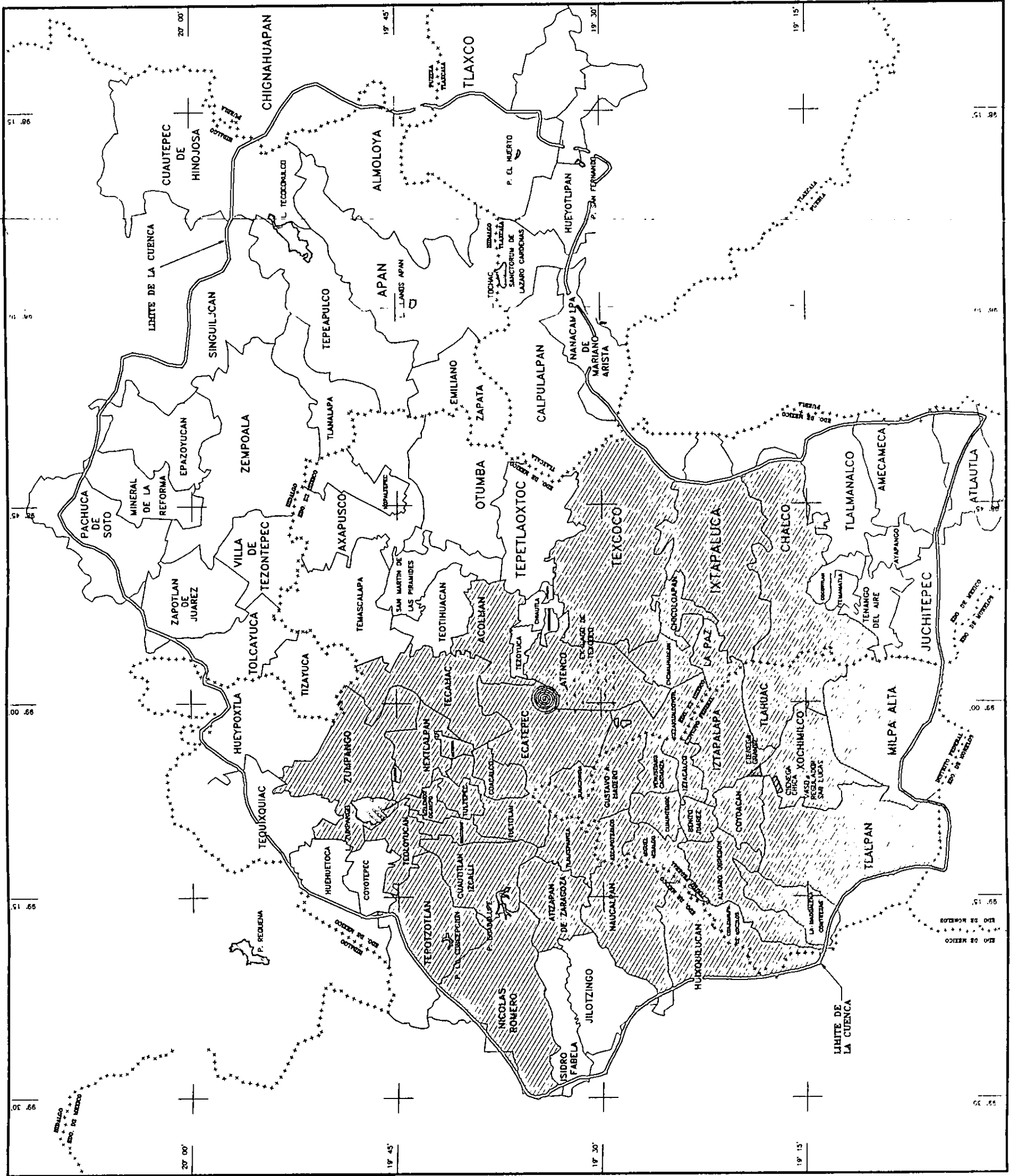
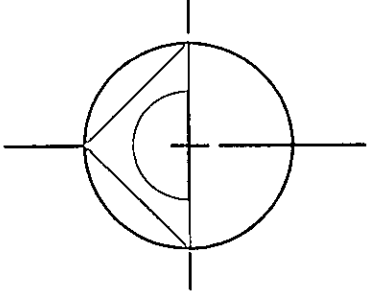


*Figura 1.1-2*  
Porcentaje dentro de la Cuenca de cada entidad federativa.

<sup>1</sup> CATIC, S.A. de C.V.; Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; Estudio para la cuantificación de los recursos Hidrológico - Hidráulicos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1997

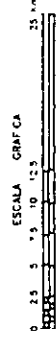


Mapa I.1-1 Localización de la Cuenca del Valle de México



POBLACION (1997) Y SUPERFICIES		
ENTIDAD	P. LACON (hab.)	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
DISTRITO FEDERAL (16 DELEGACIONES)	8'573,700	1,365
ESTADO DE MEXICO (28 MUNICIPIOS CONURBADOS)	8'620,999	2,915
ESTADO DE MEXICO (24 MUNICIPIOS NO CONURBADOS)	457,315	2,315
HIDALGO (15 MUNICIPIOS)	507,063	2,209
TLAXCALA (5 MUNICIPIOS)	80,128	726
PUEBLA (1 MUNICIPIO)	2,565	64
TOTALES CUENCA DEL VALLE DE MEXICO:	18'241,770	9,594

DELEGACIONES Y MUNICIPIOS CONURBADOS



**UNAM**  
FACULTAD DE INGENIERIA

BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO  
MAPA 1.3-3 MUNICIPIOS DENTRO DE LA CUENCA

MARZO 2000

CARRERA HERNANDEZ JAIME J.

## 1.2.- Aspectos climatológicos.

Debido a las grandes diferencias de relieve y altitud que se presentan en la Cuenca, existen grandes variaciones en el clima: templado húmedo en el sur, templado seco en el centro y norte, y nieves eternas en las cumbres de las montañas de la Sierra Nevada.

El 75% de la precipitación anual se concentra en los meses de junio a octubre con una media de 666 mm<sup>(2)</sup> y un volumen medio de 6,391.85 millones de m<sup>3(3)</sup>, presentándose la mayor precipitación en las serranías que limitan la Cuenca al poniente y sur-oriente. En las áreas boscosas se presentan los fenómenos de rocío y niebla, mientras que las nevadas ocurren en las montañas más altas de la Sierra Nevada y ocasionalmente, en el Ajusco. Las granizadas se encuentran relacionadas con la precipitación,

ocurriendo en las zonas con climas fríos, como es el caso de las zonas más altas en las sierras de las Cruces, Nevada y Chichinautzin o semifríos, como en los municipios de Tlalmanalco, Amecameca e Ixtapaluca en el Edo. de México, así como en Pachuca, Mineral de la Reforma, Epazoyucan y Singuilucan en el Edo de Hidalgo.

El clima de gran parte de la Cuenca es templado subhúmedo (Cw), mientras que al centro de la misma se presentan características semiáridas debido a la disminución de precipitación pluvial, por lo cual en esta región el clima es seco (BS)

En la planicie central de la Cuenca, la temperatura máxima es de 31.6°C, con una media anual de 15°C y una mínima de 4°C.

## 1.3.- Fisiografía.

Del área total de la Cuenca, solamente el 40% es llano, siendo accidentado del 60% del área restante, debido a los lomeríos y vertientes que la limitan. Como se puede observar en el *Mapa 1.3-4*, la Cuenca se encuentra bordeada por cadenas de montañas que no se interrumpen en ningún punto, por lo cual se trata de una cuenca de tipo endorreica, debido a que no tiene una salida natural de las aguas que caen en ella.

La planicie central de la Cuenca tiene una altitud que oscila entre los 2,240 msnm en el sur y los 2,390 msnm en el norte. Desde el punto de vista fisiográfico, la Cuenca del Valle de México se puede dividir en tres regiones<sup>(4)</sup>, como se puede observar en el *Mapa 1.3-5*.

**1.- Zona meridional.** Esta zona se encuentra limitada al oeste por la Sierra Nevada y la del río Frío, al oeste por la Sierra de las Cruces, al sur por la Sierra del Chichinautzin y al norte por las elevaciones de la sierra de Guadalupe, el Cerro de Chiconautla y la Sierra Patlachique. Destacan

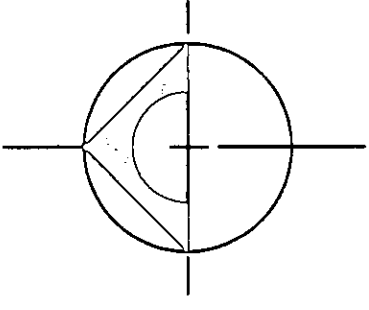
en la Sierra Nevada, por su elevación, los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, con 5,452 y 5,286 msnm respectivamente y los cerros Tláloc, Telapón y El Papayo, que sobrepasan los 3,500 metros de altitud, mientras que en la Sierra del Chichinautzin se encuentra el Pico del Águila, con una elevación de 3,952 msnm. En esta zona las lluvias son más abundantes que en cualquier otra parte de la Cuenca.

**2.- Zona Septentrional.** Esta zona representa en parte la continuación de la planicie meridional y se extiende hacia el norte hasta las estribaciones de la Sierra de Pachuca. Hacia el oeste y noroeste, múltiples elevaciones como las Sierras de Monte Alto y Tepotzotlán forman un parteaguas muy irregular. Esta zona se distingue por lluvias escasas y por una vegetación precaria; desagua de forma natural hacia el sur por el Río de las Avenidas de Pachuca al área baja y plana de Zumpango, que tiene casi la misma elevación que la planicie central de la zona meridional.

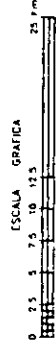
<sup>2</sup> Cfr Capítulo III

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> Mooser Federico, "Informe sobre la Geología de la cuenca del Valle de México y Zonas Colindantes", Secretaría de Recursos Hidráulicos, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, Febrero 1961.



PRINCIPALES ELEVACIONES	
V. Popocatepetl	5,452 msnm
V. Iztaccihuatl	5,286 msnm
Cerro El Mirador	4,000 msnm
Pico del Aguila	3,952 msnm
Cerro Tlaloc	3,887 msnm
El Telapón	3,830 msnm
El Papayo	3,625 msnm
V. Xitle	3,500 msnm
Cerro Chalco	3,100 msnm
Cerro Carco	3,046 msnm
Cerro Prieto	2,830 msnm
El Papayo	2,759 msnm
Chiconautla	2,550 msnm

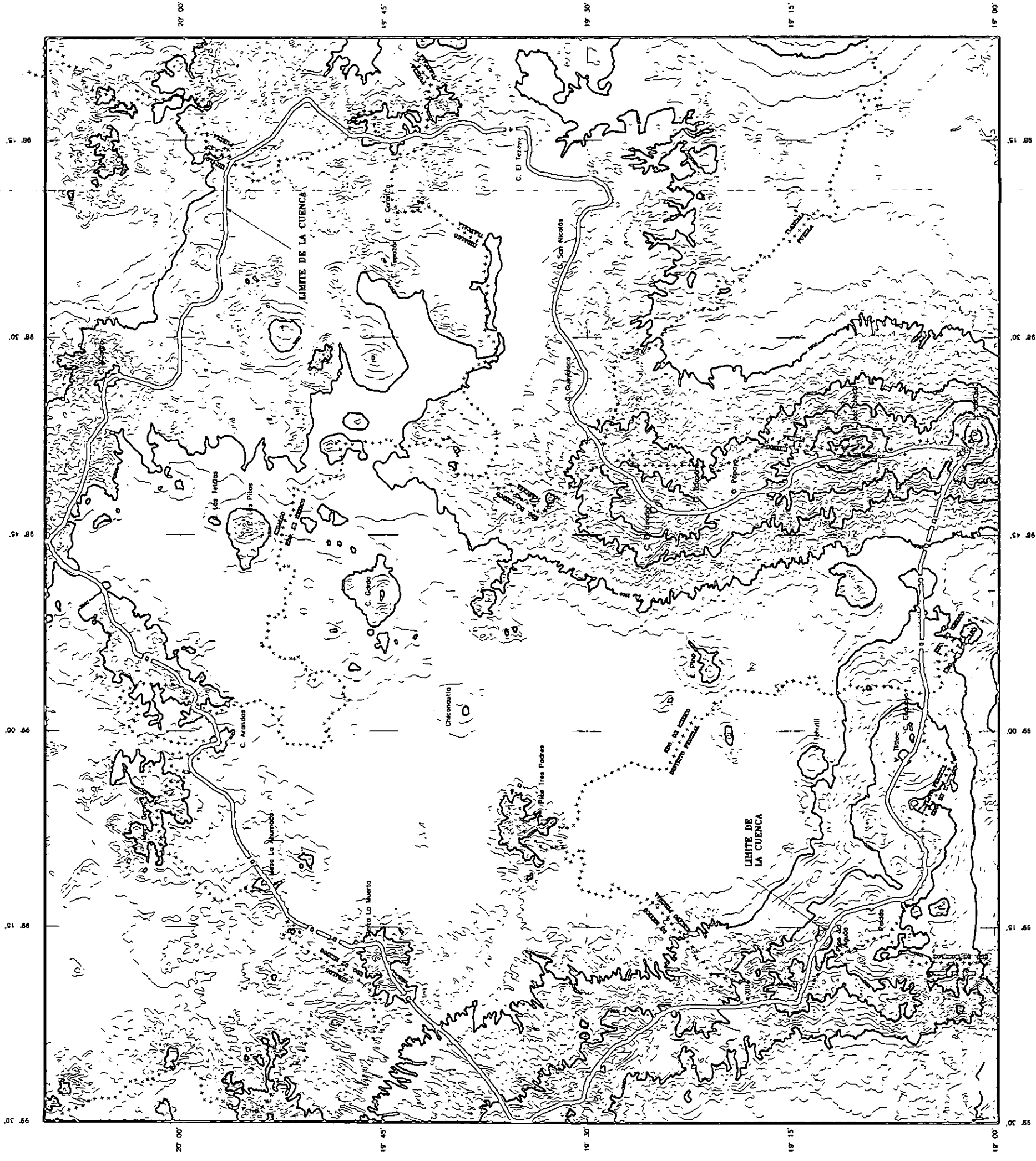


**UNAM**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO**  
**MAPA 1.3-4 TOPOGRAFÍA DE LA CUENCA**

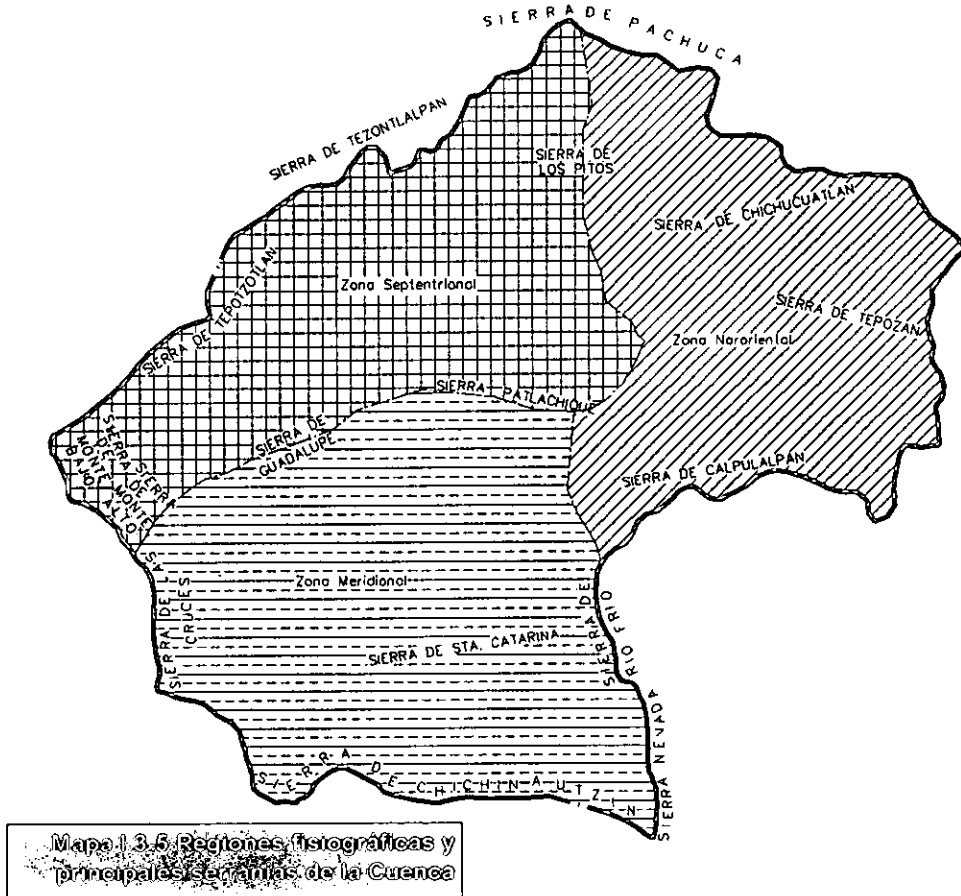
CARRERA HERNANDEZ JAIME J.

MARZO 2000



**3.- Zona Nororiental.** Esta es la zona con menor área de las tres, extendiéndose en una franja hacia el este, ocupando un espacio llano y extenso entre las cumbres de la Sierra de Pachuca

y de la Sierra de Río Frio. Esta zona carece de un drenaje bien definido y los arroyos se pierden en pequeñas cuencas cerradas; presenta un clima casi desértico.



#### 1.4.- Sistemas lacustres.

Los terrenos lacustres llegaron a tener una extensión estimada de 1,575 km<sup>2</sup> (Figura 1.4-6). Se alimentaban con el flujo de los manantiales y con el aporte de los ríos (400 millones de metros cúbicos al año), principalmente del Cuautitlán, originado en la sierra de Las Cruces; el de las Avenidas de Pachuca; el Magdalena, procedente del Ajusco, y los Tenango y Tlalmanalco, por el rumbo de los volcanes. Cada año se acumulaban las aguas formando un enorme lago, del que se separaban otros menores: Zumpango, Xaltocan, San Cristóbal, Chalco y Xochimilco, llegando a tener hasta 10 m de profundidad en la época de los Aztecas, pero cuyo volumen mermaba por la evaporación, la infiltración y la transpiración de

las plantas. Mientras el depósito de Chalco recibía aguas constantes procedentes de los deshielos de los volcanes nevados y el de Xochimilco se nutría de manantiales, el de Texcoco captaba corrientes de carácter torrencial.

La superficie del sistema lacustre ha venido decreciendo rápidamente desde 1524. En 1861 sólo quedaban 230 km<sup>2</sup>; y en 1891, 95 km<sup>2</sup>. En la actualidad, la superficie cubierta por el agua es de 13 km<sup>2</sup>, repartida entre los lagos de Texcoco y Zumpango, pues los de Chalco, Xaltocan y San Cristóbal, permanecen secos prácticamente todo el año, mientras Xochimilco se mantiene

artificialmente a base de canales. La desecación de los lagos se debe a los cambios climáticos en el área y a las obras ejecutadas por el hombre (drenaje de los lagos, bombeo del subsuelo, y deforestación de las sierras). Adicionalmente a

los terrenos de lagos en que hoy se asienta el Área Metropolitana de la Ciudad de México, en la parte nororiente de la Cuenca existen todavía restos lacustres en las zonas de Apan, Tecomulco y Tochac.



Figura I.4-6 La Cuenca Lacustre del Valle de México

### 1.5.- Corrientes superficiales.

Desde el punto de vista hidrográfico, la cuenca del Valle de México se localiza dentro de la región hidrológica No. 26, Alto Pánuco, según división realizada por la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos. Dentro de esta región hidrológica, se ubican dos subregiones: la cuenca alta corresponde a la Cuenca del Valle de México y la Cuenca del Río Tula, que abarca desde el límite norte de la cuenca del Valle de México hasta la confluencia de los ríos Tula y Moctezuma, en el estado de Hidalgo.

La Cuenca del Valle de México se encuentra dividida en once subregiones hidrológicas<sup>(5)</sup>, como se puede observar en el Mapa I.5-7.

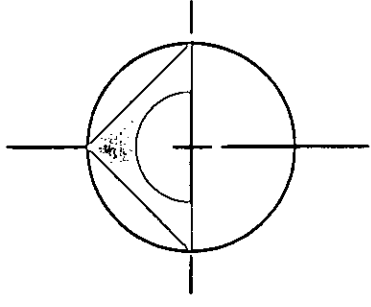
A continuación se da una breve descripción de cada una de estas zonas, así como una descripción de sus corrientes más importantes.

#### Zona I: Xochimilco.

Esta zona abarca las cuencas de los ríos que descienden de la sierra de Chichinautzin, la cual presenta formaciones basálticas de gran permeabilidad. Los principales ríos de esta zona son: San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura. Tiene una superficie aproximada de 522 km<sup>2</sup> y la longitud aproximada de las corrientes indicadas es de 46 km.<sup>(6)</sup>

<sup>5</sup> Boletín Hidrológico. Datos de la Cuenca del Valle de México. No. 50.

<sup>6</sup> DEMM Consultores; Comisión Nacional del Agua, GRAVAMEX, Diagnóstico de la Región XIII Valle de México; 1997.



- ZONA I XOCHIMILCO
- ZONA II CHURUBUSCO
- ZONA III CIUDAD DE MÉXICO
- ZONA IV CUAUTITLÁN
- ZONA V PACHUCA
- ZONA VI TEOHUACÁN
- ZONA VII TEXCOCO
- ZONA VIII CHALCO
- ZONA IX APAN
- ZONA X OCHAC
- ZONA XI TECOCOMULCO

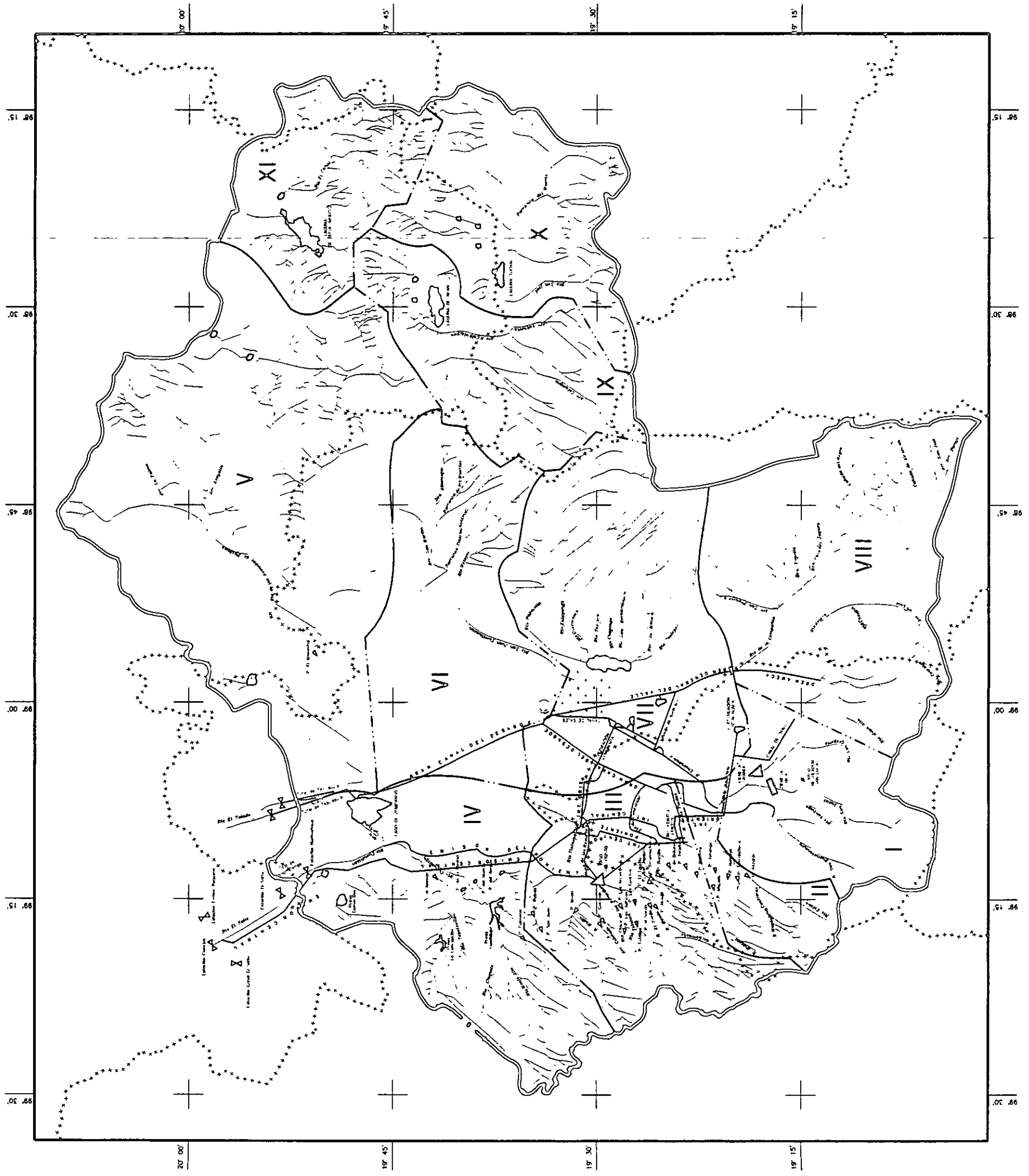


**UNAM**  
FACULTAD DE INGENIERIA

BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO  
MAPA 1.5-7 HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA

MARZO 2000

CARRERA HERNÁNDEZ JAIME J.





**Río San Buenaventura:** Esta corriente se origina en la serranía del Ajusco, precisamente en las faldas del volcán, donde la escorrentía incide en el terreno labrando cauces bien definidos que forman una red de tipo dentrítico, uniéndose finalmente en un solo torrente. El cauce principal, que recibe el nombre de arroyo La Cañada o Tepech tiene una longitud de 5.5 km desde su origen hasta su desembocadura, en el Canal Nacional el cual conduce sus aguas al río Churubusco; este cauce recibe por margen izquierda al arroyo Tetencuentla, siendo ambos los formadores del río San Buenaventura.

### **Zona II: Churubusco.**

Comprende principalmente las cuencas de los ríos Eslava, Magdalena, Barranca San Jerónimo, Anzaldo, Barranca Coyotes, Barranca Texcalatlaco, Barranca de Tetelpa, Barranca de Guadalupe, Barranca del Muerto, Tarango y Mixcoac. Debido a las características topográficas y morfológicas de los suelos en que se localizan, los cauces son estables, el régimen de la mayoría de estas corrientes es intermitente, sobre todo en su parte alta, ya que hacia aguas abajo, las descargas de aguas residuales las han convertido en corrientes perennes, principalmente los ríos Mixcoac, Magdalena y Eslava. Esta zona cubre una extensión de 234 km<sup>2</sup> y la longitud de sus corrientes principales es de 28 km.

**Río Magdalena:** Se origina en la vertiente Oriental de la Sierra del Ajusco específicamente en el cerro La Palma, a una altitud del orden de los 3700 msnm. En sus orígenes se conoce con el nombre de Cieneguilla, sigue una dirección al Noreste y pasa a la altura del segundo Dinamo donde recibe, por la margen izquierda, el arroyo Las Ventanas y adelante, por la derecha, el Sahuayo; a partir de donde se le conoce ya como el río Magdalena; aguas abajo, pasa por el poblado de San Nicolás Totolapan, donde confluye con el río Eslava; río abajo la corriente se une con el río Mixcoac, para dar origen al río Churubusco, cuyo cauce se encuentra entubado en esta parte. La cuenca del río Magdalena presenta fuertes pendientes y cubierta vegetal abundante, aunado a la afloración de algunos manantiales, lo que determina que su régimen hidráulico sea de importancia.

**Río Eslava:** Esta corriente tiene su origen en las estribaciones de la Sierra del Ajusco, en su vertiente Oriental. Se forma con la unión de una serie de arroyos, entre los que destacan el Chichicarpa, Puente Volado y Extlahuatango, que con dirección general al Noreste,

descienden de las cañadas de Atzuma y Caballocalco entre otras. Descarga sus aguas al río Magdalena, a la altura de San Nicolás Totolapan. En la cuenca de estas corrientes existen una serie de manantiales, que le dan al flujo, una característica de régimen perenne.

### **Zona III. Ciudad de México.**

Ésta se constituye por las cuencas de los ríos Becerra, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín, Tomillo, Hondo, Sordo, Barranca los Cuartos, Totolica, Chico de los Remedios, San Mateo Nopala, Barranca Tepaxtlaxco, Río de los Remedios, Tlalnepantla y San Javier. Incluye gran parte del área urbanizada de la Ciudad de México y los ríos que bajan hacia ella desde el poniente de la Cuenca. La gran mayoría de las corrientes son intermitentes, salvo los ríos Tacubaya, San Joaquín, Hondo y Tlalnepantla, los cuales tienen escurrimientos perennes. Esta zona cubre una extensión de 725 km<sup>2</sup> y la longitud de las corrientes principales es de 57.5 km.

**Río Tlalnepantla:** Tiene su origen en los escurrimientos que descienden de la vertiente oriental de la Sierra de Monte Alto. La corriente colectora tiene una dirección inicial Sur-Norte y aguas abajo cambia al Noreste, cerca del poblado San Luis Ayucan. En su recorrido recibe por ambas márgenes una serie de corrientes, entre las que destacan los arroyos Alameda, Madín, Córdoba, Chiluca y el río Tepatlaxco. Aguas abajo del arroyo Madín se construyó la presa Madín, para abastecimiento de agua potable y control de avenidas. Después de la presa el río Tlalnepantla se encuentra rectificado y escurre en la zona urbana de Tlalnepantla. Finalmente se incorpora al Emisor del Poniente, pero sigue también descargando al río de los Remedios o Desviación Combinada.

**Río Hondo:** El río Hondo o de Los Remedios tiene su origen en la Sierra de las Cruces, en una zona de topografía accidentada y cubierto de zona boscosa. Se inicia propiamente con la unión de varias corrientes, entre las que destacan el arroyo Agua Blanca, el Huixquilucan y el río Borracho. Estos formadores siguen una dirección general al noreste hasta formar el río Hondo. Este sigue el mismo curso, recibe por su margen izquierda los excedentes de los ríos Sordo, los Cuartos y Totolica. Más adelante, por su margen derecha, llegan las aguas del Canal El Tomillo, a partir de donde escurre por el cauce artificial llamado Río de los Remedios. Actualmente descarga al vaso regulador El Cristo, habiendo recibido los volúmenes del

Interceptor del Poniente a la altura del cruce con la autopista México - Querétaro. En su cuenca se localizan un gran número de manantiales, entre los que se encuentran los de Leones y Ajolotes, que se aprovechan para abastecimiento de agua potable.

#### **Zona IV. Cuautitlán.**

Esta zona abarca las cuencas de los ríos Tepozotlán y Cuautitlán, que se originan en el noroeste de la subregión Valle de México. Se trata de corrientes con escurrimientos perennes. En esta zona se ubican las estaciones hidrométricas Huehuetoca, que se localiza a la entrada del Tajo del tajo de Nochistongo, Tajo de Tequixquiac, ubicada a la salida del túnel viejo de Tequixquiac y Túnel Nuevo de Tequixquiac, ubicada en la salida de dicho túnel. Esta zona tiene una extensión aproximada de 972 km<sup>2</sup> y la longitud de corrientes principales es de 60 km.

**Río Cuautitlán:** El río Cuautitlán es la principal corriente de la cuenca del Valle de México. Su origen se remonta a las corrientes que descienden de las Sierras de Monte Alto y Monte Bajo, entre las que destacan el arroyo La Colmena, el río Monte Alto, el río San Pedro y el río Chiquito; todos estos descargan sus aguas en la presa Guadalupe, cuya capacidad es de 66.2 millones de m<sup>3</sup>. Aguas abajo de la cortina, el río Cuautitlán escurre con dirección al Nor-Noreste y, en esta parte, su cauce se rectificó para atravesar por terrenos dedicados a la agricultura. A la altura del poblado de Santa Bárbara, Edo. de México, recibe por la margen izquierda, a su afluente más importante que es el río Tepozotlán.

#### **Zona V. Pachuca.**

Esta zona comprende prácticamente la cuenca del río Las Avenidas de Pachuca, que tiene una superficie de 2087 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce principal de 122.5 km

**Río de las Avenidas de Pachuca:** Esta es una de las corrientes con mayor área drenada en el Valle de México. Su origen se encuentra en las estribaciones de los cerros Ventana y Laurel y de la Sierra de Tezontlalpan. En su inicio se le denomina arroyo Cerezo y tiene aportaciones de manantiales provenientes de acuíferos epifreáticos, como los de Agua Salada y San Vicente; en este tramo escurre con dirección sur para pasar a la Ciudad de Pachuca, donde su cauce está rectificado. A la salida de la ciudad, escurre por terrenos de topografía plana dedicados a la agricultura y adelante, por la margen izquierda recibe dos afluentes: el arroyo

La Palma y el río Azoyotla. Aguas abajo cambia su rumbo al Suroeste recibiendo por la misma margen a su principal afluente, el río Papalotle. Más adelante se localiza el sitio de la presa El Manantial, para después pasar por Tizayuca Hidalgo, antes de descargar a la laguna de Zumpango.

#### **Zona VI. Teotihuacán.**

Esta zona corresponde a la cuenca del río San Juan Teotihuacán. Tiene una extensión de 930 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal de 39.1 km.

**Río San Juan Teotihuacán:** Tiene origen en la unión de los arroyos San Martín, Barranca de Atlamajac y Barranca de Tlalchichimitl, corrientes que descienden de los cerros Grandes, Cuello y Jagüey desde una altitud del orden de los 3,000 msnm. Su dirección inicial es al Nor-Noroeste, donde pasa por San Juan Teotihuacán, Méx.; aguas abajo recibe por la margen izquierda su principal afluente que es el río Metepec y a partir de esta confluencia cambia su curso al Sur-Suroeste para penetrar en una zona de topografía plana, donde se asientan las poblaciones de Atlatongo, San Bartolo, Acolman y Tepexpan, encontrándose su cauce en este tramo rectificado. Finalmente el río descarga sus aguas en la zona del ex-vaso de Texcoco, a la altura de la población de Nexquiapayac, Méx.; las zonas alta y media de su cuenca son permeables debido a que carecen de cubierta vegetal y por el predominio superficial de basaltos fracturados y rellenos arenosos.

#### **Zona VII. Texcoco.**

En esta zona se incluyen los ríos que desembocan en el lago de Texcoco por el oriente, los cuales son: Papalotla, Xalapango, Coxacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica, Tlalmimilopan y Coatepec. Sus principales corrientes conducen las aguas residuales de la Ciudad de México y su área conurbada. Tiene una superficie de 1,146 km<sup>2</sup> y una longitud de corrientes principales de 47.8 km.

**San Bernardino:** Tiene su origen en el pico de Texaltepec que forma parte del cerro Tláloc, desde donde desciende con dirección general al Noroeste desde una altura de 3,300 msnm. Su cuenca alta se caracteriza por lo accidentado del terreno y por su cubierta vegetal a base de bosques de pino y oyameles, que favorecen a que ésta sea relativamente impermeable. Su cuenca media, al igual que la de los ríos

Chapingo y Santa Mónica, está constituida por abanicos de la formación Tarango inferior con escasa vegetación y permeabilidad media. En su cuenca baja recibe en su margen derecha al río Olipantla en las cercanías de la población de Huexotla, en cuyas inmediaciones descarga al río Chapingo.

**Río Santa Mónica:** Es una pequeña corriente que tiene su origen en las faldas del cerro Tláloc, en el pico de Texaltepec, a una altura del orden de los 3,300 msnm. En los primeros tres km escurre rumbo al sur, para posteriormente virar al Nor-noreste, donde se le conoce como Cañada de Agua. Su parte alta se caracteriza por escurrir a través de terrenos abruptos, con cubierta boscosa. Aguas abajo, escurre por terrenos dedicados a la agricultura y pasa por la población de San Miguel Coatlinchán, México, donde se le conoce como río Santa Mónica. Más adelante pasa por la ranchería de Santa Mónica y cruza la carretera que comunica la población de los Reyes la Paz Texcoco para finalmente descargar en la zona del ex-vaso de Texcoco.

**Río Chapingo:** Tiene su origen en una serie de torrentes que en dirección Norte bajan de los cerros Tearco y Tecorral, desde una altitud del orden de los 3,500 msnm, que pertenecen a la Sierra de Quetzaltepec. Las corrientes se unen a la cañada de Carcas, en donde forman el arroyo Tepetlaya, el cual sigue una dirección a Noroeste para recibir un pequeño afluente en su margen derecha de nombre arroyo Almeya; a partir de este punto corrige su rumbo al Oeste y se le conoce como Chapingo, el que pasa al Sur de la población de Tequexquináhuac, Edo. de México y más adelante por San Luis Huexotla y San Mateo Huexotla. Río abajo cruza la carretera federal México - Texcoco, penetrando a continuación por una zona dedicada a la agricultura para finalmente descargar a la zona del ex-vaso de Texcoco.

**Zona VIII. Chalco.** Esta zona se localiza en la porción sur-oriente de la cuenca y comprende los ríos Milpa Alta, Amecameca, Barranca Juchitepec, así como el río de la Compañía y sus afluentes (San Francisco, Arroyo Santo Domingo, Barrancas Popotla y Paso del Jagüey). Cubre una extensión de 1,124 km<sup>2</sup> y la longitud de los principales cauces de 90 km.

**Río Ameca:** Se origina en las corrientes que bajan de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl, entre las que se encuentran los arroyos El Paraje, San José Corratilla y la Cañada de Alcalican. Éstos descienden hacia el

Noroeste para confluir con el arroyo Panohaya en las cercanías de la población con este nombre. Sigue una dirección al Noroeste para pasar por San Mateo Tepolula y Tenango del aire a partir de donde cambia su rumbo al Norte y cruza por Tenalmatla, para finalmente comunicarse a la red de canales de la zona de Mixquic.

**Río San Francisco:** Es uno de los principales afluentes del río de la Compañía y su origen se remonta a las estribaciones de los cerros Telapón y Llano Xóchitl, al Noroeste de Río Frío, México. En su formación intervienen una serie de arroyos, entre los que destacan: las Jícaras, El Capulín y Santa Cruz. Estos confluyen a la altura de San Francisco Acuatla, México, a partir de donde se le denomina con este nombre y escurre hacia el sur, a través de terrenos planos dedicados a la agricultura y pasa al oriente de Ixtapaluca, Edo. de México, cruza la autopista México-Puebla, descargando sus aguas al río de la Compañía a la altura del sitio conocido como puente Colorado, en la parte Norte de Chalco, México.

**Río de la Compañía:** Es uno de los principales ríos del Oriente de la cuenca del Valle de México. Su origen se remonta a las estribaciones del flanco occidental del Volcán Iztaccihuatl y en esta parte, donde se le denomina Cañada del Negro, su rumbo es al Oeste, hasta la altura de las poblaciones de Tlalmanalco y San Mateo Tezoquiapan, México, donde recibe varias corrientes provenientes de los deshielos del volcán, entre las que se encuentra el arroyo Tlalmanalco. Aguas abajo cambia de dirección al Noreste, para escurrir por terrenos dedicados a la agricultura; pasa por San Lucas Amalinalco, México, donde su cauce rectificado recibe por la margen derecha una serie de arroyos entre los que destacan el de Miraflores y el río San Francisco. Río abajo pasa por la población de Ayotla y descarga al canal del mismo nombre; éste último pasa por el puerto de San Isidro, entre los cerros El Pino y Santa Catarina, para descargar sus aguas a la zona del ex-vaso de Texcoco.

**Río Milpa Alta:** Es una pequeña corriente generada de los escurrimientos que descienden desde alturas del orden de 3600 msnm., por el flanco Norte del accidente orográfico conocido como Sierra de Chichinautzin. Su curso medio es el Noreste, donde recibe, por su margen derecha, la aportación de una serie de arroyos, dentro de los que destaca el Zacatlaco. Aguas abajo pasa por Milpa Alta, D.F. y adelante

bordea las estribaciones del volcán Teuhtli; para descargar sus aguas en la zona de canales que conforman lo que antiguamente fue la Laguna de Mixquic. Su cuenca se desarrolla dentro de la zona de lavas y conos cineríticos, donde también predominan los basaltos; esto origina que los suelos sean de gran permeabilidad, de ahí el escaso escurrimiento de la corriente.

#### **Zona IX. Apan.**

Se localiza en la porción oriental del Valle de México y comprende las cuencas del río Tizar y el Arroyo Calpulalpan, corrientes que presentan escurrimientos únicamente en épocas de lluvias, por lo cual tienen un régimen intermitente. La superficie de esta zona es de 637 km<sup>2</sup>, con 39 km de corrientes principales.

#### **Zona X. Tochac.**

Esta zona comprende el conjunto de ríos y arroyos que alimentan a la Laguna de Tochac. Las principales corrientes de la zona son: El río San Jorge, el río San Miguel y la Barranca del Muerto, que son corrientes de carácter intermitente. La superficie de esta zona es de aproximadamente 690 km<sup>2</sup> y la longitud de las corrientes principales de 25 km.

#### **Zona XI. Tecocomulco.**

Comprende los arroyos que alimentan a la Laguna de Tecocomulco; arroyos de tipo efímero e intermitente, ya que solo presentan escurrimientos en época de lluvias y en algunos casos, sólo después de fuertes lluvias. Esta zona tiene un área de 533 km<sup>2</sup>, con una longitud de cauces de 7 km.

### 1.6.- Geohidrología

Dentro de la cuenca existe un enorme sistema de flujo regional, en el cual las montañas se encuentran vinculadas internamente con el relleno del valle. Los macizos montañosos funcionan como receptores de recarga natural que transmiten el flujo infiltrado hacia las partes bajas de la cuenca.

La principal fuente de recarga natural de los acuíferos de la Cuenca del Valle de México es la precipitación pluvial. Otro tipo de recarga no natural es la derivada de las fugas en la red de distribución de agua potable y drenaje. Las superficies de recarga de mayor importancia se sitúan en las sierras que se localizan hacia el oriente y el sur del valle, por existir en estas áreas las condiciones adecuadas para la infiltración; un denso fracturamiento con derrames lávicos alterados, afloramientos de piroclásticos gruesos, y una precipitación pluvial de más de 1000 mm al año. De una porción menor es la recarga originada en la parte occidental de la cuenca, en la que los arroyos

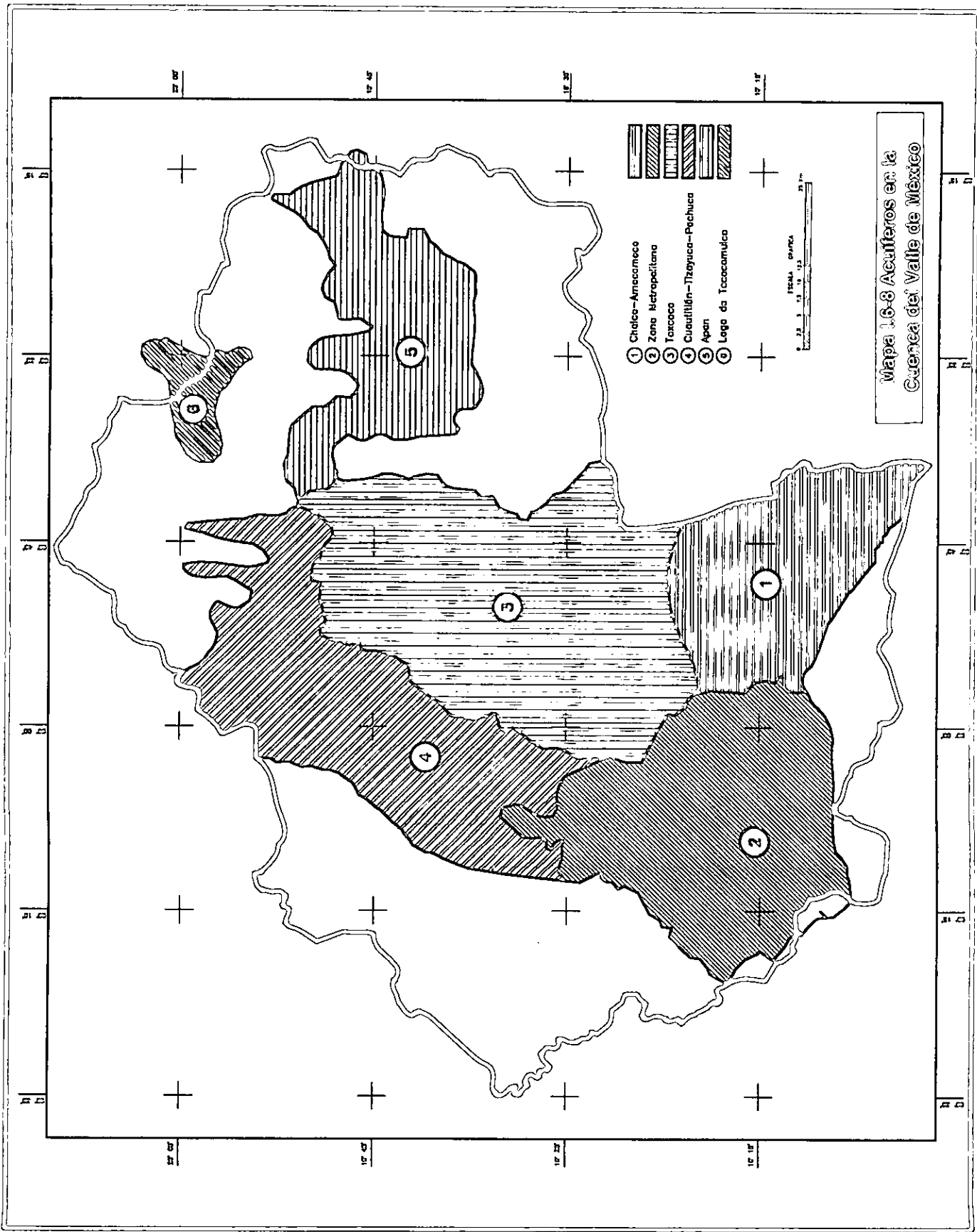
transitorios alimentan a los abanicos aluviales y piroclásticos de la formación Tarango.

Posiblemente en el sistema de flujo regional se han formado subsistemas independientes o ligeramente conectados entre sí. En el centro del valle parece haber dos subsistemas. El primero, conformado por la parte superior del relleno (primeras decenas de metros), es alimentado por las fugas de las redes hidráulicas y la infiltración de escurrimiento local, siendo éstas importantes aportaciones, pues mantienen el nivel freático somero a pesar de la sobreexplotación, y es descargado por evapotranspiración y bombeo de pozos con poca profundidad. El otro subsistema es el que se encuentra compuesto por el aluvión ubicado bajo los depósitos lacustres, fuente explotada por la mayor parte de pozos que abastecen a la ciudad y que capta la recarga originada en las zonas altas de la cuenca; sus niveles han sido abatidos marcadamente por la sobreexplotación.

#### **1.6.1.- Acuíferos de la Cuenca del Valle de México**

La cuenca del Valle de México se puede dividir para su estudio en seis subsistemas de acuíferos, como puede observarse en el *Mapa 1.6-8*. Los acuíferos mencionados son: Zona Metropolitana, Chalco-Amecameca, Cuahtitlán-Tizayuca-Pachuca, Texcoco, Apan y Lago de Tecocomulco.

**1.- Zona Metropolitana.** En la zona de la Ciudad de México la recarga se presenta en el área del Ajusco, la Sierra de Guadalupe y la sierra Chichinautzin. Se trata de un acuífero semiconfinado, con un área de recarga de 1,825 km<sup>2</sup>, se encuentra en una condición



- 1 Chalco-Amescameco
- 2 Zona Metropolitana
- 3 Texcoco
- 4 Cuautitlán-Tizayuca-Pachuca
- 5 Apan
- 6 Lago de Texcocomulco

Mapa 1.6-8 Acuíferos en la Cuenca del Valle de México

geohidrológica de sobreexplotación. Los mayores abatimientos en este acuífero se presentan en la franja ubicada entre el Cerro de la Estrella y Tlalpan (-45 m), mientras que los menores se encuentran en el centro (-10 m) La recarga en este acuífero es de 224 millones de m<sup>3</sup>/año.<sup>(7)</sup>

**2.- Chalco-Amecameca.** Para este subsistema la recarga se genera de sur a norte. Se trata de un acuífero semiconfinado, con un área de recarga de 1,400 km<sup>2</sup>. Este acuífero se encuentra en una condición geohidrológica de sobreexplotación, con una recarga de 88 millones de m<sup>3</sup>/año. Sus niveles de abatimiento máximos son de -25 m contra -5 m de valor mínimo<sup>(8)</sup>.

**3.- Cuautitlán-Tizayuca-Pachuca.** La recarga de este acuífero tiene una dirección de oeste a este. También recibe recarga en menor proporción de la laguna de Zumpango. Para Ecatepec y Coacalco su recarga llega de las inmediaciones del Cerro del Tlayote y Chiconautla. Por Pachuca, la recarga del acuífero se genera al noroeste en la Sierra de Tezontlalpan. El área de recarga del acuífero es de 1,600 km<sup>2</sup>, tratándose de un acuífero semiconfinado. Los abatimientos máximos de este acuífero se ubican al en la zona de Cuautitlán, Tultitlán, Tepozotlán y Tizayuca (-40 a -50 m), mientras que en Ecatepec y Coacalco los niveles oscilan entre -35 y -45 metros. Cerca de Zumpango y Tizayuca los abatimientos son

de -20 metros. La recarga de este acuífero es de 350.05 millones de m<sup>3</sup>/año<sup>(9)</sup>.

**4.- Texcoco.** La recarga de este acuífero viene de la Sierra Nevada con trayectoria este-oeste y un flujo del Lago de Texcoco. El área de recarga del acuífero es de 1,200 km<sup>2</sup>, y se trata de un acuífero semiconfinado, con una recarga de 49.89 millones de m<sup>3</sup>/año. Sus abatimientos son de -30 metros<sup>(10)</sup>.

**5.- Apan.** Para el acuífero de Apan la recarga proviene de las infiltraciones en las sierras de Calpulalpan, Tepozotlán y Chichicauhtla. Para la zona de Ciudad Sahagún, la dirección de la recarga es sureste-noroeste, asimismo en el área de Otumba - Teotihuacán sigue una trayectoria de este a oeste. Se trata de un acuífero semiconfinado con una recarga de 100 millones de m<sup>3</sup>/año respectivamente. En este acuífero se presentan abatimientos bajos (-3 a -1 metros) al suroeste de Apan<sup>(11)</sup>.

**6.- Lago de Tecocomulco.** Su recarga es en dirección noreste-sureste, proviene de la sierra de Tepozán hacia Tepeapulco. Es un acuífero semiconfinado, la recarga es de 14 millones de m<sup>3</sup>/año, con abatimientos muy bajos<sup>(12)</sup>.

## 1.7.- Geología.

### 1.7.1.- Orogénesis.

El gran número de volcanes y depósitos volcánicos de la Cuenca del Valle de México se encuentra dividido en tres grupos distintos, cada uno separado del otro por un período de erosión generalmente bien marcado, así como por su

orden de aparición y posición estratigráfica; dichos grupos son:

- 1.- Depósitos del terciario medio.
- 2.- Depósitos del terciario superior.
- 3.- Depósitos del cuaternario.

#### 1.7.1.1.- Depósitos del terciario medio.

El terciario medio comprende al lapso de tiempo transcurrido desde el Oligoceno medio hasta fines del Mioceno, y cubre aproximadamente

unos 22 millones de años. Las plantas fósiles del Mio-Plioceno, encontradas dentro de las tobas

<sup>7</sup>; DEMM Consultores, CNA; Diagnóstico Región XIII Valle de México México, 1997.

<sup>8</sup> *Ibidem.*

<sup>9</sup> *Ibidem.*

<sup>10</sup> *Ibidem.*

<sup>11</sup> *Ibidem.*

<sup>12</sup> *Ibidem.*

riolíticas en los alrededores de Pachuca y Real del Monte, constituyen la evidencia necesaria para asignar a los depósitos que cubren a las formaciones del terciario medio una edad correspondiente al Mioceno superior o Plioceno inferior.

Entre los depósitos de este periodo geológico, se observan restos de enormes volcanes estratificados, corrientes de lavas, tobas, brechas y depósitos laháricos, siendo atravesado todo este conjunto por chimeneas volcánicas y diques. Un rasgo característico de este grupo es el hecho de que no se haya conservado ninguna formación volcánica mayor, ya que se encuentra todo destruido y arrasado; en resumen, se trata de una formación volcánica en la que es difícil o imposible el establecer diferencias estratigráficas, debido a que no se presentan horizontes típicos persistentes. El contenido petrográfico de la formación es muy variable,

presentando distintos tipos de roca, como basaltos, andesitas basálticas, andesitas francas con anfíbolos y piroxenas, dacitas, latitas y riolitas. La Sierra de Xochitepec, que se halla al oeste de Xochimilco y al pie del Ajusco, se compone totalmente de depósitos típicos del terciario medio. Federico Mooser<sup>(13)</sup> asignó a todos los depósitos similares, comprendidos entre el Oligoceno Superior y fines del Mioceno, situados al sur de la Cuenca, la denominación "Serie Volcánica Xochitepec". En la parte inferior de las sierras que limitan la Cuenca de México al este, al oeste y al norte, así como también en las bases de las Sierras de Guadalupe y de Tepetzotlán, aparecen afloramientos de esta formación. La serie Xochitepec, por su avanzada edad, aparece a menudo fracturada, alterada y parcialmente caolinizada, debido a la actividad hidrotermal desarrollada en la proximidad de las chimeneas volcánicas. Es en esta formación en la que se encuentran los yacimientos metalíferos de Pachuca.

#### 1.7.1.2.- Depósitos del Terciario Superior.

Al Terciario Superior, o Plioceno, se le asigna normalmente un lapso de nueve millones de años. Tanto en la región de Pachuca como en la zona de la Sierra de Guadalupe, más al sur, parece iniciarse, después de los periodos de inactividad volcánica, un ciclo nuevo de vulcanismo y fallamiento. Con la emisión de extensas masas de lavas ácidas, dacíticas y riolíticas, se formaron las bases del grupo pliocénico; sus gruesas capas de lavas, hoy en día situadas en las cimas de las sierras, protegen de la erosión a los complejos subyacentes del Terciario Medio. En la región de Pachuca, a estas lavas se les denomina serie Zumate; en la Sierra de Guadalupe, se les dio el nombre de serie dacítica Chiquihuite y forman cuerpos de lavas que descendieron de conos importantes, (como la Sierra de Guadalupe) y escurrieron por anchos valles. Algo posteriores a las series dacíticas Zumate y Chiquihuite, aparece la serie andesítica Tláloc -Telapón en la Sierra Nevada y la serie andesítica de la Sierra de las Cruces, con sus grandes extensiones de lavas que cubren las elevaciones al este y al oeste de la Cuenca de México. Los volcanes por los que salieron estas lavas, son aún identificables, en parte, como conos amplios bastante erosionados; entre ellos figuran el Tláloc y el Telapón en la Sierra Nevada, el Cerro de San Miguel y el Nihangón en

la Sierra de las Cruces; en otras partes los conos ya desaparecieron por erosión.

Superpuestas a estas series, se encuentran las lavas de las series andesíticas antiguas del Iztaccíhuatl y del Ajusco, que cubren las partes meridionales de la Sierra Nevada y de la Sierra de las Cruces, formando, en la primera, complejos como El Ventorrillo y los pies del Iztaccíhuatl y en la segunda, el Ajusco, con andesitas de anfíbola.

En el grupo pliocénico, aparecen los restos claramente reconocibles de volcanes estratificados, compuestos de andesitas oscuras con piroxena y olivina que representan la serie andesítica Santa Isabel-Peñón, denominada así por constituir los cerros en el sureste de la Sierra de Guadalupe y el Peñón de los Baños. Pertenecen a esta serie los complejos volcánicos erosionados del Cerro del Tigre, cerca de Atizapán de Zaragoza y las prominencias al noreste de Texcoco. El gran cono complejo de la Sierra de Tepetzotlán pertenece también al Plioceno Superior, lo mismo que la Sierra de los Pitos, situada al noreste de Tizayuca y el cerro del Sincoque, al oeste de Huehuetoca.

Mientras continuaba la actividad de los aparatos volcánicos mencionados anteriormente,

<sup>13</sup> Mooser F., *Op Cit.*

parece haberse desarrollado un vulcanismo en la mitad septentrional de la Cuenca, en donde las andesitas basálticas formaron extensos complejos al final del Plioceno Superior, interrumpiendo desde entonces cualquier conexión que pudiera haber existido con el norte (Zimapán y Tula) y el oeste, (Cabeceras del Río Lerma). La mesa de las Humaredas, al norte de Huehuetoca, se formó en este tiempo, así como varias otras elevaciones extensas al norte de Zumpango y Tizayuca.

La toba de los remedios constituye la formación Tarango Inferior, siendo la característica litológica que más resalta en ella el estado caótico en el cual aparecen depositadas las series piroclásticas, donde fragmentos angulares grandes y chicos de andesitas y pómez se encuentran ligeramente cementados en una matriz de vidrio volcánico color rosa, a menudo algo alterada; abundan también los horizontes de suelos derivados de la alteración de las cenizas en la parte superior de cada cuerpo. Los depósitos que forman capas casi horizontales y

### 1.7.1.3.- Depósitos del Cuaternario.

Las condiciones climáticas del Pleistoceno, caracterizadas por el dominio del frío y la humedad, así como de la formación de glaciares en las grandes alturas, dieron un marcado sello a los últimos acontecimientos que modelaron la Cuenca del Valle de México, al causar una intensa erosión, continuamente renovada. Las lluvias y los deshielos formaron grandes arroyos y torrenteras, que al aplicar su acción en los depósitos poco resistentes de la formación Tarango inferior, los socavaron en algunas partes, con lo cual se formaron grandes barrancas. Así se constituyeron dos sistemas principales de valles que se extendían hacia el sur, desaguando en el Alto Amacuzac; uno sobre el costado oriental y el otro sobre el occidental de la Sierra del Tepozteco. El primero y mayor de estos sistemas, con cabeceras en Zumpango y Pachuca, pasaba al pie oriental de la Sierra de Guadalupe, donde destruyó los abanicos eluviales y continuaba su curso hacia el sur por debajo del actual Xochimilco, hasta alcanzar la región de Cuernavaca por un cañón cubierto hoy en día con lavas basálticas. Un valle profundo adventicio de este sistema, tuvo seguramente su cabecera en la Sierra de Guadalupe, por la región de Cuautepec, y continuaba con rumbo al sur, hacia la región de Xochimilco, bajo el espacio ocupado hoy por la Ciudad de México. El otro sistema fluvial recorría el pie occidental de la Sierra Nevada; pasaba por debajo de Chalco y

de espesor muy variable se originaron en las fallas que recorren el pie de los pilares. En analogía a los grandes depósitos de avalanchas ardientes que se extienden al pie de la Sierra de las Cruces, existen otros idénticos en el de la Sierra Nevada, por lo que también se identifican como formación Tarango.

A causa del desnivel creado entre cerros y valles y gracias a ciertas condiciones climáticas semiáridas, características del Plioceno Superior, en las que lluvias torrenciales intermitentes arrasaban las sierras desprovistas de vegetación, comenzaron a formarse extensos abanicos eluviales a los pies de las distintas elevaciones. Dichos abanicos consisten en series de suelos y lahar (corrientes de lodos), derivados de la destrucción y erosión de los complejos volcánicos del Terciario Medio y del Terciario Superior; se crearon productos eluviales alrededor de las prominencias situadas en el centro y en el norte de la cuenca; los hay a los pies de la Sierra de Guadalupe y alrededor de la Sierra de los Pitos.

Amecameca y desembocaba finalmente en la cuenca del Alto Amacuzac por la región de Cuautla.

La cresta que separaba antiguamente los dos sistemas fluviales del Pleistoceno Inferior, estaba formada por elementos del Terciario Medio, hoy sepultados, que probablemente se unían en su prolongación al sur, con las series volcánicas sepultadas por los conglomerados del Tepozteco. Por otra parte, la cresta que separó el valle principal que desembocaba en Cuernavaca del valle adventicio que corría por debajo de lo que hoy es la Ciudad de México, estuvo formada por una extensión de la Sierra de Guadalupe hacia el sur; sus partes elevadas aparecen en el grupo de cerros de Santa Isabel, Guerrero, Gachupinas, Tepeyac, y en el Peñón de los Baños; de este último lugar hacia el sur, ya no hay evidencia visible de ella.

Los sistemas fluviales del Pleistoceno Inferior manifestaron su gran fuerza erosiva en el extremo sur, al eliminar de aquí casi toda la formación Tarango Inferior. Más al norte cavaron en ella profundos cañones que se extendían hacia el interior de la Sierra de las Cruces y de la Sierra Nevada. De tal manera, se formaron el Cañón de Contreras en el suroeste, el Cañón de San Rafael en el sureste y los anchos valles que surcan las lomas al pie de las sierras.



Contemporáneamente al desarrollo de esta red fluvial, se intensificaron las erupciones volcánicas que constituyen el último y más reciente ciclo de efusiones, como se puede observar en las capas de piedra pómez que cubren actualmente las partes altas, así como las cañadas de la formación Tarango Inferior y los abanicos eluviales a los pies de la Sierra de Guadalupe.

Al pie de las sierras, especialmente en el sureste de la Cuenca, aparecieron domos andesíticos de los que irrumpieron grandes volúmenes de avalanchas ardientes. Estos cuerpos incandescentes, bajaron con velocidades extraordinarias por las barrancas, rellenándolas con su material arenoso y cociendo los suelos debajo de ellos. La franja rosa, visible en la parte superior de las minas de arena de Santa Fe, representa la capa fumarolizada que se formó al liberarse los gases y vapores del interior de la avalancha ardiente, ya frenada y consolidada, agrupándose en la formación Tarango superior o Tarango Cuatemaria. La elevación de la zona de Cuajimalpa representa el resto de un domo explosivo que fue en otros tiempos más elevado y del cual se proyectaron avalanchas ardientes. Consiste de fragmentos de andesita teñida de distintos colores a causa de la alteración fumarólica típica en chimeneas volcánicas. El cono de Santa Rosa, al sur de Cuajimalpa, es otro foco que produjo avalanchas ardientes peleanas que fueron arrojadas hasta la región de San Angel.

Algo más tarde, ocurrieron erupciones en el norte de la Cuenca, formando volcanes basálticos como el Cerro Gordo al norte de Teotihuacán inundando los valles con sus lavas; a partir de entonces, hubo continua actividad volcánica, tanto en la zona tectónica del norte como en la del sur. En esta última aparecieron volcanes basálticos como los Cerros de Chimalhuacán y de la Estrella; mientras que en el norte surgieron los cerros de Chiconautla y de Tultepec; además, en la Sierra Nevada, surgió la mayor parte de lo que hoy es el Iztaccíhuatl, (cabeza y rodillas), con sus andesitas características.

El vulcanismo del Cuatemario Superior se desarrolló mediante un sinnúmero de focos, con fenómenos extraordinarios de efusiones lávicas potentes. En esta época se formó una multitud de conos escoriáceos que coronan la Sierra del Chichinautzin, los cuales, en unión con sus lavas, constituyen la serie basáltica Chichinautzin. Esta formidable barrera volcánica, con espesor local

de unos 3,000 metros de lavas esencialmente basálticas, se formó en muy corto tiempo, lo que explica su gran permeabilidad y porosidad, elementos que causan su alto poder de infiltración. La Sierra del Chichinautzin interrumpió definitivamente el drenaje hacia el sur, al obstruir el gran espacio situado entre las bases del Ajusco y la Sierra Nevada, creando así una sola y enorme cuenca cerrada: La Cuenca del Valle de México.

La repentina obstrucción de las salidas fluviales causó una potente acumulación de depósitos clásticos fluviales en los profundos valles al pie norte de la barrera, alcanzando probablemente espesores de 800 metros en la zona de Xochimilco, depósitos a los que se les da el nombre de serie clástica fluvial y aluvial del Cuatemario, encontrándose rellenos similares en las barrancas que previamente habían sido socavadas en la formación Tarango. La ausencia de una matriz lodosa en esa serie fluvial, la distingue de los depósitos más antiguos cargados de polvo volcánico más o menos alterado, típico de la formación Tarango. A los depósitos fluviales pleistocénicos se unían las enormes cantidades de cenizas emitidas por los conos escoriáceos y por las corrientes de lava de los distintos conos basálticos pleistocénicos. Se cree que, gracias a dos factores importantes, tales como el ciclo de vulcanismo con sus grandes volúmenes de material eruptivo y el clima glacial del Pleistoceno con sus lluvias y deshielos, la Cuenca se llenó rápidamente con estratos de cantos rodados, gravas, arenas, cenizas, arcillas lacustres y suelos, cambiando la morfología de la Cuenca, ya que lo que antes era una complicada red de barrancas era ahora una extensa planicie, en la que se fueron formando lagos someros sobre las capas de arcilla. La totalidad de estos depósitos está hoy saturada de agua, a causa de la impermeabilidad del basamento Terciario.

Las manifestaciones del último ciclo de vulcanismo continuaron hasta épocas recientes, sobre todo al sur de la Cuenca del Valle de México, donde surgió un cono de escorias basálticas, al sur de la Sierra Nevada, probablemente en la última época glacial y llega a formar el pecho del Iztaccíhuatl. Al norte de la cabeza del Iztaccíhuatl surgen después las lavas del Teyotl; al sur de Río Frio se formó hace unos cuantos miles de años, el domo volcánico del Papayo; en la planicie lacustre nacen en rápida sucesión los conos escoriáceos de la Sierra de Santa Catarina, mientras que en las inmediaciones del Ajusco nacen, en los últimos milenios, varios pequeños volcanes de corta

vida, siendo el último el Xitle, cuyas lavas formaron el Pedregal de San Angel.

Con la finalidad de mostrar la forma en la que se encuentran distribuidos los depósitos descritos

### 1.7.2.- Estratigrafía de la Cuenca.

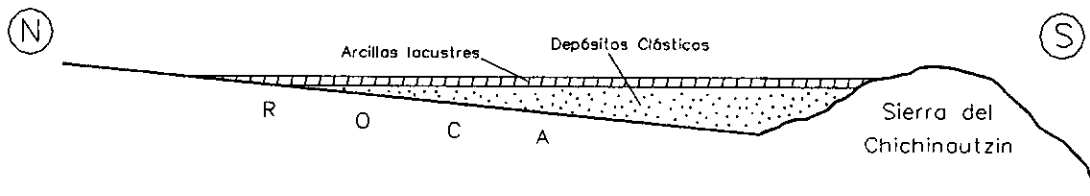
La Cuenca del Valle de México asemeja una enorme presa azolvada: la cortina, situada en el sur, está representada por los basaltos de la Sierra del Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres, encontrándose en su parte inferior materiales clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes, como se aprecia en la *Figura 1.7-10*.

El conjunto de rellenos contiene además capas de cenizas y estratos de pómez producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años, o sea en el Pleistoceno Superior, que es

anteriormente, se elaboró el *Mapa 1.7-9*, en la cual se muestra la geología superficial de la Cuenca.

aproximadamente el tiempo transcurrido a partir del inicio del cierre de la cuenca. También se reconocen en el relleno mencionado numerosos suelos, producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciares; estos suelos, hoy transformados en paleosuelos o tobas, llevan el sello característico del clima en el que fueron formados, siendo a veces amarillos, producto de ambientes fríos y otras veces cafés y hasta rojizos, producto de ambientes moderados a subtropicales.

Figura 1.7-10 Esquema geológico de la Cuenca, de Norte a Sur



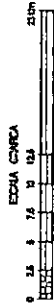
Todo el material contenido en los depósitos de la Cuenca del Valle de México es, directa o indirectamente, de origen volcánico. De origen directo son, por ejemplo, las lavas de los domos pliocénicos del cerro de Chapultepec y del cerro del Tepeyac, así como las lavas, brechas, tezontles y cenizas del Peñón del Marqués y de la Sierra de Santa Catarina o también las coladas recientes del Pedregal de San Angel, originadas en el Xitle. En lo concerniente a depósitos volcánicos indirectos, se pueden mencionar las acumulaciones de polvo. Las regiones volcánicas abundan en detritos finos derivados de cenizas volcánicas; el viento levanta este polvo y lo transporta a veces a grandes distancias; si el viento los deposita en laderas durante períodos de clima frío, se transforman en suelos inmaduros que, con el transcurso del tiempo se convierten en tobas amarillas, tales como las que abundan en las Lomas. Sin embargo, si se depositan en un lago, como en el antiguo vaso de Texcoco, sus partículas se hidratan, convirtiéndose en arcillas. Por otra parte, si se asientan durante un periodo interglacial, cuando

imperan un clima relativamente caliente, se producen suelos con coloides debido a la actividad fitológica más intensa; estos suelos con el tiempo se transforman en tobas rojizas arcillosas. Para describir los distintos tipos de depósitos, estos se dividen en:

- Depósitos de Lago
- Depósitos de Transición.
- Depósitos de Las Lomas.

#### 1.7.2.1- Depósitos de Lago.

Los depósitos de la planicie del Valle de México son los que comúnmente se conocen como depósitos del lago, aunque se debe señalar que esto es válido solamente para ciertos tiempos geológicos con condiciones climáticas que propiciaban la existencia de un lago. En la Cuenca cerrada, podía existir un lago cuando las lluvias superaban a la evapotranspiración, pero desaparecía cuando ésta superaba a las lluvias. Obviamente, el factor que dominaba dicho



- Formación Tamengo. Abanicos volcánicos correspondientes a las Sierras Mayores, comprendiendo lahares, ligrimbilias, copas de pómez, cenizas, cuecos y algunos depósitos fuviales.
- Conos volcánicos mayores formados en el Plioceno Superior a Cuaternario inferior. Varían de Andesitas a Rhyodacitas.
- Lavas del Iztacalhuatl antiguo.
- Lavas (adecitas y decitas) porfiríticas de las Sierras Nevada y Rio Fio en el Oriente y de la Sierra de las Cruces en el Poniente de la Cuenca.
- Suelos tobáceos y pumíticos derivados de lavas de cenizas. En la región de Tequisquiac, Nochtitongo y Tula estos depósitos incluyen importantes espesores de tobas lacustres bentoníticas.
- Lavas Fenobasálticas y tobas anteriores a 700,000 años del Grupo Chichinautzin.
- Adacitas y dacitas del Iztacalhuatl. Serie Toyral yoco cubre el cuerpo principal. Tres glaciaciones.
- Abanicos aluviales de la boca del Popocatepetl y Ajusco
- Lavas y Tobas del Grupo Chichinautzin. Fenobasaltos que en su mayoría son adecitas, dacitas y Rhyodacitas.

- Seria Humaredas. Aparatos andesíticos del Norte
- Lavas y tobas de la Sierra de Rio Fio
- Rhyodacitas del Popocatepetl.
- Lavas recientes.
- Depósitos aluviales
- Depósitos Lacustres
- Lahares del Topotitlico.
- Cuerpos de agua.
- Acentuamientos humanos.

**Mapa 1.7-9 Geología superficial de la Cuenca del Valle de México**

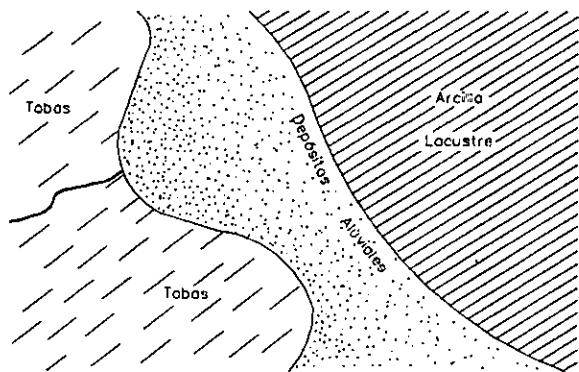


Figura 1.7-11 Depósitos de transición.

equilibrio era la temperatura ambiental: si el clima se enfriaba, se formaba un lago; si se calentaba, el lago disminuía e inclusive, desaparecía. Como consecuencia de lo anterior, se presentaron transgresiones y regresiones lacustres. El resultado práctico de esta oscilación en los niveles del lago, fue el depósito de arcillas o formación de suelos. El lago subsistía durante las épocas de calor (sequía) en las partes centrales de la cuenca, continuando aquí el depósito de arcillas (lacustres); mientras que en las partes marginales (transición) ocurría lo contrario, ya que entre las arcillas lacustres se intercalaban frecuentemente suelos secos. La zona de lago se caracteriza por los grandes espesores de arcillas blandas de alta compresibilidad, que subyacen a una costra endurecida superficial de espesor variable.

Los suelos arcillosos blandos son la consecuencia del proceso de depósito y de alteración fisicoquímica de los materiales aluviales y de las cenizas volcánicas en el ambiente lacustre, donde existían abundantes colonias de microorganismos y vegetación acuática; el proceso sufrió largas interrupciones durante los periodos de intensa sequía, en los que el nivel del lago bajó y se formaron costras endurecidas por deshidratación o por secado solar. Otras breves interrupciones fueron provocadas por violentas etapas de actividad volcánica, que cubrieron toda la cuenca con mantos de arenas basálticas o pumíticas; eventualmente, en los periodos de sequía, ocurría también una erupción volcánica, formándose costras duras cubiertas por arenas volcánicas. El proceso anteriormente descrito formó una secuencia ordenada de estratos de arcilla blanda separados por lentes duros de limos y arcillas arenosas, por las costras secas y por arenas basálticas o pumíticas producto de las emisiones volcánicas. Los espesores de las costras duras por deshidratación solar tienen cambios graduales debido a las condiciones

topográficas del fondo del lago; alcanzan su mayor espesor hacia las orillas del vaso y pierden importancia, llegando a desaparecer, al centro del mismo. Esto último se observa en el vaso del antiguo lago de Texcoco, mostrando que esta región del lago tuvo escasos y breves periodos de sequía.

### 1.7.2.2- Depósitos de transición.

Los depósitos lacustres del centro de la Cuenca cambian conforme se acercan al pie de Las Lomas; lo que ocurre es que entre las arcillas lacustres van intercalándose capas de suelos limosos, cuerpos de arenas fluviales y en ciertos casos, en la desembocadura de arroyos y ríos, importantes depósitos de gravas y boleos. El lago central nunca fue profundo, de tal forma que los arroyos que bajaban por las barrancas y desembocaban en la planicie no lograron formar deltas extensos que se introdujeran mucho a dicho lago, razón por la cual, las aportaciones fluviales de Las Lomas a la planicie, se depositan en el quiebre morfológico Lomas - Planicie. La frontera entre las zonas de transición y del Lago se encuentra donde desaparece la zona arcillosa inferior (Figura 1.7-11).

Los depósitos de transición forman una franja que divide los suelos lacustres de las sierras que rodean al valle y de los aparatos volcánicos que sobresalen en la zona del lago. Estos materiales de origen aluvial se clasifican de acuerdo al volumen de clásticos que fueron arrastrados por las corrientes hacia el lago y la frecuencia de los depósitos; así se generaron dos tipos de transiciones: Interestratificada y abrupta, las cuales se describen a continuación:

#### Condición interestratificada.

Esta condición se presenta en los suelos que se originaron al pie de barrancas, donde se acumularon los acarreos fluviales que descendieron de las lomas a la planicie, estos depósitos tienen semejanza con deltas, solamente que se extendieron hasta la arcilla del lado de Texcoco, formándose intercalaciones de arcillas lacustres con arenas y gravas de río. En el proceso de formación de los suelos, el ancho de la franja de estos depósitos transicionales interestratificados variaba según el clima prevaleciente en cada época geológica; así, cuando los glaciares en las barrancas de Las Lomas se derritieron, a finales de la tercera glaciación, los depósitos fluviales correspondientes (formados al pie de los abanicos volcánicos) resultaron mucho más

potentes y extensos que los originados a finales de la cuarta glaciación, con mucho menor espesor de las cubiertas de hielo, razón por la cual puede hablarse de una zona de transición interestratificada ancha al pie de Las Lomas; esta área contiene en sus partes más profundas, debajo de la llamada Capa Dura, depósitos caóticos glaciales, laháricos y fluvio-glaciales caracterizados por enormes bloques depositados en la boca de las barrancas de San Angel, del Muerto, Mixcoac, Tacubaya, Tarango y Río Hondo.

### Condición abrupta cercana a los cerros.

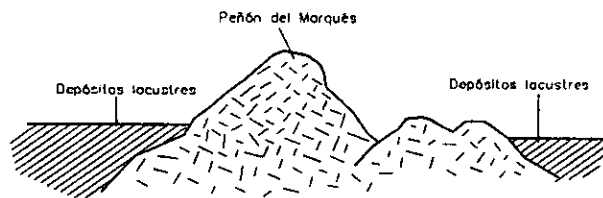


Figura 1.7-12 Condición abrupta cercana a los cerros.

Esta condición se identifica en el contacto entre los rellenos de la Cuenca y los cerros que sobresalen de dicho relleno, a manera de islotes; en este caso, los depósitos fluviales al pie de los cerros son prácticamente nulos, lo cual origina

## 1.8.- Vegetación.

Poco antes del establecimiento de los primeros centros urbanos, la vegetación en el área de la actual Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) presentaba una fisonomía muy distinta a la que existe en el presente. Los tipos más extendidos de vegetación eran la acuática que habitaba en el gran lago y los bosques que cubrían las sierras del Ajusco, de las Cruces y de Monte Alto. Seguían en importancia los matorrales que crecían hacia el norte de la región, como ocurre todavía en la sierra de Guadalupe, luego los pastizales y por último la de la vegetación de los terrenos salinos y alcalinos.

Actualmente, los lagos se han secado casi en su totalidad y con esto ha desaparecido casi por completo la gran vegetación acuática de antaño. El crecimiento de la mancha urbana ha ocasionado que los bosques, matorrales y pastizales hayan reducido su extensión.

Los tipos de vegetación que existen actualmente en el Valle de México son entre otros: bosques de coníferas y encinos, matorrales

que las arcillas lacustres estén en contacto con la roca, como se muestra en la Figura 1.7-12.

Esta transición abrupta se muestra en el Peñón de los Baños, el Peñón del Marqués, el cerro de la Estrella y el cerro del Tepeyac. La estratigrafía típica de estas zonas está integrada por la serie arcillosa lacustre, interrumpida por numerosos lentes duros, formados a partir de los materiales erosionados de los cerros vecinos.

### 1.7.2.3.- Depósitos de las Lomas.

En la secuencia estratigráfica de las Lomas, se identifican tres fenómenos geológicos:

- La erosión subsecuente de estos depósitos, formándose profundas barrancas.
- El depósito de morrenas en las barrancas.
- El relleno parcial de esas barrancas con los productos clásticos de nuevas erupciones.

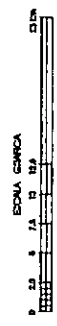
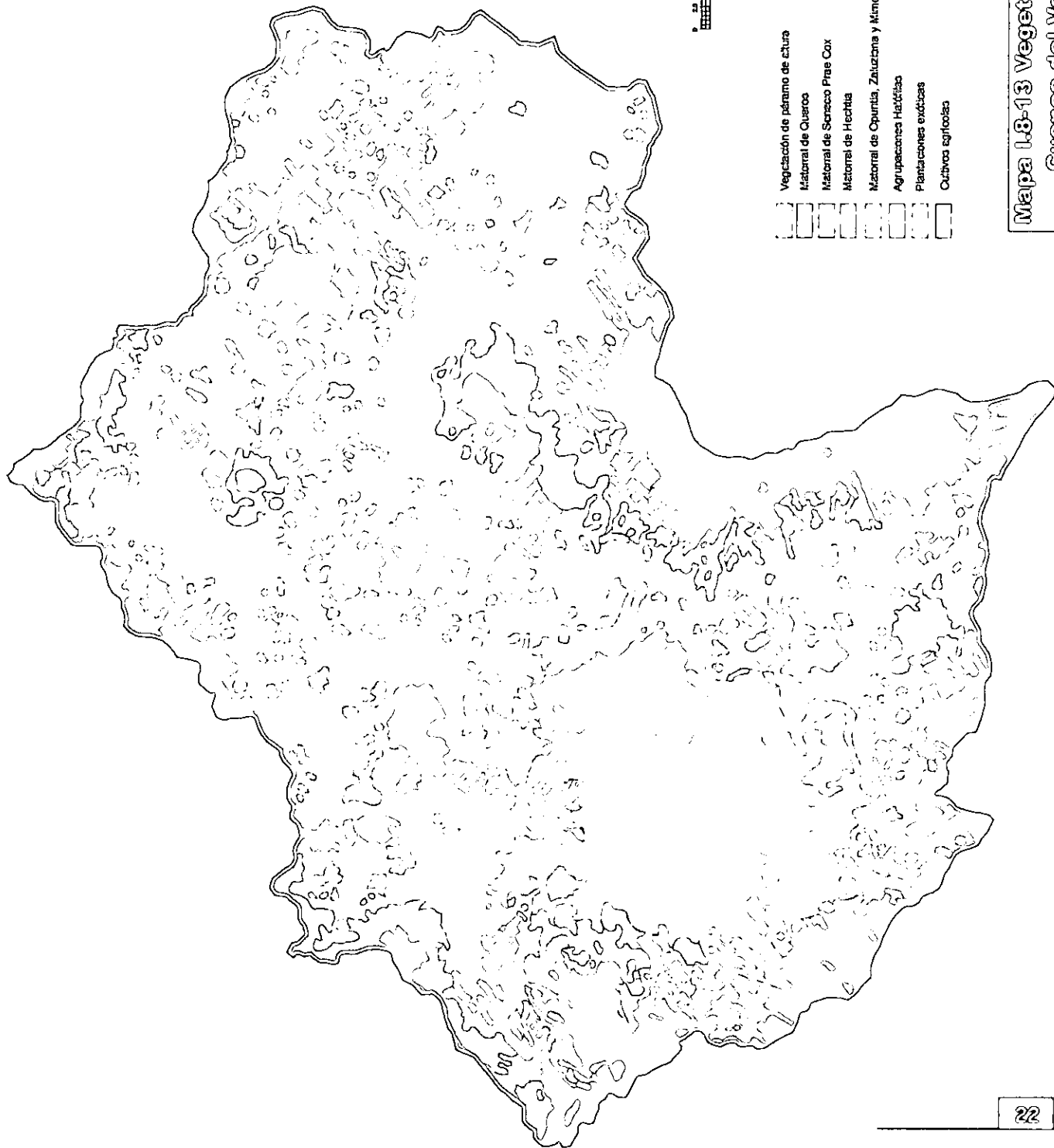
Estos tres fenómenos quedan separados por suelos rojos, amarillos o cafés, según el clima que rigió después de su emplazamiento

La zona de Las Lomas está formada por las Serranías que limitan a la cuenca

xerófilos, pastizales, vegetación halófila, vegetación acuática, malezas y plantas cultivadas y que se encuentran distribuidas como se muestra en el Mapa 1.8-13, mismas que se explican brevemente a continuación:

**Bosques de coníferas y encinos.** Son las poblaciones de pinos (varias especies de *pinus*), oyameles (*Abies religiosa*), cedro (*Cupressus lindleyi*), encinos (varias especies de *Quercus*) y ailes (varias especies de *Alnus*) que crecen en las sierras del sur, entre ellas las del Ajusco y Contreras. Este tipo de vegetación requiere de un clima húmedo (con precipitación anual entre 700 y 1,400 mm) y templado (con temperatura anual promedio menor de 18 °C).

**Matorrales xerófilos.** Formados por arbustos, se distribuyen en la porción norte y en lugares pedregosos y de suelo somero, como el Pedregal de San Angel. Entre los arbustos más importantes destacan el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), que forma con otras especies un



Estado del estrato arbustivo.  
 Bocuques de Pino, Oyameles, pináceas, encinos,  
 Coníferas y Latifoliadas

- Conservado
- Semiperturbado
- Perturbado
- Acentuamientos humanos.
- Cuerpos de agua.

- Vegetación de páramo de altura
- Matorral de Quercos
- Matorral de Sorzaco Pras Cox
- Matorral de Hechilla
- Matorral de Opuntia, Zauziana y Mimosa
- Agrupaciones Históricas
- Plantaciones exóticas
- Cultivos agrícolas

**Mapa 1.3-13 Vegetación en la Cuernavaca del Valle de México.**

matorral denso y alto (de 3 a 4 m) en la sierra de Guadalupe; y el palo loco (*Senecio praecox*), que abunda en el Pedregal de San Angel. Otros elementos comunes en los matorrales xerófilos son los nopales (varias especies de *Opuntia*) y los magueyes (varias especies de *Agave*), además de otras cactáceas, la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y plantas de hojas carnosas, así como el matorral de *Hechtia*, que se localiza en las estribaciones de la sierra de Pachuca formando manchones extensos. Este tipo de vegetación se desarrolla en lugares con clima seco, con precipitación total anual menor de 700 mm.

**Pastizales.** Son los tipos de vegetación en los que predominan las gramíneas, sin incluir los que se desarrollan en sitios salinos. Hacia la porción noroeste del valle crece un pastizal de *Hilaria cenchroides*, el más común en la zona, apto para prosperar en sitios con clima seco. En las montañas del sur, en condiciones más frías y húmedas, crece el pastizal alpino, formado por pastos robustos que forman macollos.

**Vegetación halófila.** Se incluyen en este rubro las agrupaciones vegetales que habitan en los suelos salinos, alcalinos y mal drenados que existen dentro de la Cuenca, sobre todo en la región del antiguo Lago de Texcoco. En la mayor parte de los casos la vegetación de esta zona adopta la forma de un pastizal bajo y denso en el que dominan al pasto salado (*Distichlis spicata*) o *Eragrostis obtusifolia*, de aspecto muy similar al anterior y con el que rara vez convive. También forman parte de este grupo los romeritos (*Suaeda torreyana*), planta comestible.

**Vegetación acuática.** Este grupo de formaciones vegetales fue mucho más importante en el pasado, antes de que las grandes obras de drenaje desecaran la mayor parte de los lagos que existieron en la región. Existe un buen número de formas de vegetación acuática, entre ellas los tulares de *Typha latifolia* y varias especies de *Scirpus*, que se encuentran principalmente en el lago de Texcoco. En Xochimilco hay una vegetación semejante, aunque de menor talla, cuyas especies más importantes pertenecen a los géneros *Polygonum*, *Cyperus* y *Juncus*. También se

presenta vegetación flotante, constituida especialmente por el chichicastle (varias especies de *Lemna*) y el lirio (*Eichhornia crassipes*). En la actualidad perduran muy pocas especies acuáticas del tipo enraizado, como las ninfas (varias especies de *Nymphaea*), que era común ver en los canales de los lagos de Xochimilco y Tláhuac y en las zanjas cercanas a los pantanos al norte de Iztapalapa. Abundantes en el pasado, hoy están en proceso de desaparecer del Valle de México. En los arroyos permanentes de la zona montañosa al sur de la metrópoli, así como en las pequeñas áreas pantanosas que ahí existen, habita una serie de plantas herbáceas características, entre ellas varias especies de los géneros *Juncus*, *Carex*, *Ranunculus* y *Verónica*, además de *Mimulus glabratus*.

**Vegetación de malezas.** Sitios típicos de esta vegetación son las orillas de los caminos y los campos de cultivo; y en sitios más urbanizados, las aceras, los camellones sin cultivar y los terrenos baldíos. En la actualidad, junto con las plantas cultivadas, éste es el tipo de vegetación más extendido en la zona metropolitana. Ejemplos de vegetales que viven en este ambiente son el chicalote (*Argemone platyceras* y *Argemone ochroleuca*), los nabos (*Brassica campestris* y *Eruca sativa*), el diente de león (*Taraxacum officinale*), los quelites y quintoniles (varias especies de *Chenopodium* y *Amaranthus*) y el acahual (*Tithonia tubiformis*).

**Vegetación de plantas cultivadas.** En este grupo se incluye un número muy elevado de especies de orígenes geográficos diversos. Muchas de estas especies fueron introducidas, entre otras los eucaliptos (tres especies de *Eucalyptus*, de origen australiano), la casuarina (*Casuarina esquisetifolia*, también australiana), el pirúl (*Schinus molle*, proveniente de Sudamérica), la palma canaria (*Phoenix canariensis*, originaria de las Islas Canarias) y el trueno (*Ligustrum japonicum*, de linaje asiático). Especies nativas, en cambio, son el colorín (*Erithryna collaroides*), el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y el fresno (*Fraxinus uhdei*).

## 1.9.- Fauna.

Las comunidades faunísticas de los bosques templados se distribuyen en todas las porciones montañosas de la región. Estas comunidades están caracterizadas por mamíferos de pequeñas tallas como el conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadreja, zorrillos, zorras, murciélagos de varias especies y tejones. En cuanto a los mamíferos mayores como los venados, lince y pumas se puede mencionar que sus poblaciones se han visto muy afectadas por la caza ilegal y actualmente es difícil encontrarlos en su hábitat natural.

Entre los anfibios y reptiles pueden mencionarse a las salamandras, lagartijas, culebras y víboras de cascabel; mientras que en el grupo de las aves se pueden mencionar a los carpinteros, trepadores, colibríes, azulejos, tordos, búhos, codornices y gallinas de monte, así como algunos depredadores como la aguililla de cola roja, gavilanes, zopilotes y cuervos.

Asimismo, en la Cuenca se encuentran coyotes, tlacuaches y algunas ratas y ratones que también se encuentran en zonas de bosques degradados o bien en campos de cultivo.

En los grandes volcanes de la región (Ajusco, Xitle, Popocatepetl e Iztaccihuatl) existe una comunidad faunística denominada de ambientes alpinos, la cual guarda estrecha relación con la del bosque templado, donde a pesar de compartir varias de sus especies con éste, se le considera como una unidad aparte por el hecho de tener organismos que viven solamente en estos ambientes de altura conformados por zacatonales alpinos; como el zacatuche o teporingo, pequeño conejo que se encuentra restringido a la porción central del Sistema Volcánico Transversal y actualmente en vías de extinción.

La fauna propia de los matorrales xerófilos, se compone principalmente de liebres, conejos, ratones, ratas de campo y coyotes entre los mamíferos.

La fauna de ciénagas y cuerpos de agua fue muy rica en especies típicas de estos ambientes como el pescado blanco y algunas otras especies

de peces como los charales y jules, además de ajolotes (anfibios) y acociles (crustáceos), radicando parte de su importancia en el hecho de ser especies endémicas restringidas a la porción central de la República Mexicana. Actualmente se encuentran en su mayoría extintos o diezmados. En estos cuerpos de agua también proliferan especies como las ranas, sapos y culebras de agua entre los anfibios y reptiles, además de una gran cantidad de aves acuáticas migratorias, que viajan desde el norte del continente americano hasta México durante el invierno. Entre tales organismos se pueden citar a los patos (especialmente el pequeño pato mexicano, que ha repoblado los lagos rehabilitados en el ex Vaso de Texcoco), garzas, pelicanos, gallaretas, martín pescador y cercetas entre otras. En la temporada otoño-invierno es cuando se puede observar a la mayor parte de las aves migratorias llegar al Lago Nabor Carrillo, debido a que arriban numerosas bandadas de patos, aves de ribera, garzas, etc. El número máximo ha fluctuado a través de los años; hasta antes de 1982 se estimaba en 35 mil aves; con el llenado del lago Nabor Carrillo, aumentó la cantidad de las aves migratorias registradas hasta un promedio de 300 mil. Dentro de estas aves migratorias se tienen las siguientes especies:

*Aves de Ribera o chichicuilotos.* Estas aves pueden ser observadas en la primavera, debido a que forman numerosas colonias anidantes en zonas cercanas a lagunas someras. Dichas colonias están integradas por: monjitas *Himantopus mexicanus*, tildios *Charadrius vociferus*, y correlones *Charadrius alexandrinus*.

También en la primavera, en las áreas con vegetación acuática, se pueden observar nidos de gallinas de agua *Fulica americana*, gallaretas *Gallinula chloropus*, y zambullidores *Podiceps nigricollis*

En las poblaciones de patos, se pueden observar las cercetas azules *Anas discurs*, cercetas de alas café *Anas cyanoptera*, el pato tepallate *Oxyura jamricensis* y el pato mexicano *Anas platyrhynchos diazi*.



## I.10.- Demografía.

En la Cuenca del Valle de México se encuentra la ciudad más grande del mundo, la cual no únicamente comprende al Distrito Federal, sino que también abarca algunos municipios del estado de México. La Ciudad de México ha

tenido un crecimiento demográfico sumamente acelerado, por lo cual a continuación se describirá la forma en la que ha ido creciendo, desde inicios de siglo hasta 1990.

### I.10.1.- Crecimiento de la ciudad de México.

Al inicio del siglo XX, la capital de la República contaba aproximadamente con una población de 350 mil habitantes; cincuenta años más tarde, la población había aumentado ocho y media veces, alcanzando los 3 millones de pobladores. Debido al gran crecimiento demográfico que ha presentado la ciudad, en la actualidad la Zona Metropolitana de la Ciudad de México tiene una población cercana a los 16 millones de habitantes, siendo la ciudad más grande del mundo.

En cuanto a su extensión territorial, la ciudad se ha expandido también de forma impresionante, rebasando desde hace algunas décadas los límites del Distrito Federal. Su área urbana, que en 1900 ocupaba 21.1 km<sup>2</sup>, alcanzó una superficie de 257 km<sup>2</sup> en 1950 y su continuo crecimiento trajo como consecuencia que en 1994 cubriera una extensión de 1,273 km<sup>2</sup>.

El espacio físico y social de la ZMCM actualmente se encuentra conformado por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 27 municipios correspondientes al Estado de México. Estas entidades forman en conjunto la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Cabe hacer mención que la Mancha Urbana no es lo mismo que la Zona Metropolitana, como se explica a continuación.

#### Los inicios de siglo (1900 - 1930).

Al inicio del presente siglo, la superficie urbana de la ciudad limitaba al norte con las calles de Granada, Constanacia, Estrella, Carpio y la Plaza de Santiago Tlatelolco; al sur, con el barrio de Romita y las plazas de San Lucas y Santo Tomás; al oriente, con la plaza de la Candelaria y la estación del ferrocarril Interoceánico en San Lázaro y al poniente, con el monumento a Cuauhtémoc y las calles de Industria (Serapio Rendón) y Sabino. En ese entonces era considerada en el mundo la octava ciudad por su población. Aún cuando existían todavía tierras de cultivo dentro de los límites de la ciudad, iba en

Se denomina como *Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)*, a la región que ocupa la superficie correspondiente al área urbana, donde sus límites coinciden con los de las unidades político - administrativas, manteniendo características predominantemente urbanas, que mantienen una interrelación socioeconómica directa con la ciudad; esta región incluye población de tipo urbano y rural, mientras que el *Área Urbana de la Ciudad de México (AUCM)*, o mancha urbana, se define como la unidad territorial edificada, habitada o urbanizada, con usos del suelo de naturaleza no agrícola y que presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida en forma notoria por terrenos de uso no urbano.

El crecimiento de la ciudad de México se describirá a partir de las siguientes cuatro divisiones:

- Los inicios del siglo (1900-1930).
- El crecimiento y la urbanización (1930-1950).
- La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (1950-1970).
- La Zona Metropolitana en la actualidad (1970-1997).

aumento el número de terrenos urbanizados, y con ello la creación de nuevas colonias. En 1902 surgieron las colonias Condesa y Roma; en 1904, la Cuauhtémoc; en 1905 la de La Viga, y en 1906, las colonias Del Valle y Juárez.

Para 1910 la población de la ciudad de México se había incrementado a 471,066 habitantes, que corresponde a un incremento poblacional del 27.8% en un lapso de diez años. En ese periodo, la superficie de la ciudad creció a un ritmo anual de aproximadamente 2 kilómetros

cuadrados, hasta alcanzar una extensión de 40.1 km<sup>2</sup>.

Entre 1910 y 1921, la superficie urbana total de la ciudad de México alcanzó los 46.3 km<sup>2</sup>, en 11 años se incrementó un 15%. Mientras tanto, la población en ese periodo se incrementó un 25.7%, ya que pasó de 720,753 a 906,063 habitantes.

Debido a la Revolución, hasta el año de 1921 las doce divisiones centrales (cuarteles) de la ciudad habían concentrado el 100% de la población y posteriormente muchas colonias fueron estableciéndose por diversos rumbos de la ciudad, de manera que en 1922 ésta ya estaba ligada a los pueblos vecinos, al norte con Guadalupe Hidalgo, Tacuba y Azcapotzalco; por el norponiente con Tacubaya y Mixcoac por el poniente y surponiente; y la gran extensión de las colonias Del Valle y Guadalupe ligaban a la

### Crecimiento y urbanización (1930- 1950).

A mediados de la década de los treinta, la ciudad de México comenzaba a ser el centro urbano dominante del país, especialmente de la región central, la cual comprende los estados de Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Querétaro y México. La zona central de la ciudad se encontraba conformada por las delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez, así como una parte de la Gustavo A. Madero.

En este segundo periodo, la ciudad de México se caracterizó por un crecimiento poblacional más acelerado en las delegaciones que rodeaban a la zona central y por la ampliación del espacio conurbado. De esta manera, mientras la ciudad central creció entre 1930-1940 a una tasa del 3.4% anual, seis delegaciones, Azcapotzalco, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Alvaro Obregón, Iztacalco e Iztapalapa y un municipio del Estado de México (Tlalnepantla), que conformaban un primer anillo de las llamadas unidades administrativas periféricas, lo hacían al 5.4% anual, por lo cual, en 1940 la ciudad de México se situaba sobre un área territorial de 93 km<sup>2</sup>, con una población de 1.6 millones de habitantes, y una densidad de 17 mil habitantes por km<sup>2</sup>. Mientras tanto, en el interior de la ciudad se estaba presentando un flujo migratorio de la zona centro hacia las unidades periféricas.

ciudad con San Angel y Coyoacán por el sur. No obstante, extensas superficies de estas colonias aún eran áreas de cultivo.

Hacia 1925, el D.F. estaba constituido por los siguientes municipios: Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Guadalupe Hidalgo, Iztapalapa, México, Milpa Alta, Mixcoac, San Angel, Tacuba, Tacubaya, Tlalpan y Xochimilco. En estos municipios, se encontraban localizadas 5 cabeceras, catalogadas en el censo de 1921 como ciudades; 6 villas, 99 pueblos, 2 congregaciones, 23 colonias, 24 barrios, 8 fábricas y un Parque Nacional. En 1929 se creó el Departamento Central del Distrito Federal, en sustitución de los municipios ya mencionados.

En 1930, la superficie urbana de la ciudad tenía una extensión de 86.3 km<sup>2</sup> y contaba con una población total de 1'049,000 habitantes.

Dentro de este periodo se realizaron expropiaciones de tierras, principalmente en las delegaciones de Azcapotzalco y Gustavo A. Madero, en las cuales las industrias comenzaban a ubicarse dando paso al crecimiento industrial en el D.F. A la par, las viviendas se orientaban hacia donde la industria crecía. Estas modificaciones en los usos del suelo trajeron consigo una expansión e incremento de la población al realizarse los flujos migratorios hacia el D.F. desde otros puntos del país.

El fenómeno de expansión del espacio conurbado del D.F. alcanzó los límites de su superficie al norte en el año de 1950. La *Tabla 1.10-14* muestra la evolución que presentó el crecimiento de la población y el área urbana durante el periodo de 1940 - 1950. Se observa que para 1950, un municipio del Estado de México (Tlalnepantla) se había integrado a la mancha urbana de la ciudad de México. Además, de las delegaciones que conformaban al Distrito Federal en 1940, se agrega para 1950 la delegación Tláhuac, a la cual se le ubicaba como municipio.

Durante este periodo el crecimiento de la mancha urbana fue de 164.13 km<sup>2</sup>; mientras que la población para el año de 1950 se incrementó en un 185.5% con respecto a 1940.

Tabla 10-14 Evolución demográfica del Distrito Federal. Período 1940-1950

AÑO	AREA URBANA KM2	COMPOSICION		DISTRIBUCION			%
		Delegaciones	Municipios	Población total	Delegaciones	Municipios	
1940	93.27	10	0	1.59*	100.0%	0.0%	
1950	257.40	11	1	2.95*	99.2%	0.8%	6.02

\* millones de habitantes

\*\* tasa de crecimiento

Fuente: DGCOH, Plan Maestro de Drenaje 1997-2010

### Inicios de la conurbación (1950 - 1970)

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México contaba en 1950 con una población de 2,952,199 habitantes, distribuidos en una superficie urbana de 257 km<sup>2</sup> que cubría a 11 delegaciones y un municipio del Estado de México. En este periodo se crearon las delegaciones de Venustiano Carranza y Milpa Alta.

Debido a que durante 1957 se estableció la prohibición la construcción de nuevos fraccionamientos en el Distrito Federal, y que al mismo tiempo se puso a la venta la primera sección de Ciudad Satélite, en el municipio de Naucalpan, a finales de 1958 y principios de 1959, los municipios de Naucalpan, Ecatepec y Chimalhuacán se incorporan a la mancha urbana.

El municipio de Ecatepec, al igual que el de Tlalnepantla, comenzó a alojar a las industrias de la rama alimenticia y del papel. Este proceso de industrialización aceleró el movimiento migratorio del resto del país hacia la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

De esta forma, en la década de los cincuentas la población en la periferia de la Zona Metropolitana se incrementó a un ritmo del 22.7% anual, mientras que en la parte central (delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y una parte de la Gustavo A. Madero) creció en un 2.4%.

A finales de los sesenta, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México estaba constituida por 15 delegaciones y 11 municipios conurbados. La superficie urbana presentó un incremento de 124 km<sup>2</sup>. Se puede observar que las tasas de crecimiento poblacional en este periodo fueron diferentes en el Distrito Federal y el Estado de México; ya que mientras el primero disminuyó su crecimiento anual de 5.1% en el periodo comprendido entre 1950 y 1960, a 3.3% en la década de 1960-1970, en el caso de los municipios del Estado de México se conservaron altas tasas de crecimiento: 22.7% en la década de 1950-1960 y 12% entre 1960 y 1970.

Tabla 10-15 Evolución demográfica del Distrito Federal. Período 1960-1970

AÑO	AREA URBANA KM2	COMPOSICION		DISTRIBUCION			%
		Delegaciones	Municipios	Población total	Delegaciones	Municipios	
1950	257.40	11	1	2.95	99.2%	0.8%	6.02
1960	381.85	13	4	5.12*	76.5%	23.5%	5.67
1970	708.40	15	11	8.88*	79.0%	21.0%	5.65

\* millones de habitantes

\*\* tasa de crecimiento

Fuente: DGCOH, Plan Maestro de Drenaje 1997-2010

## La zona metropolitana en la actualidad.

A principios de 1970, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México abarcaba un total de 708 km<sup>2</sup> que incluían a 15 delegaciones del Distrito Federal (448 km<sup>2</sup>) y a 11 municipios del Estado de México (260 km<sup>2</sup>). Su población era de 8 millones 882 mil habitantes, correspondiendo 6 millones 959 mil al D.F. (78.3%) y 1 millón 923 mil personas al Estado de México (21.7%).

La expansión de la mancha urbana en los municipios del Estado de México, se caracterizaba por el aprovechamiento de los espacios disponibles y de fácil acceso para la prestación de los servicios públicos.

Durante el periodo 1970 - 1980 el crecimiento poblacional y urbano continuó siendo acelerado. En esta periodo, las tasas de crecimiento bajaron en todos los municipios y delegaciones con respecto a la década anterior y por primera vez, la parte central de la ciudad presentó una tasa de crecimiento negativa. Asimismo, las dos formas de crecimiento urbano que más incidieron en la expansión de la mancha urbana sobre el Estado de México, fueron los asentamientos irregulares y los fraccionamientos, mientras que en el D.F. las delegaciones que más crecieron fueron Coyoacán e Iztapalapa.

Para 1980, el área urbana de la ciudad cubría una extensión de 865.14 km<sup>2</sup>, correspondiéndole al D.F. 485 km<sup>2</sup> (56%) y al Estado de México 380.14 km<sup>2</sup> (44%). La población ascendía a 13 millones 873 mil habitantes, de los cuales, 8.8 millones radicaban en el D.F. y 5.0 millones en los municipios conurbados del Estado de México. A principios de la década se añadieron a la Zona Metropolitana seis municipios más: Chalco, Chicoloapan, Ixtapaluca, Huixquilucan, Nicolás Romero y Tecámac, sumando así 17 municipios conurbados.

Entre 1985 y 1990, se redujo la tasa de crecimiento para los 27 municipios conurbados, misma que disminuyó al 3% anual. En este mismo lapso, el D.F. presentó una fuerte salida de población, acelerada en gran parte por los sismos ocurridos en septiembre de 1985, aunque existía ya una disminución de las tasas generales de natalidad.

Para 1990 la superficie de la mancha urbana era de 1,209 km<sup>2</sup>, de los cuales, el 52% corresponde al D.F. y el 48% restante a los municipios conurbados del Estado de México.

Tabla 1.10.16 Evolución demográfica del Distrito Federal. Periodo 1970-1990

AÑO	AREA URBANA km <sup>2</sup>	COMPOSICION		DISTRIBUCION			% ‰
		Delega- ciones	Munici- pios	Población total	Delega- ciones	Munici- pios	
1970	708.43	15	11	8.88*	78.3%	21.7%	5.06
1980	865.14	16	17	13.87*	64.0%	36.0%	3.87
1990	1209.22	16	17	14.86*	55.5%	44.5%	1.95

\* millones de habitantes

\*\* tasa anual de crecimiento

Fuente: DGCOH, Plan maestro de Drenaje 1997-2010

### 1.10.2.- Población existente en los municipios comprendidos en la Cuenca del Valle de México.

Como se mencionó anteriormente, la cuenca abarca a la Ciudad de México y su zona conurbada, que conforman la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, comprendiendo además,

otros municipios de los Estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. A continuación, se enlista la cantidad de habitantes de cada uno de estos municipios para el año de 1990.

Tabla L.10-17 Población existente en los municipios comprendidos dentro de la Cuenca. (1990)

Estado de México				
Municipio	Población (hab)		Municipio	Población (hab)
Acolman	43,276		Nextlalpan	10,840
Amecameca	34,505		Nezahualcóyotl	1,256,115
Atenco	21,219		Nicolás Romero	184,134
Atizapán de Zaragoza	315,192		Nopaltepec	5,234
Axapusco	15,803		Otumba	21,834
Ayapango	4,239		Papalotla	2,387
Coacalco	152,082		La Paz	134,782
Cocotitlán	8,068		San Martín de las P.	13,563
Coyotepec	24,451		Tecamac	123,218
Cuautitlán	48,858		Temamatla	5,366
Chalco	282,940		Temascalapa	19,099
Chiautla	14,764		Tenango del Aire	6,207
Chicoloapan	57,306		Teoloyucan	41,984
Chiconcuac	14,179		Teotihuacán	30,486
Chimalhuacán	242,317		Tepetleaoxtoc	16,120
Ecatepec	1,218,135		Tepotzotlán	27,753
Huehuetoca	19,147		Tequixquiac	18,706
Hueypoxtla	17,023		Texcoco	126,331
Huixquilucan	105,541		Texzoyuca	12,416
Isidro Fabela	5,190		Tlalmanalco	32,984
Ixtapaluca	130,489		Tlalnepantla	702,807
Jaltenco	22,803		Tultepec	47,323
Jilotzingo	9,011		Tultitlán	246,464
Juchitepec	14,270		Valle de Chalco	---
Melchor Ocampo	26,154		Zumpango	71,413
Naucalpan	786,551		Cuautitlán Izcalli	326,750

**TOTAL EDO. DE MÉXICO**

**7,117,809**

**Municipios Conurbados**

**6,752,757**

DISTRITO FEDERAL				
Delegación	Población (hab)		Delegación	Población (hab)
Álvaro Obregón	642,753		Iztapalapa	1,490,499
Azcapotzalco	474,688		M. Contreras	195,041
Benito Juárez	407,811		Miguel Hidalgo	406,868
Coyoacán	640,066		Milpa Alta	63,654
Cuajimalpa	119,669		Tláhuac	206,700
Cuauhtemoc	595,980		Tlalpan	484,866
Gustavo A. Madero	1,268,068		V. Carranza	519,628
Iztacalco	448,322		Xochimilco	271,151

**TOTAL D.F.:**

**8,235,766**

Tabla 1.10-17 Población existente en los municipios comprendidos dentro de la Cuenca. (1990)  
(continuación)

Estado de Hidalgo	
Municipio	Población (hab)
ALMOLOYA	8,973
APAN	35,572
CUAUTEPEC DE HINOJOSA	12,782
EMILIANO ZAPATA	11,567
EPAZOYUCAN	9,302
PACHUCA DE SOTO	171,599
MINERAL DE LA REFORMA	20,820
SINGUILUCAN	8,541
TEPEAPULCO	47,214
VILLA DE TEZONTEPEC	7,394
TIZAYUCA	30,293
TLANALAPA	9,051
TOLCAYUCA	8,011
ZAPOTLAN DE JUAREZ	11,481
ZEMPOALA	21,295
<b>Total</b>	<b>413,895</b>

Estado de Tlaxcala	
Municipio	Población (hab)
CALPULALPAN	29,150
HUEYOTLIPAN	2,210
SANCT. DE LÁZARO C.	4,389
NANACAMILPA DE M. A.	2,567
TLAXCO	27,089
<b>Total</b>	<b>66,405</b>

Estado de Puebla	
Municipio	Población
Chignahuapan	2,094
<b>Total</b>	<b>2,094</b>

Fuente: XI Censo Nacional de Población 1990; INEGI

Para ilustrar el gran porcentaje de la población que se encuentra en la ZMCM, se muestran a continuación las siguientes tres figuras. En la Figura 1.10-18 se hace una comparación entre las poblaciones de la Cuenca, mientras que en la Figura 1.10-19 se compara la población de la

Cuenca con respecto a la población nacional. Para hacer más patente la gran cantidad de población que habita en la ZMCM, se realizó la Figura 1.10-20, en la que se compara la superficie de la Cuenca con la superficie nacional.

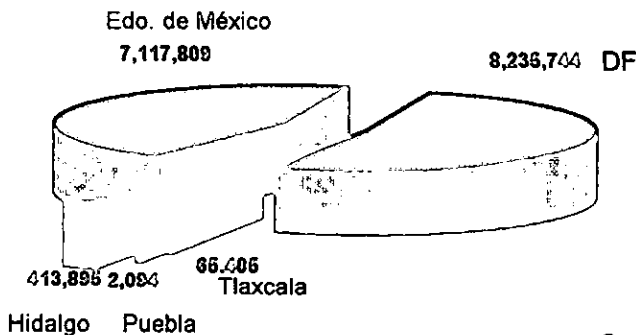


Figura 1.10-18 Población por entidad en la Cuenca (1990)

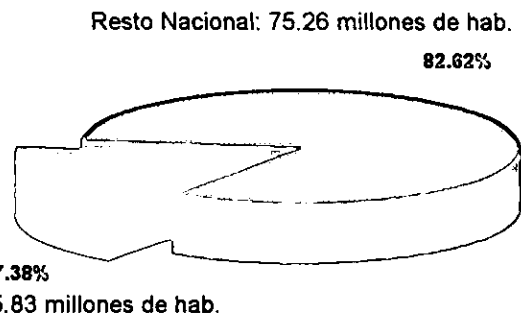


Figura 1.10-19 Porcentaje de población en la Cuenca respecto a la Nacional (1990)

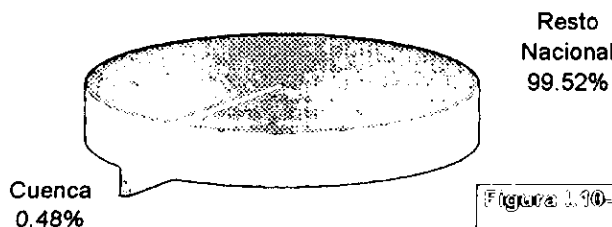


Figura 1.10-20 Porcentaje que ocupa la Cuenca dentro de la superficie nacional

# CAPÍTULO II

## Infraestructura hidráulica

### II.1.- Abastecimiento de agua potable

#### II.1.1.- Reseña histórica.

En la época de los aztecas, el abastecimiento de agua potable provenía de los manantiales de Chapultepec mediante un acueducto, el cual, debido al sitio de los españoles, fue destruido. Para el año de 1769 se había terminado el acueducto de Chapultepec, que tenía 904 arcos, y una longitud de cuatro kilómetros, con su parte inicial en la "alberca" de Chapultepec, mientras que su parte final era la fuente de Salto del Agua. Posteriormente, se realizó el acueducto de la Tlaxpana, que conducía el "agua delgada" proveniente de Santa Fe en su parte superior, mientras que en la inferior conducía el "agua gorda" proveniente de Chapultepec.

Para el año de 1899, la dotación de agua a la Ciudad de México era de 770 litros por segundo, distribuida de la siguiente manera<sup>(1)</sup>:

Agua de Chapultepec (Agua gorda)	220 l/s
Agua del Desierto y Santa Fe (agua delgada)	150 l/s
Aguas del río Hondo.	400 l/s

De manera adicional a este suministro, se tenían registrados 1,070 pozos que habían sido perforados por particulares para satisfacer sus necesidades de agua potable.

En el año de 1949 se diseñó el sistema de bombeo de Xotepingo, configurado por 33 pozos artesianos con una captación conjunta de 2 m<sup>3</sup>/s, gasto que era después bombeado a los tanques de Dolores para posteriormente distribuirlo a la ciudad. En este mismo año se realizó la construcción de tanques de almacenamiento en

Milpa Alta, Pantitlán, San Salvador Cuauhtenco, El Peñón, San Pablo Oxtotepec, Santa Ana Tlacotempan, San Jerónimo Miacatlán, San Lorenzo Zapotitlán, Santa Rosa Xochiac, Santa Lucía, Cuajimalpa, El Olivar, Castañeda, La Venta, Magdalena Contreras, Xochimilco y Mixcoac. Asimismo, se alimentaron los acueductos de Xotepingo a Villa Obregón y de Aragón a Villa de Guadalupe y posteriormente, en el año de 1951 inició la operación del Sistema Lerma, con una aportación de 4 m<sup>3</sup>/s. En el año de 1954 se proyectó el sistema Chiconautla, que consistía en la perforación de 40 pozos, con una profundidad media de 150 metros ubicados en tres distintos ramales al pie del cerro del mismo nombre. El gasto proporcionado por este sistema era de 3.3 m<sup>3</sup>/s, mismo que era conducido a la red de distribución mediante un conducto de concreto reforzado, de 2.2 m de diámetro y 22 km de longitud, que iba desde Venta de Carpio hasta el Cerro de Gachupines. Las obras del sistema Chiconautla se finalizaron en 1956 y contaba con dos equipos de cloración para potabilizar el agua antes de distribuirla a la ciudad.

Para el año de 1957 se inició la construcción del Sistema Chimalhuacán-El Peñón, ubicado en el cerro del Marqués o Peñón Viejo, al oriente de la ciudad, en donde se perforaron nueve pozos que en conjunto proporcionaban un gasto de 0.5 m<sup>3</sup>/s y que era conducido a una planta de bombeo ubicada en el Peñón de los Baños para alimentar un tanque de regulación ubicado en dicho cerro. Se continuaron las obras del Sistema Chiconautla, perforándose 26 pozos adicionales, con lo cual se logró aumentar el gasto suministrado por este sistema y que era conducido a los tanques de almacenamiento Santa Isabel. También en este mismo año se incrementó la red primaria que iniciaba en el

<sup>1</sup> Marroquín Rivera. *Memoria de las obras de aprovisionamiento de agua potable a la Ciudad de México*. México D.F., 1914

tanque de regulación del cerro de los Gachupines. Para abastecer de agua a la zona del Poniente, se conformó un sistema de cuatro plantas de bombeo escalonadas desde el acueducto Lerma en la zona de Dolores hasta el extremo superior de la Av. Madereros, mientras que en la zona de Santa Fe, se construyeron tres plantas de bombeo, finalizando en 1958 las obras del Peñón, en donde se construyó un tanque de regulación con una capacidad de almacenamiento de 55,000 m<sup>3</sup>.

En 1959, en el sistema Lerma, se perforaron 10 pozos más a una profundidad media de 150 a 200 metros, extrayendo 5.5 m<sup>3</sup>/s, iniciándose también la primera parte de la explotación del sistema Tláhuac-Chalco, que proveía un gasto de 2.5 m<sup>3</sup>/s extraídos del subsuelo mediante 40 pozos con una profundidad media de 150 metros, los cuales confluían a un acueducto al pie del Cerro de la Estrella.

En 1960 se concluyó la primera parte del sistema de Xochimilco-Mixquic-Santa Catarina, consistente en varias líneas de conducción y redes de distribución con una longitud de 50 km. Posteriormente, se perforaron 32 pozos más en el sistema Lerma, con lo cual se logró una extracción adicional de 2.5 m<sup>3</sup>/s. En este mismo año, se habilitaron varias captaciones en el Sistema Magdalena Contreras, aumentando su gasto en 20 l/s, construyéndose, asimismo, dos tanques de almacenamiento con una capacidad de 1,000 m<sup>3</sup> cada uno.

En el año de 1964, debido al gran crecimiento demográfico de la ciudad, se hizo necesario perforar 45 pozos en la zona del Alto Lerma, mientras que en el año de 1965 se construyó la planta potabilizadora de Santa Catarina, con una capacidad de 400 l/s, incorporando el agua potabilizada al sistema Xochimilco-Chalco. Se realizó la construcción de una línea de conducción de Almoloya a la entrada del Túnel Atarasquillo, paralelo al acueducto Lerma; se diseñó el túnel del Cartero, que abarcaba desde la barranca del fraccionamiento Lomas de Vistahermosa hasta la barranca de Mixcoac, prolongándose también el sistema de túneles de conducción de San Jerónimo y Contreras en 3 km, desde la barranca de Mixcoac hasta un puente intermedio entre la Barranca de Tarango y la de Tequilasco, de donde se llevaba a la barranca de Texcalatlaco.

En 1966 se aumentó la capacidad de la planta potabilizadora Santa Catarina a 500 l/s; en este mismo año se diseñó la planta potabilizadora de

Santa Cruz Meyehualco, con la finalidad de abastecer de agua potable a la colonia del mismo nombre, con un gasto de 60 l/s. En Santa Fe, se construyeron cinco tanques de almacenamiento y regulación: dos de estos tanques tenían una capacidad de 18,000 m<sup>3</sup>, mientras que los otros tenían una capacidad de 20,000 m<sup>3</sup>, 30,000 m<sup>3</sup> y 50,000 m<sup>3</sup>.

En el año de 1967, en la zona sureste de la ciudad se construyeron tres tanques de almacenamiento, con capacidades de 37,500 m<sup>3</sup>, 20,000 m<sup>3</sup> y 10,000 m<sup>3</sup>, así como también un tanque de oscilación, mientras que en la línea de distribución del Cerro del Judío - Picacho se construyeron tres tanques de almacenamiento con una capacidad conjunta de 70,000 m<sup>3</sup>.

Para el año de 1968 se concluyó la construcción del tanque Aeroclub, ubicado en los terrenos del Campo Militar No 1, con una capacidad de 50,000 m<sup>3</sup>. Se construyeron también tres tanques con capacidad de 1,000 m<sup>3</sup> cada uno a lo largo del camino a Las Águilas, en Álvaro Obregón, otro al sureste de la ciudad con capacidad de 5,000 m<sup>3</sup> y otro en el Cerro de la Estrella, con una capacidad de almacenamiento de 50,000 m<sup>3</sup>, realizándose, en 1969 la construcción del segundo tanque de almacenamiento Aeroclub, teniendo una capacidad conjunta de 75,000 m<sup>3</sup>.

El Sistema Cutzamala comenzó a construirse en 1976, mientras que el acueducto perimetral se comenzó en el año de 1983 iniciando en el portal de salida del túnel Analco - San José. Este acueducto se encuentra dividido en cuatro etapas. La primera inicia en el punto antes mencionado y termina en la trifurcación Cerro del Judío, en la delegación Álvaro Obregón, siendo su recorrido casi paralelo al ramal Sur del Acueducto Lerma y tiene cuatro líneas de derivación: El Cartero, Santa Lucía, Villa Verdún y El Judío. La segunda etapa comprende del tramo de la Trifurcación El Judío hasta el Portal de salida del Ajusco en la delegación Tlalpan, con una longitud de 10.5 km y un diámetro de cuatro metros, en tanto que la tercera etapa tiene una longitud de 12 km, iniciando en el punto final de la etapa anterior y termina en la cuarta derivación de la conducción, en el poblado de San Francisco Tlalnepanta, en la delegación Xochimilco. El túnel de esta etapa tiene 3.2 metros de diámetro. Finalmente, la cuarta etapa de este acueducto tendrá 16 km de longitud, terminando en el cerro del Tehutli en la delegación Milpa Alta. En este mismo año se inició la construcción del ramal sur para distribuir



el agua suministrada por el Sistema Lerma. Este ramal se localiza al poniente de la ciudad, a la altura del portal San José en la delegación Cuajimalpa y el cerro del Judío, en la delegación Magdalena Contreras y tiene una longitud de 11

km, con un diámetro de cuatro metros. En la *Figura II.1 - 1* se muestra un esquema con las actuales fuentes de abastecimiento externas para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

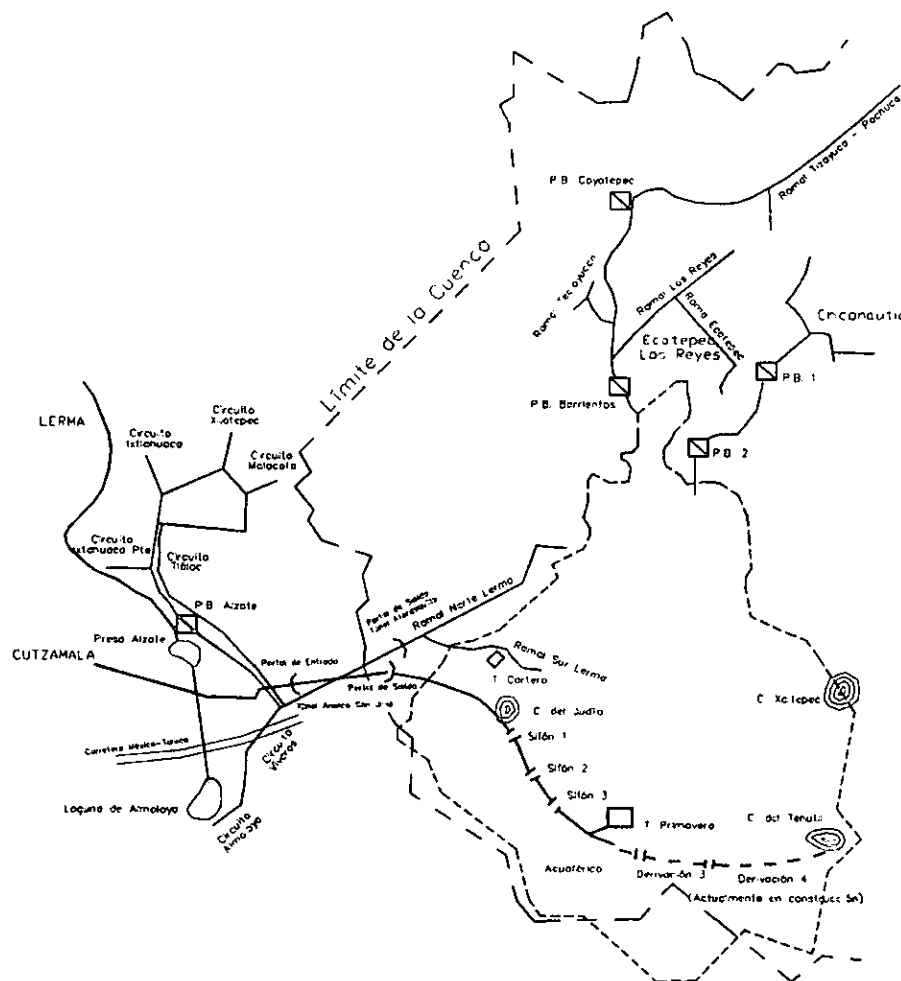


Figura II.1 - 1 Fuentes de abastecimiento externas de la ZMCM

### II.1.2.- Situación actual.

Las fuentes destinadas al abastecimiento del agua potable a los diversos centros de población existentes dentro de la Cuenca, son operadas por el Departamento del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGOH); por el gobierno del Estado de México, a través de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS); del Estado de Hidalgo, mediante la Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas

Intermunicipales (CAASIM), en el Estado de Tlaxcala por los organismos operadores de carácter municipal, además de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX), dependiente de la Comisión Nacional del Agua, la cual se encarga de administrar las fuentes que suministran el líquido a las entidades federativas mencionadas. También existen pozos operados por particulares para satisfacer sus propios requerimientos

Las fuentes de abastecimiento a la Cuenca del Valle de México se clasifican en dos tipos:

- 1.- Fuentes internas.
- 2.- Fuentes externas.

Las Fuentes Internas están constituidas por diversos sistemas de pozos ubicados dentro del Valle de México y en menor proporción, por el aprovechamiento de manantiales y de escurrimientos superficiales.

Las Fuentes Externas corresponden a fuentes de producción de agua en bloque provenientes de las explotaciones del acuífero de la Cuenca del Río Lerma y de la captación de diversos escurrimientos superficiales de la Cuenca del Río Cutzamala: el Sistema Lerma es operado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, mientras que el Sistema Cutzamala es manejado por la Comisión Nacional del Agua.

### II.1.2.1.-Abastecimiento de agua potable: fuentes internas.

#### Fuentes internas en el Distrito Federal.

##### Fuentes operadas por la DGCOH.

La DGCOH distribuye el agua producida por estas fuentes mediante cinco sistemas de pozos profundos y una serie de captaciones de manantiales y del Río Magdalena, los cuales son.

- 1.- Sistema Norte.
- 2.- Sistema Sur.
- 3.- Sistema Centro.
- 4.- Sistema Oriente.
- 5.- Sistema Poniente.

Y en forma adicional, el Sistema de Manantiales y Pozos Particulares.

**Sistema Norte.** El Sistema Norte cuenta con un total de 55 pozos, de los cuales 26 se ubican en la Delegación Azcapotzalco y sus caudales se suministran directamente a la red; 29 pozos integran el Subsistema Chiconautla, localizado en el Municipio de Ecatepec, Estado de México, pero aporta sus gastos a los Tanques Santa Isabel, ubicados en la Delegación Gustavo A. Madero. El gasto promedio suministrado a la ciudad por este sistema, en los años de 1991 a 1996, fue de 2.649 m<sup>3</sup>/s, como puede observarse en la *Tabla II.1-2*

*Tabla II.1-2 Gastos suministrados por el Sistema Norte (m<sup>3</sup>/s)*

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Pozos a la red	1.915	1.994	1.936	1.815	1.492	1.537	1.782
Chiconautla	0.879	0.835	0.874	0.888	0.863	0.867	0.868
<b>TOTAL:</b>	<b>2.794</b>	<b>2.829</b>	<b>2.81</b>	<b>2.703</b>	<b>2.355</b>	<b>2.404</b>	<b>2.649</b>

*Fuente. Estudio para la cuantificación de los recursos hidrológico - hidráulicos de la ZMCM, CATIC.*

**Sistema Sur.** Este sistema comprende toda la extensión de las Delegaciones de Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan y, en forma parcial, las Delegaciones de Tláhuac, Coyoacán e Iztapalapa. Está integrado por un total de 240 pozos profundos que, en distintos grupos, abastecen a los Acueductos Xochimilco y Chalco - Xochimilco y descargan directamente a la red. A

este sistema se integraron el Subsistema Tulyehualco y diversos pozos aislados que operaba la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM). Durante el periodo 1991 - 1996 el gasto promedio aportado por este sistema fue de 8.158 m<sup>3</sup>/s, como puede observarse en la *Tabla II.1-3*.

Tabla I.1-3 Gastos suministrados por el Sistema Sur (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Pozos a la red	6.199	6.614	6.998	8.29	7.864	7.308	7.212
Aux. de Xotepingo	0.658	0.59	0.693	0.625	0.607	0.575	0.625
Pozos A de la GAVM	—	—	—	—	0.134	0.181	0.158
Tulyehualco	—	—	—	—	0.536	1.075	0.806
<b>TOTAL:</b>	<b>6.857</b>	<b>7.204</b>	<b>7.691</b>	<b>8.915</b>	<b>9.141</b>	<b>9.139</b>	<b>8.158</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Sistema Centro.** El Sistema Centro está integrado por 63 pozos que entregan sus gastos directamente a la red de distribución; abarca la totalidad de las Delegaciones Benito Juárez y Cuauhtémoc, y en forma parcial a las Delegaciones Alvaro Obregón, Coyoacán,

Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza y Miguel Hidalgo. El gasto medio suministrado por este sistema en el periodo 1991 - 1996, fue de 2.464 m<sup>3</sup>/s, como se puede observar en la Tabla II.1-4.

Tabla I.1-4 Gastos suministrados por el Sistema Centro (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Pozos a la red	2.722	3.404	3.264	1.711	1.788	1.897	2.464
<b>TOTAL:</b>	<b>2.722</b>	<b>3.404</b>	<b>3.264</b>	<b>1.711</b>	<b>1.788</b>	<b>1.897</b>	<b>2.464</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Sistema Oriente.** El sistema está integrado por un total de 47 pozos, de los cuales la mayor parte descargan directamente a la red de distribución y otros entregan sus gastos a las Plantas Potabilizadoras Agrícola Oriental y Santa Cruz Meyehualco, así como al Acueducto Ampliación Tláhuac. Durante el periodo 1991 -

1996 el sistema proporcionó un gasto medio de 1.694 m<sup>3</sup>/s, considerando las aportaciones a partir del mes de junio de 1995, del subsistema Ampliación Tláhuac, fecha en la que la GAVM lo entregó a la DGCOH para su operación. En la Tabla II.1-5 se muestran los gastos suministrados por este Sistema.

Tabla I.1-5 Gastos suministrados por el Sistema Oriente (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Pozos a la red	1.245	1.228	1.28	1.817	1.733	1.413	1.453
Planta A. Oriental	0.078	0.137	0.104	0.127	0.063	0.015	0.087
Planta S. C. Meyehualco	0.042	0.042	0.052	0.053	0.041	0.04	0.045
Ampliación Tláhuac	—	—	—	—	0.248	0.407	0.328
<b>TOTAL:</b>	<b>1.365</b>	<b>1.407</b>	<b>1.436</b>	<b>1.997</b>	<b>2.085</b>	<b>1.875</b>	<b>1.694</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Sistema Poniente.** Este sistema abarca completamente las Delegaciones de Cuajimalpa y Magdalena Contreras, y parte de las Delegaciones Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón. Está integrado por 13 pozos que descargan directamente a la red de distribución y por los gastos producidos por la Planta Potabilizadora

Magdalena. El gasto medio producido por el sistema en el periodo 1991 - 1996 fue de 0.483 m<sup>3</sup>/s (15,231,888 m<sup>3</sup>/año), de los cuales la Planta Potabilizadora Magdalena aportó un caudal promedio de 0.192 m<sup>3</sup>/s (6,054,912 m<sup>3</sup>/año). En la Tabla II.1-6 se muestran los gastos suministrados por este Sistema

Tabla II.1-6 Gastos suministrados por el Sistema Poniente (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Pozos a la red	0.338	0.385	0.324	0.203	0.264	0.235	0.292
Planta P. Magdalena	0.194	0.194	0.194	0.194	0.189	0.184	0.192
<b>TOTAL:</b>	<b>0.532</b>	<b>0.579</b>	<b>0.518</b>	<b>0.397</b>	<b>0.453</b>	<b>0.419</b>	<b>0.483</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Manantiales y pozos particulares.** En las Delegaciones Cuajimalpa, Alvaro Obregón, Magdalena Contreras y Tlalpan, se cuenta con 90 manantiales equipados con obras de captación y cloración. Estas aguas son conducidas directamente a las redes de distribución o a tanques de almacenamiento; existen también, repartidos por toda la ciudad, diversos pozos

particulares cuyos gastos son aprovechados en parte por los usuarios y en parte son inyectados directamente a las redes de distribución. Los manantiales y pozos particulares han aportado un gasto medio de 1.549 m<sup>3</sup>/s en el periodo 1991 - 1996, mismo que se puede observar en la *Tabla II.1-7*.

Tabla II.1-7 Gastos suministrados por los Manantiales y Pozos particulares (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Manantiales	0.739	0.828	0.946	0.863	0.812	0.817	0.834
Pozos particulares	0.896	0.847	0.847	0.663	0.552	0.485	0.715
<b>TOTAL:</b>	<b>1.635</b>	<b>1.675</b>	<b>1.793</b>	<b>1.526</b>	<b>1.364</b>	<b>1.302</b>	<b>1.549</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

#### Fuentes operadas por GRAVAMEX.

La GRAVAMEX es responsable de las infraestructuras de extracción o captación, bombeo y conducción del agua en bloque procedente de dos fuentes de agua subterráneas: los Sistemas de Aguas del Norte y el de Aguas del Sur.

**Sistema de Aguas del Norte.** Está integrado por los Sistemas Barrientos y El Risco. El *Sistema Barrientos* esta constituido por 120 pozos que alimentan a los ramales Tizayuca - Pachuca y Teoloyucan - Tultitlán, de 20" y 48" de diámetro respectivamente. Sus aguas son

conducidas a la Planta de Bombeo Barrientos, donde son enviadas a los Tanques Chalmita. El *Sistema El Risco* esta constituido por 16 pozos que alimentan a los ramales Ecatepec, Los Reyes y Tultitlán, de 48" de diámetro cada uno. El primer ramal llega a la Planta de Bombeo El Risco, para finalmente descargar sus aguas en el Tanque Santa Isabel, en tanto que los ramales Los Reyes y Tultitlán concurren a la Planta de Bombeo Barrientos. Los Tanques Chalmita y Santa Isabel son operados por la DGCOH. El gasto medio entregado por este sistema en el periodo 1991 - 1998 fue de 2.662 m<sup>3</sup>/s. Los gastos suministrados por medio de estos Sistemas se pueden ver en la *Tabla II.1-8*.

Tabla II.1-8 Gastos suministrados por el Sistema de Aguas del Norte (m<sup>3</sup>/s)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Barrientos	2.79	2.847	2.709	2.491	2.166	2.657	2.610
Risco	0.106	0.098	0.07	0.026	0.006	0.008	0.052
<b>TOTAL:</b>	<b>2.896</b>	<b>2.945</b>	<b>2.779</b>	<b>2.517</b>	<b>2.172</b>	<b>2.665</b>	<b>2.662</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Sistema de Aguas del Sur.** Los subsistemas que lo integran son Texcoco y La Caldera. Originalmente pertenecían a este sistema el Acueducto Ampliación Tláhuac, así como los Subsistemas de Pozos Aislados y Tulyehualco, que en la actualidad forman parte

de las fuentes propias de la DGCOH. El gasto medio total suministrado por este sistema en el periodo 1994 - 1996 fue de 1.905 m<sup>3</sup>/s. En la *Tabla II.1-9* se pueden observar los gastos suministrados por todos los subsistemas que componen este Sistema.

Tabla I.1-9 Gastos suministrados por el Sistema de Aguas del Sur ( $m^3/s$ )

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
P. A. de la GAVM	---	---	---	0.332	0.332	---	0.332
Ampliación Tláhuac	---	---	---	0.529	0.598	---	0.564
Texcoco	---	---	---	0.009	0.012	0	0.007
La Caldera	---	---	---	0.511	0.541	0.772	0.608
Tláhuac-Mixquic-Sta. Catarina	---	---	---	0.005	0.002	0.001	0.003
Tulyehualco	---	---	---	1.06	1.012	0	0.691
<b>TOTAL:</b>	---	---	---	<b>2.446</b>	<b>2.497</b>	<b>0.773</b>	<b>1.905</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

### Fuentes internas en el Edo. de México.

El Estado de México se abastece de agua internamente mediante captaciones en la presa Madín, así como por la extracción de agua subterránea mediante pozos ubicados en distintas zonas, siendo estos de carácter municipal, particular o paraestatal; la CEAS también opera algunos pozos. La planta potabilizadora Madín suministró un gasto de  $0.372 m^3/s$  ( $9,272,673 m^3/año$ ), mientras que los pozos particulares y paraestatales sumaron un

total de  $0.177 m^3/s$  ( $4,673,315 m^3/año$ ). Los pozos municipales suministraron  $13.006 m^3/s$  ( $410.157$  millones de  $m^3/año$ ) y los pozos operados por la CEAS aportaron un gasto de  $1.841 m^3/s$  ( $58.058$  millones de  $m^3/año$ ). El gasto total suministrado por las fuentes internas fue de  $15.396 m^3/s$  ( $485,528,256 m^3/año$ ). Los datos mencionados corresponden a los indicados en las Tablas II.1-10 y II.1-11.

### Fuentes internas en Hidalgo

El Estado de Hidalgo se abastece de agua mediante captaciones en el Río de las Avenidas complementadas con la extracción de agua subterránea. El gasto aportado por las fuentes superficiales en el año de 1995 fue de  $0.694 m^3/s$

( $21.900$  millones de  $m^3/año$ ), mientras que por fuentes subterráneas el abastecimiento fue de  $1.411 m^3/s$  ( $44.510$  millones de  $m^3/año$ ), tal como se puede observar en la Tabla II.1-12.

### Fuentes internas en Tlaxcala.

El abastecimiento de agua potable en la zona de Tlaxcala de fuentes superficiales se realiza mediante dos sistemas de captaciones en manantiales; el *Sistema Sanctorum* y el *Sistema La Venta*. En el año de 1995 el último suministró un gasto de  $0.08 lps$  ( $2,523 m^3/año$ ), mientras

que el primero suministró un gasto de  $0.009 m^3/s$  ( $285,716 m^3/año$ ). En lo referente a aguas subterráneas, se cuenta con pozos de extracción, los cuales suministraron en el año de 1996 un gasto de  $0.124 m^3/s$  ( $3,919,868 m^3/año$ ), como se puede observar en la Tabla II.1-13.

### II.1.2.2.- Abastecimiento de Agua Potable: Fuentes externas

**Sistema Lerma.** Este sistema se ubica en el Estado de México, al poniente de la ciudad de México, en el Valle de Toluca y ocupa un área de  $2,236 km^2$ . El Sistema Lerma se inició con  $4 m^3/s$  en 1951 y para 1974 llegó a aportar  $14 m^3/s$ , explotación que con el transcurso del tiempo ocasionó un severo abatimiento a los acuíferos de los Valles de Toluca e Ixtlahuaca, por lo que fue necesario reducir su explotación. Está integrado por 243 pozos profundos que

suministran sus gastos a 16 ramales, los cuales, a su vez, alimentan a cuatro acueductos que tienen una longitud aproximada de 260 km, de los cuales 230 funcionan a presión y el resto por gravedad y que conducen el agua hasta el inicio del túnel Atarasquillo - Dos Ríos, con una longitud de 14.3 km para cruzar la Sierra de las Cruces. Al final de este túnel se entrega el agua en la trifurcación El Venado, de donde se deriva el agua hacia los ramales Norte Lerma y Sur

Tabla 1.10 Gastos suministrados al Dif. Edo. de México e Hidalgo por distintas Fuentes

1995

	Distrito Federal						Estado de México						Hidalgo		Paraestatales y particulares		
	Cutzamala			Subterránea			Cutzamala			Madín			Subterránea			Subterránea	
	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	
Enero	30,543,157	10,712	15,917,525	5,821	10,284,541	3,606	1,334,100	0,468	18,723,213	6,567	2,664,870	0,964	531,935	0,194			
Febrero	26,152,641	10,438	15,697,718	6,466	8,829,983	3,524	1,179,600	0,471	15,989,777	6,382	2,594,126	0,970	496,244	0,186			
Marzo	25,943,764	10,317	16,733,374	5,305	9,190,842	3,668	1,145,780	0,457	15,519,569	6,193	2,398,308	0,956	463,622	0,184			
Abril	3,081,148	10,806	16,020,764	5,318	11,000,105	3,858	1,201,573	0,421	17,989,718	6,308	2,505,640	0,936	482,184	0,181			
Mayo	26,335,514	18,886	16,578,692	6,078	9,443,052	3,904	1,008,060	0,417	15,475,226	6,396	2,537,683	0,978	468,304	0,179			
Junio	26,224,901	10,053	15,226,381	5,230	10,117,001	3,777	997,591	0,372	17,246,810	6,438	2,257,952	0,902	454,333	0,182			
Julio	26,672,701	9,647	16,538,103	5,995	11,074,906	4,006	1,109,126	0,401	17,095,532	6,183	2,645,201	0,955	495,725	0,180			
Agosto	22,204,826	9,216	15,779,740	5,995	9,983,802	4,128	944,303	0,390	15,125,669	6,251	2,491,254	0,929	466,011	0,173			
Septiembre	24,000,833	8,964	14,521,403	5,713	10,783,487	4,025	661,699	0,247	16,049,953	5,992	2,283,462	0,911	405,012	0,160			
Octubre	23,006,590	8,870	14,716,765	5,392	10,776,005	3,898	832,644	0,301	17,018,229	6,156	2,478,670	0,924	477,512	0,178			
Noviembre	22,660,502	9,040	14,282,754	5,530	9,948,631	3,970	361,414	0,344	15,623,962	6,237	2,459,488	0,918	486,815	0,183			
Diciembre	23,580,201	9,098	14,501,774	5,645	9,958,341	3,872	206,344	0,350	15,806,778	6,100	2,314,911	0,892	468,184	0,180			
<b>TOTAL</b>	<b>280,308,768</b>	<b>10,487</b>	<b>186,614,993</b>	<b>6,720</b>	<b>121,390,476</b>	<b>3,851</b>	<b>10,982,234</b>	<b>0,387</b>	<b>197,664,436</b>	<b>6,267</b>	<b>29,631,635</b>	<b>0,936</b>	<b>5,895,881</b>	<b>0,180</b>			

1996

	Distrito Federal						Estado de México						Hidalgo		Paraestatales y particulares		
	Superficial			Subterránea			Cutzamala			Madín			Subterránea			Subterránea	
	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	Volumen (m³)	Gasto (m³/s)	
Enero	25,063,771	9,085	17,888,584	6,484	10,836,183	3,919	928,439	0,336	17,263,363	6,243	2,483,240	0,896	495,157	0,178			
Febrero	23,907,555	8,926	17,260,867	5,835	11,437,091	4,270	961,137	0,359	17,436,013	6,509	2,177,148	0,840	442,448	0,171			
Marzo	22,539,096	9,317	17,949,521	6,961	10,087,900	4,171	888,008	0,367	15,788,853	6,527	2,040,807	0,844	431,857	0,178			
Abril	26,981,417	9,759	17,726,001	6,615	12,901,849	4,667	898,417	0,325	17,706,627	6,405	2,431,641	0,853	479,416	0,170			
Mayo	26,820,133	10,013	16,827,988	6,282	12,921,628	4,824	959,139	0,358	17,457,249	6,518	2,257,402	0,870	460,820	0,177			
Junio	23,801,325	10,417	16,636,946	6,545	12,844,412	4,646	999,656	0,358	17,883,574	6,470	2,239,612	0,836	462,774	0,172			
Julio	24,168,464	9,989	16,918,274	6,237	11,019,139	4,555	925,950	0,383	14,741,989	6,094	2,273,512	0,877	454,341	0,175			
Agosto	25,881,093	9,663	16,948,987	6,412	12,545,875	4,684	1,012,365	0,378	16,196,062	6,048	2,299,330	0,887	423,935	0,163			
<b>TOTAL</b>	<b>199,160,864</b>	<b>9,644</b>	<b>138,157,168</b>	<b>6,421</b>	<b>94,594,077</b>	<b>4,487</b>	<b>7,563,111</b>	<b>0,368</b>	<b>134,473,730</b>	<b>6,352</b>	<b>18,202,692</b>	<b>0,863</b>	<b>3,660,748</b>	<b>0,173</b>			
<b>Promedio 1995-1996</b>	<b>10,066</b>		<b>107,992,277</b>	<b>4,159</b>	<b>9,272,673</b>	<b>0,372</b>	<b>6,309</b>		<b>23,917,129</b>	<b>0,800</b>	<b>4,673,316</b>	<b>0,177</b>					

Fuente: Estudio para determinar la oferta y la demanda de agua en la Cuenca del Valle de México Anexo Oferta, HITOMEX, CNA, 1997

Tabla II.1-11 Gastos medios de agua potable suministrada en bloque a municipios del Estado de México

	Fuentes Federales	CEAS Pozos	Acueducto Lerma	Pozos Municipales	Pozos Particulares	Total fuentes Estatales	Total
Acolman							
Amecameca	0.000	0.044		0.049		0.093	0.093
Atenco							
Atizapan	1.180	0.000	0.000	0.483	0.383	0.866	2.046
Axapusco	0.000	0.040		0.009		0.049	0.049
Ayapango	0.000	0.015		0.000		0.015	0.015
Coacalco	0.194	0.000		0.624	0.109	0.733	0.927
Cocotitlán							
Coyotepac	0.003	0.000		0.055		0.055	0.058
Cuautitlán	0.110	0.000		0.051	0.113	0.164	0.274
Cuautitlán Izcalli	0.508	0.000		1.328	0.436	1.764	2.272
Chalco	0.073	0.002		0.928		0.930	1.003
Chicautla							
Chicoloapan	0.007	0.008		0.153		0.161	0.168
Chiconcuac							
Chimalhuacán	0.000	0.024		0.784		0.808	0.808
Ecatepec	0.626	0.000		3.408	0.311	3.719	4.345
Huahuatoca	0.000	0.092		0.006		0.098	0.098
Huixquilucan	0.446	0.018	0.000	0.059	0.000	0.077	0.523
Isidro Fabela							
Ixtapaluca	0.018	0.006		0.358		0.364	0.382
Jaltenco	0.051	0.000		0.045		0.045	0.096
Jilotzingo							
Juchitapac	0.000	0.026		0.029		0.055	0.055
La Paz							
Melchor Ocampo	0.000	0.000		0.040		0.040	0.040
Naucalpan	1.384	0.000	1.000	0.830	0.445	2.275	3.659
Nextlalpan	0.001	0.000		0.053		0.053	0.054
Nezahualcóyotl	1.076	1.288		0.862		2.150	3.226
Nicolás Romero	0.000	0.027	0.000	0.395	0.000	0.422	0.422
Nopaltepec				0.025		0.025	0.025
Otumba	0.000	0.055		0.053		0.108	0.108
Papalotla							
San Martín de las P.	0.000	0.000		0.069		0.069	0.069
Tecamac	0.001	0.035		0.505	0.000	0.540	0.541
Temamatla							
Teoloyucan	0.102	0.043		0.015		0.058	0.160
Teotihuacan	0.000	0.000		0.095		0.095	0.095
Tepiccoxtoc	0.000	0.007		0.062		0.069	0.069
Tepetzotlán	0.000	0.025		0.084		0.109	0.109
Texcoco							
Tezoyuca							
Tlalmanalco	0.000	0.007		0.091		0.098	0.098
Tlalnapantla	2.098	0.000	0.000	0.600	0.255	0.855	2.953
Tultepec	0.146	0.040		0.023		0.063	0.209
Tultitlán	0.364	0.000		0.721	0.208	0.929	1.293
Zumpango	0.018	0.039		0.114		0.153	0.171
<b>TOTAL (m³/s)</b>	<b>8.406</b>	<b>1.841</b>	<b>1.000</b>	<b>13.008</b>	<b>2.230</b>	<b>18.107</b>	<b>28.813</b>
<b>Volumen 1 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></b>	<b>285.092</b>	<b>58.058</b>	<b>31.536</b>	<b>410.157</b>	<b>71.271</b>	<b>671.022</b>	<b>836.114</b>

Fuente: "Estudio para determinar la oferta... Anexo Oferta"

Tabla 1.1.2. Consumos en el Estado de Hidalgo (1995)

Río Avenidas	Aguas Superficiales m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>		Aguas Subterráneas m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>		Subtotal
	Dom-Urbano	Industrial	Dom-Urbano	Industrial	
	21,900	0,000	44,510	0,000	45,390
	48,117	0,000	70,017	0,000	45,390

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".

Tabla 1.1.3. Consumos en el Estado de Tlaxcala (1995)

Padrón de usuarios de aguas superficiales en uso agrícola

Nombre de Usuario	Volumen (m <sup>3</sup> )	Municipio
Bordo Mazapa	120,000	Calpulalpan
La Cañada P.A.	750,000	L. Cárdenas
San Juan P.A.	254,000	Mariano Arista
Pozuelos	980,000	Mariano Arista
<b>TOTAL</b>	<b>2,104,000</b>	

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".

Padrón de usuarios de aguas superficiales en uso público urbano

Usuarios	Municipio	Vol. anual (m <sup>3</sup> )	Fuente de abastecimiento
Sistema La Venta	Calpulalpan	2,523	Man. La Venta
Sistema Sanctorum	Lázaro Cárdenas	285,716	Man. Sanctorum
<b>TOTAL</b>		<b>288,239</b>	

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".

Aprovechamientos subterráneos en el Estado de Tlaxcala

USO AGRÍCOLA		
Nombre del Pozo	Municipio	Vol. anual (m <sup>3</sup> )
Calpulalpan No. 6	Calpulalpan	330,000
Calpulalpan No. 7	Calpulalpan	222,000
Rancho La Cañada	Calpulalpan	132,000
Rancho San José Zoquiapan	Calpulalpan	120,000
Benito Juárez No. 1	Benito Juárez	150,000
Benito Juárez No. 2	Benito Juárez	410,100
Benito Juárez No. 3	Benito Juárez	378,000
Benito Juárez No. 4	Benito Juárez	403,000
Benito Juárez No. 5	Benito Juárez	241,500
Benito Juárez No. 6	Benito Juárez	354,000
Benito Juárez No. 7	Benito Juárez	276,000
Benito Juárez No. 8	Benito Juárez	342,000
Benito Juárez No. 9	Benito Juárez	353,000
Benito Juárez No. 10	Benito Juárez	303,000
Benito Juárez No. 11	Benito Juárez	258,000
Benito Juárez No. 12	Benito Juárez	312,000
Benito Juárez No. 14	Benito Juárez	192,000
Benito Juárez No. 16	Benito Juárez	547,932
Benito Juárez No. 17	Benito Juárez	221,544
Centadero	L. Cárdenas	84,000
Rancho Tepezcumbia	Mariano Arista	60,000
<b>TOTAL</b>		<b>5,738,076</b>

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".

USO DOMÉSTICO-PÚBLICO		
Nombre del Pozo	Municipio	Vol. anual (m <sup>3</sup> )
Rancho San Benigno 1	Calpulalpan	7,000
Rancho San Bartolomé del 1	Calpulalpan	1,000
Calpulalpan No. 1	Calpulalpan	547,000
Calpulalpan No. 2	Calpulalpan	376,000
Calpulalpan No. 3	Calpulalpan	718,000
Calpulalpan No. 4	Calpulalpan	723,000
Zacoacabo	Calpulalpan	18,000
Sultepec	Calpulalpan	158,000
Díaz ordaz	Calpulalpan	17,000
Cuahula	Calpulalpan	60,000
La Soledad	Calpulalpan	21,000
San Mateo Actopan	Calpulalpan	16,000
San Marcos Huaquilpan	Calpulalpan	62,000
Seis Hermanos	Calpulalpan	236,340
Benito Juárez	L. Cárdenas	239,358
Francisco Villa	L. Cárdenas	92,400
Ávaro Obregón	L. Cárdenas	7,884
Granja Fco 1 Madero	Mariano Arista	2,000
Nanacamilla	Mariano Arista	571,748
Domingo Arenas	Mariano Arista	12,930
Fco 1 Madero	Mariano Arista	33,113
<b>TOTAL</b>		<b>3,919,868</b>

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".

USO INDUSTRIAL		
Nombre del Pozo	Municipio	Vol. anual (m <sup>3</sup> )
Cebadas y Melitas S.A. No. 1	Calpulalpan	466,560
Cebadas y Melitas S.A. No. 2	Calpulalpan	466,560
Calzados Sandak S.A.	Calpulalpan	10,368
Nitrógeno Industrial Alim.	Calpulalpan	12,000
Confesc. Agua Escondida	Mariano Arista	8,000
<b>TOTAL</b>		<b>963,488</b>

Fuente: "Estado de la oferta y la demanda".



Lerma, con 12.5 km y 11.5 km. de longitud respectivamente. La rama Norte Lerma conduce el agua a los tanques Aeroclub y San Joaquín. De la rama Sur Lerma se deriva el caudal hacia la trifurcación El Cartero, de donde se alimenta a la línea Plateros; en dicha trifurcación se tiene un rebombear que alimenta a los tanques que se encuentran en las partes altas de la delegación Cuajimalpa. La rama Sur Lerma continúa hasta la trifurcación Santa Lucía, donde se deriva una línea del mismo nombre, así como también la línea Águilas. Finalmente, la rama Sur Lerma se

prolonga hasta la trifurcación el Judío, de donde parten las líneas Las Torres y la derivación Picacho.

El gasto medio entregado por este sistema en el periodo considerado fue de 4.806 m<sup>3</sup>/s (151,562,016 m<sup>3</sup>/año) para el Distrito Federal, y de 1 m<sup>3</sup>/s (31,536,000 m<sup>3</sup>/año) para el Estado de México. Los gastos mencionados corresponden a los indicados en la *Tabla III.1-14*, así como en la *Tabla II.1-11* antes presentada.

**Tabla I.1-14 Gastos suministrados por el Sistema Lerma al D.F. (m<sup>3</sup>/s)**

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Venado	4.3	4.792	4.911	4.922	5.004	4.905	4.806
<b>TOTAL:</b>	<b>4.3</b>	<b>4.792</b>	<b>4.911</b>	<b>4.922</b>	<b>5.004</b>	<b>4.905</b>	<b>4.803</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

**Sistema Cutzamala.** El Sistema Cutzamala es una fuente de abastecimiento de aguas superficiales, externa al Valle de México, que permite el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca alta del Río Cutzamala, utilizando parte de la infraestructura del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán y que consiste en la captación en siete almacenamientos y derivación en las presas Valle de Bravo, Chilesdo, Villa Victoria y Colorines, así como la construcción del vaso regulador Donato Guerra y un acueducto de 127 km, que incluye 19 km de túneles y 7.5 km de canal. Las aguas captadas son conducidas a la Planta Potabilizadora Los Berros, con capacidad de 24 m<sup>3</sup>/s. Para suministrar el gasto proporcionado por este sistema, son necesarias seis plantas de bombeo a lo largo de su recorrido. Asimismo, en la zona metropolitana, se tienen 24 km de túneles, que corresponden a los ramales Norte y Sur de 12.5

km y 11.5 km respectivamente, para la distribución del agua al Estado de México y al Distrito Federal. El ramal Sur es un túnel de 4 m de diámetro que da servicio a la zona surponiente del Distrito Federal, abasteciendo al tanque "La Primavera"; mientras que el ramal Norte deriva su gasto a tanques localizados en el Estado de México, siendo de los más importantes por su capacidad, el "Bella Vista", "San Javier", "Emiliano Zapata", "Barrientos" y "Coacalco". Para el Distrito Federal también aporta en el Tanque "Chalmita".

Para el periodo de 1991 a 1996, el gasto medio suministrado al Distrito Federal fue de 9.566 m<sup>3</sup>/s (301,673,376 m<sup>3</sup>/año), mientras que para el Estado de México el gasto medio fue de 4.159 m<sup>3</sup>/s (131,158,224 m<sup>3</sup>/año). Estos gastos corresponden a los indicados en la *Tabla II.1-15* y en la *Tabla II.1-10*.

**Tabla I.1-15 Gastos suministrados por el Sistema Cutzamala al D.F. (m<sup>3</sup>/s)**

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio
Cruz de la Misión	5.089	4.911	4.535	4.648	6.209	5.671	5.177
Dos Ríos - Rama Sur	2.499	2.142	3.023	4.769	3.457	3.944	3.303
<b>TOTAL:</b>	<b>7.588</b>	<b>7.053</b>	<b>7.558</b>	<b>9.417</b>	<b>9.666</b>	<b>9.615</b>	<b>9.566</b>

Fuente. Estudio para la cuantificación ...

### II.1.2.3.- Almacenamiento del agua potable.

a) En el D.F.

#### Tanques de regulación.

La red de tanques de almacenamiento y regulación está formada por 408 almacenamientos con una capacidad instalada de 1'716,668.87 m<sup>3</sup>, de los cuales, 41 tanques mayores de 5,000 m<sup>3</sup> contribuyen con 1,440,941 m<sup>3</sup>, que representa el 83.94% de la capacidad total del sistema.

**Tanques zona norte.** Está formada por 33 almacenamientos de los cuales destacan los tanques Chalmita, Santa Isabel y El Peñón, con una capacidad instalada de 351,741 m<sup>3</sup>, que corresponde al 24.21 % del volumen total que se regulariza en los tanques del sistema de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México.

Tabla II.1- 16 Principales tanques ubicados en la Zona Norte del D.F.

SISTEMA	TANQUES	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
Tanque Chalmita	Chalmita 1	50,000
	Chalmita 2	50,000
	Chalmita 3	50,000
	Chalmita 4	50,000
SUBTOTAL		200,000
Tanque Santa Isabel	Santa Isabel 1	50,586
	Santa Isabel 2	51,155
SUBTOTAL		101,741
Tanque El Peñón	El Peñón	50,000
TOTAL		351,741

Fuente: DGCOH. Plan maestro de Agua Potable, 1995-2010

Los tanques de esta zona se alimentan de distintos sistemas de pozos ubicados en el Distrito Federal y el Estado de México. Los tanques Chalmita se abastecen de agua a través del sistema Barrientos, mientras que los tanques Santa Isabel tienen como fuentes principales los sistemas El Risco y Chiconautla. El tanque Peñón se alimenta del sistema de pozos El Peñón, localizado al noroeste de la delegación Iztapalapa. El gasto que ingresa a la red de abastecimiento de agua potable a través de los tanques de la zona norte es de 4.332 m<sup>3</sup>/s, que representan el 11.85 % del total del sistema. Los tanques de esta zona se encuentran

interconectados a través de la infraestructura de la red primaria y surten de agua principalmente a la zona norte, excepto en el caso del tanque El Peñón, que lo hace además hacia la zona centro.

**Tanques zona poniente.** De las tres zonas de tanques en que se ha dividido al sistema de almacenamiento y regulación de agua potable de la Ciudad de México, la zona de tanques poniente corresponde a la de mayor capacidad instalada con 103 almacenamientos, como puede apreciarse en la Tabla II.1-17.

Tabla II.1- 17 Principales tanques ubicados en la zona Poniente del D.F.

SISTEMA	TANQUES	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
Tanques Aeroclub	Aeroclub 1	75,000
	Aeroclub 2	50,000
	Aeroclub 3	50,000
SUBTOTAL		175,000
Tanque el Cartero	El Cartero	20,000
Tanque el Maple	El Maple	19,000
Tanque Palo Alto	Palo Alto	27,800

Tabla I.1-17 Principales tanques ubicados en la zona Poniente de D.F. (Continuación)

SISTEMA	TANQUES	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
Tanque Zaragoza	Zaragoza	65,000
Tanque Dolores	Dolores 1	50,000
	Dolores 2	50,000
	Dolores 3	50,000
	Dolores 4	50,000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>200,000</b>
Tanque Santa Lucía	Santa Lucía 1	17,000
	Santa Lucía 2	43,400
	Santa Lucía 3	30,000
	Santa Lucía 4	20,000
	Santa Lucía 5	7,500
<b>SUBTOTAL</b>		<b>117,900</b>
Tanque Villa Verdún	Villa Verdún	50,000
Tanque Aguilas	Aguilas 6	5,000
Tanque Torres 4	Torres 4	30,000
Tanque Mimosas	Mimosa	17,500
Tanque El Lienzo	El Lienzo	19,000
Tanque El Judío	El Judío	27,000
Tanque San Francisco	San Francisco	19,000
Tanque Padierna	Padierna	27,000
Tanque Zacaltépetl	Zacaltépetl	5,000
Tanque Cuicuilco	Cuicuilco 1	10,000
	Cuicuilco 2	10,000
<b>SUBTOTAL</b>		<b>20,000</b>
Tanque Primavera	Primavera	50,000
<b>TOTAL</b>		<b>381,300</b>

Fuente. DGCOH. Plan Maestro de Agua Potable 1995-2010.

Los tanques con mayor capacidad son los tanques Aeroclub, Dolores, El Maple, El Cartero, Palo Alto, Zaragoza, Santa Lucía ( 1 al 5 ), Villa Verdún, Aguilas 6, Torres 4, Mimosa, El Lienzo, El Judío, San Francisco, Padierna, Zacaltépetl, Cuicuilco y Primavera. La capacidad total del sistema de tanques ubicados en esta zona es de 894,200 m<sup>3</sup>, que corresponde al 62.06% del total del volumen que se regulariza en la red de tanques de la ciudad. Los tanques de la zona se alimentan principalmente de los sistemas Lerma y Cutzamala, y distribuyen el agua hacia el norte de la ciudad a través del Ramal Norte del Sistema Lerma y hacia el sur por medio del Ramal Sur del mismo Sistema y del Acuaférico.

Estos tanques aportan en conjunto un gasto medio de 14.339 m<sup>3</sup>/s, principalmente hacia el centro, que representa el 39.23% del total del agua que ingresa a la red de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México.

**Tanques zona sur-oriente.** En los pozos Sur y Oriente de la Ciudad de México se dispone de un total de 180 tanques reguladores, de los cuales 168 están en operación y los doce restantes (todos ellos en la zona sur) se encuentran fuera de servicio. Solamente seis de los tanques, (todos del oriente), tienen capacidades de almacenamiento superiores a 5,000 m<sup>3</sup>.

Tabla I.1-18 Tanques ubicados en la Zona Sur del D.F.

NO. DE TANQUE	ALCANTARILLADO	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
Ajusco 1, Ajusco 2, Canela, Capulín (El), 5 de Mayo, CTL-29, Fuentes Brotantes, Fuentes del Pedregal, Joya (La), Margaritas (Las), Parres, Topilejo, Tlalpuente, T-2 (Virgencitas), T-3, T-4, T-5, T-6, TC-8, TC-9, TL-1, TL-3, TL-3 (Sto. Tomas Ajusco), TL-4, TL-5 (Sto. Tomas Ajusco), TI-6, TI-6 (Sto. Tomas Ajusco), TI-7, TI-9, TL-11, TI-12, TL-13, TL-14 (Zona Alta Ajusco), TL-14, TL-18, TL-30, TL-32, TL-37 y TL-38, Ampliación Gauadalupe 1, San Andrés Ahuayacan 2, Santa Cruz Xochitpec 2, Santa Cecilia Tepetlan 3, San Francisco Tlalnepanña 2, San Gregorio Atlapulco Viejo, San Lucas Viejo, San Mateo Xalpa, Tetitla, TS-3, Cerrillos 1, Cerrillos 2, San Agustín Ohtenco, San Antonio Tecomitl 3, San Bartolo Xicomilco 1, San Francisco Tecoxpa y San Salvador Cuatenco 1.	Hasta 100	60
		5,520

Tabla I.1-18 Tanques ubicados en la Zona Sur del D.F. (Continuación)

NOMBRE DE LOS TANQUES	TANQUE (m <sup>3</sup> )	No.	CAPACIDAD
CTL-, TL-23 y TL-31. Cedral (El), Santiago Tepalcatlalpan	De 101 a 200	13	2,240
Santiago Tepalcatlalpan 2, San Lucas Xochimanca 1, San Luis Nuevo, San Luis Tlaxiátemalco 2, Jose Lopez Portillo, San Lorenzo Tlacoyucan 1, Tetelco 1 y Tetelco 2.			
Canal 13, Chimalcoyotl (TL-28), Gemelo de Topilejo 2, Santa Cecilia, Tepetlapa 2, San Juan Tepenahuac 1.	De 201 a 300	5	1,320
San Pedro Martir 2, San Luis Tlaxiátemalco, Zapotitlán.	De 301 a 400	3	1,100
CTL-5, Gemelo de Topilejo 1, San Pedro Martir 1, T-1, TC-1, TC-3, TC-5, TC-7, TL-1 (Sto. Tomás Ajusco), TL-5, TL-8, TL-10, TL-33, TL-34, TL-35, Ampliación Guadalupe, Cruces (Las), Monte Carmelo, Monte Sur, Nativitas, Panteón San Lucas, San Andres Ahuayacan 3, Santa Cruz Acapulxca 2, Santa Cruz Acapulxca 3, Santa Cecilia Tepetlapa 4, Atocpan 2, Estación (La), Peña Alta, San Bartolo Xicomulco 2, San Francisco Tlaltenco 1, San Francisco Tlaltenco 2, San Jeronimo Micatlan y San Lorenzo Tlacoyucan 2.	De 401 a 500	33	16,500
CTL-28, (La piedra), TC-4, TL-2, TL-2 (Sta. Tomás Ajusco), Cola de Conejo, San Andrés Ahuayacan 1, San Francisco Tlalnepantla 3, San Gregorio Atlapulco 1, San Lorenzo Atemoaya 1, San Lorenzo Atemoaya 2, Actopan 1, Luz (La), Santa Ana Tlacotenco 2, Santa Ana Tlacotenco 3, San Pablo Oztotepic, Tlaltenamic, San Antonio Tecomilt Viejo, San Antonio Tecomilt Nuevo, San Juan Tepenahuac 2 y Santa Maria del Olivar.	De 501 a 1000	21	19,200
CTL-15, Reino Aventura, Santa Ursula Xitla, TC-2, TC-5, TL-25, Santa Cruz Acapulxca 1, Santa Cruz Xochitepec, Santa Ana Tlacotenco 1, San Mateo, San Salvador Cuauhtenco 2.	De 1,001 a 2,000	11	18,500.00
<b>TOTAL</b>			<b>64,380.00</b>
<b>TOTAL EN SERVICIO</b>			<b>59,530.00</b>

Fuente: DGCOH, Plan Maestro de Agua Potable 1995-2010.

Tabla I.1-19 Principales tanques ubicados en la Zona Oriente del D.F.

Tanques	Capacidad (m <sup>3</sup> )
Cerro de la Estrella 1	50,000
Cerro de la Estrella 2	50,000
Cerro de la Estrella 3	30,000
El Calvario	5,500
La Caldera	50,000
<b>TOTAL</b>	<b>185,500</b>

Fuente: DGCOH, Plan Maestro de Agua Potable 1995-2010

Los tanques más grandes son Cerro de la Estrella 1, Cerro de la Estrella 2 y La Caldera, los tres con capacidades nominales de 50,000 m<sup>3</sup>, abastecidos por los acueductos del sur y del oriente a través de importantes plantas de bombeo. Los tanques El Calvario, Cerro de la Estrella y Xaltepec se alimentan principalmente de los pozos conectados a los acueductos Xochimilco y Chalco-Xochimilco.

Los tanques El Calvario y Cerro de la Estrella distribuyen agua hacia la zona oriente y centro mientras que los tanques Xaltepec y La Caldera lo hacen hacia la zona oriente formada en su mayor parte por la delegación iztapalapa. El tanque La Caldera se abastece de los gastos provenientes del acueducto de la Gerencia de

Aguas del Valle de México, de la Comisión Nacional del Agua.

Los Tanques Primavera, Zacaltépetl y Cuicuilco 1 y 2, aunque se encuentren en la zona sur, se consideran como parte del sistema del poniente debido a que se abastecen de agua del sistema Cutzamala, proveniente del oeste.

Los 134 tanques del sur en servicio tienen una capacidad conjunta cercana a 60,000 m<sup>3</sup>; de ellos solamente hay 29 en operación con capacidad superior a 500 m<sup>3</sup>, en tanto que 54 tanques en servicio tienen 100 m<sup>3</sup> o menos de capacidad. Estas cifras reflejan el gran número de subsistemas independientes para la distribución de agua en Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco y Tláhuac, debido, principalmente, a la gran

dispersión de las comunidades por abastecer y a la ubicación de muchas de ellas en zonas de topografía difícil.

En la zona oriente se dispone de 34 tanques, todos en servicio, con capacidad global de almacenamiento ligeramente superior a los

210,000 m<sup>3</sup>, de los cuales el 93% se da en los seis tanques con capacidad superior a 5,000 m<sup>3</sup>, quedando el 7% restante repartido en 28 tanques con capacidad hasta de 2,100 m<sup>3</sup>. Todos estos tanques se ubican dentro de la Delegación Iztapalapa.

#### II.1.2.4 Distribución de Agua Potable. Redes de distribución.

##### a) En el D.F.

El medio principal de distribución del agua potable en la ciudad, se realiza mediante la red primaria, la cual está formada por tubería cuyo diámetro es mayor o igual a 20"; espacialmente, el área cubierta por la red primaria queda enmarcada de la manera siguiente: al norte y oriente con el Estado de México, al sur por la Sierra de Santa Catarina y avenida Periférico Sur, al poniente se delimita por la avenida Periférico Poniente, Centro y Norte. La red primaria de agua potable se extiende a todas las delegaciones políticas del Distrito Federal; sin embargo, las partes altas de las delegaciones del sur y poniente no están abastecidas por la red primaria. La alimentación de agua a las delegaciones de Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta esta basada en pequeños sistemas no conectados a la red primaria, que son alimentados por pozos. Otra parte del Distrito Federal que no es abastecida por la red primaria es la zona poniente, comprendida por las partes altas de las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, ya que el suministro de agua a estas áreas se hace a partir del agua que llega de los sistemas Lerma y Cutzamala. La red de distribución primaria se encuentra dividida en tres grandes subsistemas:

**Red de distribución zona norte.** Este sistema está formado principalmente por la red primaria de distribución de las delegaciones Azcapotzalco y Gustavo A. Madero, y se abastece de agua a través de la zona de tanques norte y de un tanque de la zona poniente.

**Red de distribución zona centro.** Este sistema está formado por la red primaria de distribución de las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Alvaro Obregón y Benito Juárez, y se abastece a través de la zona de tanques poniente, y de los remanentes de las zonas de distribución norte, oriente y sur.

**Red de distribución zona sur-oriente.** Este sistema está formado por la red primaria de distribución de las delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, y

principalmente se abastece de agua de los tanques ubicados en la zona oriente.

La red primaria tiene una longitud de 1,309 km, mientras que la de la red secundaria (tubería con diámetro menor a 0.5 m) es de 11,136 km<sup>(2)</sup>.

##### b) Distribución en las entidades federativas restantes.

###### Estado de México

Como se mencionó anteriormente, algunos de los municipios del Estado de México comprendidos en la cuenca, son abastecidos por medio del Sistema Cutzamala. En la *Tabla II.1-20*, se muestran algunos municipios de dicho estado con su fuente de abastecimiento y capacidad de regulación, así como el número de plantas de bombeo que se tienen.

<sup>2</sup> DGCOH. Plan Maestro de Agua Potable.

Tabla II.1- 20 Infraestructura de abastecimiento a municipios del Fdo de México

MUNICIPIO	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	DESINFECCION	PLANTAS DE BOMBEO	TANQUES DE REGULARIZACIÓN (m <sup>3</sup> )
Acozacán	Subterránea	No existe proceso	3	160.0
Amaczacán	Federales y Estatales	.	.	.
Atenco	Subterránea	No existe proceso	1	30.0
Atlixpan	Subterránea	Filtración a través de membranas	42	25,316.0
Axcapusco	Subterránea	No existe proceso	0	240.0
Coccalco	Subterránea	Cloración directa a los pozos	6	14,000.0
Cocotlán	Subterránea	No existe proceso	3	270.0
Coyotepec	Subterránea	Cloración directa a los pozos	3	1,390.0
Cuatitlán de R. R.	Subterránea	Cloración directa a los pozos	1	4,395.0
Chalco	Subterránea	Cloración directa a los pozos	0	1,250.0
Chicuitla	Subterránea	Se encuentra en proceso	1	150.0
Chicoloapan	Subterránea	No existe proceso	0	2,432.0
Chinoncuc	Subterránea	No existe proceso	2	100.0
Chimalhuacán	Subterránea	Cloración directa a los pozos	12	15,430.0
Ecatepec	Subterránea y superficial	Cloración directa a los pozos	7	27,300.0
Huehuetoca	Subterránea	Cloración directa a los pozos	0	750.0
Huixquilucan	Manantiales, subterránea	Deficiente	7	4,618.0
Ixtapalapa	Agua en bloque del tanque La Caldera	Cloración directa a los pozos	3	14,834.0
Matehuala	Subterránea	No existe proceso	0	895.0
Naucatlán	Subterránea	Planta Potabilizadora Madín	26	.
Nauhucoyotl	Subterránea	Cloración directa a los pozos	No existen	25,000.0
Nautla	Subterránea	No existe proceso	2	70.0
Nicolás Romero	Subterránea	Filtración a través de membranas	9	9,509.0
Otumba	Subterránea	Cloración directa a los pozos	3	25.0
Papalotla	Subterránea	Cloración directa a los pozos	1	137.0
La Paz	Subterránea	Cloración directa en 12 pozos	1	75,000.0
Tecmac	Subterránea	Cloración directa a los pozos	0	5,517.0
Tecamachalco	Subterránea	No existe proceso	1	100.0
Tenango del Aire	Subterránea	A base de hipoclorito de Sodio	0	500.0
Teotihuacán	Subterránea	Cloración directa al pozo	1	145.0
Teotihuacán	Subterránea	Cloración directa a los pozos	2	1,265.0

Tabla I.1- 20 Infraestructura de abastecimiento a municipios del Edo. de México

MUNICIPIO	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	DESINFECCION	PLANTAS DE BOMBEO	TANQUES DE REGULARIZACIÓN (m <sup>3</sup> )
Tepetlaoxtoc	Subterránea	No existe proceso	3	250.0
Tepotzotlán	Subterránea y superficial	No existe proceso	5	890.0
Tequixquic	Subterránea y manantiales	No existe proceso	1	710.0
Texcoco	Subterránea, superficial, manantiales	Cloración directa al Caudal	4	600.0
Tezoyuca	Subterránea	No existe proceso	0	500.0
Tlalnepantla	Agua en bloque y superficial	No existe proceso	46	113,013.0
Tultepec	Subterránea	Cloración directa al pozo	2	800.0
Tultitlán	Subterránea. Agua en bloque del acuífero valle de	Cloración	13	17,968.0
Zumpango	Subterránea	Cloración directa al caudal	1	600.0
Cuautitlán Izcalli	Subterránea y derivaciones	Cloración directa al caudal	9	108,440.0
<b>TOTAL</b>			<b>221</b>	<b>474,599.0</b>

FUENTE : Diagnóstico Región XIII...

\*No se cuenta con ese dato

### II.1.2.5.- Plantas potabilizadoras existentes.

Actualmente se cuenta con seis plantas potabilizadoras en la Cuenca. Algunas de ellas, como las plantas Magdalena y Madín potabilizan agua proveniente de captaciones superficiales que después se suministra a las redes de distribución, mientras otras, como la de Santa

Cruz Meyehualco potabiliza el agua extraída mediante pozos y después es suministrada a la red de distribución. En la *Tabla II.1-21* se muestran los procesos, gastos de operación y ubicación de estas plantas.

**Tabla II.1-21 Plantas Potabilizadoras en la Cuenca del Valle de México**

Entidad Federativa	Municipio/Delegación	Localidad	Proceso de tratamiento	Costo de operación (l/a)
Distrito Federal	Magdalena Contreras	Río Magdalena	Convencional	200
	Iztacalco	Agrícola Oriental	Convencional	100
	Iztapalapa	Santa Cruz Meyehualco	Convencional	50
	Tláhuac	Santa Catarina	Convencional	200
Edo. de México	Naucalpan	Madín	Floculación-sedimentación	500
Hidalgo	Pachuca Hidalgo	Pachuca	Convencional	40

*Fuente: Diagnóstico Región XIII, DEMM Consultores, CNA.*



## 11.2.- Alcantarillado y control de Avenidas.

El crecimiento de la Ciudad de México y su área conurbada, el hundimiento del terreno y el peligro de inundaciones obligó primero a bordear y luego a entubar los ríos que pasaban a cielo abierto por la zona urbanizada. Esto ocurrió con los ríos de Churubusco, que recogen los aportes del Eslava, el Magdalena y el Mixcoac; el de la Piedad, al que vierten el Becerra y el Tacubaya; el Consulado, que recibe los arroyos que van desde Dolores hasta el Tomillo; y el de Los Remedios, cuyos tributarios son el Hondo y el San Javier. Para regularizar estas corrientes se ha ido instalando un sistema de presas en los arroyos del poniente de la ciudad: Las de Anzaldo, Tetelpa y Tarango, que regularizan las aguas de los ríos Magdalena, Tequilasco y Barranca del Muerto, las cuales descargan gran parte de su gasto en el interceptor del Poniente y los sobrantes en el río Churubusco. Al norte del río Mixcoac otras presas están interconectadas por túneles que conducen al canal del Tomillo, tributario del río Hondo. A éste concurren, además, los excedentes de los vasos del Sordo, los Cuartos y Totolica y las descargas del

Interceptor del Poniente, cuyos caudales, ya unidos, desembocan en el Vaso del Cristo. A éste confluye, además, el río Chico de los Remedios, interceptado parcialmente en su cuenca alta por las presas de las Julianas, los Arcos, el Colorado y la Colorada. Estas aguas continúan por el río de los Remedios hasta el Lago de Texcoco o por el Interceptor del Poniente hasta el río Cuautitlán, desde el cual pueden llevarse a la laguna de Zumpango o sacarse del Valle por el Tajo de Nochistongo. Los ríos Tlalnepantla y San Javier son embalsados en las presas Madín, las Ruinas y San Javier, cuyas demasías van a dar al Interceptor, aguas abajo del Vaso del Cristo. Completan el sistema las presas de Guadalupe y la Concepción, sobre los ríos Cuautitlán y Tepotzotlán, que vierten por el Tajo de Nochistongo, por el cual desembocan al río El Salto, al que se denomina aguas abajo como río Tula. Este último recibe las aportaciones del río Salado que salen de la Cuenca del Valle de México por los túneles de Tequixquiatic, después de recibir las aportaciones del río de Las Avenidas de Pachuca.

### 11.2.1.- Reseña histórica.

En la época prehispánica, los Aztecas, primeros moradores del Valle, se vieron a salvo del problema incipiente del manejo de las aguas, ya que debido a la baja población, en condiciones extremas, el agua podía ocupar grandes extensiones de tierra sin amenazar la seguridad de los pobladores; pero a medida que la población creció, el problema se fue haciendo latente, resolviéndose mediante la construcción de diques y albarradones. Netzahualcóyotl, en 1450, construyó el primer dique para la protección de Tenochtitlán, con una longitud de 16 km. En 1604 y 1607 ocurrieron graves inundaciones, provocadas principalmente por los escurrimientos del río Cuautitlán, que ocasionaron numerosas muertes y cuantiosos daños materiales, por lo cual Enrico Martínez propuso un proyecto consistente en la construcción de un túnel en la zona de Nochistongo, al noroeste del Valle de México. El plan fue aceptado y el 29 de noviembre de 1607 el virrey dio por iniciada esta obra, la cual fue terminada en menos de un año. De esta forma, la cuenca dejó de ser una cuenca cerrada debido a esta salida artificial del agua. Dado que este túnel se colapsó y quedó inutilizable, se decidió sustituirlo por una zanja, que fue terminada después de 160 años de trabajo, así que,

finalmente a partir de 1789 se dio salida permanente a las aguas de la Cuenca del Valle de México. La salida de la cuenca por el Tajo de Nochistongo alteró los niveles de los lagos, ya que éstos no tenían la misma elevación de antes, por lo cual la población se concentró aún más en las orillas de los antiguos lagos, zonas que se inundaban cuando los ríos que atravesaban la ciudad se desbordaban, razón por la cual el ingeniero Francisco de Garay realizó un proyecto para el desagüe de la ciudad de México, el cual comprendía el Gran Canal del Desagüe y el primer Túnel de Tequisquiatic, obras que se iniciaron en 1900.

A principios de siglo, la seguridad contra inundaciones se proporcionaba mediante el antiguo desvío de los escurrimientos del río Cuautitlán hacia el Tajo de Nochistongo y la desecación de la Laguna de Zumpango. Sin embargo, los planes de desecación del lago de Texcoco y de dotar de un servicio de alcantarillado a la ciudad de México, fueron los motivos que sustentaron la construcción del Gran Canal del Desagüe, obra que se inició en 1886. Las obras del Gran Canal del Desagüe fueron inauguradas el 30 de junio de 1900 y respondían a los siguientes objetivos:

- 1.- Impedir inundaciones.
- 2.- Recibir las aguas residuales de la ciudad de México y conducir las fuera del Valle.
- 3.- Regular las aguas de este mismo valle y sacar fuera de él, cuando fuera necesario, las que pudieran perjudicar.

El canal proyectado tenía una longitud de 47,527 metros. En la primera parte su capacidad era de 5 m<sup>3</sup>/s y en la segunda de 17.50 m<sup>3</sup>/s que era igualmente la capacidad del primer túnel. Entre los kilómetros 18 y 19 existía un canal abierto para desfogar el lago de Texcoco, con longitud de 2 km, que disponía de compuertas para regular el flujo por desalojar. En el kilómetro 27 se tenía una construcción de mampostería, que servía de alcantarilla y contaba además con una compuerta para desaguar, por la margen izquierda del Gran Canal, las aguas de la laguna de San Cristóbal. Además, a todo lo largo existían desagües en terrenos aledaños.

Por su parte, el primer túnel de Tequisquiác de 10,021 metros de longitud, tiene una sección formada por cuatro arcos y desemboca en un tajo de 2,500 metros de longitud.

En 1901 se comenzaron a sobreelevar los bordos de los ríos del Consulado, La Piedad y Churubusco, ya que se desbordaban en las temporadas de lluvias, ocasionando problemas en las localidades cercanas a ellos.

Durante 1902 se puso en funcionamiento el primer sistema de alcantarillado y drenaje de la ciudad, proyecto del Ingeniero Roberto Gayol. La obra iniciada en 1897, que consistía en 122 km de redes de atarjeas descargaban en cuatro colectores con dirección poniente a oriente; los colectores localizados en la parte norte denominados 1 y 3, descargaban al Colector General del Norte, que llegaba al inicio del Gran Canal del Desagüe; a su vez, los colectores que drenaban las colonias al sur de la ciudad, denominados 2 y 4, descargaban al Colector General del Sur, que también tenía como punto final el Gran Canal. Posteriormente se construyó un nuevo colector para sanear las colonias Roma y Condesa, estimándose el área total de servicio en 17 km<sup>2</sup>.

La desviación del río Churubusco se terminó en 1904, lo que permitió un mejor manejo de su caudal. Este río al inicio desembocaba en el Canal de La Viga, pero su nuevo trazo permitió aprovechar otro canal que pasaba a un costado de San Andrés Tetepilco, Aculco y el Arenal, hasta desembocar en el Lago de Texcoco, siguiendo lo que es su actual trazo.

Las obras del canal de Castera se inician en 1922, con la finalidad de llevar agua del Lago de Zumpango para el lavado de tierras en Texcoco.

En 1926, se comenzó a construir la presa de Dolores, para la regularización del río Consulado, con capacidad de 500 mil metros cúbicos.

Hacia el año de 1928 quedó terminada la construcción del cauce del río de La Compañía, para el control de las aguas del Lago de Texcoco.

En 1930 comienzan los trabajos de la Prolongación Sur del Gran Canal, aprovechando una zanja que había quedado cortada con la carretera a Puebla, para beneficiar a colonias de nueva creación al sur de la ciudad.

El acelerado crecimiento de la mancha urbana rebasó los límites de los ríos Consulado, La Piedad y Churubusco, con lo cual los asentamientos humanos localizados en sus riberas padecían graves penurias durante la época de lluvias por los desbordamientos e inundaciones, pues estos cauces se convirtieron en conductos de aguas residuales, motivo por el cual se iniciaron los trabajos para sus entubamientos.

En paralelo, para darles capacidad de conducción, se construyó un conjunto de presas en los ríos del poniente, alimentadores de los cauces antes mencionados. El Sistema denominado Desviación Combinada estaba destinado a regular las avenidas y permitir su manejo a través de los túneles de interconexión, enviando las aguas al norte para rodear la ciudad y descargar al lago de Texcoco a través del río de Los Remedios. Las obras que constituyeron el Sistema Desviación Combinada son las siguientes, con sus respectivos periodos de construcción:

- Presa Tecamachalco: 1929-1930.
- Túnel Tecamachalco - San Joaquín: 1929-1930.
- Canal del Tomillo: 1933.
- Presa El Tomillo: 1934-1934.
- Túnel Becerra - Tacubaya: 1934-1935.
- Presa San Joaquín: 1935-1936.
- Túnel Tacubaya - Tecamachalco: 1935-1937.
- Presa Becerra: 1935-1938.
- Presa Tacubaya: 1936-1938.
- Túnel San Joaquín - El Tomillo: 1936-1938
- Túnel Becerra - Mixcoac: 1937-1940.
- Presa Mixcoac: 1937-1941.

El desalojo de las aguas residuales y de lluvia siguió realizándose a través del Gran Canal del Desagüe y el Túnel de Tequisquiác. Como este último era insuficiente para desalojar fuera del valle los escurrimientos pluviales originados en la

amplia superficie que cubría la ciudad, se construyó el segundo Túnel de Tequisquiác con capacidad para 60 m<sup>3</sup>/s. Otras obras importantes realizadas fueron el entubamiento de los ríos Consulado y La Piedad.

Para la década de los cincuentas, los efectos ocasionados por el hundimiento del subsuelo en el sistema de drenaje eran evidentes durante la temporada de lluvias, los colectores se saturaban rápidamente y se presentaban encharcamientos e inundaciones con demasiada frecuencia, por lo cual se hizo necesario construir plantas de bombeo en sus descargas al Gran Canal. Para reducir las grandes áreas de aportación que se habían venido conformando en cada uno de los colectores, se optó por construir interceptores superficiales que acortaran las longitudes de éstos y descargaran en los ríos que cruzan la ciudad de poniente a oriente. Otra acción importante fue la de continuar con el entubamiento de los ríos La Piedad y Consulado, y se iniciaron los trabajos en los ríos Churubusco, Mixcoac, San Angel, Tequilasco y Barranca del Muerto.

A fin de evitar que en el futuro los escurrimientos pluviales generados en las partes altas del poniente fueran conducidos por los ríos entubados que cruzan la ciudad y para permitir un mejor manejo de los caudales generados dentro de la mancha urbana, se proyectó construir el Interceptor del Poniente. En paralelo se construyeron nuevas presas en el poniente: Becerra, Tacubaya, Barranca del Muerto, Pilares, El Tornillo y Tequilasco.

Con el objetivo de aliviar al Gran Canal del Desagüe, se construyó en la década de los sesentas el Emisor del Poniente, conducto que continúa con el desalojo de las aguas del poniente a través del Tajo de Nochistongo. Para evitar su saturación, se construyeron las presas: Totolica, Los Cuartos, El Sordo, Las Ruinas y Madín. El crecimiento de la mancha urbana en las partes sur y oriente del D.F. motivó el entubamiento de la Prolongación Sur del Gran Canal, del Canal de Miramontes y del río Churubusco, convirtiéndose este último en la columna vertebral del desalojo de las aguas pluviales y residuales de esta gran extensión de la ciudad. En paralelo, se construyeron nuevos colectores, plantas de bombeo y redes de atarjeas en las colonias de nueva creación en el D.F.; sin embargo, los nuevos asentamientos humanos en el Estado de México carecían de este servicio.

Debido al crecimiento de la mancha urbana, el desalojo de las aguas pluviales mediante el Gran Canal del Desagüe y el Interceptor del Poniente no era ya suficiente, por lo cual se construye

entre 1965 y 1975 la primera etapa del Sistema de Drenaje Profundo.

Durante 1975 se inauguraron los primeros 68 km de túneles del Sistema de Drenaje Profundo, de los cuales 50 km correspondían al Emisor Central, 8 km al Interceptor del Centro y 10 km al Interceptor Oriente.

En el periodo 1977 - 1980 se realizaron excavaciones en los interceptores Central y Centro - Poniente; también se entubaron 5.3 km del río Churubusco, mientras que en el oriente de la ciudad, se dio inicio a la construcción de una laguna de regulación con capacidad de 300 mil metros cúbicos.

En el periodo 1982 - 1988 se construyeron 185 kilómetros de redes secundarias y 27 km de colectores, fundamentalmente en las delegaciones G. A. Madero, Iztapalapa Tláhuac, Milpa Alta y Xochimilco. Con objeto de mejorar el drenaje de la zona oriente de la delegación Iztapalapa se amplió la planta de bombeo de Ejército de Oriente y se construyeron los colectores Santa Martha y la laguna menor de Iztapalapa. Además se construyeron 6 plantas de bombeo para incrementar la capacidad de desalojo en las delegaciones G. A. Madero, Iztapalapa, Coyoacán y Tlalpan.

En cuanto al Sistema de Drenaje Profundo se construyeron las siguientes obras:

- Interceptor Central de 2,676 m con diámetro de 5 m.
- Interceptor Centro-Centro de 3,709 m con diámetro de 5 m.
- Interceptor Centro-Poniente de 7,750 m con diámetro de 4 m.
- Interceptor Iztapalapa de 5,290 m con diámetro de 3.1 m

Para regular los grandes volúmenes generados por las tormentas se construyeron cuatro lagunas de regulación, con una capacidad conjunta de 4.4 millones de metros cúbicos: Ciénega Grande y Chica en Xochimilco, El Salado en Iztapalapa y San Lorenzo Tezonco en Tláhuac.

El conjunto de obras del Sistema de Drenaje Profundo ha evitado el que ocurran graves inundaciones en la ciudad de México. En el siguiente apartado se realiza una descripción del sistema metropolitano de drenaje y control de avenidas.

## 11.2.2- Sistema metropolitano de drenaje y control de avenidas.

Este sistema constituye la infraestructura principal de drenaje de la Cuenca del Valle de México; su función es recibir las descargas de la red primaria, evitar las inundaciones y desalojar las aguas pluviales y residuales fuera del valle.

En general, la gran cantidad de elementos que conforman al sistema metropolitano de drenaje y control de avenidas se componen de las siguientes estructuras:

- Grandes conductos entubados que corren de poniente a oriente, localizados en los antiguos cauces que escurrían hacia el Lago de Texcoco, que en su trayectoria reciben aportaciones de la red de colectores y que a su vez están en condiciones de descargar, en algunos sitios determinados, al Sistema de Drenaje Profundo.
- Interceptores profundos con orientación general de sur a norte, los cuales interceptan los escurrimientos de los colectores de la red primaria para evitar que pase el agua hacia el oriente de la ciudad y conducirla hacia el norte para descargarlas fuera del valle.
- Emisores que descargan las aguas residuales y pluviales fuera del Valle de México.
- Un sistema de presas cuya finalidad es regular los caudales de los ríos del poniente de la ciudad, además de algunas lagunas de regulación localizadas en zonas estratégicas dentro de la ciudad, principalmente al sur y oriente.

Estos elementos conforman las redes primaria y secundaria de alcantarillado:

**Red primaria de drenaje.** La red primaria está formada por tuberías con diámetros de 60 cm hasta 4.00 m y tiene actualmente una longitud aproximada de 1,375 km; incluye plantas de bombeo, tanques de tormenta y otras obras auxiliares como lagos y lagunas de regulación. La red de drenaje es de tipo combinado, es decir, conduce agua residual y pluvial y está formada principalmente por conductos dirigidos de poniente a oriente.

**Red secundaria de drenaje.** Se denomina red secundaria a los sistemas de atarjeas que recolectan las aguas residuales y pluviales

### 11.2.2.1.- Sistema Poniente

Este sistema se encuentra limitado por el parteaguas de la cuenca del Valle de México, al oriente por el Interceptor y Emisor del Poniente, al sur por la subcuenca del río Anzaldo y al norte por la subcuenca del río Tepozotlán. El área total

provenientes de las descargas domiciliarias y de las coladeras pluviales existentes en las calles. Se conforma por conductos con diámetro máximo de 45 cm que a su vez descargan a la red de colectores

Debido a la gran complejidad del sistema metropolitano de drenaje, éste se divide en los siguientes cuatro sistemas:

1.- **Sistema Poniente.** Drena los escurrimientos de los ríos localizados en las porciones poniente y norponiente de la ciudad. Se integra por un conjunto de presas y sus túneles de interconexión, así como del Interceptor y Emisor del Poniente.

2.- **Sistema Gran Canal del Desagüe.** Se encarga del desalojo de las aguas pluviales y residuales de las zonas centro, oriente y nororiente de la ciudad. Se integra por los conductos localizados en los antiguos cauces que cruzan la ciudad de poniente a oriente, además de los vasos de regulación existentes localizados en terrenos de lo que fue el Lago de Texcoco y el propio Gran Canal del Desagüe, que sirve como conducto fundamental de desalojo.

3.- **Sistema Sur - Oriente.** Cubre totalmente la zona sur y parte de la oriente de la ciudad. Se conforma por Las Ciénegas Chica y Grande, además de otros vasos y lagunas de regulación, los Canales Chalco y Nacional, y el río San Buenaventura, principalmente.

4.- **Sistema de Drenaje Profundo.** Su objetivo principal es evitar las inundaciones en las zonas centro y sur - oriente del D.F. Cuenta con algunas estructuras que permiten aliviar a los conductos principales que drenan al resto de las zonas.

A continuación, se describe el funcionamiento de los sistemas mencionados, considerando aparte, para su descripción, a los vasos y lagunas de regulación, los cuales se describen después del sistema de Drenaje Profundo.

que drena es de 859 km<sup>2</sup>, de los cuales 250 km<sup>2</sup> corresponden a terrenos urbanizados, 81 km<sup>2</sup> a terrenos semi-urbanos y los 528 km<sup>2</sup> restantes a suelos no urbanizados de las partes altas de las

sierras del poniente. El área total se integra por 49 subcuencas.

Los elementos principales que integran a este sistema son los cauces naturales localizados en la parte alta del poniente de la Ciudad de México, el Sistema de Interpresas en el Distrito Federal y Estado de México, el Interceptor del Poniente, los ríos Hondo y Chico de Los Remedios, el Vaso Regulador del Cristo, el Emisor del Poniente, las Presas Guadalupe y La Concepción, el río Cuautitlán y el Tajo de Nochistongo.

La mayoría de las presas que forman parte de este sistema fueron construidas hace más de 50 años, por lo que actualmente se encuentra limitada su capacidad de regulación, debido en buena medida a la falta de mantenimiento preventivo y la acumulación de basura y azolve. El Interceptor y el Emisor del Poniente iniciaron su operación hace más de 30 años.

**Emisor del Poniente.** El Emisor del Poniente inicia en el Vaso del Cristo como un túnel de sección de herradura de 5.0 m de altura; posteriormente, ya a cielo abierto, tiene una sección trapecial con ancho de plantilla de 5.90 m y taludes de 1.5:1 desde la estación 12+376.00 hasta 28+635.00 en donde se le incorpora el río Cuautitlán pasando a un ancho de 12.30 m. En la estación 32+300.00 se encuentra la estructura de Santo Tomás, que cuenta con una toma con

compuertas hacia el canal del mismo nombre, para conducir el agua a la Laguna de Zumpango; se cuenta con una estructura desarenadora y un vertedor de canal lateral hacia el río Cuautitlán. Después de Santo Tomás, existe un tramo de aproximadamente 4.0 km del río Cuautitlán, que está rectificado con un ancho de plantilla de 21.5 m y taludes de 1.5:1. Posteriormente, el río Cuautitlán continúa hacia el Tajo de Nochistongo para salir del Valle de México, con una pendiente y sección irregulares. Los volúmenes que conduce el Emisor del Poniente, se integran por los escurrimientos derivados del Vaso del Cristo y por las aguas pluviales y domésticas de los ríos Tlalnepantla y San Javier, que incluyen los derrames no utilizados en diversas presas, dentro de las que destacan Madín, Guadalupe y Concepción. La capacidad actual del Emisor varía de 30 m<sup>3</sup>/s al inicio del túnel en el Vaso del Cristo, hasta 130 m<sup>3</sup>/s a partir de su unión con el río Cuautitlán, proveniente de la Presa Guadalupe. De los escurrimientos conducidos por este emisor, se deriva un cierto caudal por el Canal de Santo Tomás, hacia la laguna de Zumpango, para ser usado posteriormente en el riego de la parte norte del valle de Cuautitlán; el resto de los escurrimientos continúa hacia fuera de la cuenca por el Tajo de Nochistongo.

Tabla 11.2-1 Presas de control de avenidas en el Distrito Federal

Delegación	Presa	Cauce	Capacidades (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			
			Total	Ull	Azolve	Sup. Alm.
Álvaro Obregón	Anzaldo	R. Magdalena	0.21	0.16	0.02	0.03
Álvaro Obregón	Atlamapa	R. Guadalupe	0.06	0.05		0.01
Álvaro Obregón	Becerra	R. Becerra	0.23	0.19	0.04	0.05
Miguel Hidalgo	Dolores	A. Dolores	0.28	0.28		
Álvaro Obregón	La Mina	R. Tequilasco	0.10	0.10		
Álvaro Obregón	Mixcoac	R. Mixcoac	1.11	0.62	0.29	0.20
Álvaro Obregón	Olivar de las Flores	R. Olivar de las Flores	0.01	0.01		
Álvaro Obregón	Pilares	R. Pilares	0.03	0.02		0.01
Álvaro Obregón	San Joaquín	R. San Joaquín	1.00	0.50	0.20	0.30
Xochimilco	San Lucas	R. San Lucas	0.80	0.64	0.16	
Álvaro Obregón	Tacubaya	R. Tacubaya	1.00	0.70	0.17	0.13
Álvaro Obregón	Tarango	B. del Muerto	0.28	0.27		0.01
Magdalena Contreras	Texcalatlaco	R. Texcalatlaco	0.12	0.09	0.01	0.02
<b>TOTAL</b>			<b>5.23</b>	<b>3.63</b>		

Tabla 11.2.2 Presas de regulación en el Estado de México.

Municipio	Presa	Corriente	Capacidades (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			
			Total	En	Alivios	
Huixquilucan	El Capulín	R. San Joaquín	0.50	0.30	0.05	0.15
Ixtapaluca	Chihuahua	R. San Francisco	0.03			
Huixquilucan	Hondo	R. Hondo	0.08	0.08		
Texcoco	Ocotoxco	A. Ocotoxco	0.07	0.06	0.01	
Atizapán de Zaragoza	Las Ruinas	R. San Javier	0.20	0.12	0.08	
Atizapán de Zaragoza	San Juan	R. San Javier	0.24	0.20		0.40
Tlalnepantla de Baz	Vaso de carretas	R. de los Remedios	0.95	0.95		
Tlalnepantla de Baz	Vaso del Cristo	R. Chico de los Remedios	3.99	3.00	0.50	0.19
Tlalnepantla de Baz	Vaso de Fresnos	R. de los Remedios	0.75	0.75		
Tlalnepantla de Baz	Madín	R. Tlalnepantla	24.70	14.00	2.60	4.70
Naucalpan de Juárez	La Colorada	R. San Mateo	0.24	0.20	0.04	
Naucalpan de Juárez	El Colorado	R. Colorado	0.25	0.13	0.12	
Naucalpan de Juárez	Los Cuartos	R. Los Cuartos	1.00	0.80	0.20	
Naucalpan de Juárez	Las Julianas	R. Chico de los Remedios	0.28	0.24		0.04
Naucalpan de Juárez	El Sordo	R. El Sordo	0.60	0.45	0.10	0.05
Naucalpan de Juárez	Totolica	R. Totolica	2.10	1.70	0.20	0.20
<b>TOTAL</b>			<b>35.98</b>	<b>22.98</b>		

**Interceptor del Poniente.** Principia captando los escurrimientos del río Magdalena en la Delegación Magdalena Contreras, atraviesa las delegaciones Alvaro Obregón y Miguel Hidalgo y el municipio de Naucalpan en el Estado de México, para finalmente descargar al río Hondo. En su trayecto de 16.5 km recibe las descargas de 14 colectores de cuencas en el D.F. y de tres más correspondientes al Estado de México; la

mayoría de ellas provenientes de las presas existentes. Este conducto tiene un diámetro de 4 m y una pendiente de plantilla promedio de 0.0005, su capacidad de diseño es de 25 m<sup>3</sup>/s. Dispone de una estructura de alivio al Interceptor Centro - Poniente del Sistema de Drenaje Profundo. Recientemente se construyó una obra de descarga con la finalidad de aliviar al conducto en la confluencia del río Hondo.

#### 11.2.2.2.- Sistema Gran Canal del Desagüe - Túneles de Tequisquiác.

Este sistema da servicio a las zonas nororiente, centro, sur y oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y permite el desalojo de la cuenca de las aguas pluviales y residuales generadas en dicha extensión. Al norte de la Sierra de Guadalupe descargan al Gran Canal varios colectores, los cuales conducen aguas pluviales y residuales provenientes de los asentamientos humanos ubicados al oriente del Emisor del Poniente. En la parte centro de la ciudad hay un conjunto de ríos entubados y a cielo abierto que la cruzan de poniente a oriente, los cuales descargan al Gran Canal, o bien a los lagos de regulación existentes en los terrenos del ex - Lago de Texcoco y que posteriormente al ser regularizados, descargan al Gran Canal.

También forman parte de este sistema, el río de La Compañía y el Dren General del Valle,

conductos que permiten el drenaje de la zona oriente-sur de la ZMCM. Asimismo, forman parte de este sistema los ríos al oriente del Lago de Texcoco, que conducen durante las temporadas de lluvias los caudales generados en la zona urbana que conforman los municipios conurbados de Los Reyes - La Paz, Chicoloapan, Chimalhuacán e Ixtapaluca.

**Gran Canal del Desagüe.** El Gran Canal del Desagüe fluye de sur a norte y su objetivo principal consiste en drenar durante la época de lluvias parte de la zona centro y a las zonas nororiente y suroriente; en el estiaje desaloja casi el total de las aguas residuales que se generan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; cuenta con una longitud de 47 km, de los cuales 9.5 se encuentran dentro del Distrito Federal. Ha funcionado con gastos máximos hasta de 117

m<sup>3</sup>/s, logrados mediante la construcción y sobreelevación de bordos marginales, siendo la capacidad instalada en plantas de bombeo que lo alimentan de 217 m<sup>3</sup>/s. Con la construcción del Sistema de Drenaje Profundo han disminuido notablemente sus aportaciones en la época de lluvias, dado a que sus colectores principales descargan a dicho sistema. Esta estructura inicia en el Distrito Federal, atraviesa el valle de Cuautitlán en el Estado de México y sale de éste por los dos túneles de Tequisquiac, los cuales descargan al río Salado de la cuenca del río Tula. Aproximadamente en el km 18+000, recibe por su margen derecha, los escurrimientos provenientes del Lago de Texcoco que son los correspondientes a los ríos Churubusco, de La Compañía y del Oriente. A lo largo de su recorrido hasta los túneles de Tequisquiac, proporciona aguas negras para el riego de la Unidad Agrícola de Chiconautla y otras áreas.

**Río de Los Remedios.** Este cauce a cielo abierto tiene una interacción muy importante con el sistema poniente, ya que gran parte de las captaciones de dicha zona llegan en forma parcial o total al Vaso del Cristo mediante el sistema de conducción Interceptor del Poniente - Canal El Tornillo - Río Hondo y posteriormente un volumen considerable le es derivado. Además, los ríos Tlalnepantla y San Javier que forman parte del Sistema del Poniente, pueden descargar parte de sus volúmenes en el Emisor del Poniente o dejarlos pasar hasta el río de Los Remedios. El río Tlalnepantla, antes de confluír en el mismo, es aliviado hacia el Drenaje Profundo. El río de Los Remedios drena parte de la Zona N-Z-T (Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla) y la zona norte del Distrito Federal; inicia en el Vaso del Cristo y recibe a los ríos San Javier y Tlalnepantla. A partir de la confluencia con este último recibe el nombre de Desviación Combinada. Aguas abajo de la descarga del Vaso del Cristo se encuentran dos vasos reguladores, denominados Fresnos y Carretas y más adelante cuenta con una estructura de descarga al Interceptor Central.

**Río de La Piedad.** Originalmente este río cruzaba la ciudad de poniente a oriente, conduciendo las aguas aportadas por las cuencas de los ríos Becerra y Tacubaya, sin embargo, en la actualidad su área de aportación se ha visto disminuida por el Interceptor del Poniente. Posteriormente, dicho cauce natural se entubó y su trazo se aprovechó para construir el Viaducto Miguel Alemán. La operación del río entubado sigue siendo la misma. La longitud del río es de 10.87 km y los diámetros de su entubamiento varían desde 2.13 m hasta 3.81 m terminando en un cajón de 5.03 m x 3.63 m. El área urbana

actual de aportación es de 51.34 km<sup>2</sup>. Durante la temporada de estiaje sus aguas son conducidas al Gran Canal, pero en temporada de lluvias se abre la captación Xochicalco del interceptor Obrero Mundial, por lo que sus aguas descargan al Interceptor Central del Sistema de Drenaje Profundo.

**Río Churubusco.** Se encuentra ubicado al sur del Distrito Federal; inicia su recorrido en la Avenida Revolución, para descargar finalmente sus aguas en la planta de bombeo Lago, que a su vez alimenta a las lagunas de regulación Horaria y Churubusco, ubicadas en el antiguo vaso del Lago de Texcoco. Tiene una longitud de 20.8 km, con distintas secciones que terminaron de entubarse en 1980. Cuenta con una estructura de control y planta de bombeo con capacidad de 30 m<sup>3</sup>/s con 15 equipos en su descarga al lago de Texcoco; dicha planta permite vaciar el cajón antes de una tormenta y aprovechar así su capacidad de regulación de 600,000 m<sup>3</sup>. Su capacidad de conducción al final es de 90 m<sup>3</sup>/s, y en su recorrido cuenta con 13 plantas de bombeo que en conjunto tienen una capacidad de 165 m<sup>3</sup>/s; cuenta con una captación al Interceptor Oriente a la altura de su cruce con la Avenida Francisco del Paso y Troncoso. Un problema de gran importancia, lo constituye la descarga del río Churubusco, ya que su nivel es menor a los que tienen los lagos Churubusco y de Regulación Horaria, lo que ha implicado el uso de la planta de bombeo Lago, para elevar un gasto máximo de 30 m<sup>3</sup>/s hacia los dos brazos del río que conducen el agua a los lagos.

El río Churubusco drena un área urbana de 113 km<sup>2</sup>, la cual se integra por las siguientes zonas de aportación:

- o Cuenca del colector Apatlaco. Está delimitada al norte por el Viaducto Miguel Alemán, al sur por el propio río Churubusco, al poniente por el colector Pestalozzi y al oriente por la calzada de La Viga.
- o Cuenca del colector Miramontes. Tiene como delimitación al mismo río Churubusco, al Anillo Periférico, el interceptor Canal Nacional - Canal de Chalco y Ciudad Universitaria.
- o Cuencas del Interceptor Iztapalapa y colector Iztapalapa 2. Dichas cuencas se localizan al oriente de la ciudad y abarcan el área comprendida entre la calzada I. Zaragoza, el río Churubusco, el cerro de La Estrella, y los volcanes Yuhualixqui y Xaltepec.

**Lago de Texcoco.** Al nororiente de la Ciudad de México se encuentra localizado el lago de Texcoco con una superficie aproximada de 170 km<sup>2</sup>. Esta región se ocupa parcialmente con

aguas negras bombeadas del río Churubusco y con los escurrimientos provenientes de los ríos del oriente, desde el de La Compañía hasta el Teotihuacán, en temporada de lluvias. Su principal función es servir como estructura de regulación de los volúmenes vertidos por los cauces ya descritos, para posteriormente enviarlos al Gran Canal del Desagüe, en el km 18.5, a través del canal de La Draga. El sistema hidrológico que drena hacia el lago de Texcoco, comprende la subcuenca de los ríos del oriente, desde el San Juan Teotihuacán hasta el Coatepec. Asimismo, descargan en esta zona el río de La Compañía y el Churubusco que drenan la parte suroriental del Valle de México, y cuyos escurrimientos son conducidos hacia el Gran Canal del Desagüe por el Dren General del Valle.

**Río de La Compañía - Dren General del Valle.** Dentro del lago de Texcoco se construyó el Dren General del Valle, el cual parte del río de La Compañía, en el puente Xochiaca, con un desarrollo aproximado de 18 km hasta su descarga en el Gran Canal del Desagüe, a través del canal de La Draga. Recibe las aportaciones del río de La Compañía, los drenes Chimalhuacán I y II, el dren Xochiaca, las aportaciones de los lagos de Regulación Horaria y Churubusco y del dren perimetral. El Dren General del Valle se construyó en 1973, con una pendiente de 0.0001 y una capacidad de conducción de 45 m<sup>3</sup>/s.

El río de La Compañía drena la parte oriente del Valle de México, desde sus orígenes en las Sierras Nevada y río Frío, hasta su descarga al Dren General, con una cuenca de aportación del orden de los 540 km<sup>2</sup>. El dren natural de la zona sureste de la ZMCM, es el río de La Compañía, el

### **11.2.2.3.- Sistema Sur -Oriente.**

Drena la parte sur - oriente de la ZMCM; se conforma por ríos y canales a cielo abierto, interceptor profundo, colectores y vasos de regulación artificiales. El río San Buenaventura constituye el conducto a cielo abierto principal de esta zona, además del interceptor Canal Nacional - Canal de Chalco que drena la parte de Tláhuac. El colector Miramontes es otra obra importante para el desalojo de las aguas de la zona.

**Interceptor Canal Nacional y Canal de Chalco.** El Canal de Chalco se inicia en el pueblo de San Andrés Mixquic, y se incorpora al Canal Nacional cerca de la confluencia de éste con la calzada de La Virgen. Conduce las aguas residuales y pluviales de la zona de los pueblos Tláhuac - Tulyehualco, hacia el Canal Nacional, el cual inicia en los canales de Xochimilco y

cual está formado por el Canal General y el río Miraflores, éste a su vez lo conforman los ríos San Francisco y San Rafael. Descarga al lago de Texcoco y drena los municipios conurbados de Chalco, Ixtapaluca y Nezahualcóyotl.

**Ríos del Oriente.** Existen nueve corrientes superficiales que drenan la parte oriente del Valle de México hacia el Lago de Texcoco. Estas corrientes son los ríos: Coatepec, Santa Mónica, San Bernardino, Chapingo, Texcoco, Coxacoaco, Xalapango, Papalotla y San Juan Teotihuacán. Para aprovechar y controlar los escurrimientos de estos ríos, se construyó un Canal Colector, que capta las aguas de los ríos Papalotla (brazo Santa Rosa), Xalapango, Coxacoaco, Texcoco y San Bernardino, y los conduce a los lagos Xalapango-Nabor Carrillo, para su regulación y almacenamiento. Este canal tiene una capacidad de conducción de 19 m<sup>3</sup>/s.

**Dren Cartagena.** Se localiza al norte de la Sierra de Guadalupe con dirección poniente - oriente, descargando en el Gran Canal del Desagüe por su margen izquierda. Este conducto a cielo abierto drena las aguas residuales y pluviales generadas al oriente del Emisor del Poniente hasta el Gran Canal, correspondientes a los municipios conurbados de Cuautitlán, Tultitlán, Coacalco y San Pedro de las Salinas. La longitud del conducto es de aproximadamente 16 km desde su origen hasta su descarga al Gran Canal, por donde cruza terrenos agrícolas que aprovechan durante la temporada de estiaje las aguas residuales que son conducidas por este dren.

termina en la confluencia con el río Churubusco. En la actualidad estos dos cauces se encuentran totalmente saneados, por lo que únicamente conducen aguas tratadas. Su función como conductos del sistema de drenaje ha pasado al Interceptor Profundo Canal Nacional - Canal de Chalco.

**Río San Buenaventura.** La cuenca del río San Buenaventura limita al oriente con la cuenca del arroyo Santiago, al poniente con la del Magdalena - Eslava y al norte con los parques nacionales Bosque del Pedregal y de Las Fuentes brotantes de la Delegación Tlalpan. Cuenta con una extensión superficial de 70.3 km<sup>2</sup>, la longitud de su cauce principal es de 17.2 km y la pendiente es de 3.9%. La parte alta de la cuenca se encuentra a una elevación de 4000



m.s.n.m., en una zona de montañas y volcanes. Debido a ello, las pendientes de arroyos que se originan en esas alturas son grandes, y en consecuencia muchas corrientes son intermitentes de tipo torrencial. El río San Buenaventura es uno de los principales conductos para drenar porciones de las delegaciones Tlalpan, Coyoacán y Xochimilco, al sur de la ciudad. Inicia cerca del cruce con la autopista México - Cuernavaca, hasta su descarga en la Ciénega Chica. A lo largo de su recorrido, recibe aportaciones de su propia cuenca y de los subsistemas San Fernando e Imán.

**Ríos del Sur - Canales de Xochimilco.** Este subsistema se encuentra localizado en el sur de la ciudad de México y está delimitado al norte por el canal Nacional, al sur por la sierra del Ajusco, al oeste por el río San Buenaventura y al este por el canal de Chalco. El área que antiguamente ocupaba el lago de Xochimilco se ha reducido a canales que circundan las Chinampas, terrenos de cultivo y la superficie urbana. Actualmente el almacenamiento útil en los canales del lago de Xochimilco es aproximadamente de 11 millones de m<sup>3</sup>, alimentados por los arroyos de San Gregorio, San Lucas, Santiago, San Buenaventura y la planta de tratamiento de aguas residuales del cerro de La Estrella.

#### 11.2.2.4.-Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

El drenaje profundo es en la actualidad el medio más adecuado para el desalojo oportuno de grandes volúmenes de agua pluvial, no requiere de bombeos ya que funciona por gravedad y no es afectado por los hundimientos del subsuelo. Además, fue diseñado para aprovechar la infraestructura primaria existente, la cual, por otra parte, se ha ampliado y conservado para garantizar a la población seguridad contra las inundaciones. El Sistema de Drenaje Profundo se integra por un conjunto de interceptores cuyos elementos van captando en su trayectoria el agua conducida por conductos superficiales que transitan de poniente a oriente. Posteriormente llegan a descargar al Emisor Central que desaloja los escurrimientos fuera del Valle.

**Emisor Central.** El Emisor Central inicia en Cuauhtepac, en la delegación Gustavo A. Madero, atraviesa la autopista México-Querétaro a la altura de Cuautitlán y continúa paralelamente a ésta hasta el puente de Jorobas, donde la vuelve a atravesar. Allí se dividen las cuencas del Valle de México y del río El Salto. Descarga en este último a través del portal de salida y parte de sus aguas se conducen a la presa Requena o al canal El Salto-Tlamaco y posteriormente al río Tula y a la presa Endó, que satisface las demandas de riego de la zona. El río Tula es afluente del Moctezuma y éste, a su vez, del Pánuco, que descarga en el Golfo de México. Esta estructura conduce fuera de la cuenca del Valle de México las aguas del Sistema de Drenaje Profundo de la ciudad de México. Con un diámetro de 6.5 m, longitud total de 49.70 km, pendiente media de 0.002 y capacidad máxima de conducción de 200 m<sup>3</sup>/s, conduce las aguas captadas por los Interceptores Central, Centro-Poniente y Oriente, hasta llevarlas fuera del Valle de México mediante su desfogue en el Portal de Salida.

**Interceptor Centro Poniente.** inicia en la lumbrera 9 "C" situada a un costado del Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, y termina en la lumbrera 1 del Emisor Central, en el Cerro del Tenayo. Posee estructuras de captación en cinco lumbreras, que captan a los colectores Rubén Darío, Río San Joaquín, Refinería Trujillo, Salomón Lerdo de Tejada y al Colector 15, con lo que beneficia a gran parte de las delegaciones Miguel Hidalgo y Azcapotzalco. Además alivia al Interceptor del Poniente. Tiene una longitud total de 16.5 km que corre en dirección norte; el área de aportación de este sistema es de 39.19 km<sup>2</sup>, y está urbanizada al 100%. El interceptor tiene un diámetro de 4 m y una pendiente media de 0.00013. Drena las aguas generadas al oriente del Interceptor del Poniente desde el Río Consulado hasta el Emisor Central, y apoya a éste cuando es necesario.

**Interceptor Central.** Este conducto inicia en el cruce de las avenidas Dr. Vértiz y Obrero Mundial, y termina en el Emisor Central, en Cuauhtepac. Tiene un diámetro de 5 m, longitud de 16.5 km y pendiente de 0.0005. Capta las aportaciones de la zona centro de la ciudad, y la zona comprendida entre el Interceptor Centro-Poniente y el Interceptor Central, sumando un total de 69.71 km<sup>2</sup>. Alivia al Río de La Piedad por medio del Interceptor Obrero Mundial, y capta varios colectores en su trayecto; asimismo, cuenta con obras de toma de los ríos de Los Remedios y Tlalnepantla.

**Interceptor Oriente.** En su tramo norte, principia en la obra de toma del Gran Canal del Desagüe, continuando en cajón superficial con longitud de 957 m, donde comienza el túnel profundo hasta confluir con el Emisor Central. La función principal de este tramo del túnel es aliviar al Gran Canal del Desagüe, del cual depende para su drenaje gran parte del centro y norte del

Distrito Federal, aunque también cuenta con una captación para el desfogue de la laguna de regulación El Arbolillo en Cuauhtepac. El área de aportación del tramo norte, está limitada al poniente por los Interceptores Central y Poniente y al sur por el Río de La Piedad. La longitud total de este Interceptor es de 18.7 km, con diámetro de 5 m, pendiente media de 0.0005 y una capacidad de conducción de 85 m<sup>3</sup>/s; descarga en él parcialmente el Gran Canal del Desagüe.

**Interceptor Centro-Centro.** Une los interceptores Oriente, tramo sur, y Central para desalojar las aguas de la zona sur. Tiene un diámetro de 5 m, una longitud de 3.741 km y una pendiente media de 0.0003.

**Interceptor Oriente - Sur.** Este túnel se inicia en Iztapalapa para concluir en el Interceptor Oriente, en Francisco del Paso y Troncoso, esquina Calzada Zaragoza. Capta los escurrimientos de las colonias Francisco Villa, Paraje San Juan y Presidentes, a través de los colectores Luis Manuel Rojas, Iztapalapa y Ejército de Oriente, cubriendo una zona total de 20.3 km<sup>2</sup> de los cuales 19.69 es área urbana. El diámetro de este conducto es de 5 m con una pendiente media de 0.0005 y una longitud de 9.6 km.

**Interceptor Oriente 2 (parte sur).** Esta estructura capta una parte de los escurrimientos que conduce el Canal Nacional al Interceptor Centro-Centro. El Interceptor Oriente parte sur tiene una longitud de 8.00 km y diámetro de 5 m, su pendiente es de 0.00137. Alivia al Canal Nacional - Canal de Chalco. Corre por el Eje 3 Oriente, con el Interceptor Centro-Centro, hasta la Avenida Tasqueña, donde se conecta al Interceptor Canal Nacional-Canal de Chalco. En su trayectoria recibe aportaciones del río Churubusco

**Interceptor Oriente-Oriente.** Se inicia en la parte norte de la laguna de regulación "El Salado", ubicada en el cruce de las Avenidas Texcoco y Kennedy, para concluir en el

#### **M.2.2.5.- Vasos y lagunas de regulación**

La regulación dentro del sistema de drenaje se realiza mediante 13 lagunas localizadas principalmente en zonas que no disponen de conductos con la capacidad requerida para drenar los volúmenes pluviales generados; cinco de ellas son operadas por la Comisión Nacional del Agua, a través de la Gerencia de Aguas del Valle de México y las 8 restantes son manejadas por la DGCOH. La capacidad de regulación conjunta es de 7.2

Interceptor Oriente-Sur, en la esquina de Canal de San Juan e Ignacio Zaragoza.

**Interceptor Iztapalapa.** Inicia en la colonia Ejército Constitucionalista, zona oriente de la Ciudad de México. Recibe aportaciones de la laguna de Iztapalapa, de la laguna menor de Iztapalapa y de los colectores Indeco Sur y Norte, tiene un área de aportación urbanizada de 11.6 km<sup>2</sup> y 0.516 km<sup>2</sup> de área no urbana, sumando un total de 12.15 km<sup>2</sup>. El diámetro del Interceptor es de 3.2 m con una pendiente media de 0.0007 y una longitud de 4,659 m. Capta gran parte de las aguas residuales de la Delegación Iztapalapa, las conduce hasta la Planta de Bombeo Central de Abasto II de 20 m<sup>3</sup>/s de capacidad, que a su vez las incorpora hacia el río Churubusco.

**Interceptor Obrero Muncial.** Tiene una longitud de 800 metros y un diámetro de 3.20 metros. Su trazo es paralelo al Río de La Piedad. En su recorrido, capta a éste último, y los escurrimientos de la zona poniente de la Delegación Benito Juárez, para descargarlos cerca de los inicios del Interceptor Central.

**Interceptor Canal Nacional-Canal de Chalco.** Se inicia en Avenida Río Churubusco y Canal Nacional. Se desplaza en forma paralela al Canal Nacional hasta el Eje 3 Oriente, para continuar por éste hasta la Calzada de la Virgen, por la que corre en dirección oriente hasta la confluencia de los canales Nacional y de Chalco. Continúa paralelo a éste para terminar en la laguna de San Lorenzo, en Tláhuac. Su longitud es de 6.8 kilómetros y su diámetro, de 3.20 metros. Su caudal es conducido hacia el Interceptor Oriente o al río Churubusco, mediante la Planta de Bombeo Miramontes con capacidad de 20 m<sup>3</sup>/s. Descarga las aguas de la Ciénega Grande para incorporarlas al río Churubusco por medio de la planta de bombeo Miramontes.

millones de metros cúbicos. A continuación se describe brevemente cada una de estas estructuras:

**Vaso del Cristo.** El Vaso del Cristo regula las avenidas del Interceptor del Poniente, así como las que transitan los ríos Hondo y Chico de Los Remedios, teniendo la opción de derivar los escurrimientos ya regulados al río de Los Remedios o al Emisor del Poniente. Esta estructura comenzó a operar en 1974 con una

capacidad original de 3.8 millones de  $m^3$ , hasta el nivel de corona del vertedor de excedencias, con un volumen de saturación de azolve de 500 mil  $m^3$ . En las condiciones actuales, su capacidad se ha reducido a 3.3 millones de  $m^3$ . Se considera que la regulación actual varía entre el 45 y el 70% de la capacidad total del Vaso, dependiendo de la ubicación del nivel del espejo de agua durante la temporada de lluvias.

**Vaso Fresnos.** El Vaso Fresnos regula los caudales del río de Los Remedios, apoyando al Vaso Carretas en la regulación efectuada en el Vaso del Cristo. Actualmente, el Vaso se encuentra dividido en dos partes por un bordo intermedio. La parte norte está fuera de servicio por la aparición de grietas, la porción sur ocupa un área de 19 hectáreas y es la que se encuentra en operación. La capacidad calculada para la parte en operación es de 748 mil  $m^3$ , sin embargo, debido a la existencia de azolve ésta se reduce a 380 mil  $m^3$ , aproximadamente.

**Vaso Carretas.** Contribuye al control de las avenidas del río de Los Remedios, de manera conjunta con los vasos del Cristo y Fresnos. El vaso entró en operación en la década de los setentas con una capacidad original de 950 mil  $m^3$ ; no dispone de obra de descarga, por lo que una vez ocurrida la avenida que ingresa en él, una parte de la misma regresa al río por la obra de toma y el resto permanece en el vaso. El volumen actual es de un millón de  $m^3$ . El problema principal de este vaso es la presencia permanente de un volumen muerto, consecuencia de la diferencia de niveles entre la plantilla del río y zonas más bajas dentro del vaso, por lo cual la capacidad de regulación se reduce a 350 mil  $m^3$ .

**Laguna de regulación de Cuautepec.** La laguna regula las avenidas del río Cuautepec, localizado en la Sierra de Guadalupe, al norte de la ciudad. La descarga del río a la laguna se realiza mediante una estructura vertedora ubicada en el norponiente de la misma. Cuando el tirante del río sube, el agua ingresa a la laguna derramando por la estructura vertedora. La descarga de las aguas reguladas se realiza al mismo cauce, para tener la opción de incorporarse al Sistema de Drenaje Profundo o seguir aguas abajo al río San Javier. Su capacidad de regulación es de 174,000  $m^3$ .

**Laguna de regulación Churubusco.** Se localiza dentro la zona federal del lago de Texcoco y su función es regular los caudales transitados por el Brazo Derecho del río Churubusco, así como del Dren General del Valle. La capacidad de almacenamiento de la laguna es de 800 mil  $m^3$ , aunque su capacidad de regulación es menor a consecuencia de la

interacción de los niveles en canales y lagunas existentes en el complejo hidráulico del lago de Texcoco.

**Laguna de regulación Horaria.** Esta laguna se localiza en la zona federal del lago de Texcoco y regula los caudales transitados por el Brazo Izquierdo del río Churubusco, así como del Dren General del Valle. La capacidad de almacenamiento de la laguna es de 4.5 millones de  $m^3$ , sin embargo, su capacidad de regulación es de 600 mil  $m^3$ , como consecuencia de la interacción de los niveles en canales y lagunas existentes en el complejo hidráulico del lago de Texcoco.

**Laguna de regulación mayor de Iztapalapa.** La capacidad de almacenamiento actual de esta laguna es de 312 mil  $m^3$  y las aportaciones que recibe provienen de los colectores Indeco y Las Torres a través de una planta de bombeo. Después de regular las aguas pluviales, éstas son enviadas al Interceptor Iztapalapa. Debido a la presencia de azolve, se calcula la capacidad de regulación en 270 mil  $m^3$ .

**Laguna de regulación menor de Iztapalapa.** Esta laguna tiene una capacidad de regulación actual de 47.9 mil  $m^3$ , y regula los escurrimientos de los colectores Santa Martha y Ejército de Oriente, que tienen una área de aportación de 1.97  $km^2$ ; después de reguladas, la laguna deriva sus aguas al Interceptor Iztapalapa en la lumbrera 6.

**Laguna de regulación Ciénega Chica.** Se localiza al sur de la ciudad y tiene una capacidad de regulación de 1.2 millones de  $m^3$ . Recibe las aportaciones de los colectores Prolongación División del Norte I y II e Imán, que drenan en conjunto un área total de 27.7  $km^2$ , de los cuales, 23.6  $km^2$  son urbanos y 4.4  $km^2$  corresponden a terrenos no urbanizados. Las aportaciones se realizan por medio de la planta de bombeo San Buenaventura, que tiene una capacidad de 20  $m^3/s$  y posteriormente deriva las aguas reguladas a la Laguna de Regulación de Ciénega Grande por medio de un cajón de interconexión o bien, desfoga a través de un conducto hacia el colector División del Norte.

**Laguna de regulación Ciénega Grande.** Regula los escurrimientos provenientes de la Ciénega Chica, teniendo una capacidad de regulación de 800 mil  $m^3$ .

**Laguna de regulación El Salado.** Se localiza en la Delegación Iztapalapa y regula los gastos conducidos por los colectores Kennedy, Las Torres, Zaragoza y Teotongo, a través de la planta de bombeo El Salado; así como al colector Texcoco, localizado al norte de la laguna. Después de regularizar los gastos mencionados, éstos son regresados al colector Kennedy el cual

los conduce a la planta de bombeo Ermita Zaragoza. La laguna ocupa una extensión de 15 ha y su capacidad de regulación es de 300 mil m<sup>3</sup>.

**Laguna de regulación de San Lorenzo Tezonco.** Esta laguna se localiza al suroriente de la ZMCM, y regula los escurrimientos generados

al norte de la delegación Tláhuac, los cuales, una vez regularizados, se descargan al colector Canal de Chalco. Su capacidad de almacenamiento es de 600 mil m<sup>3</sup>.

**Laguna de regulación La Quebradora.** Su capacidad de almacenamiento es de 90 mil m<sup>3</sup>.

### II.2.3.- Alcantarillado en los estados restantes de la Cuenca del Valle de México.

En las *Tablas II.2-3 a II.2-5* se muestra la relación de municipios de los estados que se encuentran en la Cuenca del Valle de México y las corrientes receptoras de sus aguas residuales;

cabe hacer notar que en estas poblaciones no existe un sistema de obras de drenaje pluvial, desalojándose los excedentes de lluvia por escurrimiento superficial.

**Tabla II.2-3 Descarga de los municipios del Edo. de México**

MUNICIPIO	DESCARGA PRIMARIA	RECEPTOR PRINCIPAL
Acolman	Sin datos	Sin datos
Amecameca	Sin datos	Sin datos
Atenco	Bordo de Oxidación	Bordo de Oxidación
Atizapán	Cauces y arroyos naturales	Arroyos Naturales
Axapusco	Barranca S/N	Barranca S/N Superficie del Terreno
Chalco	Ríos San Francisco y San Rafael	Río de la Compañía
Chiautla	Río Xalapango	Río Xalapango
Chicoloapan	Río Coatepec	Río Coatepec
Chimalhuacán	Canal Principal, Dren Chimalhuacán 11, Río de la Compañía	Canal Principal, Dren Chimalhuacán 11, Río de la Compañía
Chinconcuc	Río Xalapango	Río Xalapango
Coacalco	Arroyo Las Candas y los Llanetes	Gran Canal del Desagüe
Cocotitlán	Zanjas a cielo abierto, Terrenos de labor	Zanjas a cielo abierto, Terrenos de labor
Cuautitlán	*	Plantas de Tratamiento
Ecatepec	Gran Canal del Desagüe, Río de los Remedios, Canal de Sales, Canal de la Draga	Gran Canal del Desagüe, Río de los Remedios, Canal de Sales, Canal de la Draga
Huehuetoca	Río Cuatitlán	Río Cuatitlán
Ixtapaluca	Ríos San Francisco y San Rafael	Río de la Compañía
La Paz	Río de la Compañía	Río de la Compañía
Melchor Ocampo	Zanjas a cielo abierto	Zanjas a cielo abierto
Naucalpan	Río de los Remedios y Totolinga	Vaso del Cristo
Nextlalpan	Lagunas de oxidación (2)	Lagunas de oxidación (2)
Nicolás Romero	Arroyos y cauces naturales	Presa Guadalupe, Río Xinte, Río Grande, Río Chiquito, Río San Pedro
Netzahualcóyotl	Canal La Compañía	Lago de Texcoco
Otumba	Barrancas S/N	Barrancas s/n
Papalotla	Laguna de estabilización	Laguna de estabilización
Tecamac	Canales a Cielo abierto	Dren San Diego, Cauces Naturales
Teoloyucan	Ríos Chiquito y Cuaxoxoca.	Gran Canal del Desagüe
Tlalnepantla	Ríos Tlalnepantla, San Javier, de los Remedios, Zanja Madre	Ríos Tlalnepantla, San Javier, de los Remedios, Zanja Madre
Temamatla	Río Amecameca	Río Amecameca

Tabla II.2- 3 Descarga de los municipios de Edo. de México (Cont.)

MUNICIPIO	DESCARGA PRIMARIA	RECEPTOR PRINCIPAL
Temamatla	Río Amecameca	Río Amecameca
Tenengo del Aire	Arroyos o barrancas	Arroyos o Barrancas
Teotihuacán	Superficie del terreno, Zanjias a Cielo abierto	Zanjias a cielo abierto
Tepetlaotoc	Arroyo S/N	Arroyo s/n
Tepotzotlán	Fosas sépticas a cielo abierto	No existe
Tequixquiac	Barranca de la Cuatro, Río Salado, Barranca S/N	Gran Canal del Desagüe, Canales de Riego
Texcoco	Río Texcoco	Lago de Texcoco
Tezoyuca	Canal de Conducción	Laguna de Oxidación
Tultepec	Drenes a cielo abierto	Canal Castera, Canal Cartagena
Tultitlán	Crenes a cielo abierto, Dren Cartagena	Gran canal del Desagüe, Canal Castera
Zumpango	Río Pachuca	Gran canal del Desagüe

Tabla II.2- 4 Descarga de los municipios del Edo. de Hidalgo.

MUNICIPIO	DESCARGA PRIMARIA	RECEPTOR PRINCIPAL
Epazoyucan	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Mineral del monte	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Pachuca de Soto	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Mineral de la Reforma	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Singuilucan	Arroyo Las Fuentes	Barranca Prieto
Villa de Tezontepac	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Tizayuca	Río Papalote	Río Papalote
Tlanalapa	Arroyo Grande	Arroyo El Jihuingo
Tolcayuca	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Zapotlán de Juárez	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Zempoala	Avenidas de Pachuca	Avenidas de Pachuca
Almoloya	Barranca Buenavista	Barranca Buenavista
Apan	Barranca El Cura	Arroyo Mixcapa
Emiliano Zapata	Barranca Piedras Coloradas	Barranca Piedras Coloradas
Tepeapulco	Arroyo Grande	Arroyo Grande

Tabla II.2- 5 Descarga de los municipios del Edo. de Tlaxcala.

MUNICIPIO	DESCARGA PRIMARIA	RECEPTOR PRINCIPAL
Calpulalpan	Arroyo Calpulalpan	Arroyo El Columpio
Sanctorum de Lázaro Cárdenas	Barranca Galindo	Barranca Galindo
Nanzcamilpa de Mariano Arista	Río San José	Río San José
Benito Juárez	Barranca Tres Encinos	Barranca Tres Encinos

Finalmente, en el Mapa II.2-6 se muestra el drenaje existente en la Cuenca del Valle de México. Del mapa mencionado y de las tablas mostradas anteriormente, así como del mapa I.3-1, se puede observar que por los Túneles de

Tequixquiac, por el Tajo de Nochistongo y por el Emisor Central salen las aguas residuales y los escurrimientos superficiales de todos los municipios ubicados en la Cuenca.



## II.3.- Tratamiento y reúso de aguas residuales

### II.3.1.- Generalidades.

Las aguas residuales se pueden clasificar en aguas residuales municipales e industriales, debido a que la contaminación producida por los usos que se da en cada uno de estos casos es

muy distinta. En la siguiente tabla se muestran los principales contaminantes del agua y los problemas que pueden ocasionar.

Contaminante	Problemas ocasionados
Sólidos Suspendidos	Los sólidos suspendidos pueden ocasionar el desarrollo de condiciones anaeróbicas y azolvamiento en los cuerpos receptores de agua. Este contaminante es producido por uso doméstico e industrial.
Materia Orgánica Biodegradable	En esta clasificación se encuentran las proteínas, carbohidratos y grasas. La materia orgánica biodegradable se mide comúnmente en términos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno). Cuando las aguas que contienen este contaminante son descargadas sin ser tratadas, su estabilización biológica puede traer como consecuencia condiciones anaeróbicas, así como el desarrollo de condiciones sépticas.
Organismos Patógenos	Los organismos patógenos son aquellos que transmiten enfermedades. Se miden en términos de "Número más probable de Coliformes", y se producen por uso doméstico.
Nutrientes	En esta clasificación se encuentran los elementos necesarios para el crecimiento de materia orgánica, como son el nitrógeno, fósforo, y carbono. Cuando estos nutrientes son descargados a cuerpos de agua, pueden producir el crecimiento de vida acuática no deseable y cuando son descargados en superficies de tierra, pueden contaminar los acuíferos. Estos contaminantes son producidos por uso agrícola y doméstico.
Materia Orgánica especial	Es aquella materia orgánica que es muy difícil de ser eliminada mediante métodos convencionales de tratamiento, tales como los pesticidas, utilizados en la agricultura.
Materia inorgánica disuelta.	En esta clasificación se encuentran materiales inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos. Si el agua se va a reutilizar, estos elementos deben ser eliminados.
Metales pesados	Los metales pesados son agregados al agua debido al uso industrial o comercial de la misma y tienen que ser removidos si el agua se piensa reutilizar. En esta clasificación se encuentra el cianuro, plomo, etc. Ocasionan graves problemas a la salud si son ingeridos.

Los métodos de tratamiento en los cuales las fuerzas físicas predominan (como en la sedimentación), son llamados operaciones unitarias, mientras que aquellos métodos en los que la remoción de contaminantes es producto de reacciones químicas o biológicas se denominan procesos unitarios. Estas dos formas de tratamiento se agrupan para dar como resultado distintos tipos de tratamiento, siendo éstos:

- Tratamiento primario. Es aquel en el que la utilización de rejillas y la sedimentación se utilizan para remover la materia flotante que se encuentra en el Agua Residual.

- Tratamiento secundario. En este tipo de tratamiento, se utilizan procesos químicos y biológicos para remover la materia orgánica que se encuentra en el Agua Residual.

- Tratamiento terciario (avanzado). En esta etapa de tratamiento, se utilizan combinaciones de procesos y operaciones unitarias para remover otros elementos presentes en el Agua Residual, como nitrógeno y fósforo, que no pueden ser removidos de forma significativa mediante el tratamiento secundario.

### II.3.2.- Infraestructura actual.

Actualmente, existen plantas de tratamiento de servicio público, o bien de organismos privados, que tratan aguas residuales de uso urbano, mientras que las industrias, debido a la clase de contaminantes que vierten al agua, tienen sus propias plantas, por lo cual éstas se tratan en un apartado distinto a las primeras.

La primera planta de tratamiento en la ciudad de México fue la de Chapultepec, terminada en el año de 1956. Esta planta de tratamiento, creada con el objeto de mantener el nivel de los lagos de Chapultepec, y regar las 400 ha pertenecientes a dicho bosque, funcionaba a base de lodos activados y tenía una capacidad de 160 l/s. Asimismo, en este mismo año, entró en operación la planta de tratamiento de la Magdalena Mixhuca, con capacidad de 100 l/s, gasto que era destinado al riego de jardines y campos deportivos, que sumaban un total de 200 ha.

La planta de tratamiento Xochimilco (más tarde Coyoacán), ubicada en río Churubusco y Canal Nacional fue inaugurada en 1959, mientras que en el año de 1984 entró en servicio la planta de tratamiento de San Juan de Aragón, a base de lodos activados y diseñada para tratar 500 l/s en dos etapas, de las cuales la primera fue terminada en este mismo año, con la finalidad de regar 800 ha. En este mismo año, en el Club

Campestre de la Ciudad de México se terminó una planta de tratamiento basada en filtros rociadores.

La construcción de plantas de tratamiento se mantuvo paralizada hasta el año de 1980, año en el que entró en operación la planta de tratamiento del Colegio Militar, para ayudar al saneamiento de la zona lacustre de Xochimilco y el riego de áreas verdes del mismo colegio. En 1981 inició sus operaciones la planta El Rosario, construida por el INFONAVIT para aprovechar el agua en el fraccionamiento del mismo nombre. En este mismo año entró en operación la planta del Reclusorio Sur, destinada al riego de las áreas verdes del reclusorio y al saneamiento de la zona lacustre de Xochimilco.

Para el año de 1988, se tenían en operación nueve plantas de tratamiento con 423 km de líneas de distribución de agua tratada, la cual era destinada al riego de áreas verdes y el llenado de lagos recreativos.

En el Distrito Federal se cuenta con una red de distribución de aguas tratadas con fines de riego cuya longitud actual es de 657.27 km

La cantidad de plantas de tratamiento ha ido en aumento, debido a la gran necesidad del reúso del agua, de tal forma que actualmente existen 65 plantas de tratamiento en toda la Cuenca del Valle de México.

#### II.3.2.1.- Plantas de tratamiento de servicio público.

**Distrito Federal.** En esta entidad existen actualmente un total de 24 plantas de tratamiento de este tipo, con un gasto de operación total de 3.837 m<sup>3</sup>/s. Asimismo existen diversas plantas operadas por particulares, con un gasto de operación conjunta de 68.34 lps. Los gastos correspondientes se muestran en la *Tabla II.3-1*

**Estado de México.** Actualmente existen 47 plantas de tratamiento privadas y municipales en operación en este Estado, con una capacidad de tratamiento conjunta de 2.155 m<sup>3</sup>/s, tal como se puede observar en la *Tabla II.3-2*.

**Estado de Hidalgo.** En esta zona se ubican cuatro plantas de tratamiento de carácter municipal. La capacidad de proyecto de estas plantas suma un total de 146.86 lps, mientras que

su gasto de operación a la fecha en la que se obtuvo el inventario Nacional de Plantas de Tratamiento era de 14.48 lps, debido a que tres plantas no estaban operando. Las plantas existentes en esta zona, así como sus gastos de proyecto y operación se muestran en la *Tabla II.3-3*.

**Estado de Tlaxcala.** En esta entidad se ubican siete plantas de tratamiento, con una capacidad conjunta de proyecto de 84 lps. Al igual que en el Estado de Hidalgo, a la fecha en la que se realizó el inventario, tres de estas plantas no se encontraban en operación, teniendo un gasto de operación de 33.92 lps. Las plantas de tratamiento que se encuentran en este Estado, se muestran en la *Tabla II.3-4*.



### II.3.2.2.- Plantas de tratamiento de servicios e industriales.

En el Estado de México se ubican una gran cantidad de industrias, cuyas descargas requieren tratamiento. De acuerdo a los datos obtenidos, existen actualmente 47 plantas de tratamiento de carácter industrial, con una capacidad conjunta de 801.5 lps, mientras que existen 45 plantas de tratamiento en diversos

establecimientos, con un gasto conjunto de 6.664 lps. En la *Tabla II.3-5* se muestran las plantas de tratamiento industriales, mientras que en la *Tabla II.3-6* se muestran las plantas de tratamiento de los establecimientos mencionados.

### II.3.3.- Reúso de las aguas residuales.

En este apartado no se tratará el reúso para riego agrícola, debido a que éste será tratado en el apartado *II.4 Infraestructura agrícola*.

En el Distrito Federal se reúsan 0.97 m<sup>3</sup>/s para el riego de áreas verdes, 0.17 m<sup>3</sup>/s en el sector comercial, 0.94 m<sup>3</sup>/s para el llenado de canales y lagos y 0.61 m<sup>3</sup>/s para recarga del acuífero.

De las tablas mencionadas en el apartado anterior, en el Estado de México se reúsa con este fin un gasto de 205.52 lps, considerando que

los fraccionamientos que tratan el agua la tratan para reutilizarla con este fin. En cuanto al reúso con fin industrial, de acuerdo a lo mostrado en la *Tabla II.4-5*, se observa que únicamente tres industrias reúsan el agua que tratan, sumando un gasto de 736 lps. Dado que en estas tablas no se indica el reúso del agua tratada, se considerará para este estudio que dicho gasto no se reúsa y que su disposición final es al sistema de alcantarillado local.

Tabla II.3-1 Plantas de tratamiento en el Distrito Federal

Delegación	Localidad	Recurso del cuente	Tratamiento	Gasto		OPERACION
				proyecto Ips	Operación Ips	
Acapulcoteo	El Rosario	Riego de áreas verdes	Avanzado	25.00	16.00	D.G.C.O.H.
	Santa Fe	Riego de áreas verdes e infiltración	Secundario	560.00	280.00	D.G.C.O.H.
Coyoacán	Coyoacán	Mantener los niveles de los canales de Xochimilco. riego de áreas verdes. Comercio	Secundario	300	F. O.	Concesionada
	Tlalabco	Riego de áreas verdes		500	336	
G. A. Maadero	Acueducto de Guadalupe	Comercio, industria y riego de áreas verdes	Secundario	22.00	14.00	D.G.C.O.H.
	San Juan de Aragón	Mantener el nivel del lago de Aragón riego de áreas verdes. Industria	Secundario	100.00	57.00	Concesionada
Iztacalco	Iztacalco	Riego de áreas verdes	Avanzado	15.00	10.00	D.G.C.O.H.
	Cd. Deportiva	Industria, comercio y riego de áreas verdes.	Secundario	230.00	80.00	Concesionada
Iztapalapa	Cerro de la Estrella	Riego de áreas verdes y riego agrícola	Terciario	4,000.00	2,300.00	D.G.C.O.H.
	Bosques de las Lomas	Riego de áreas verdes	Secundario	55.00	27.00	D.G.C.O.H.
Miguel Hidalgo	Chapultepec	Llenado de lagos y riego agrícola	Secundario	160.00	106.00	D.G.C.O.H.
	Campo militar No 1	Riego de áreas verdes y riego agrícola	Secundario	30.00	16.00	SEDNA
Tláhuac	San Juan Ixtapoyá	Riego de áreas verdes	Secundario	30.00	15.00	D.G.C.O.H.
	San Nicolás Tetelco	Riego agrícola y vertido a cielo abierto	Secundario	30.00	15.00	D.G.C.O.H.
Tlalpan	Abasco	Riego agrícola y vertido a cielo abierto	Secundario	30.00	15.00	D.G.C.O.H.
	Ciudad Universitaria	Riego de áreas verdes	Terciario	80.00	30.00	U.N.A.M.
Particulares/Diversas	H. Colegio Militar	Riego de áreas verdes	Secundario	18.00	12.00	SEDNA
	Parres	Riego agrícola y vertido a cielo abierto	Secundario	15.00	7.50	D.G.C.O.H.
Particulares/Diversas	Pemex	Riego de áreas verdes	Secundario	25.00	6.00	D.G.C.O.H.
	San Miguel Xicalco	Riego agrícola y vertido a cielo abierto	Secundario	15.00	7.50	D.G.C.O.H.
Particulares/Diversas	San Luis Tlaxialtamalco	Riego áreas verdes, riego agrícola y mantener nivel en canales	Terciario	225.00	110.00	D.G.C.O.H.
	Reclusorio Sur	Riego de áreas verdes	Secundario	26.00	13.00	D.G.C.O.H.
Particulares/Diversas	Tropeño	Saneamiento	Secundario	7.00	F.O.	D.G.C.O.H.
	Rastro de Milpa Alta	Saneamiento	Secundario	7.00	F.O.	D.G.C.O.H.

**Riego y saneamiento 6,985.00 3,837.00**

Particulares/Diversas Industria, Riego y Limpieza Terciario Usuarios  
75.933 68.34

**TOTAL : 7,098.93 3,939.54**

Fuente: Estudio para la cuantificación de los recursos

Tabla II.3- 2 Plantas de tratamiento municipales en el Estado de México

Delegación o Municipio	Localidad	Proceso de tratamiento	Gasto proyecto lps	Gasto Operación lps	Eficiencia %	Organismo Operador
Amecameca	Álvaro Ortiz Vizairo Granja Porcina	Sedimentador	0.023	0.023	100	I.P.
Atizapán de Zaragoza	Club de Golf Chiluca I	Secundario con desinfección de cloro	10.000	10.000	100	I.P. *
	Club de Golf Chiluca II	Secundario con desinfección de cloro	16.000	16.000	100	I.P. *
	Club de Golf Chiluca III	Secundario con desinfección de cloro	4.000	4.000	100	I.P. *
	Club de Golf Valle Escondido	Secundario con desinfección de cloro	18.000	18.000	100	I.P. *
	Club de Golf Hacienda	Floculación y filtración. Desinfección con ozono	25	20	80	I.P. *
	Club de Golf Bellavista	Biodiscos. Desinfección con cloro	20.000	20.000	100	I.P. *
Ayapango	Ayapango	Laguna de Oxidación	5.000	3.000	60	Municipio
Chalco	Centro de desarrollo Comunitario Juan Diego	Lodos Activados	1.6	1.6	100	Centro de Des.
Chimichuacán	Lago de Texcoco "Texcoco"	Lodos activados	1000	1000	100	C.N.A. **
	Lago de Texcoco Ing. Ramón Grijalva Ruíz	Lagunas Facultativas	500	500	100	C.N.A. **
	Universidad de Chapingo	Lodos Activados	40	40	100	Universidad Chapingo*
	Lago de Texcoco "Módulo Piloto"	Terciario	50	50	100	C.N.A. 1
Haizquilecan	Villa Alpina	Reactor Anaerobio	5.000	0.000	0	Municipio 2
Ixtapaluca	Tlaltizahuac	Lodos activados	18.500	18.500	100	Municipio
Naucalpan	Pintores	Lodos activados	5.000	5.000	100	Municipio*
	Naucalli	Lodos activados	40.000	30.000	75	C.E.A.S. *
	Parque "Los Remedios"	Tanque séptico Bioenzimático	1.750	1.750	100	Municipio*
	Campo Militar No. 1	Lodos Activados / Filtración Desinf. con cloro	30	30	100	SE.DE.NA.
	Conjunto habitacional "Lomas Contreras"	Tanques sépticos bioenzimáticos	3.000	3.000	100	Fracc.
	Conjunto Habitacional "La Joya"	Tanques sépticos bioenzimáticos	2.000	0.500	25	Fracc.
	Conjunto Habitacional "Colinas del Faisán"	Tanques Sépticos	0.400	0.300	75	Fracc.
	Conjunto Habitacional "La Cúspide"	Lodos Activados	4.000	1.600	40	Fracc.
	Conjunto Habitacional "La Rosa"	Tanques sépticos bioenzimáticos	2.000	1.500	75	Fracc.
	Conjunto Horizontal "El retiro"	Tanques sépticos bioenzimáticos	0.200	0.120	60	Fracc.
	Conjunto Habitacional SEDENA. Col Santiago Occipaco	Tanques sépticos bioenzimáticos	1.750	1.750	100	SE.DE.NA.
	Conjunto Habitacional SEDENA. Col Sta. Cruz Acctlán	Reactor Anaerobio	2.000	2.000	100	SE.DE.NA.
Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl "Jorge Ayanogui"	Lodos Activados	200.000	70.000	35	Municipio
Tepotztlán	Unidad Habitacional autosuficiente Bocardí	Lodos Activados	5.000	5.000	100	Municipio
Texcoco	Unidad Habitacional "Las Vegas"	Tanque Imhoff	18.300	18.300	100	Municipio
	Texcoco (CE.RE.SO.)	Lodos Activados	5.000	5.000	100	Municipio
Tlalnepantla	San Juan Ixhuatopac	Lodos activados	150.000	30.000	20	I.P. *
Tultitlán	San Pablo de las Salinas	Lodos activados	200.000	70.000	35	Municipio
	Lechería	Lodos activados	400.000	128.000	32	Cia. Max. de
	Villas de San José	Filtros porcoladores	50.000	50.000	100	Municipio
<b>TOTAL</b>			<b>2,154.94</b>			

Tabla II.3- 3 Plantas de tratamiento municipales en el Estado de Hidalgo

Delegación o Municipio	Localidad	Proceso de tratamiento	Gasto proyecto Ips	Gasto Operación Ips	Eficiencia %	Organismo Operador
Mineral del Monte	Mineral del monte	Legunas pentano	17.360	14.480	26	
Tizayuca	Tizayuca	Lodos activados	120.000	0.000	0	No Opera
	Villa Hidalgo	Laguna de Estabilización	8.500	0.000	0	No Opera
Tepeapulco	Cd. Sahagún	Tanque Imhoff	3.000	0.000	0	No Opera
<b>TOTAL</b>			<b>146.86</b>	<b>14.48</b>		

Tabla II.3- 4 Plantas de tratamiento municipales en el Estado de Tlaxcala

Delegación o Municipio	Localidad	Proceso de tratamiento	Gasto proyecto Ips	Gasto Operación Ips	Eficiencia %	Organismo Operador
Capulcipan	Col. Espejel	Laguna de Estabilización	12.000	0.000	0	No Opera
	La Cañada	Laguna de Estabilización	36.000	26.980	71	
Lázaro Cárdenas	Benito Juárez	Laguna de Estabilización	8.000	3.980	45	
	Francisco Villa	Laguna de Estabilización	3.000	1.850	46	
	Sanctorum	Laguna de Estabilización	5.000	0.000	0	No Opera
Meriano Arista	Domingo Arenas	Laguna de Estabilización	1.000	1.000	100	
	Nonacamilpa	Laguna de Estabilización	19.000	0.000	0	No Opera
<b>TOTAL</b>			<b>84.00</b>	<b>33.92</b>		

\* Agua tratada utilizada en riego

\*\* Uso para riego y llenado del lago

\*\*\* Agua tratada utilizada en la industria

A Gasto en función de las descargas de los comercios

B Planta en concesión

1 Uso para llenado de lago recreativo, riego de pastizales y recarga al manto acuífero (30-35 L.P.S.)

2 No se encuentra operando

S/D Sin dato

I.P. = Iniciativa Privada

C.N.A. = Comisión Nacional del Agua

C.F.E. = Comisión Federal de Electricidad

C.E.A.S. = Comisión Estatal de Agua y Saneamiento

SE.DE.NA. = Secretaría de la Defensa Nacional

FRACC. = Fraccionamiento

U.N.A.M. = Universidad Nacional Autónoma de México

D.D.F. = Departamento del Distrito Federal

PEMEX = Petróleos Mexicanos

FUENTE: CNA, Gerencia de saneamiento y calidad del agua, Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, 1996.

Tabla 1.3-5 Plantas de tratamiento industriales en la Cuenca del Valle de México

DELEGACION O MUNICIPIO	LOCALIDAD	PROCESO DE TRATAMIENTO	GASTO PROYECTO (l.p.a.)	GASTO OPERACION (l.p.a.)	EFICIENCIA %	ORGANISMO OPERADOR
Atizapán de Zaragoza	Industrias GISA S.A. de C.V. Galvanizado de piezas metálicas	Pretratamiento, trampa de grasas	1.37	1.37	100	IP
	Herrajes nacionales de México S.A. de C.V. Fabricante de llaves en blanco	Filtración	0.055	0.055	100	IP
	Cromados industriales Geminis S.A. de C.V. Taller de pulido y cromado	Neutralización	0.002	0.002	100	IP
	NISSAN Atizapán Autos y Camiones S.A.	Floculación, filtración y desinfección con cloro	0.347	0.347	100	IP
	Industrias VOIT S.A. de C.V.	Coagulación y floculación	0.694	0.694	100	IP
	Eratex S.A. de C.V.	Biológico	8.611	8.611	100	IP
	Reckitt and Co'men de México S.A.	Biológico	0.611	0.611	100	IP
	Manufactura de motores eléctricos S.A. de C.V.	Floculación y filtración	0.417	0.417	100	IP
	Pegusa S.A. de C.V.	Biológico	0.3	0.3	100	IP
	ASATEX, S.A. de C.V.	Floculación	0.7	0.7	100	IP
	Dinámica Automotriz de México	Químico	0.081	0.081	100	IP
	Bicicletas y refacciones Júpiter S.A. de C.V.	Físico-Químico	0.163	0.163	100	IP
	Restro de Aves Atizapán S.A.	Físico-Químico	1.5	1.5	100	IP
	Galvanizadora SIERO	Físico-Químico	0.0	0.0	100	IP
Manufacturas Cargo S.A. de C.V.	Biológico	37.743	37.743	100	IP	
Coacalco	Productos Marinela I S.A. de C.V.	Sedimentación	0.009	0.009	100	IP
	Productos Marinela II S.A. de C.V.	Sedimentación	0.053	0.053	100	IP
Cuautitlán	Industrial de Maz S.A. de C.V.	Pretratamiento, trampa de grasas	0.111	0.111	100	IP
	Ganaderos productores de leche pura S.A. de C.V. Planta pasteurizadora	Lodos activados	6.25	6.25	100	IP
	SANOPI Winthrop, S.A. de C.V. Prod. Farmacéuticos	Floculación	1.541	1.541	100	IP
	Ford Motor company	Secundario	30.0	30.0	100	IP ***
	Termoeléctrica Valle de México	Lodos Activados	750	456	60.8	C.F.E. ***
Ecatepec	Papelera San Cristóbal	Lodos Activados	400.0	250.0	63	IP ***
	BASF pinturas S.A. de C.V. Fab. y venta de pinturas	Pretratamiento, trampa de grasas	0.449	0.449	100	IP
	CABE-RI, S.A. recubrimiento y polarizado de cristales	Desintegración de cianuros y cobre	0.053	0.053	100	IP
Ixtapaluca	Productos Marinela S.A. de C.V.	Sedimentación	0.028	0.028	100	IP
Naucalpan	Productos Marinela S.A. de C.V.	Sedimentación	0.009	0.009	100	IP
	Metales y contactos S.A. de C.V. Maquina de metales para industrialización	Neutralización	0.187	0.187	100	IP
	MEXIM S.A. de C.V. Fabricación de anilinas y aux para ind. Química	Sedimentación	0.147	0.147	100	IP
	Productos Mannola I S.A. de C.V.	Sedimentación	0.009	0.009	100	IP
	Productos Marinela II S.A. de C.V.	Sedimentación	0.028	0.028	100	IP
	Vehículos automotores Satélite S.A. de C.V.	Pretratamiento, trampa de grasas	0.006	0.006	100	IP
Nezahualcoyotl	Rosa Elvira Montiel Sacrificio de Pollo	Desinfección	0.073	0.073	100	IP
	Avícola Romero Sacrificio de Pollo	Desinfección	0.043	0.043	100	IP
Tlalnepantla	Gabnel de México S.A. de C.V.	Floculación	0.577	0.577	100	IP
	Fábna de Amortiguadores	Floculación				

**Tabla 1.3-5 Plantas de tratamiento industriales en la Cuenca del Valle de México**

DELEGACION O MUNICIPIO	LOCALIDAD	PROCESO DE TRATAMIENTO	GASTO PROYECTO (l.p.a.)	GASTO OPERACION (l.p.a.)	EFICIENCIA %	ORGANISMO OPERADOR
Tlalnepantla	Galvanizados especiales de piezas de metal S.A. de C.V.	Fosa de decantación	0.023	0.023	100	I.P.
	Industrias IEM S.A. de C.V. Fáb. de motores y transformadores	Lodos Activados	2.081	2.081	100	I.P.
	KASA automotriz S.A. de C.V.	Floculación y cloración	0.119	0.119	100	I.P.
	PHM de México S.A. de C.V. Suc. Valle Dorado	Pretratamiento, trampa de grasas	0.013	0.013	100	I.P.
	GLASSER, S.A. de C.V. Fáb. y ensamblado de vidrio	Decantación	0.338	0.338	100	I.P.
	Depósitos Azteca S.A. de C.V. fábrica de tortilla	Pretratamiento, trampa de grasas	0.101	0.101	100	I.P.
	Harina industrializada Azteca S.A. de C.V. Fáb. de tortillas de harina de maíz	Pretratamiento, trampa de grasas	0.02	0.02	100	I.P.
	Hidrogenadora nacional S.A. de C.V. Fáb. de aceites y grasas	Pretratamiento, trampa de grasas	0.014	0.014	100	I.P.
	Procesos Galvano S.A. Maquila y acabado brillante de metales	Floculación	0.035	0.035	100	I.P.
	CUPRUM, S.A. de C.V. Fab de tubos y perfiles de aluminio	Desinfección	0.276	0.276	100	I.P.
	Obrador y empaquetadora La Barca S.A. de C.V. I Emp. de carnes frías	Pretratamiento, trampa de grasas	0.254	0.254	100	I.P.
	Obrador y empaquetadora La Barca S.A. de C.V. II Emp. de carnes frías	Pretratamiento, trampa de grasas	0.143	0.143	100	I.P.

<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>1,245.5</b>	<b>801.5</b>
--------------	-----------	----------------	--------------

<b>Volumen (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>39,279,412.5</b>	<b>25,277,428.5</b>
------------------------------------	---------------------	---------------------

\* Agua tratada utilizada en riego

\*\* Uso para riego y llenado del lago

\*\*\* Agua tratada utilizada en la industria

1 Uso para llenado de lago recreativo, riego de pastizales y recarga al manto acuífero (30-35 L.P.S.)

2 No se encuentra operando

A Gasto en función de las descargas de los comercios

B Planta en concesión

SD Sin dato

I.P. = Iniciativa Privada

C.N.A. = Comisión Nacional del Agua

C.F.E. = Comisión Federal de Electricidad

C.E.A.S. = Comisión Estatal de Agua y Saneamiento

SE.DE.NA. = Secretaría de la Defensa Nacional

FRACC = Fraccionamiento

U.N.A.M. = Universidad Nacional Autónoma de México

D.D.F. = Departamento del Distrito Federal

PEMEX = Petróleos Mexicanos

FUENTE: CNA, Gerencia de saneamiento y calidad del agua, Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, 1996.

Tabla 1.3-6 Plantas de tratamiento de servicios en la Cuenca del Valle de México

DELEGACION O MUNICIPIO	LOCALIDAD	PROCESO DE TRATAMIENTO	GASTO PROYECTO (l.p.s.)	GASTO OPERACION (l.p.s.)	EFICIENCIA %	ORGANISMO OPERADOR
Atizapán do Zaragoza	Servicio Jinetes Lavado de Autos	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.045	0.045	100	I.P.
	Automotriz Las Alamedas	Floculación	0.556	0.556	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.007	0.007	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.005	0.005	100	I.P.
Coccolco	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V.	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.08	0.08	100	I.P.
Cucutlán	Ryder Capital S.A. de C.V.	Filtración	0.021	0.021	100	I.P.
	Mantenimiento de camiones					
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.122	0.122	100	I.P.
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.042	0.042	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.055	0.055	100	I.P.
Ecatepec	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.005	0.005	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.011	0.011	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.01	0.01	100	I.P.
	PHM de México S.A. de C.V. Sucursal Sta. Clara	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.001	0.001	100	I.P.
	Venta de Comida preparada					
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's Venta de alm. rápidos	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.088	0.088	100	I.P.
	Limpieza especializada de vehículos S.A. de C.V.	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.025	0.025	100	I.P.
Huilquihuacan	Lavado de Tractocamiones					
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.01	0.01	100	I.P.
Neuquápan	Centro comercial "Multiplaza Los Arcos"	Lodos Activados	3	1.2	40	I.P.
	Centro Comercial "Kmart"	Lodos Activados	3	2.55	85	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.158	0.158	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.007	0.007	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V. III	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.007	0.007	100	I.P.
	Centro Comercial "Bodega Aurrerá"	Tanques Sépticos bioenzimáticos	0.2	0.2	100	I.P.
	Pista de patinaje y Restaurante Burger King	Tanques Sépticos bioenzimáticos	0.5	0.5	100	I.P.
	PHM de México S.A. de C.V. Sucursal Fts. Satélite	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.012	0.012	100	I.P.
	Venta de Comida preparada					
	PHM de México S.A. de C.V. Sucursal Plaza Satélite	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.015	0.015	100	I.P.
	Venta de Comida preparada					
	PHM de México S.A. de C.V. Sucursal Satélite Venta de Comida preparada	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.005	0.005	100	I.P.
	PHM de México S.A. de C.V. Sucursal Tecamachalco Venta de Comida preparada	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.001	0.001	100	I.P.

Tabla 1.3-6 Plantas de tratamiento de servicios en la Cuenca del Valle de México

DELEGACION O MUNICIPIO	LOCALIDAD	PROCESO DE TRATAMIENTO	GASTO PROYECTO (l.p.s.)	GASTO OPERACION (l.p.s.)	EFICIENCIA %	ORGANISMO OPERADOR
Neucaupan	Servicio Boulevares Gasolinera	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.026	0.026	100	I.P.
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's I	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.116	0.116	100	I.P.
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's II	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.11	0.11	100	I.P.
	Tecamovil S.A. de C.V. Servicio Automotriz	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.099	0.099	100	I.P.
	Vehículos Automotrices de Satélite S.A. de C.V. Rep. y Lavado de autos	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.003	0.003	100	I.P.
Tlalnepantla	Gasolinera Servicio del Cantábrico S.A. de C.V.	Sedimentador	0.006	0.006	100	I.P.
	Setha Ingeniería ambiental, S.A. de C.V. Laboratorio de análisis de aguas residuales	Neutralización	0.015	0.015	100	I.P.
	Laboratorio de Ingeniería del Medio Ambiente	Neutralización	0.012	0.012	100	I.P.
	Servicio de Lavado y engrasado Gran Vía	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.169	0.169	100	I.P.
	Gasolinera Las Arboledas S.A.	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.06	0.06	100	I.P.
	Auto Servicio S.A. de C.V. Centro de Verificación y taller mecánico	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.028	0.028	100	I.P.
	Kentucky Fried Chicken de México S.A. de C.V.	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.013	0.013	100	I.P.
	Servicio mecánico EDOMEX S.A. de C.V. Taller automotriz	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.041	0.041	100	I.P.
	De Alba S. de R. L. de C.V. Mc Donald's	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.091	0.091	100	I.P.
	Juan A. Garay Rocha. Estación de Servicio	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.04	0.04	100	I.P.
	Superservicio FAS S.A. Gasolinera	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.004	0.004	100	I.P.
	Gasolinera San Javier. Venta de Combustibles	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.007	0.007	100	I.P.
	Tultitlán	Distribuidor Gancar Gasolinera	Pretratamiento. Trampa de Grasas	0.086	0.086	100
<b>Total</b>	<b>46</b>		<b>8.914</b>	<b>6.664</b>		

<b>Volumen (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>281,111.9</b>	<b>210,155.9</b>
------------------------------------	------------------	------------------

I.P. = Iniciativa Privada  
 \* Agua tratada utilizada en negro  
 \*\* Uso para negro y llenado del lago  
 \*\*\* Agua tratada utilizada en la industria  
 1 Uso para llenado de lago recreativo, negro de pastizales y recarga al manto acuífero (30-35 L.P.S.)  
 2 No se encuentra operando  
 A Gasto en función de las descargas de los comercios  
 B Planta en concesión  
 S/D Sin dato

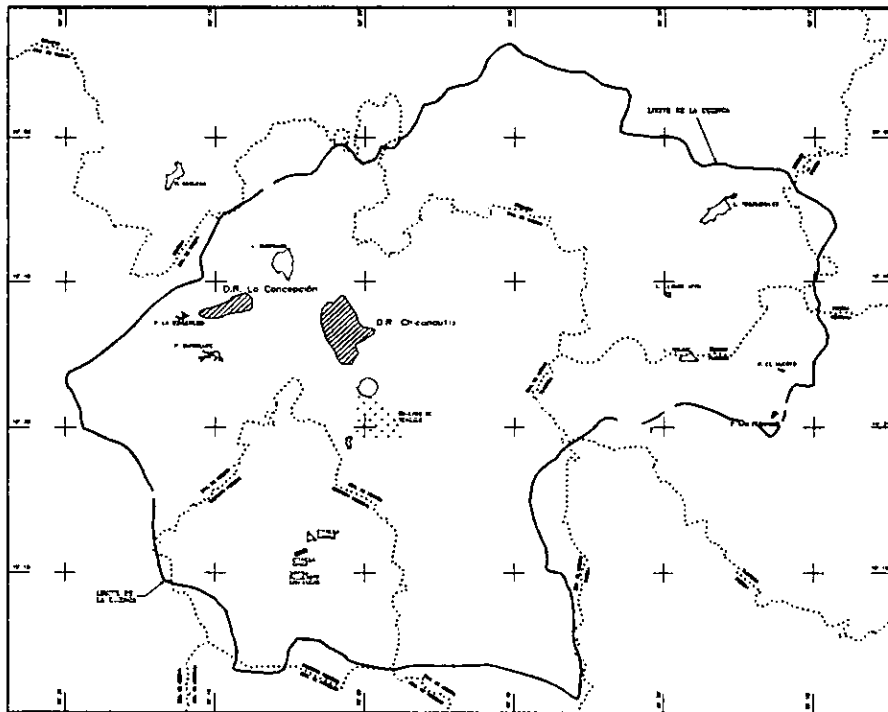


## II.4.- Infraestructura agrícola

### II.4.1.- Distritos de Riego

En el Valle de México se localizan dos Distritos de Riego: 073 La Concepción y 088 Chiconautla,

localizados en la Cuenca como se muestra en la *Figura II.4- 1*.



**Figura II.4- 1** Distritos de riego en la Cuenca del Valle de México

El D. de R. La Concepción es abastecido de agua mediante almacenamientos superficiales, mientras que el D. de R. Chiconautla se abastece de mediante la extracción de aguas del Gran Canal.

En la *Tabla II.4- 2* y *II.4- 3* se muestran los volúmenes de agua suministrados a los Distritos de Riego anteriormente mencionados del año 1990 a 1995, así como la superficie física y regada para los Distritos mencionados en los años considerados.

**Tabla II.4- 2** Volúmenes de agua suministrados al Distrito de Riego Chiconautla

	Superficie		Volúmenes	
	Física (ha)	Regada (ha)	Neto ( $m^3 \times 10^6$ )	Bruto ( $m^3 \times 10^6$ )
1990	4,805.00	9,124.00	38.33	48.14
1991	4,260.00	7,813.00	29.51	40.11
1992	3,123.00	4,904.00	18.44	25.20
1993	3,187.90	4,381.10	14.96	18.13
1994	3,909.40	5,869.30	25.22	34.00
1995	3,279.00	4,594.20	28.60	38.57
	<b>Promedio</b>		<b>34.02</b>	

**Tabla II.4- 3 Volúmenes de agua suministrados al  
Distrito de Riego La Concepción**

	Superficie		Volúmenes	
	Física (ha)	Regada (ha)	Neto (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Bruto (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )
1990	822.20	1,693.50	8.41	9.04
1991	813.30	1,149.70	6.80	7.35
1992	562.20	621.40	5.57	6.10
1993	671.90	913.10	4.29	5.19
1994	621.10	999.30	6.97	7.90
1995	595.20	763.40	12.03	13.01
	<b>Promedio</b>			<b>8.10</b>

Para calcular el volumen utilizado en los Distritos de Riego, se calculó el promedio del volumen bruto suministrado en los años que se muestran en la tabla arriba mencionada, dando como promedio, para el D. de R. Chiconautla, un

volumen de 34.02 millones de m<sup>3</sup> (1.08 m<sup>3</sup>/s), mientras que para el D. de R. La Concepción, el volumen suministrado promedio fue de 8.1 millones de m<sup>3</sup>, equivalente a 0.26 m<sup>3</sup>/s.

#### II.4.2.- Riego Agrícola Metropolitano.

En el Distrito Federal se tienen pequeñas áreas de riego agrícola distribuidas en algunas Delegaciones. El volumen de agua suministrado a estas áreas de riego proviene de aguas

tratadas, sumando un total de 28 millones de m<sup>3</sup> al año, (0.89 m<sup>3</sup>/s)<sup>(1)</sup>. Cabe hacer notar que en esta cifra no se incluye el riego a zonas verdes urbanas.

#### II.4.3.- Presas.

En la Cuenca existen 32 presas que fueron construidas para almacenar agua y suministrar el líquido a las unidades de riego existentes en la misma. En estas presas se tiene una capacidad de almacenamiento de 101.63 millones de m<sup>3</sup>, para regar 8,644 ha. En la *Tabla II.4-4* se

muestran las presas para riego ubicadas en el Edo. de México, mientras que en las *Tablas II.4-5* y *II.4-6* se muestran las presas para riego en los Estados de Tlaxcala e Hidalgo, respectivamente.

<sup>1</sup> CATIC, Op. Cit.

Tabla N. 4. 4 Presas de riego existentes en el Edo. de México

Delegación o Municipio	Presa	Corriente	Capacidades (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )			Propósito	Obra Toma Q (m <sup>3</sup> /s)	Sup. de Riego (ha)
			Total	Útil	Azolves Sup. Alm.			
Otumba	Belem	A. Belem	0.50			Riego	15.73	10.0
Tepotzotlán	La Concepción	R. Tepotzotlán	13.80	10.50	1.50	Riego	3.00	985.0
Cuatitlán	Guadalupe	R. Cuautitlán	66.20	57.00	1.40	Riego	62.00	6,229.0
Jilotzingo	Iturbide	R. Cañada Roa	1.50	0.98	0.20	Riego		534.0
Texcoco	Santa Rosa	A. Sin Nombre	0.53			Riego		
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>		<b>82.53</b>	<b>68.48</b>	<b>3.10</b>			<b>7,838.00</b>

Tabla N. 4. 5 Presas de riego existentes en el Edo. de Tlaxcala

Delegación o Municipio	Presa	Corriente	Capacidades (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )			Propósito	Obra Toma Q (m <sup>3</sup> /s)	Sup. de Riego (ha)
			Total	Útil	Azolves Sup. Alm.			
Nanacamilpa de Mariano	Pozuelos	A. San José	0.94	0.81	0.13	Riego		165.0
Nanacamilpa de Mariano	San Felipe Hidalgo	A. San Felipe	0.35	0.32	0.03	Riego		20.0
Sanctorum de L. C.	La Cañada	A. Axocopa	2.10	1.77	0.32	Riego		111.0
Calpulalpan	Mazapa	A. Mazapa	0.18	0.16	0.02	Riego		24.0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>		<b>3.57</b>	<b>3.08</b>	<b>0.50</b>			<b>320.00</b>

Tabla N.4. 6 Presas de riego existentes en el Edo. de Hidalgo

Delegación o Municipio	Presa	Corriente	Capacidades (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )		Propósito	Obra Toma	Sup. de Riego (ha)
			Útil	Azolves Sup. Alm.			
Apan	El Águila	A. El Águila	0.93	0.15	Riego	0.11	9.0
Almoloya	Almoloya	A. Cerro Caronilla	0.39	0.05	Riego	0.10	103.0
Almoloya	Buenavista	A. Joloapan	0.11	0.01	Riego	1.00	50.6
Almoloya	La Coronilla	A. Cuena Valle México	0.17	0.02	Riego	0.07	13.0
Almoloya	López Mateos	A. Bca. Almoloya	0.24	0.04	Riego		76.0
Apan	Metiapi	Varios	0.86	0.13	Riego	0.13	62.0
Almoloya	Santiago Tetlapayac	A. Cuena Valle México	0.43	0.03	Riego	0.01	79.0
Almoloya	El Tezoyo	A. Tepozán	11.20	10.52	Riego	2.41	0.0
Apan	Alcantarillas	A. Hueso y A. Puerco	1.20	1.02	Riego	0.09	104.0
Singuilucan	El Alambique II	A. Sin nombre	0.33	0.31	Riego		58.0
San Agustín Tlaxiaca	El Durazno (D)	R. Tilcuatla			Riego		269.0
Epazoyucan	El Girón	R. de la Mora	1.45	1.27	Riego		227.0
Zapotlán de Juárez	Huatongo	A. Bca. Los Hondones	1.86	1.76	Riego	2.00	376.0
Tizayuca	El Manantial	R. de las Avenidas	2.00	1.75	Riego	2.00	60.0
Zapotlán de Juárez	San Isidro	A. Bca. del Tecolote	0.75	0.64	Riego	2.00	346.0
Singuilucan	San Joaquín	A. San Joaquin	0.28	0.25	Riego		25.0
Zapotlán de Juárez	San Pedro	A. San Pedro	0.67	0.54	Riego		100.0
Epazoyucan	La Joya	A. Sin nombre	0.14	0.12	Riego	0.07	24.0
Epazoyucan	El Cascabel	A. Sin nombre	0.32	0.30	Riego	0.15	58.0
Epazoyucan	Islas	A. Sin nombre	0.30		Riego		0.0
Mineral del Monte	El Colibrí	A. Sin nombre	0.27	0.22	Riego	0.12	48.0
Mineral del Monte	Santa Rosalia		0.35		Riego		
Zempoala	El Progreso		0.33	0.28	Riego	0.15	59.0
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>		<b>15.53</b>	<b>14.03</b>	<b>1.29</b>	<b>0.21</b>	<b>496.60</b>

# CAPÍTULO III

## Análisis del Ciclo Hidrológico - Hidráulico

### III.1.- Entradas al sistema

#### III.1.1.- Ingresos por precipitación pluvial.

Para realizar el análisis del volumen de precipitación en la Cuenca del Valle de México, se analizaron los registros de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la Cuenca y cerca de su límite, para un período de 20 años, que abarca de los años 1978 a 1997. Dichos registros de las estaciones climatológicas se obtuvieron de dos fuentes:

1.- Extractor rápido de información climatológica (ERIC): De esta fuente se obtuvieron los registros de 1978 a 1988 o hasta 1990 en algunas estaciones.

2.- Boletines Hidrológicos de la Cuenca del Valle de México: De esta fuente se obtuvieron los registros de 1988 a 1997. El año de 1998 no se consideró en el análisis debido a que los registros correspondientes a este año todavía no se tenían disponibles a la fecha (1999).

En total, se utilizaron 151 estaciones para el análisis del volumen de precipitación, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- Distrito Federal: 49 estaciones climatológicas.
- Edo. de México : 63 estaciones climatológicas.
- Hidalgo: 26 estaciones climatológicas.
- Tlaxcala: 14 estaciones climatológicas.

La localización de las estaciones que se utilizaron para el análisis se muestran en la figura #, la cual está relacionada con las tablas resumen de cada entidad ubicada en la Cuenca.

Las estaciones ubicadas en el Distrito Federal son operadas por la DGCOH, mientras que las estaciones restantes son operadas por la CNA mediante el Servicio Meteorológico Nacional.

Cabe hacer notar que algunas estaciones climatológicas cuyos registros se obtuvieron del ERIC, en los boletines hidrológicos no se localizan, lo cual sucedió en algunas estaciones del Estado de Hidalgo o Tlaxcala, para las cuales se encontraron registros de precipitación en el ERIC hasta el año de 1990, mientras que en los boletines no aparecen.

Los registros que se obtienen del ERIC, son registros diarios de las estaciones; al momento de realizar el análisis a partir de estos datos, los meses que no tenían todas las lecturas diarias correspondientes se consideraron como meses incompletos; los datos mensuales faltantes (meses sombreados), se obtuvieron a partir del promedio de todos los demás meses correspondientes para el período de análisis. Lo anterior se ejemplifica con las *Tablas III.1-1 y III.1-2*, en las que se muestran los registros de la estación Calacoaya, ubicada en el Estado de México. En la parte inferior de la primer tabla, se puede observar, para cada mes, el número de registros y el promedio correspondiente a dicho mes. Al obtener todos los promedios y sustituirlos en donde fuera necesario, se obtiene la tabla final de la estación, tal como se muestra en la siguiente página:

Las tablas finales correspondientes a todas las estaciones que se utilizaron en el presente estudio se muestran en el *Anexo A*.

A partir de la tabla final, se puede obtener la precipitación mínima, máxima y media para cada estación, con las cuales se elaboraron los planos de isoyetas correspondientes a cada 50 mm. Cabe hacer notar que muy pocas estaciones mantienen un registro constante, tal como se muestra en la *Gráfica III.1-4*, en la cual se puede observar el porcentaje de registros mensuales faltantes para cada año del período considerado.

DISTRITO FEDERAL	
1	Alameda Central
2	Alameda Obispos
3	Alameda Polanco
4	Alameda Santa Fe
5	Alameda Xicoténcatl
6	Alameda Yucatán
7	Alameda Zócalo
8	Alameda Chapultepec
9	Alameda Cuernavaca
10	Alameda Toluca
11	Alameda Veracruz
12	Alameda Mérida
13	Alameda Querétaro
14	Alameda Puebla
15	Alameda Oaxaca
16	Alameda Yucatán
17	Alameda Campeche
18	Alameda Chiapas
19	Alameda Tabasco
20	Alameda Quintana Roo
21	Alameda Yucatán
22	Alameda Campeche
23	Alameda Chiapas
24	Alameda Tabasco
25	Alameda Quintana Roo
26	Alameda Yucatán
27	Alameda Campeche
28	Alameda Chiapas
29	Alameda Tabasco
30	Alameda Quintana Roo
31	Alameda Yucatán
32	Alameda Campeche
33	Alameda Chiapas
34	Alameda Tabasco
35	Alameda Quintana Roo
36	Alameda Yucatán
37	Alameda Campeche
38	Alameda Chiapas
39	Alameda Tabasco
40	Alameda Quintana Roo
41	Alameda Yucatán
42	Alameda Campeche
43	Alameda Chiapas
44	Alameda Tabasco
45	Alameda Quintana Roo
46	Alameda Yucatán
47	Alameda Campeche
48	Alameda Chiapas
49	Alameda Tabasco
50	Alameda Quintana Roo

ESTADO DE HIDALGO	
1	Alameda Central
2	Alameda Obispos
3	Alameda Polanco
4	Alameda Santa Fe
5	Alameda Xicoténcatl
6	Alameda Yucatán
7	Alameda Zócalo
8	Alameda Chapultepec
9	Alameda Cuernavaca
10	Alameda Toluca
11	Alameda Veracruz
12	Alameda Mérida
13	Alameda Querétaro
14	Alameda Puebla
15	Alameda Oaxaca
16	Alameda Yucatán
17	Alameda Campeche
18	Alameda Chiapas
19	Alameda Tabasco
20	Alameda Quintana Roo
21	Alameda Yucatán
22	Alameda Campeche
23	Alameda Chiapas
24	Alameda Tabasco
25	Alameda Quintana Roo
26	Alameda Yucatán
27	Alameda Campeche
28	Alameda Chiapas
29	Alameda Tabasco
30	Alameda Quintana Roo
31	Alameda Yucatán
32	Alameda Campeche
33	Alameda Chiapas
34	Alameda Tabasco
35	Alameda Quintana Roo
36	Alameda Yucatán
37	Alameda Campeche
38	Alameda Chiapas
39	Alameda Tabasco
40	Alameda Quintana Roo
41	Alameda Yucatán
42	Alameda Campeche
43	Alameda Chiapas
44	Alameda Tabasco
45	Alameda Quintana Roo
46	Alameda Yucatán
47	Alameda Campeche
48	Alameda Chiapas
49	Alameda Tabasco
50	Alameda Quintana Roo

ESTADO DE LAZCAVO	
1	Alameda Central
2	Alameda Obispos
3	Alameda Polanco
4	Alameda Santa Fe
5	Alameda Xicoténcatl
6	Alameda Yucatán
7	Alameda Zócalo
8	Alameda Chapultepec
9	Alameda Cuernavaca
10	Alameda Toluca
11	Alameda Veracruz
12	Alameda Mérida
13	Alameda Querétaro
14	Alameda Puebla
15	Alameda Oaxaca
16	Alameda Yucatán
17	Alameda Campeche
18	Alameda Chiapas
19	Alameda Tabasco
20	Alameda Quintana Roo
21	Alameda Yucatán
22	Alameda Campeche
23	Alameda Chiapas
24	Alameda Tabasco
25	Alameda Quintana Roo
26	Alameda Yucatán
27	Alameda Campeche
28	Alameda Chiapas
29	Alameda Tabasco
30	Alameda Quintana Roo
31	Alameda Yucatán
32	Alameda Campeche
33	Alameda Chiapas
34	Alameda Tabasco
35	Alameda Quintana Roo
36	Alameda Yucatán
37	Alameda Campeche
38	Alameda Chiapas
39	Alameda Tabasco
40	Alameda Quintana Roo
41	Alameda Yucatán
42	Alameda Campeche
43	Alameda Chiapas
44	Alameda Tabasco
45	Alameda Quintana Roo
46	Alameda Yucatán
47	Alameda Campeche
48	Alameda Chiapas
49	Alameda Tabasco
50	Alameda Quintana Roo

ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	
1	Alameda Central
2	Alameda Obispos
3	Alameda Polanco
4	Alameda Santa Fe
5	Alameda Xicoténcatl
6	Alameda Yucatán
7	Alameda Zócalo
8	Alameda Chapultepec
9	Alameda Cuernavaca
10	Alameda Toluca
11	Alameda Veracruz
12	Alameda Mérida
13	Alameda Querétaro
14	Alameda Puebla
15	Alameda Oaxaca
16	Alameda Yucatán
17	Alameda Campeche
18	Alameda Chiapas
19	Alameda Tabasco
20	Alameda Quintana Roo
21	Alameda Yucatán
22	Alameda Campeche
23	Alameda Chiapas
24	Alameda Tabasco
25	Alameda Quintana Roo
26	Alameda Yucatán
27	Alameda Campeche
28	Alameda Chiapas
29	Alameda Tabasco
30	Alameda Quintana Roo
31	Alameda Yucatán
32	Alameda Campeche
33	Alameda Chiapas
34	Alameda Tabasco
35	Alameda Quintana Roo
36	Alameda Yucatán
37	Alameda Campeche
38	Alameda Chiapas
39	Alameda Tabasco
40	Alameda Quintana Roo
41	Alameda Yucatán
42	Alameda Campeche
43	Alameda Chiapas
44	Alameda Tabasco
45	Alameda Quintana Roo
46	Alameda Yucatán
47	Alameda Campeche
48	Alameda Chiapas
49	Alameda Tabasco
50	Alameda Quintana Roo

ESCALA: 1:50,000

**UNAM**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE FÉNICO.  
 MAPA III-I - ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
 CÁSCERA HERNÁNDEZ JANE  
 MARZO 2000

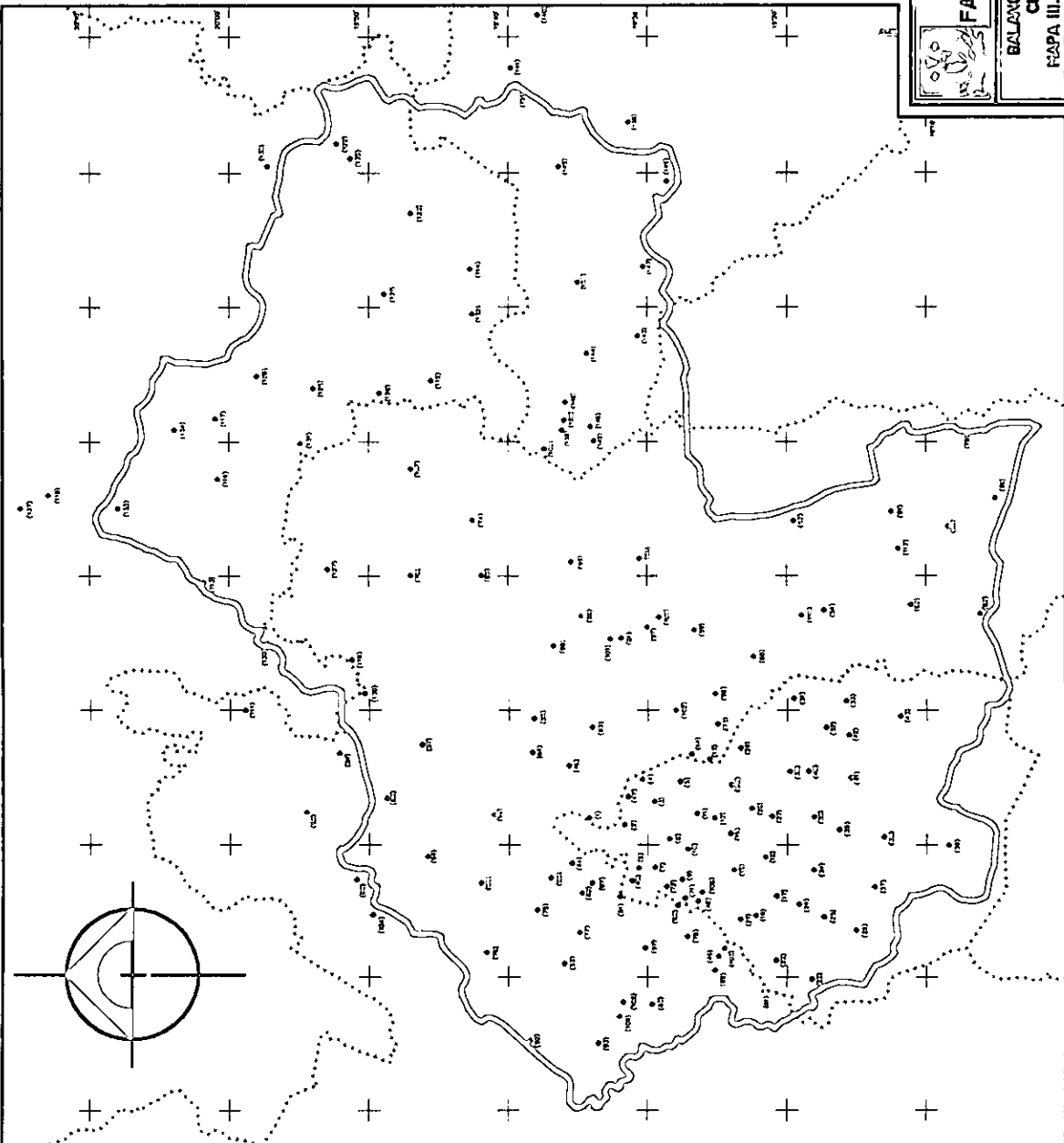


Tabla II.1-2 Tabla Intermedia de la estación Calacoaya

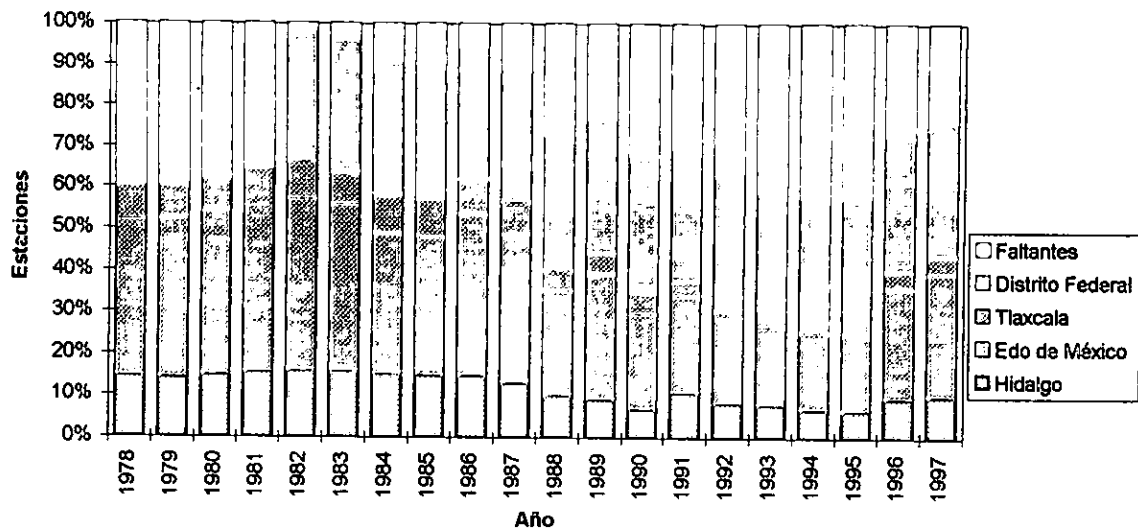
15013 Calacoaya													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978		10.8	41.7	11	36.1	193.4	143.9	131.1	202.7	136.3	2.5	7.3	916.8
1979	0	33.4	1.1	58.3	38.9	90.9	233.1	183.5	145.1	2.1	0.1	13.8	800.3
1980	28.3	3	0	51.1	94.1	59	134.4	237.5	149.8	46.4	20.5	0	824.1
1981	23.4	36.3	12	52.6	41.4	244.7	189.6	101.8	52.5	61.2	0	5.1	820.6
1982	0	18.8	13.3	11.9	121.7	105.7	135.5	133.2	56.8	101.9	0	3.4	702.2
1983	19.4	0	5.4	0	38.2	143.5	276.9	135.5	147.9	10.3	21.4	0	798.5
1984	9	12	0	0.4	39.3	130.3	219.5	148.2	234	50.5	0.5	6.3	850
1985	0	2.2	7.2	64.3	63.3	227.9	143.7	174.9	79.1	36.6	2.6	0	801.8
1986	0	2.3	0	55.5	48.1	311	99.2	153.6	77.6	58.3	3.5	4.7	813.8
1987	0	5.2	7.3	19.8	70.4	101.7	160.9	131.3	151.8	0	17.5	0	665.9
1988	0	3.5	23		64.6	194.8	202.8	121.7	90.2	18.6	23.4	0	742.6
1989	1.1	0	2	8.1	48.5	105	149.5	119	113	28	0	22	596.2
1990	0	6	10	52	71	117.4	197.9						454.3
1991	0	6	0	6.8	76.6	250.7	327.1	153.9	82.9	99.6	15	5.2	1023.8
1992	30.3	54.6	7.8	19.9	105.3								217.9
1993													0
1994													0
1995	22.2	13.1	12.7	1.9	108.2	102.4	224.7	219.9	91.2	15.2	32.5	35.2	879.2
1996		0	3.8	47.5	45	112.3	142.2	161.5	177.8	100.7	0	25.4	816.2
1997	2.7	6	35.2	39	94.6	108.8	188.5	120.3	120.3	45.3	0.7	7.2	768.6
SUMA	136	213.2	183	500	1205	2600	3169	2427	1973	811	140	135.6	
REG	16	18	18	17	18	17	17	16	16	16	16	16	
PROM	8.5	11.8	10.1	29.4	67.0	152.9	186.4	151.7	123.3	50.7	8.8	8.5	

Tabla II.1-3 Tabla Final de la estación Calacoaya

15013 Calacoaya														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978		10.8	41.7	11.0	36.1	193.4	143.9	131.1	202.7	136.3	2.5	7.3	925.3	
1979	0.0	33.4	1.1	58.3	38.9	90.9	233.1	183.5	145.1	2.1	0.1	13.8	800.3	
1980	28.3	3.0	0.0	51.1	94.1	59.0	134.4	237.5	149.8	46.4	20.5	0.0	824.1	
1981	23.4	36.3	12.0	52.6	41.4	244.7	189.6	101.8	52.5	61.2	0.0	5.1	820.6	
1982	0.0	18.8	13.3	11.9	121.7	105.7	135.5	133.2	56.8	101.9	0.0	3.4	702.2	
1983	19.4	0.0	5.4	0.0	38.2	143.5	276.9	135.5	147.9	10.3	21.4	0.0	798.5	
1984	9.0	12.0	0.0	0.4	39.3	130.3	219.5	148.2	234.0	50.5	0.5	6.3	850	
1985	0.0	2.2	7.2	64.3	63.3	227.9	143.7	174.9	79.1	36.6	2.6	0.0	801.8	
1986	0.0	2.3	0.0	55.5	48.1	311.0	99.2	153.6	77.6	58.3	3.5	4.7	813.8	
1987	0.0	5.2	7.3		70.4	101.7	160.9	131.3	151.8	0.0	17.5	0.0	665.9	
1988	0.0	3.5	23.0		64.6	194.8	202.8	121.7	90.2	18.6	23.4	0.0	772.0	
1989	1.1	0.0	2.0	8.1	48.5	105.0	149.5	119.0	113.0	28.0	0.0	22.0	596.2	
1990	0.0	6.0	10.0	52.0	71.0	117.4	197.9						797.2	
1991	0.0	6.0	0.0	6.8	76.6	250.7	327.1	153.9	82.9	99.6	15.0	5.2	1023.8	
1992	30.3	54.6	7.8	19.9	105.3								900.1	
1993													809.1	
1994													809.1	
1995	22.2	13.1	12.7	1.9	108.2	102.4	224.7	219.9	91.2	15.2	32.5	35.2	879.2	
1996		0.0	3.8	47.5	45.0	112.3	142.2	161.5	177.8	100.7	0.0	25.4	824.7	
1997	2.7	6.0	35.2	39.0	94.6	108.8	188.5	120.3	120.3	45.3	0.7	7.2	768.6	
P. Mín	596 mm				P med	809 mm				P Máx	1024 mm			

ESTADÍSTICA DE LA  
 ESTADÍSTICA DE LA  
 ESTADÍSTICA DE LA  
 ESTADÍSTICA DE LA

Gráfica III.1-4 Porcentaje de registros mensuales en las estaciones climatológicas.



De la gráfica anterior, resulta lógico el pensar que muy pocas estaciones mantienen un registro anual completo para el período de análisis, por lo cual se realizaron las siguientes Gráficas III.1-5 a

III.1-8, en las cuales se muestra, por entidad federativa, el porcentaje de estaciones que para un año determinado contaron con los 12 meses correspondientes de registro:

Figura III.1-5 Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos Estado de México

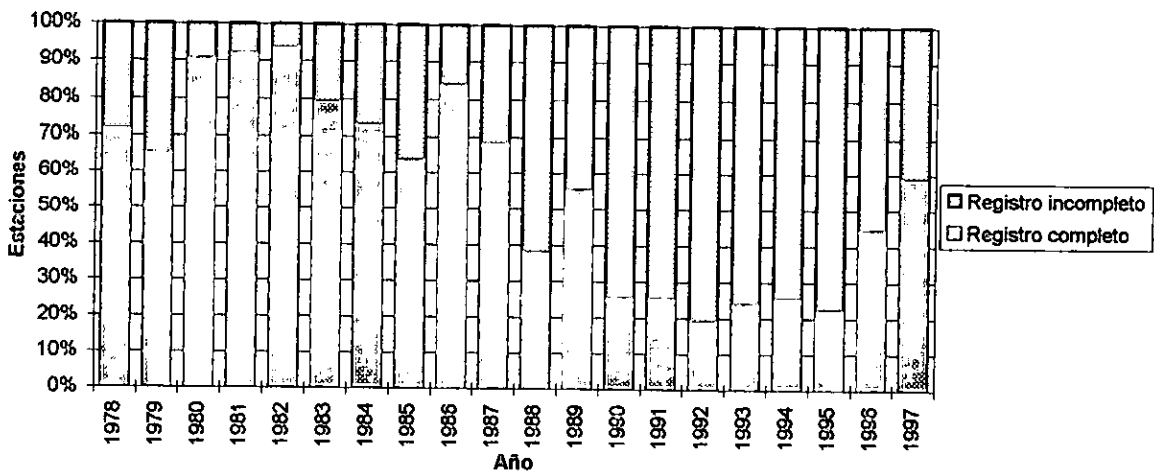




Figura II.1-6 Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos  
Estado de Hidalgo

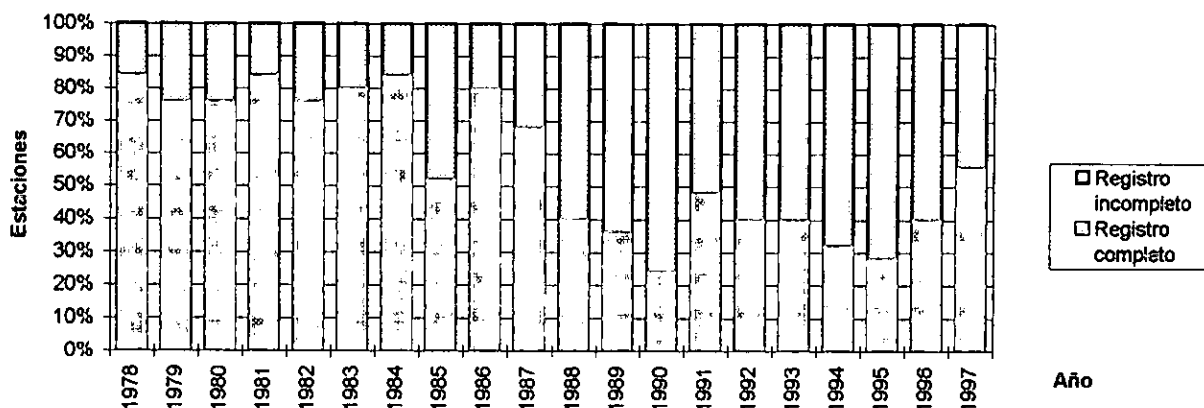


Figura II.1-7 Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos  
Estado de Tlaxcala

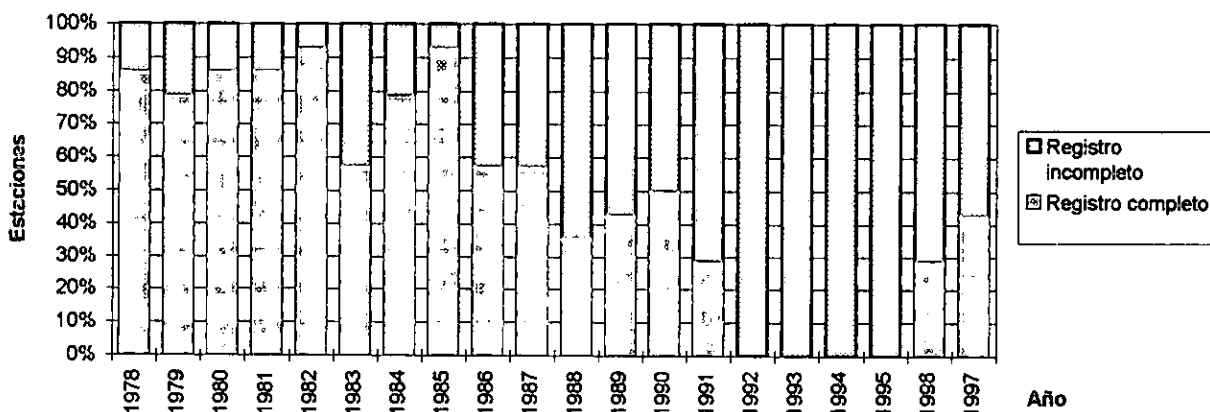
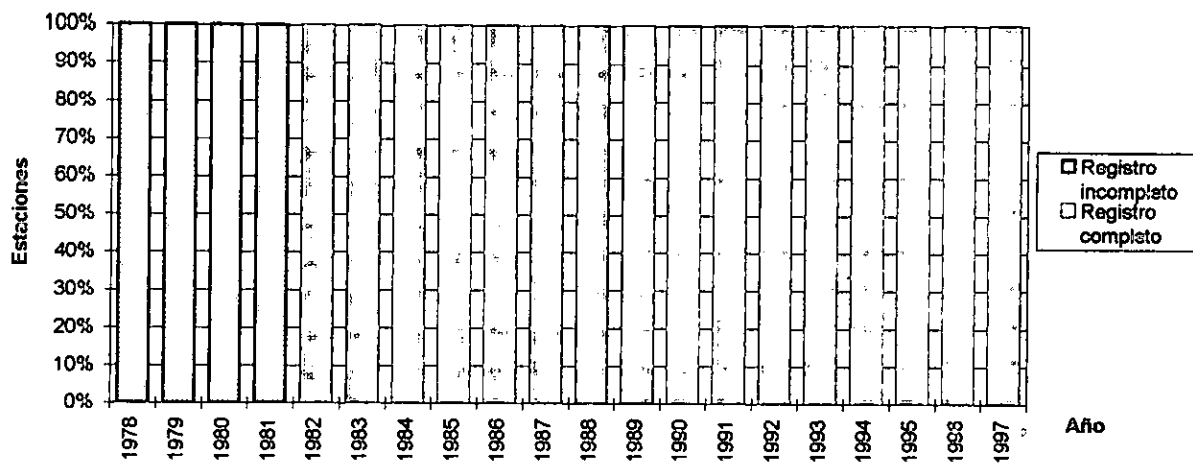


Figura II.1-8 Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos  
Distrito Federal



Se puede observar la forma en la que la cantidad de registros de las estaciones fue aumentando a partir de 1978, alcanzando un máximo de registros en el año de 1982. De manera similar se observa que posteriormente, los registros en las estaciones van disminuyendo hasta el año de 1995, en donde inclusive, en el estado de Tlaxcala, no se tienen registros en los años de 1992 a 1995 en ninguna estación. A partir de 1995 la cantidad de estaciones con registros ha aumentado hasta el año de 1997.

La densidad de estaciones para toda la Cuenca, es de aproximadamente 1.5 estaciones climatológicas por cada 100 km<sup>2</sup>, mientras que para cada entidad federativa, se tiene la siguiente densidad de estaciones:

- Distrito Federal: 3.5 estaciones por 100 km<sup>2</sup>
- Tlaxcala: 1.9 estaciones por 100 km<sup>2</sup>
- Edo de México: 1.2 estaciones por 100 km<sup>2</sup>
- Hidalgo: 1.1 estaciones por cada 100 km<sup>2</sup>
- Puebla: No cuenta con estaciones en la Cuenca.

A partir de los mapas de isoyetas, se puede observar que la mayor precipitación se ubica en la zona suroeste de la cuenca, donde inclusive se llegan a presentar láminas de precipitación superiores a los 1,200 mm anuales, mientras que la zona con menor precipitación se ubica al norte de la Cuenca, donde se presentan menos de 400 mm de precipitación. Con fines de mostrar de una forma simple la distribución de la

precipitación media, se elaboró la *Figura III.1-9* con base en el mapa de isoyetas medias:

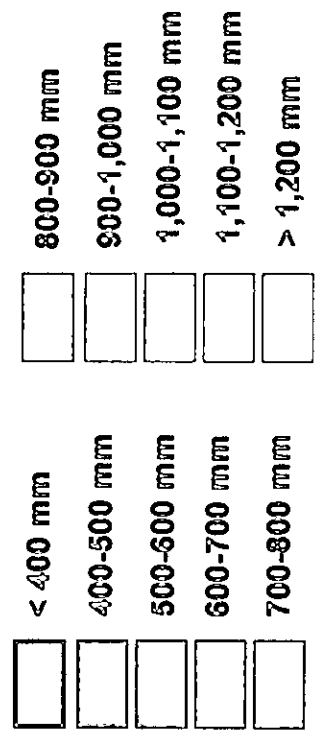
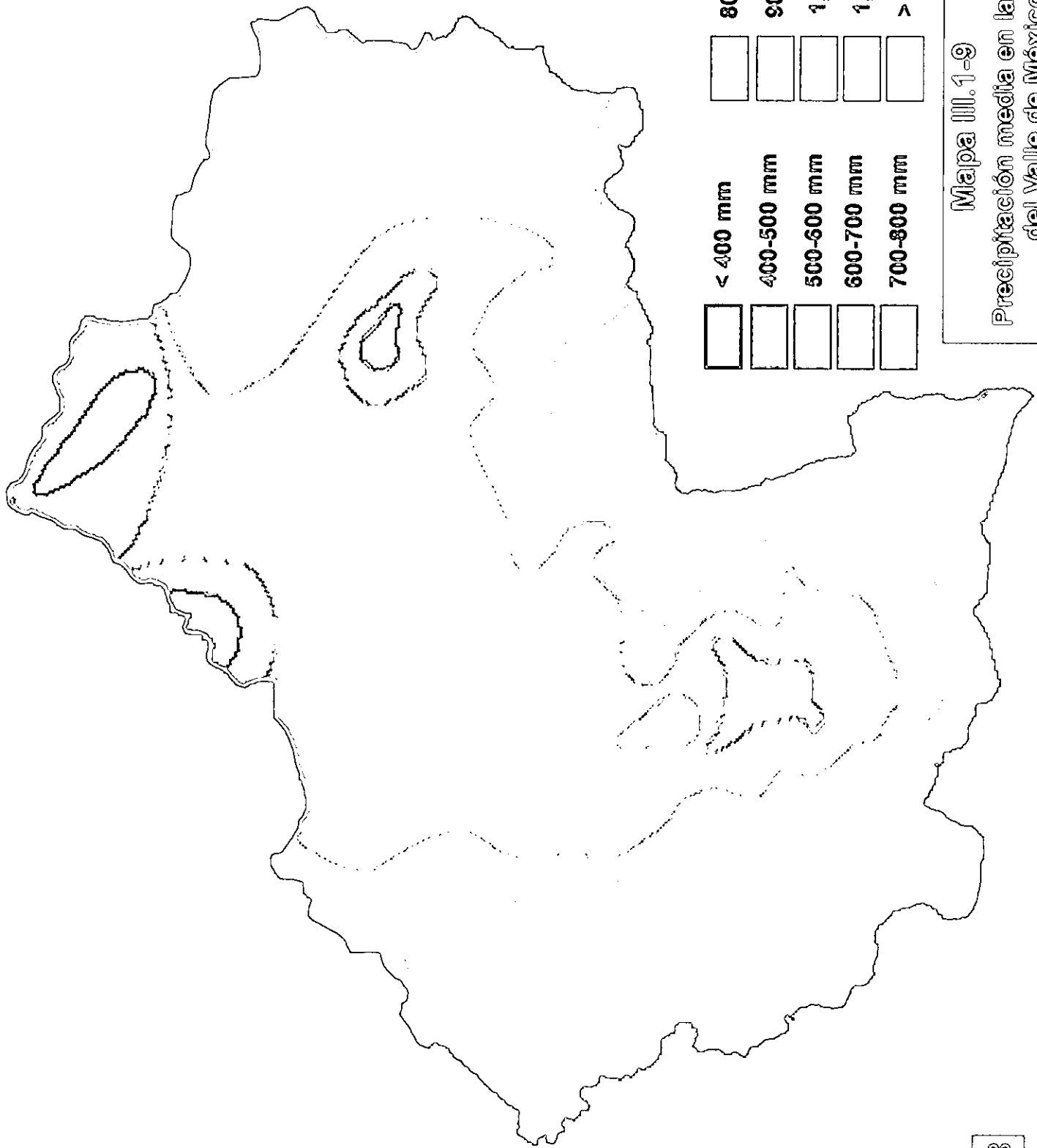
Los datos que se utilizaron para la elaboración de los mapas de isoyetas se encuentran en las *Tablas III.1-10 a III.1-13*, que corresponden a los datos de las estaciones ubicadas en el Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala respectivamente. En estas tablas se muestra la precipitación media, mínima y máxima para cada una de las estaciones, así como su ubicación en coordenadas; los datos que se muestran se formaron a partir de las tablas que se muestran en el *Anexo A*. A continuación de estas tablas, se muestran las *Gráficas III.1-14 a III.1-17*, en donde se muestra la variación de la precipitación para cada una de las estaciones. Finalmente, para determinar el volumen medio precipitado en la Cuenca para el periodo de análisis (1978-1997), se elaboró el *Mapa III.1-18*, en el que se muestran las isoyetas medias para la Cuenca. Los *Mapas III.1-19 a III.1-20* corresponden a los mapas de isoyetas mínimas y máximas, que se elaboraron con base a los registros mínimos o máximos de cada estación en el periodo considerado, por lo cual no corresponden a la precipitación mínima o máxima en un año determinado, sino a la precipitación que se podría llegar a presentar en condiciones extraordinarias.

Con base en los mapas mencionados, se calcularon sus correspondientes volúmenes y láminas promedio de precipitación, como se muestra a continuación:

**Volumen medio de precipitación: 6,391.852 millones de m<sup>3</sup>**  
**Lámina de precipitación media promedio: 666 mm**

**Volumen máximo de precipitación: 9,109.515 millones de m<sup>3</sup>**  
**Lámina de precipitación máxima promedio: 915 mm**

**Volumen mínimo de precipitación: 4,426.452 millones de m<sup>3</sup>**  
**Lámina de precipitación mínima promedio: 445 mm**



Mapa III.1-9  
 Precipitación media en la Cuenca  
 del Valle de México.

Tabla III.1-10 Precipitaciones media y extremas registradas en el Distrito Federal

#	ESTACION	Latitud	Longitud	P mín	P med	P Máx
1	Tanques Chalmita	19° 33' 00"	99° 08' 20"	412.5	518.0	842.7
2	O.T. Río de los Remedios	19° 30' 30"	99° 09' 00"	223.3	515.4	772.8
3	P.B. Lindavista	19° 28' 30"	99° 07' 30"	448.8	612.4	865.3
4	Coyol	19° 28' 00"	99° 05' 30"	385.1	553.9	753.0
5	P. Generadora 101	19° 27' 15"	99° 06' 00"	375.5	543.1	752.5
6	P.T. Rosario	19° 30' 00"	99° 11' 34"	472.9	638.5	795.4
7	Campo Mecaoya*	19° 28' 15"	99° 12' 00"	355.0	662.9	905.8
8	P.B. Nva. Santa María	19° 27' 00"	99° 10' 10"	307.8	575.2	977.9
9	Tanque San Joaquín	19° 25' 45"	99° 14' 05"	619.0	856.9	1,082.1
10	P.B. Tizoc	19° 26' 00"	99° 10' 35"	417.5	738.6	1,053.2
11	Depto. del D.F.	19° 25' 20"	99° 08' 07"	400.2	597.5	827.6
12	Marcos Carrillo**	19° 24' 15"	99° 07' 15"	437.4	609.0	885.1
13	P.B. López Mateos	19° 24' 00"	99° 03' 30"	413.6	516.1	800.6
14	P.B. Churubusco L.	19° 25' 30"	99° 03' 00"	380.4	533.6	819.1
15	Triángulo	19° 23' 00"	99° 14' 05"	534.2	802.6	1,120.0
16	Trif. Santa Lucía	19° 20' 53"	99° 16' 10"	658.6	966.5	1,243.3
17	Tanque El Lienzo	19° 20' 13"	99° 14' 07"	615.7	863.4	1,163.6
18	Centro Universidad	19° 20' 45"	99° 11' 05"	487.5	741.5	1,118.5
19	Radiocomunicación	19° 23' 25"	99° 10' 30"	461.2	712.5	1,086.2
20	P.B. Municipio Libre	19° 21' 25"	99° 08' 00"	480.6	658.9	911.8
21	Tanque El Cartero	19° 22' 30"	99° 17' 00"	739.5	1,019.1	1,333.2
22	La Venta	19° 20' 00"	99° 20' 35"	795.7	1,148.1	1,410.2
23	El Zarco	19° 17' 58"	99° 22' 15"	845.9	1,093.9	1,254.8
24	Tanque San Francisco	19° 19' 00"	99° 14' 55"	331.2	843.5	1,231.0
25	P.T. Río Magdalena	19° 17' 30"	99° 16' 30"	668.9	1,100.2	1,389.4
26	Monte Alegre	19° 12' 45"	99° 18' 00"	675.0	977.0	1,260.6
27	Planta Xotepingo	19° 19' 50"	99° 09' 30"	449.5	687.1	864.5
28	P.B. Aculco	19° 22' 40"	99° 06' 30"	469.7	594.3	944.6
29	P.B. U. Ejército de Oriente	19° 22' 25"	99° 02' 00"	288.0	500.2	915.8
30	P.T. La Estrella	19° 19' 35"	99° 05' 40"	372.8	527.5	756.8
31	Sub. Eléctrica Santa Catarina	19° 18' 15"	98° 57' 30"	285.8	444.2	731.1
32	P.T. Santa Catarina	19° 17' 00"	99° 00' 30"	346.2	518.1	755.8
33	San Pedro Tláhuac	19° 15' 40"	99° 00' 20"	338.6	514.8	706.7
34	Rebombero Bosque Tlalpan	19° 17' 45"	99° 13' 00"	473.8	802.5	1,077.7
35	P.B. Villacoapa	19° 16' 15"	99° 08' 25"	478.3	705.0	960.1
36	Tanque San Pedro Mártir	19° 14' 36"	99° 10' 30"	516.1	790.7	998.3
37	Ajusco	19° 13' 07"	99° 13' 20"	735.5	1,013.9	1,410.5
38	Topilejo	19° 10' 30"	99° 09' 51"	594.1	751.3	970.9
39	Caseta Forestal	19° 05' 20"	99° 12' 30"	614.1	1,037.3	1,506.4
40	Oficina GAVM Sur	19° 17' 30"	99° 06' 30"	449.8	613.5	887.5
41	Planta Nativitas	19° 13' 50"	99° 06' 10"	405.2	635.6	875.3
42	Planta San Luis	19° 14' 00"	99° 03' 00"	343.9	514.5	700.6
43	Milpa Alta	19° 09' 20"	99° 03' 00"	382.7	577.3	860.4
44	Planta Barrientos	19° 34' 40"	99° 10' 30"	447.6	632.4	1,038.9
45	Vaso El Cristo	19° 30' 00"	99° 13' 30"	551.6	678.0	896.7
46	Planta Chiconautla 1	19° 35' 20"	99° 03' 15"	398.9	562.2	742.6
47	Planta Chiconautla 2	19° 30' 30"	99° 06' 05"	406.7	568.9	820.6
48	Palmas	19° 24' 30"	99° 16' 00"	596.6	844.6	1,101.7
49	El Venado	19° 22' 30"	99° 22' 30"	757.5	1,070.6	1,369.9

Tabla II. 2-19 Precipitaciones media y extremas registradas en las estaciones del Estado de México

#	ESTACION	Latitud	Longitud	P. Mín	P med	P Máx
50	15007 Amecameca de Juárez	19° 08' 26"	98° 46' 20"	620.4	880.8	1,120.9
51	15013 Calacoaya	19° 23' 00"	99° 14' 00"	596.2	809.1	1,023.8
52	15018 Col. M. Ávila Camacho	19° 19' 30"	98° 45' 55"	475.5	745.1	942.3
53	15019 Col. Vicente Guerrero	19° 36' 00"	99° 19' 00"	585.9	806.7	1,181.2
54	15020 Chalco	19° 17' 18"	98° 52' 34"	327.5	565.5	733.6
55	15022 Chiconautla	19° 38' 13"	99° 00' 37"	461.5	576.4	724.9
56	15023 Chimalhuacán	19° 25' 10"	98° 58' 45"	443.8	585.0	721.1
57	15027 El Salitre	19° 30' 10"	99° 17' 50"	290.4	776.2	979.0
58	15028 El Tajo	19° 54' 31"	99° 07' 35"	425.4	619.4	836.3
59	15029 El Tejocote	19° 26' 37"	98° 54' 03"	461.0	721.0	926.1
60	15032 Huehuetoca	19° 50' 55"	99° 12' 45"	377.5	626.7	766.9
61	15033 Huixquilucan	19° 21' 45"	99° 21' 05"	882.0	1,134.4	1,449.0
62	15039 Juchitepec	19° 06' 07"	98° 52' 50"	538.1	725.3	870.0
63	15040 Km 2 + 120	19° 34' 00"	99° 01' 15"	192.9	515.7	654.8
64	15041 Km 27+250	19° 38' 20"	99° 03' 10"	348.9	576.5	757.5
65	15042 Km 46+930	19° 48' 45"	99° 06' 30"	300.4	570.9	797.2
66	15044 La Grande	19° 34' 45"	99° 55' 00"	414.5	576.0	739.2
67	15047 Las Arboledas	19° 34' 00"	99° 13' 00"	601.8	790.5	993.3
68	15050 Los Reyes	19° 22' 22"	98° 56' 02"	371.3	469.4	606.6
69	15053 La Magdalena Chichicasca	19° 25' 09"	99° 19' 30"	791.6	1,083.2	1,416.1
70	15055 Maquixco	19° 47' 00"	98° 49' 58"	346.7	584.8	763.5
71	15058 Molinito	19° 27' 20"	99° 14' 07"	734.2	942.3	1,239.2
72	15059 Molino blanco	19° 28' 40"	99° 13' 15"	664.8	862.0	1,038.2
73	15061 Netzahualcóyotl	19° 25' 00"	99° 01' 00"	494.4	722.3	1,725.3
74	15065 Otumba	19° 42' 34"	98° 45' 52"	318.2	533.2	666.0
75	15073 Presa Guadalupe	19° 37' 58"	99° 15' 01"	556.5	727.6	981.4
76	15074 Presa La Concepción	19° 41' 35"	99° 18' 10"	490.0	674.0	815.9
77	15075 Presa Las Ruinas	19° 34' 55"	99° 16' 42"	593.5	794.6	1,205.4
78	15077 Presa Totolica	19° 27' 09"	99° 16' 59"	751.8	999.1	1,228.0
79	15080 Repetidora de TV Atlauta	19° 07' 10"	98° 39' 10"	1,031.2	1,064.3	1,108.6
80	15081 Represa Alemán	19° 42' 00"	99° 13' 00"	426.1	669.5	816.9
81	15083 San Andrés	19° 31' 50"	98° 54' 40"	435.4	600.0	747.0
82	15094 San Luis Ameca	19° 11' 05"	98° 52' 10"	456.4	627.7	838.6
83	15095 San Luis Ayucan	19° 29' 40"	99° 22' 04"	875.8	1,144.0	1,476.3
84	15096 San Marcos Jilotzingo	19° 52' 10"	99° 03' 14"	387.9	624.9	1,039.0
85	15097 San Martín de las Pirámides	19° 41' 55"	98° 49' 58"	441.9	591.9	770.4
86	15098 San Martín Obispo	19° 37' 00"	99° 11' 37"	459.0	672.9	828.3
87	15099 San Mateo Acuitlapilco	19° 46' 15"	99° 02' 35"	428.2	578.7	872.5
88	15100 San Mateo Tecocapan	19° 34' 45"	99° 13' 45"	245.2	659.2	864.4
89	15101 San Miguel Tlaixpan	19° 30' 33"	98° 48' 45"	454.1	585.3	794.9
90	15103 San Pedro Nexapa	19° 05' 03"	98° 44' 15"	644.9	862.5	1,099.2
91	15106 San Rafael	19° 12' 30"	98° 45' 15"	735.4	1,001.2	1,202.8
92	15109 Santa Ma. Magdalena Cahuacá	19° 38' 28"	99° 24' 49"	870.5	1,032.7	1,356.4
93	15114 Santiago Tlazala	19° 33' 30"	99° 25' 00"	872.9	1,213.8	1,558.0
94	15115 Santo Tomás	19° 45' 50"	99° 11' 00"	403.2	595.5	748.4
95	15123 Tepetlaotoc	19° 35' 30"	98° 49' 00"	413.0	614.2	765.8
96	15124 Tepexpan	19° 36' 45"	98° 55' 15"	428.3	547.2	718.3
97	15125 Texcoco	19° 30' 00"	98° 53' 50"	381.3	563.0	724.7
98	15127 Totolica	19° 27' 50"	99° 14' 40"	649.0	847.6	1,057.8
99	15129 Tultepec	19° 41' 05"	99° 07' 48"	394.5	590.6	807.8
100	15135 Xochihuacán	19° 37' 25"	98° 40' 30"	511.1	634.8	781.2
101	15138 Atenco	19° 32' 38"	98° 54' 44"	416.2	576.1	746.7
102	15145 Camto. Plan Lago de Texcoco	19° 28' 00"	98° 00' 00"	374.6	558.4	810.3
103	15147 San Bartolito	19° 24' 30"	99° 17' 52"	809.5	1,030.5	1,203.5
104	15156 San Miguel Jagüeyes	19° 49' 45"	99° 15' 22"	579.2	898.1	1,484.3
105	15170 Chapingo	19° 29' 09"	98° 53' 05"	380.5	593.0	868.0
106	15209 Presa San Joaquín	19° 26' 07"	99° 13' 40"	832.8	970.4	1,074.0
107	15216 Nopaltepec	19° 47' 00"	98° 42' 00"	456.2	545.2	686.4
108	15231 Presa Iturbide	19° 31' 45"	99° 27' 54"	1,099.8	1,548.9	2,054.3
109	15246 Jilotzingo	19° 32' 00"	99° 23' 00"	734.0	1,113.0	1,628.0
110	15268 Ixtapaluca	19° 19' 00"	98° 52' 00"	436.7	682.6	961.7
111	15274 Nopala	20° 00' 50"	98° 42' 45"	110.8	442.2	725.1
112	15280 Tlalmanalco	19° 12' 00"	98° 48' 00"	453.9	793.0	1,068.2

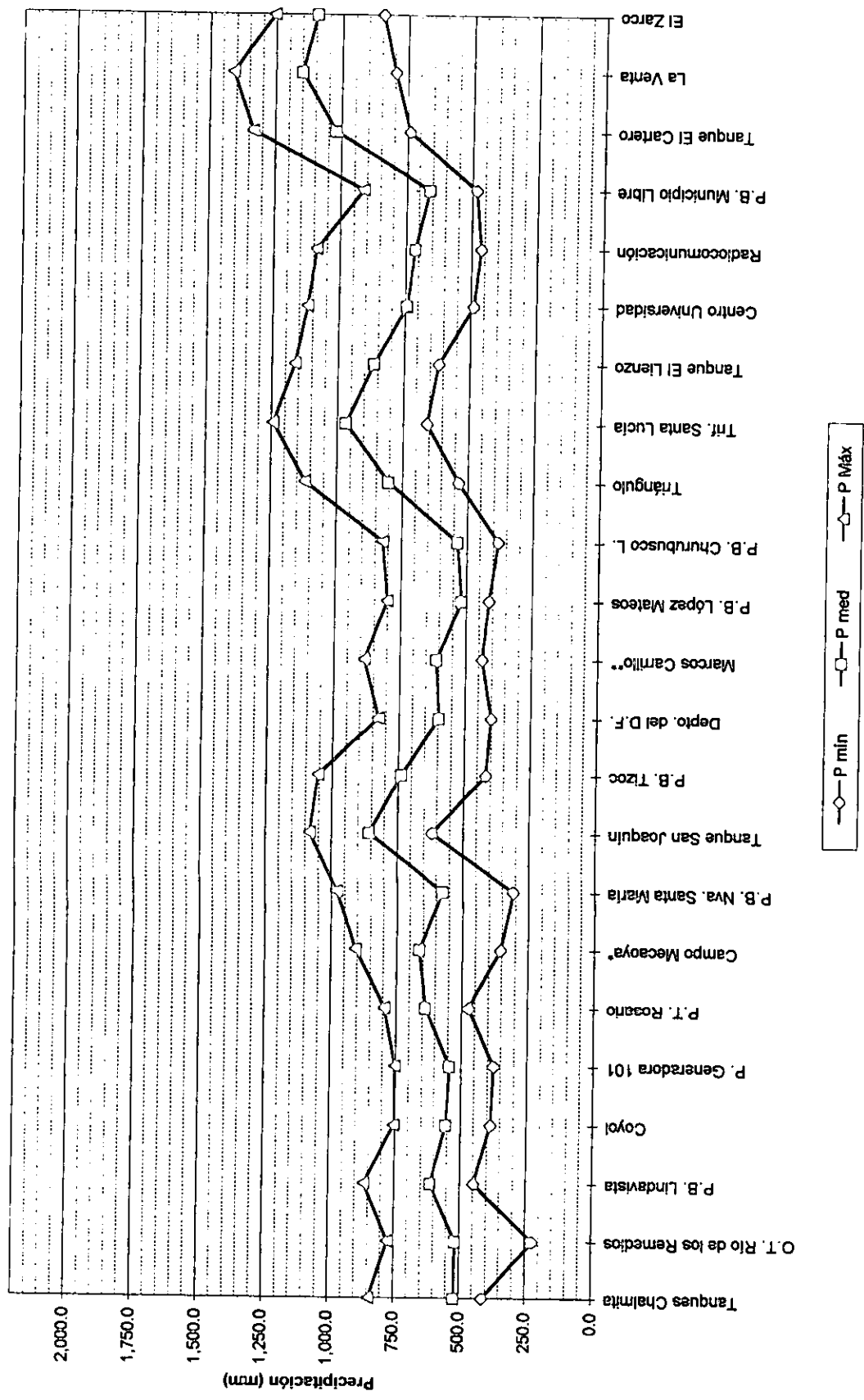
Tabla II.9.12 Precipitaciones media y extremas registradas en las estaciones del Estado de Hidalgo

#	ESTACION	Latitud	Longitud	P. mín.	P. med.	P. máx.
113	13001 Acayucan	20° 01' 50"	98° 50' 30"	394	513	669
114	13002 Apan	19° 42' 45"	98° 27' 10"	392	607	898
115	13006 Ciudad Sahagún	19° 45' 33"	98° 35' 26"	211	416	707
116	13008 El Manantial	19° 51' 12"	98° 56' 15"	408	538	750
117	13009 Epazoyucan	20° 01' 00"	98° 38' 15"	225	340	461
118	13017 Mineral del Chico	20° 13' 00"	98° 44' 00"	889	1321	1837
119	13020 Nopalapa	20° 00' 50"	98° 42' 45"	376	472	601
120	13024 Potrerito	19° 36' 00"	98° 38' 22"	474	639	891
121	13027 San Jerónimo	19° 48' 55"	98° 29' 03"	500	668	846
122	13029 San Lorenzo Zayula	19° 52' 20"	98° 17' 50"	405	625	840
123	13030 San Rafael Mazatepec	19° 47' 00"	98° 23' 00"	451	674	854
124	13031 Santiago Tulantepéc	20° 02' 30"	98° 21' 06"	325	564	885
125	13032 Santo Tomás	19° 54' 00"	98° 36' 00"	433	695	962
126	13033 Singuilucan	19° 58' 03"	98° 31' 08"	351	610	813
127	13035 Tezontepéc	19° 52' 58"	98° 49' 32"	289	556	784
128	13037 Tlanalapa	19° 49' 15"	98° 36' 20"	403	541	816
129	13039 Toiyuca	19° 57' 15"	98° 55' 03"	69	271	514
130	13043 Zempoala	19° 54' 55"	98° 40' 06"	364	514	632
131	13046 Laguna de Apan	19° 42' 37"	98° 30' 30"	203	478	679
132	13056 Pachuca	20° 08' 00"	98° 45' 00"	208	395	669
133	13079 Presa El Girón	20° 03' 53"	98° 39' 06"	246	410	597
134	13085 Presa Tezoyo	19° 51' 20"	98° 18' 57"	373	643	840
135	13091 Tizayuca	19° 50' 20"	98° 58' 45"	326	528	892
136	13112 El Chico	20° 15' 00"	98° 45' 00"	756	1199	1691
137	13127 El Aserradero	19° 57' 16"	98° 19' 31"	294	626	903

Tabla II.9.13 Precipitaciones media y extremas registradas en las estaciones del Estado de Tlaxcala

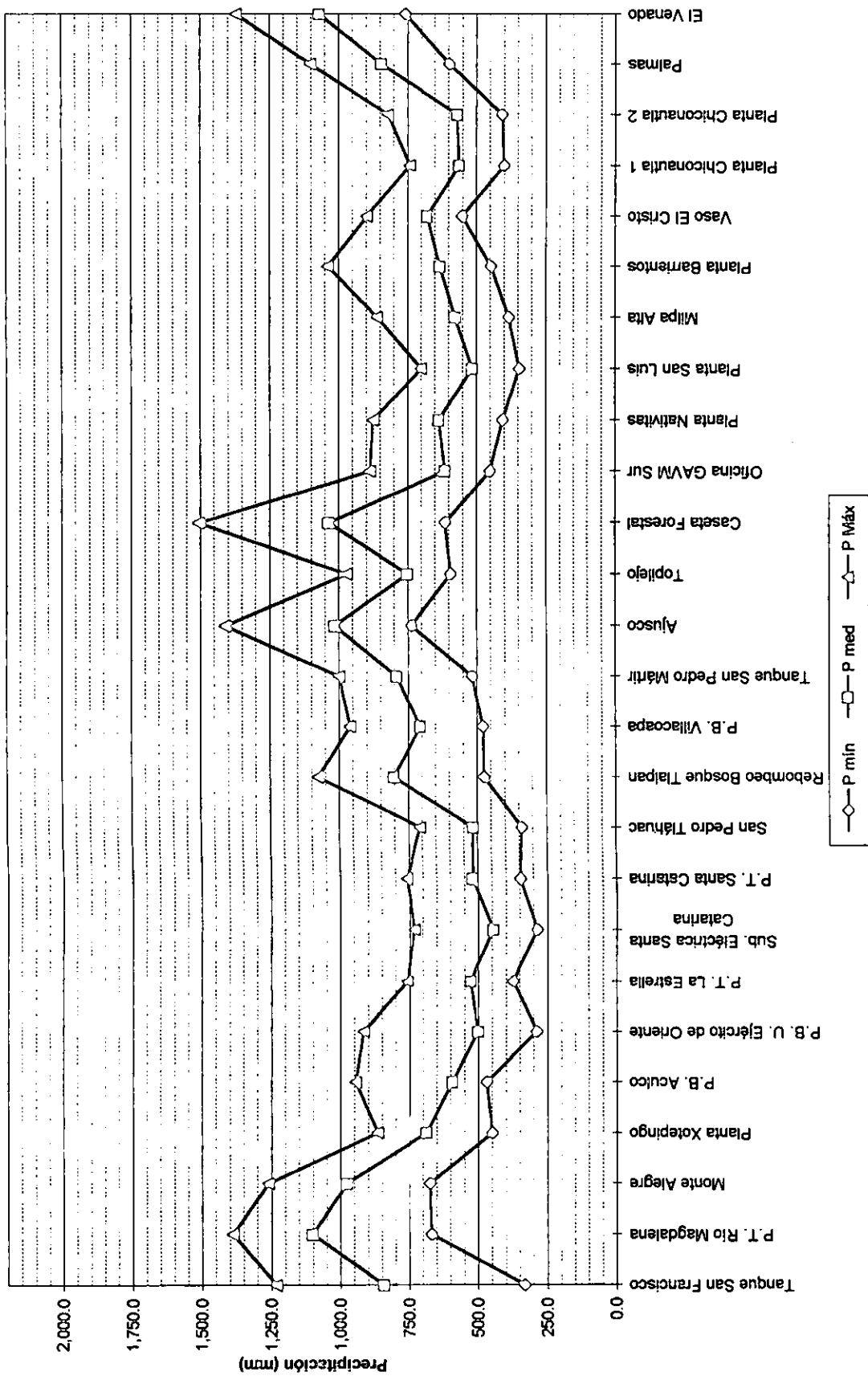
#	ESTACION	Latitud	Longitud	P mín	P med	P máx
138	29004 Cuamancingo	19° 31' 11"	98° 16' 09"	410.3	659.5	869.6
139	29006 Cuala	19° 36' 10"	98° 38' 54"	469.9	624.8	733.0
140	29010 Hueyotlipan	19° 28' 19"	98° 20' 43"	560.4	736.8	981.3
141	29012 La Gloria	19° 40' 00"	98° 12' 00"	610.7	782.0	934.1
142	29013 La Venta	19° 33' 45"	98° 40' 45"	573.0	723.7	811.3
143	29017 Nanacamilpa	19° 30' 30"	98° 32' 40"	621.7	685.2	785.1
144	29019 San Antonio Calpulalpan	19° 35' 17"	98° 34' 00"	563.5	688.1	777.0
145	29022 San Buenaventura	19° 36' 26"	98° 19' 35"	482.2	610.1	775.1
146	29023 San Cristóbal	19° 34' 00"	98° 39' 38"	490.7	656.2	808.5
147	29024 Sanctorem	19° 30' 05"	98° 27' 20"	572.5	697.9	938.4
148	29025 San Marcos	19° 35' 35"	98° 37' 45"	526.6	648.1	819.0
149	29032 Tlaxco	19° 38' 00"	98° 08' 00"	527.0	651.3	792.0
150	29034 Zoquiapan	19° 24' 27"	98° 28' 30"	418.1	569.5	658.9
151	29052 El Rosario	19° 39' 36"	98° 13' 34"	459.0	655.4	795.3

Gráfico N.º 14 Precipitaciones mínima, media y máxima registradas en la estaciones de Distrito Federal



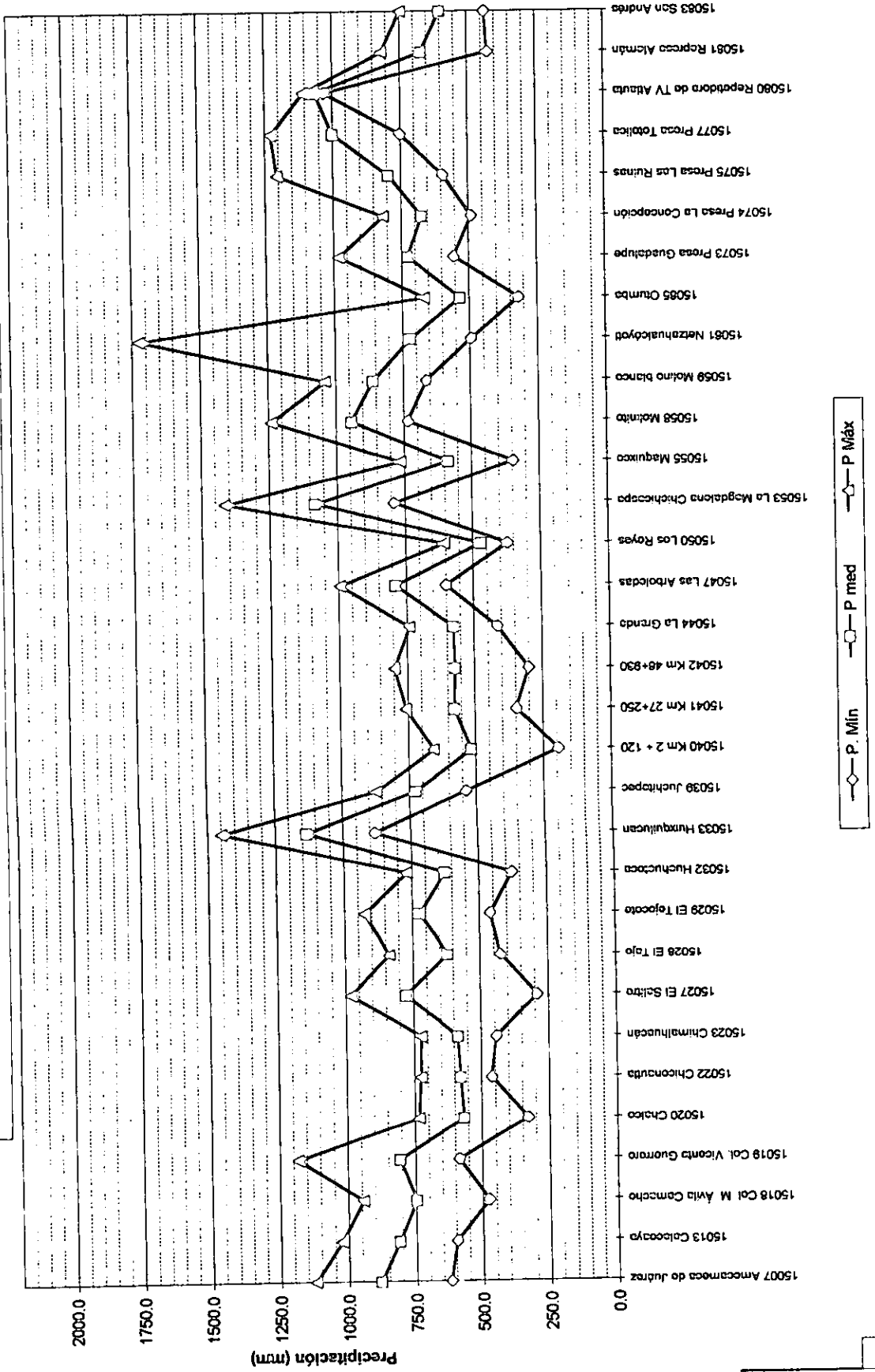
P min
  P med
  P Máx

Gráfica III. 1-14 (Cont.) Precipitaciones mínima, media y máxima registradas en las estaciones del Distrito Federal

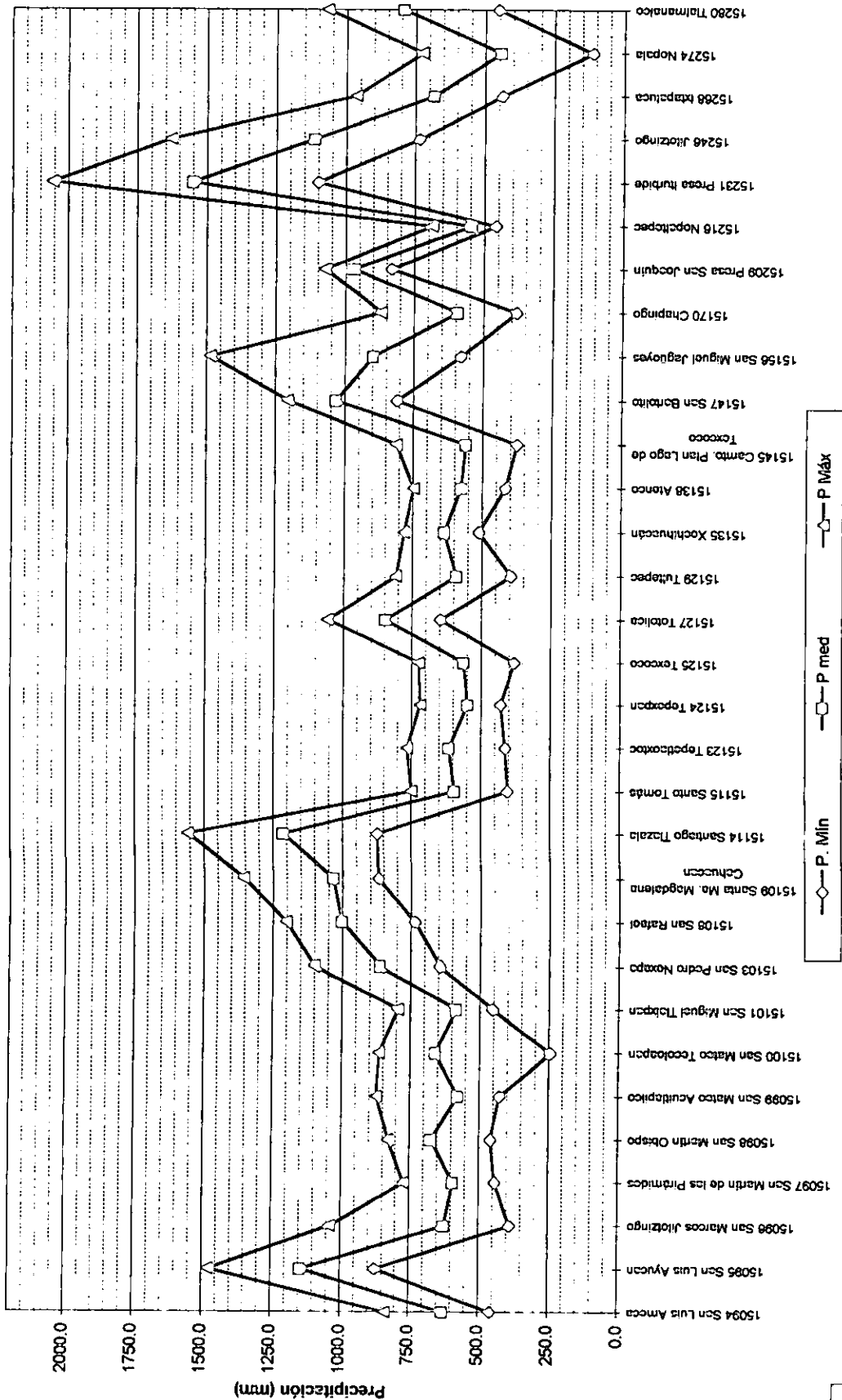




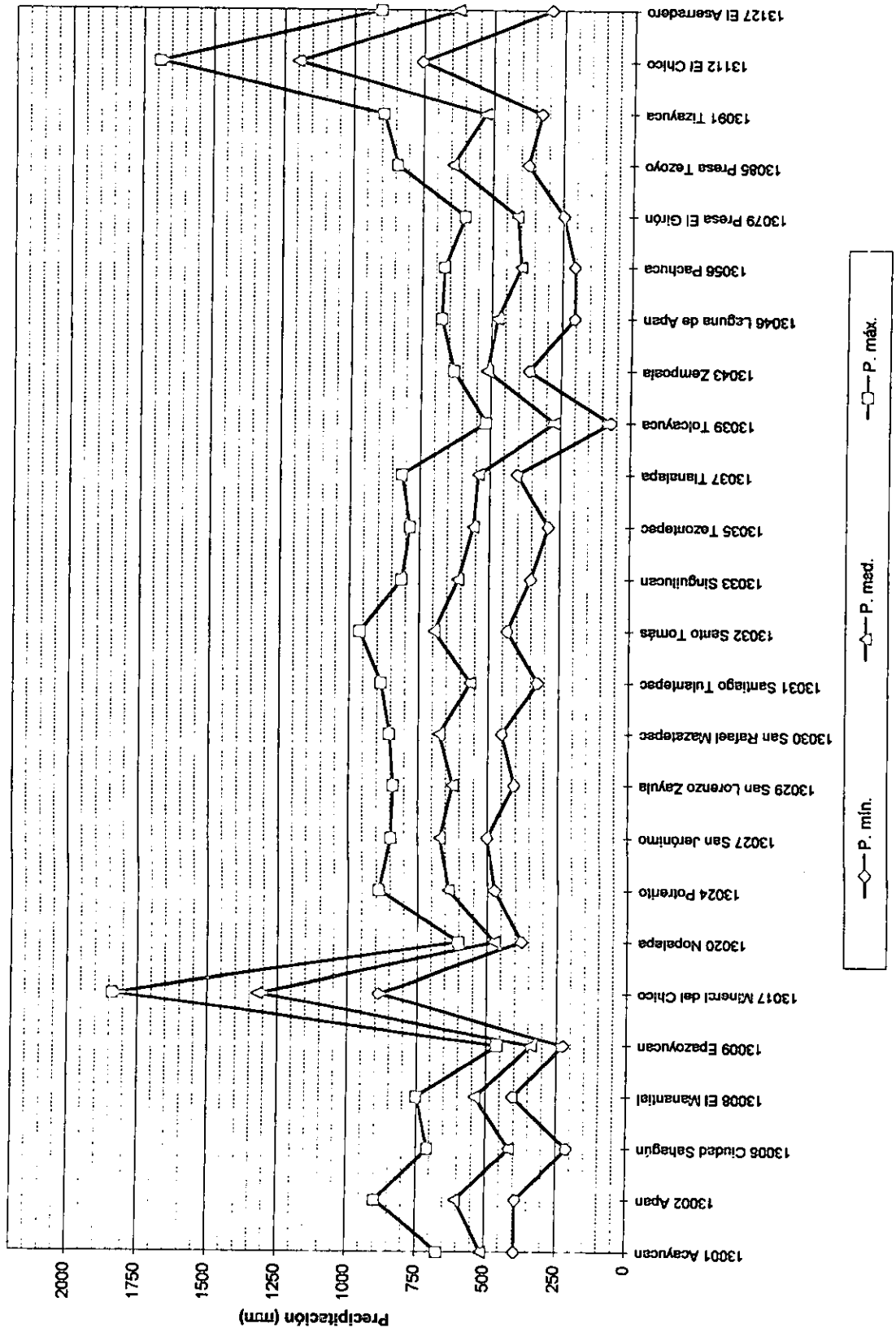
Gráfica III.1-15 Precipitaciones media, mínima y máxima registradas en las estaciones del Estado de México



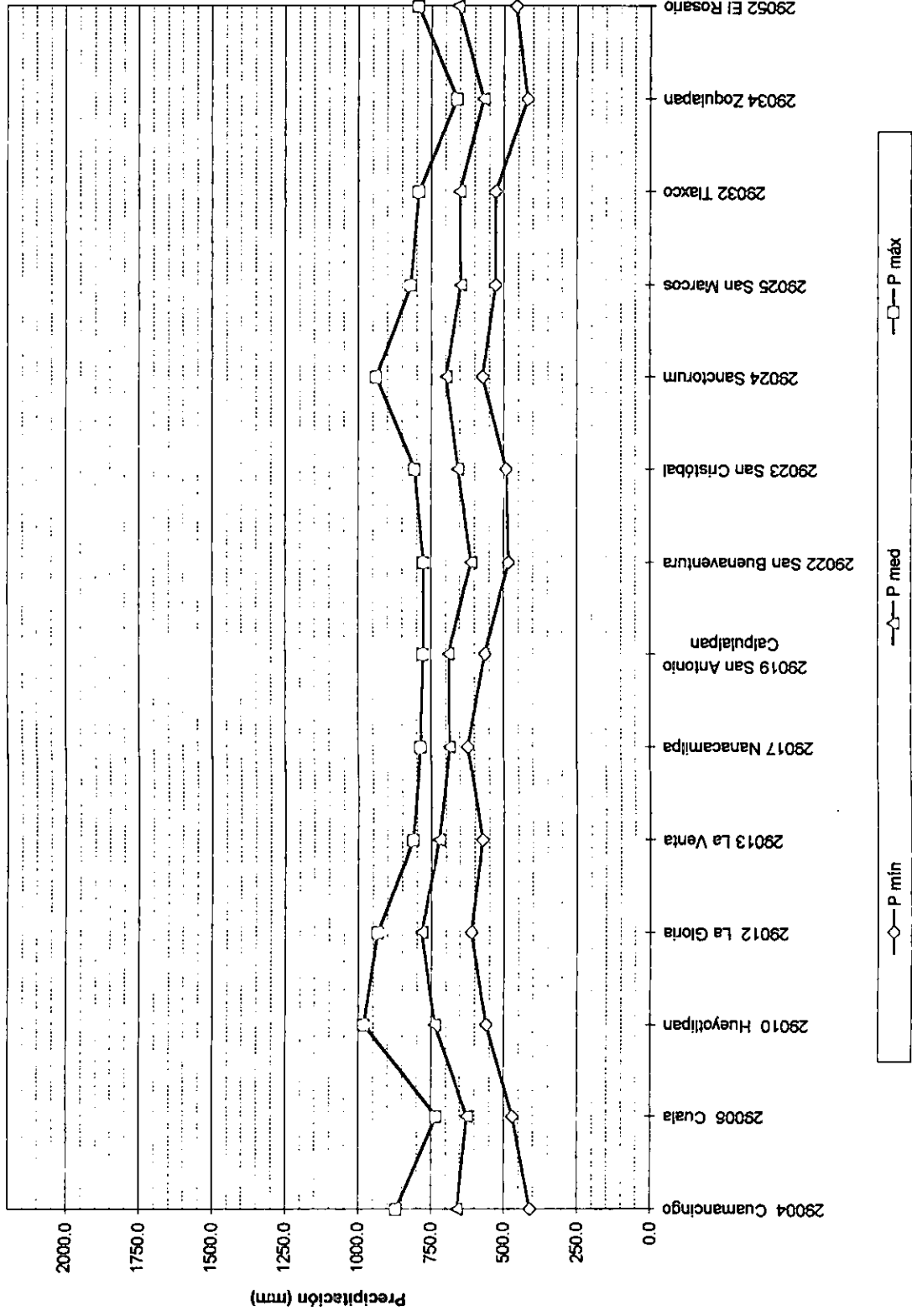
Gráfica II.1-15 (Cont.) Precipitaciones media, mínima y máxima registradas en las estaciones del Estado de México

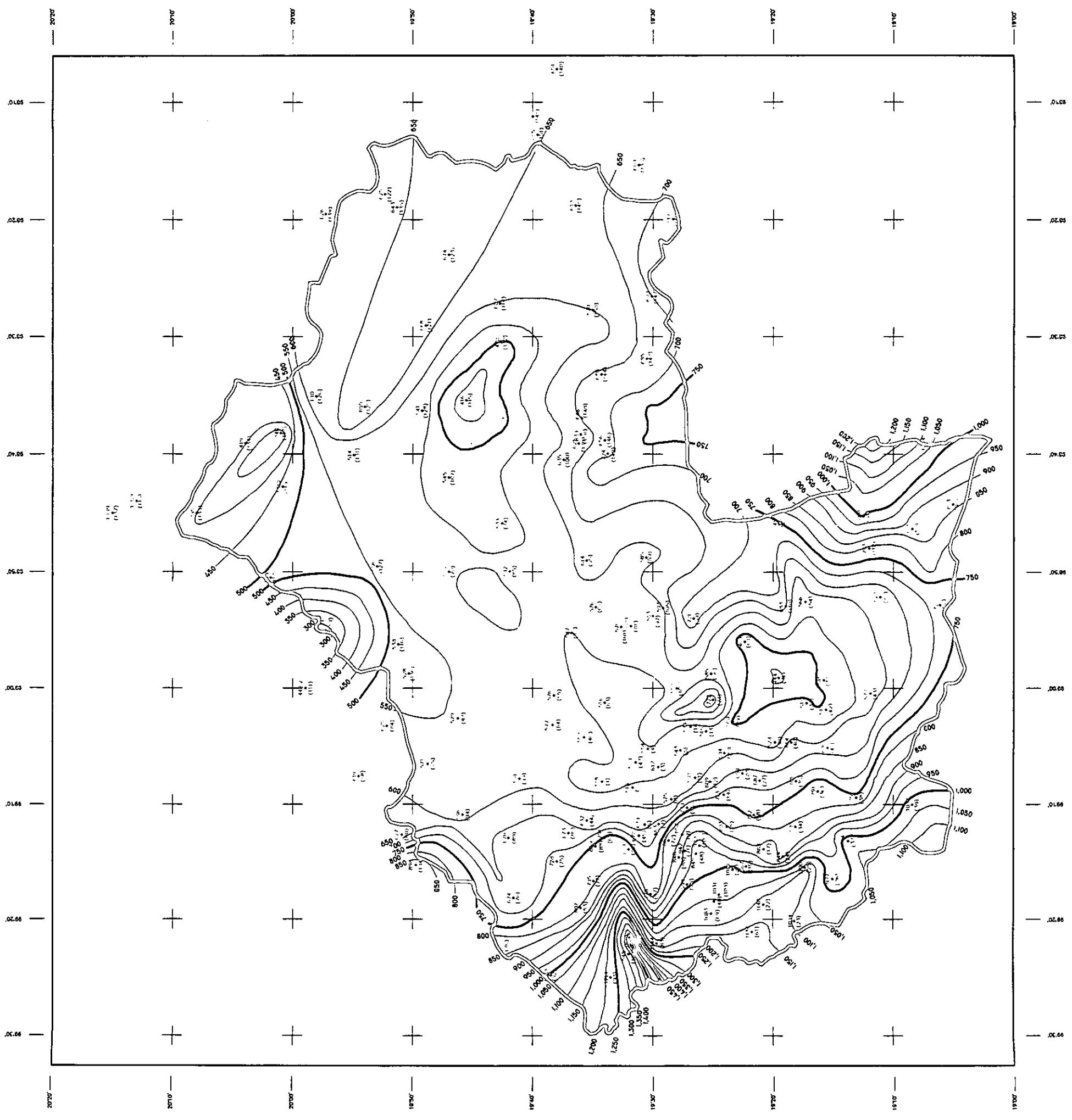
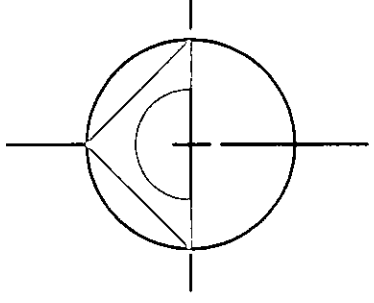


Gráfica II. 1.16 Precipitación media, mínima y máxima registrada en las estaciones del Estado de Hidalgo



Gráfica II. 1-17 Precipitaciones mínima, media y máxima registradas en las estaciones del Estado de Tlaxcala





DISTRITO FEDERAL	
Núm.	Nombre de la Estación
1	Luzanca D. Am. 10
2	OT Río de las Ramblas
3	San Andrés
4	San Andrés
5	San Andrés
6	P. T. O. Romero
7	Campo Mecapala
8	P. B. Nueva Santa María
9	San Andrés
10	P. B. San Juan
11	Capita del D.F.
12	Merced Cortés
13	P. B. López Balleza
14	P. B. Chimburo L.
15	San Andrés
16	San Andrés
17	San Andrés
18	San Andrés
19	San Andrés
20	San Andrés
21	San Andrés
22	San Andrés
23	San Andrés
24	San Andrés
25	San Andrés
26	San Andrés
27	San Andrés
28	San Andrés
29	San Andrés
30	San Andrés
31	San Andrés
32	San Andrés
33	San Andrés
34	San Andrés
35	San Andrés
36	San Andrés
37	San Andrés
38	San Andrés
39	San Andrés
40	San Andrés
41	San Andrés
42	San Andrés
43	San Andrés
44	San Andrés
45	San Andrés
46	San Andrés
47	San Andrés
48	San Andrés
49	San Andrés

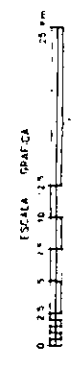
EDO. DE HIDALGO	
Núm.	Nombre de la Estación
101	San Andrés
102	San Andrés
103	San Andrés
104	San Andrés
105	San Andrés
106	San Andrés
107	San Andrés
108	San Andrés
109	San Andrés
110	San Andrés
111	San Andrés
112	San Andrés
113	San Andrés
114	San Andrés
115	San Andrés
116	San Andrés
117	San Andrés
118	San Andrés
119	San Andrés
120	San Andrés
121	San Andrés
122	San Andrés
123	San Andrés
124	San Andrés
125	San Andrés
126	San Andrés
127	San Andrés
128	San Andrés
129	San Andrés
130	San Andrés
131	San Andrés
132	San Andrés
133	San Andrés
134	San Andrés
135	San Andrés
136	San Andrés
137	San Andrés


EDO. DE MEXICO	
Núm.	Nombre de la Estación
50	San Andrés
51	San Andrés
52	San Andrés
53	San Andrés
54	San Andrés
55	San Andrés
56	San Andrés
57	San Andrés
58	San Andrés
59	San Andrés
60	San Andrés
61	San Andrés
62	San Andrés
63	San Andrés
64	San Andrés
65	San Andrés
66	San Andrés
67	San Andrés
68	San Andrés
69	San Andrés
70	San Andrés
71	San Andrés
72	San Andrés
73	San Andrés
74	San Andrés
75	San Andrés
76	San Andrés
77	San Andrés
78	San Andrés
79	San Andrés
80	San Andrés
81	San Andrés
82	San Andrés
83	San Andrés
84	San Andrés
85	San Andrés
86	San Andrés
87	San Andrés
88	San Andrés
89	San Andrés
90	San Andrés
91	San Andrés
92	San Andrés
93	San Andrés
94	San Andrés
95	San Andrés
96	San Andrés
97	San Andrés
98	San Andrés
99	San Andrés
100	San Andrés

EDO. DE TLAXCALA	
Núm.	Nombre de la Estación
138	San Andrés
139	San Andrés
140	San Andrés
141	San Andrés
142	San Andrés
143	San Andrés
144	San Andrés
145	San Andrés
146	San Andrés
147	San Andrés
148	San Andrés
149	San Andrés
150	San Andrés
151	San Andrés
152	San Andrés

Volumen medio anual precipitado:  
6,391.852 millones de m<sup>3</sup>

Lamina media promedio en la Cuernavaca  
666 mm



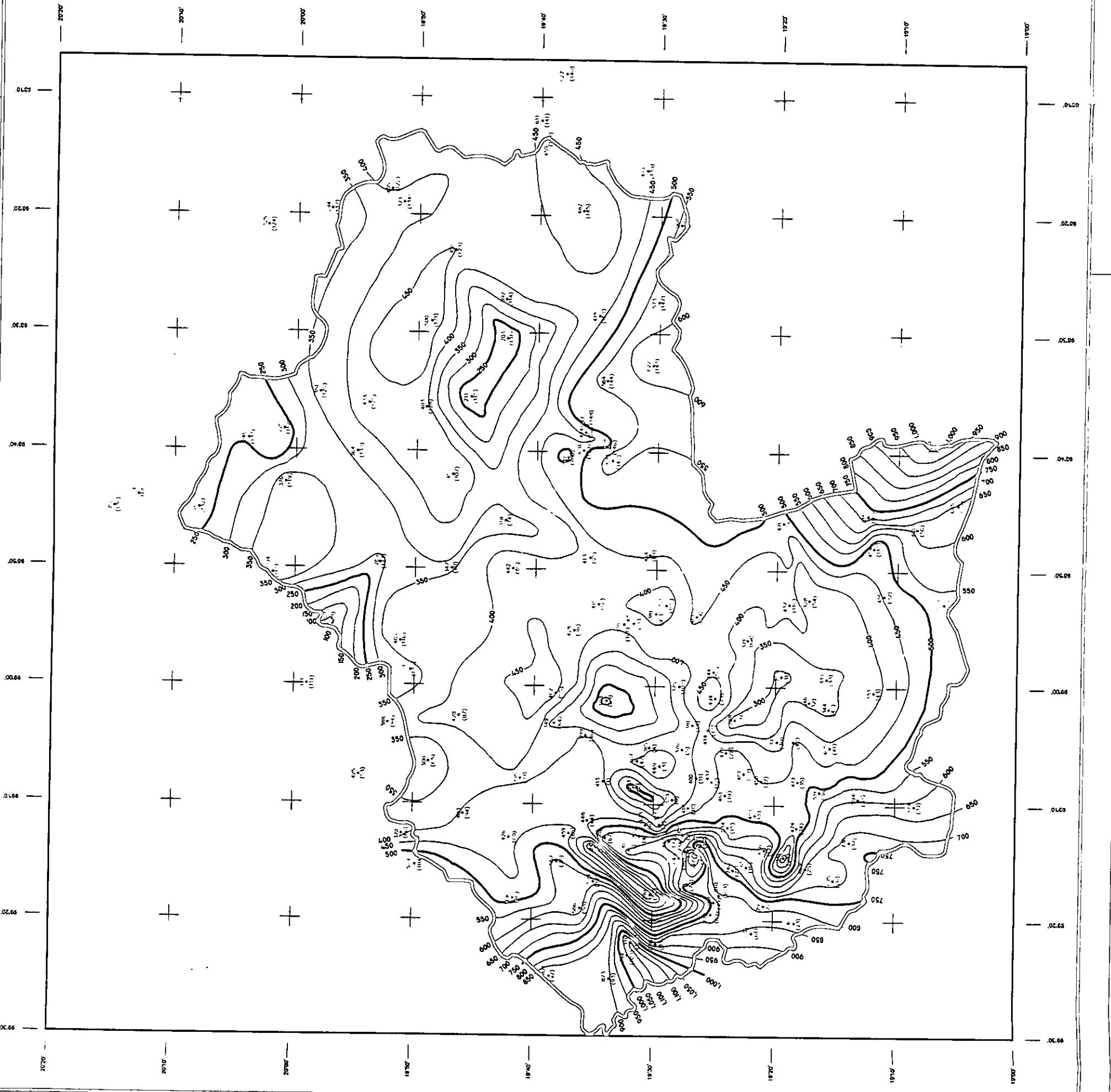
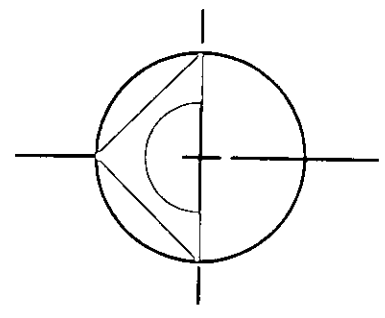


**UNAM**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO**  
**MAPA III.-10 ISOYETAS MEDIAS ANUALES**

**MARZO 2000**

**CARRERA HERNÁNDEZ JAIME**



ED. DE MEXICO	
ED.	Numero de Estacion
30	Manzanillo
31	Col. M. de A. Gomez
32	Col. M. de A. Gomez
33	Col. M. de A. Gomez
34	Chico
35	Chihuahua
36	Chihuahua
37	Chihuahua
38	El Paso
39	El Paso
40	El Paso
41	El Paso
42	El Paso
43	El Paso
44	El Paso
45	El Paso
46	El Paso
47	El Paso
48	El Paso
49	El Paso
50	El Paso
51	El Paso
52	El Paso
53	El Paso
54	El Paso
55	El Paso
56	El Paso
57	El Paso
58	El Paso
59	El Paso
60	El Paso
61	El Paso
62	El Paso
63	El Paso
64	El Paso
65	El Paso
66	El Paso
67	El Paso
68	El Paso
69	El Paso
70	El Paso
71	El Paso
72	El Paso
73	El Paso
74	El Paso
75	El Paso
76	El Paso
77	El Paso
78	El Paso
79	El Paso
80	El Paso
81	El Paso
82	El Paso
83	El Paso
84	El Paso
85	El Paso
86	El Paso
87	El Paso
88	El Paso
89	El Paso
90	El Paso
91	El Paso
92	El Paso
93	El Paso
94	El Paso
95	El Paso
96	El Paso
97	El Paso
98	El Paso
99	El Paso
100	El Paso
101	El Paso
102	El Paso
103	El Paso
104	El Paso
105	El Paso
106	El Paso
107	El Paso
108	El Paso
109	El Paso
110	El Paso
111	El Paso
112	El Paso

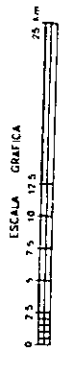
DISTRITO FEDERAL	
ED.	Numero de Estacion
1	Centro
2	Centro
3	Centro
4	Centro
5	Centro
6	Centro
7	Centro
8	Centro
9	Centro
10	Centro
11	Centro
12	Centro
13	Centro
14	Centro
15	Centro
16	Centro
17	Centro
18	Centro
19	Centro
20	Centro
21	Centro
22	Centro
23	Centro
24	Centro
25	Centro
26	Centro
27	Centro
28	Centro
29	Centro
30	Centro
31	Centro
32	Centro
33	Centro
34	Centro
35	Centro
36	Centro
37	Centro
38	Centro
39	Centro
40	Centro
41	Centro
42	Centro
43	Centro
44	Centro
45	Centro
46	Centro
47	Centro
48	Centro
49	Centro
50	Centro

EDO. DE HIDALGO	
ED.	Numero de Estacion
101	Centro
102	Centro
103	Centro
104	Centro
105	Centro
106	Centro
107	Centro
108	Centro
109	Centro
110	Centro
111	Centro
112	Centro
113	Centro
114	Centro
115	Centro
116	Centro
117	Centro
118	Centro
119	Centro
120	Centro
121	Centro
122	Centro
123	Centro
124	Centro
125	Centro
126	Centro
127	Centro
128	Centro
129	Centro
130	Centro
131	Centro
132	Centro
133	Centro
134	Centro
135	Centro
136	Centro
137	Centro

EDO. DE TLAXCALA	
ED.	Numero de Estacion
138	Centro
139	Centro
140	Centro
141	Centro
142	Centro
143	Centro
144	Centro
145	Centro
146	Centro
147	Centro
148	Centro
149	Centro
150	Centro
151	Centro
152	Centro

Volumen minimo de precipitacion  
4,426.452 millones de m<sup>3</sup>

Limite minimo promedio en la Cuenca.  
445 mm

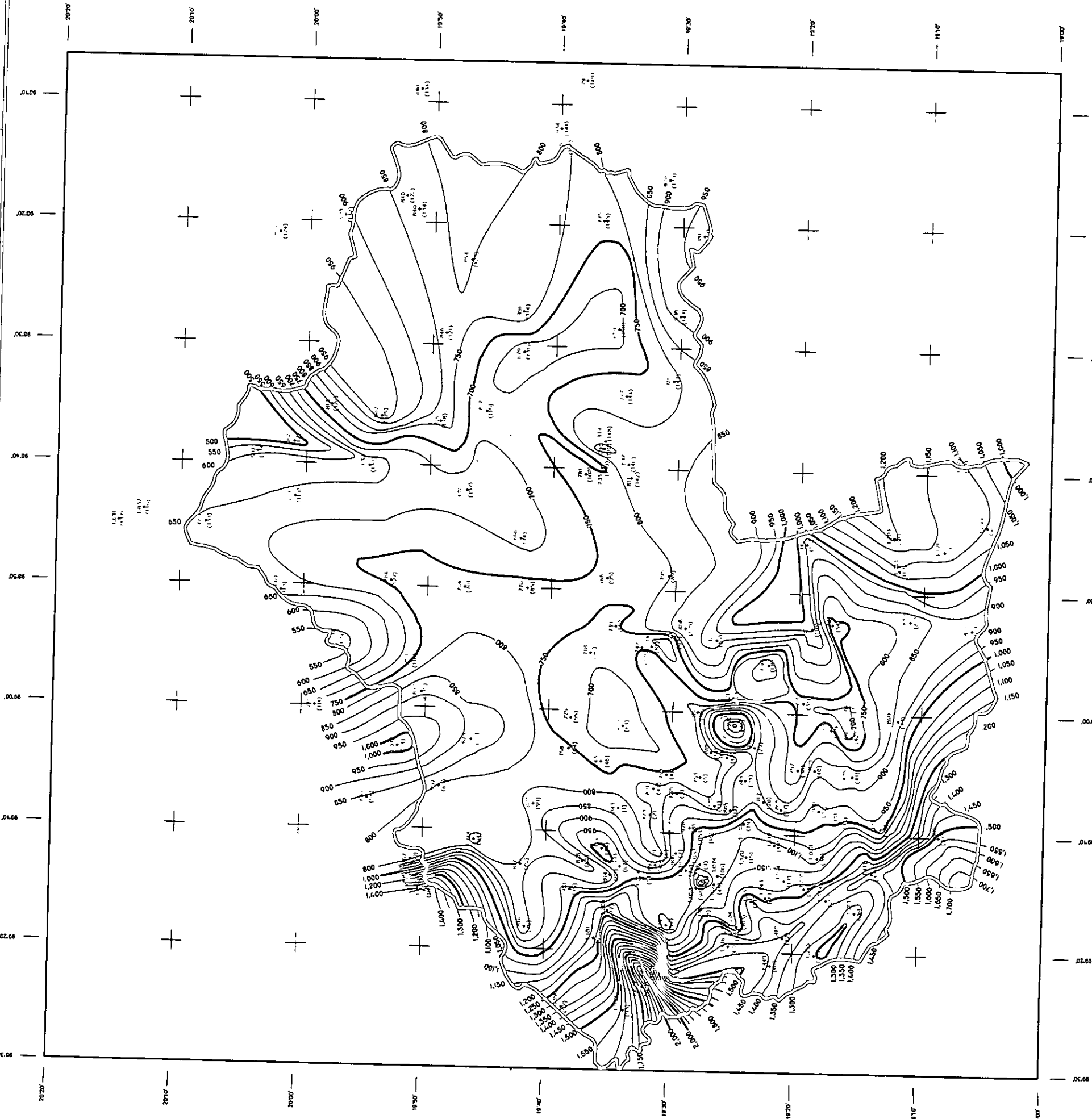
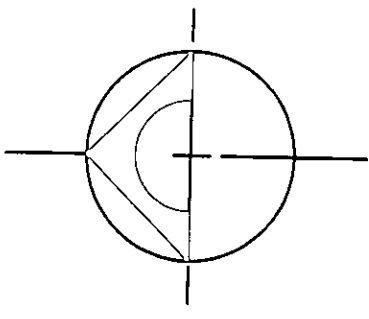


**UNAM**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**BALANCE HIDROLOGICO-HIDRAULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE HENICO**  
**MAPA III.- 19 ISOMETRIAS MINIMAS**

MARZO 2000

CARRERA HERNANDEZ JAIRE J



DISTRITO FEDERAL	
Municipio	Número de la Estación
1	OT Río de los Remedios
2	OT Río de los Remedios
3	P.B. Lixiviado
4	Goyá
5	P.B. Lixiviado
6	Compostela
7	Compostela
8	P.B. Nueva Santa María
9	Compostela
10	P.B. Tlaxca
11	Compostela
12	Compostela
13	P.B. Churubusco L.
14	P.B. Churubusco L.
15	Tlalquilte
16	P.B. Santa Úrsula
17	Compostela
18	Compostela
19	Compostela
20	P.B. Matamoros Libre
21	Compostela
22	Compostela
23	Compostela
24	Compostela
25	P.T. Río Magdalena
26	Compostela
27	Compostela
28	Compostela
29	Compostela
30	P.T. El Estero de Oriente
31	Compostela
32	P.T. Santa Catalina
33	Compostela
34	Compostela
35	Compostela
36	Compostela
37	Compostela
38	Compostela
39	Compostela
40	Compostela
41	Compostela
42	Compostela
43	Compostela
44	Compostela
45	Compostela
46	Compostela
47	Compostela
48	Compostela

EDO. DE HIDALGO	
Municipio	Número de la Estación
111	Atlix
112	Atlix
113	Atlix
114	Atlix
115	Atlix
116	Atlix
117	Atlix
118	Atlix
119	Atlix
120	Atlix
121	Atlix
122	Atlix
123	Atlix
124	Atlix
125	Atlix
126	Atlix
127	Atlix
128	Atlix
129	Atlix
130	Atlix
131	Atlix
132	Atlix
133	Atlix
134	Atlix
135	Atlix
136	Atlix
137	Atlix


EDO. DE TLAXCALA	
Municipio	Número de la Estación
138	Atlix
139	Atlix
140	Atlix
141	Atlix
142	Atlix
143	Atlix
144	Atlix
145	Atlix
146	Atlix
147	Atlix
148	Atlix
149	Atlix
150	Atlix
151	Atlix
152	Atlix

EDO. DE MÉXICO	
Municipio	Número de la Estación
50	Atlix
51	Atlix
52	Atlix
53	Atlix
54	Atlix
55	Atlix
56	Atlix
57	Atlix
58	Atlix
59	Atlix
60	Atlix
61	Atlix
62	Atlix
63	Atlix
64	Atlix
65	Atlix
66	Atlix
67	Atlix
68	Atlix
69	Atlix
70	Atlix
71	Atlix
72	Atlix
73	Atlix
74	Atlix
75	Atlix
76	Atlix
77	Atlix
78	Atlix
79	Atlix
80	Atlix
81	Atlix
82	Atlix
83	Atlix
84	Atlix
85	Atlix
86	Atlix
87	Atlix
88	Atlix
89	Atlix
90	Atlix
91	Atlix
92	Atlix
93	Atlix
94	Atlix
95	Atlix
96	Atlix
97	Atlix
98	Atlix
99	Atlix
100	Atlix
101	Atlix
102	Atlix
103	Atlix
104	Atlix
105	Atlix
106	Atlix
107	Atlix
108	Atlix
109	Atlix
110	Atlix
111	Atlix
112	Atlix

Volumen máximo de precipitación.  
9,109,515 millones de m<sup>3</sup>

Límite máximo promedio en la Cuicuilco  
915 mm




  
**UNAM**
  
**FACULTAD DE INGENIERIA**
  
**BALANCE HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO**
  
**MAPA III.1-20 ISOYETAS MARIÑAS**

---

**MARZO 2000**
  
**CARRERA HERRÁNDEZ JAIME J.**

### III.1.2.- Suministro total de agua.

En la sección III.1.- *Abastecimiento de Agua Potable*, se trató el abastecimiento de agua en bloque para uso Doméstico - Urbano. Adicionalmente a ello, se tienen los particulares que extraen agua mediante captaciones o pozos para diversos usos, como son el industrial y el agrícola. Para indicar estos usos faltantes, se recurrió a la *Tabla III.1-21*, en la que se muestra el consumo de agua realizado por particulares.

#### III.1.2.1.- Distrito Federal.

La *Tabla III.1-22*, resume las componentes del abastecimiento de agua en bloque suministrada al Distrito Federal. Para determinar el consumo industrial en esta entidad, se presenta la *Tabla III.1-21*, en donde se muestra el gasto correspondiente, mismo que se incluye en el apartado de *Mianantiales y pozos particulares del Capítulo II*.

El abastecimiento total de agua al Distrito Federal es de 1,133,309,232 m<sup>3</sup>, equivalente a un gasto constante de 35.937 m<sup>3</sup>/s.

#### III.1.2.2.- Estado de México.

En el *Capítulo II* únicamente se hizo referencia al agua en bloque suministrada a los municipios del Estado de México, por lo cual no se contabilizó el agua que se utiliza con fines agrícolas o industriales. Los gastos correspondientes a estos usos se muestran en la *Tabla III.1-21* antes citada, a partir de la cual se formó la *Tabla III.1-23*, en la que se resume el abastecimiento de agua al Estado de México.

### III.1.3.- Almacenamiento y regulación.

#### III.1.3.1.- Tanques de almacenamiento.

De acuerdo a lo que se muestra en la *Tabla II.1-20*, la capacidad de los tanques de almacenamiento en el Estado de México es de 474,599 m<sup>3</sup>, mientras que la capacidad de los tanques instalados en el Distrito Federal, con

El abastecimiento al Estado de México por todas las fuentes suma 959,970,772 m<sup>3</sup>, equivalente a 30.44 m<sup>3</sup>/s.

#### III.1.2.3.- Estado de Hidalgo.

La *Tabla III.1-24*, resume el abastecimiento total de agua a los municipios de este estado que se encuentran en la Cuenca.

La suma de las fuentes de abastecimiento para el estado de Hidalgo da como resultado un volumen de 115,374,456 m<sup>3</sup>, equivalente a 3.659 m<sup>3</sup>/s.

#### III.1.2.4.- Estado de Tlaxcala.

En la *Tabla III.1-25* se muestra el consumo total de esta entidad desglosándose en sus usos correspondientes. Para formar esta tabla, se recurrió a la *Tabla II.1-13*. La tabla correspondiente al presente apartado se muestra en las páginas siguientes.

Para el estado de Tlaxcala el abastecimiento total de agua es de 13,023,671 m<sup>3</sup>, que equivale a un gasto de 0.413 m<sup>3</sup>/s.

#### III.1.2.5.- Volumen en la Cuenca.

El volumen de agua que se abastece a la cuenca por medio de diversas fuentes es de 2,221,668,727 m<sup>3</sup>, que equivale a un gasto de 70.449 m<sup>3</sup>/s.

base a lo que se mencionó en el *Capítulo II*, es de 1,515,941 m<sup>3</sup>. En total, la capacidad instalada es de 1,990,530 m<sup>3</sup>.



Tabla II. 1- 21 Gastos y Voltajes por Materiales

	Audicob	Arribech	Concret	Densicho	Inchicall	Ischich	Puchco	Carvichos	Total
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Aguero Obispo	2.000,00	75,00	0.000	21.472,45	0.004	91.000,00	0.003	270.222,45	472.650,00
Ancash									5.291.254,00
Chachabamba									1.474.523,00
Cajamarca									1.103.232,00
Cusco									629.850,82
El Valle de la Luna									5.551.445,00
Huancabamba									543.172,00
Huancabamba									538.400,00
Huancabamba									729.200,00
Huancabamba									1.129.254,00
Huancabamba									1.001.454,25
Huancabamba									4.819,00
Huancabamba									523,00
Huancabamba									524.732,00
Huancabamba									1.023,00
TOTAL	2.000,00	224.115,00	0.000	21.472,45	0.004	91.000,00	0.003	270.222,45	92.408.248,72

	Audicob	Arribech	Concret	Densicho	Inchicall	Ischich	Puchco	Carvichos	Total
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Aguero Obispo	2.000,00	75,00	0.000	21.472,45	0.004	91.000,00	0.003	270.222,45	472.650,00
Ancash									5.291.254,00
Chachabamba									1.474.523,00
Cajamarca									1.103.232,00
Cusco									629.850,82
El Valle de la Luna									5.551.445,00
Huancabamba									543.172,00
Huancabamba									538.400,00
Huancabamba									729.200,00
Huancabamba									1.129.254,00
Huancabamba									1.001.454,25
Huancabamba									4.819,00
Huancabamba									523,00
Huancabamba									524.732,00
Huancabamba									1.023,00
TOTAL	2.000,00	224.115,00	0.000	21.472,45	0.004	91.000,00	0.003	270.222,45	92.408.248,72

Fuente: REPOA, conductos en Emulsa para distribuir la energía y la demanda.

Tabla II.1-22 Suministro de agua al Distrito Federal (m<sup>3</sup>/s)

Sistema	Gasto m <sup>3</sup> /s	Volumen (m <sup>3</sup> )	Fuente
Sistema Norte	2.649	83,538,864	Subterránea
Sistema Sur	8.158	257,270,688	Subterránea
Sistema Centro	2.464	77,704,704	Subterránea
Sistema Oriente	1.694	53,421,984	Subterránea
Sistema Poniente	0.292	9,208,512	Subterránea
	0.192	6,054,912	P. Pot. Magdalena
Manantiales	0.834	26,301,024	Superficial
Pozos particulares	0.715	22,548,240	Subterránea
Sistema de Aguas del Norte	2.662	83,948,832	Subterránea
Sistema de Aguas del Sur	1.905	60,076,080	Subterránea
Sistema Lerma	4.806	151,562,016	Externa
Sistema Cutzamala	9.566	301,673,376	Externa
<b>TOTAL SUBTERRÁNEA</b>	<b>20.539</b>	<b>647,717,904</b>	<b>57%</b>
<b>TOTAL SUPERFICIAL</b>	<b>1.026</b>	<b>32,355,936</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL IMPORTACIÓN</b>	<b>14.372</b>	<b>453,235,392</b>	<b>40%</b>
Suministro Industrial	0.930	29,332,285	
Suministro Agrícola	0.012	365,115	
Suministro Doméstico-Urbano	34.995	1,103,611,832	
<b>TOTAL</b>	<b>35.937</b>	<b>1,133,309,232</b>	

Tabla II.1-23 Suministro de agua al Edo. de México (m<sup>3</sup>/s)

Sistema	Gasto m <sup>3</sup> /s	Volumen (m <sup>3</sup> )	Fuente
P. Potabilizadora Madín	0.372	11,731,392	Superficial
Pozos particulares	0.177	5,581,872	Subterránea
Pozos municipales	13.006	410,157,216	Subterránea
Pozos CEAS	1.841	58,057,776	Subterránea
Sistema Lerma	1	31,536,000	Externa
Sistema Cutzamala	4.159	131,158,224	Externa
Industrial Particulares	3.342	105,392,119	Subterránea
Agrícola/Pecuario	5.319	167,733,983	Subterránea
Otros	1.225	38,622,190	Subterránea
<b>TOTAL SUBTERRÁNEA</b>	<b>24.909</b>	<b>785,545,156</b>	<b>82%</b>
<b>TOTAL SUPERFICIAL</b>	<b>0.372</b>	<b>11,731,392</b>	<b>1%</b>
<b>TOTAL IMPORTACIÓN</b>	<b>5.159</b>	<b>162,694,224</b>	<b>17%</b>
Suministro Industrial	3.342	105,392,119	
Suministro Agrícola/Pecuario	5.319	167,733,983	
Suministro Doméstico-Urbano	21.780	686,844,670	
<b>TOTAL</b>	<b>30.440</b>	<b>959,970,772</b>	

Tabla II.1-24 Suministro de agua al Edo. de Hidalgo ( $m^3/s$ )

Sistema	Gasto $m^3/s$	Volumen ( $m^3$ )	Fuente
Pozos municipales	1.411	44,497,296	Subterránea
Captaciones	0.694	21,885,984	Superficial
Uso industrial	0.028	867,240	Subterránea
Uso agrícola	1.526	48,123,936	Superficial
<b>TOTAL SUBTERRÁNEA</b>	<b>1.439</b>	<b>45,364,536</b>	<b>39%</b>
<b>TOTAL SUPERFICIAL</b>	<b>2.22</b>	<b>70,009,920</b>	<b>61%</b>
Suministro Industrial	0.028	867,240	
Suministro Agrícola/Pecuario	1.526	48,123,936	
Suministro Doméstico-Urbano	2.105	66,383,280	
<b>TOTAL</b>	<b>3.659</b>	<b>115,374,456</b>	

Tabla II.1-25 Suministro de agua al Edo. de Tlaxcala ( $m^3/s$ )

Sistema	Gasto $m^3/s$	Volumen ( $m^3$ )	Fuente
Sistema La Venta	0.000	2,523	Superficial
Sistema Sanctorum	0.009	285,716	Superficial
Uso agrícola	0.067	2,114,000	Superficial
	0.182	5,738,076	Subterránea
Industrial	0.031	963,488	Subterránea
Pozos para uso doméstico	0.124	3,919,868	Subterránea
<b>TOTAL SUBTERRÁNEA</b>	<b>0.337</b>	<b>10,621,432</b>	<b>82%</b>
<b>TOTAL SUPERFICIAL</b>	<b>0.076</b>	<b>2,402,239</b>	<b>18%</b>
Suministro Industrial	0.031	963,488	
Suministro Agrícola/Pecuario	0.249	7,852,076	
Suministro Doméstico-Urbano	0.133	4,208,107	
<b>TOTAL</b>	<b>0.413</b>	<b>13,023,671</b>	

Tabla II.1-26 Suministro de agua a la Cuenca del Valle de México ( $m^3/s$ )

Total Subterránea	47.223	1,489,239,624	67%
Total Superficial	3.694	116,499,487	5%
Total Importación	19.531	615,929,616	28%
<b>TOTAL</b>	<b>70.449</b>	<b>2,221,668,727</b>	
Suministro Industrial	4.330	136,555,132	6%
Suministro Agrícola	7.105	224,075,110	10%
Suministro Doméstico-Urbano	59.013	1,861,038,485	84%

### III.1.3.2.- Presas y lagunas de regulación.

La capacidad conjunta útil de las presas de regulación es de 26.61 millones de  $m^3$ , mientras que en los vasos y lagunas de regulación la capacidad es de 7.2 millones de  $m^3$ , por lo cual se tiene una capacidad conjunta de regulación de 33.81 millones de  $m^3$ .

### III.1.4.- Tratamiento de aguas residuales.

En el Distrito Federal se tratan 3.94  $m^3/s$  de agua residual, equivalente a 124.251 millones de  $m^3$ , misma que es destinada a distintos usos, mientras que en el Estado de México se tratan 2.154  $m^3/s$  (67,928,544 millones de  $m^3$ ) en plantas de tratamiento de carácter municipal, 0.801  $m^3/s$ , (25.277 millones de  $m^3$ ) al año en

### III.1.5.- Agua destinada para riego.

En el distrito de riego La Concepción se utilizan 8.1 millones de  $m^3$  provenientes de almacenamientos mientras que en el distrito de riego Chiconautla se utilizan 34.02 millones de  $m^3$  que se extraen del Gran Canal por medio de

### III.1.6.- Reúso de Aguas Tratadas.

Del agua que se trata en el Distrito Federal, 28 millones de  $m^3$  al año (0.89  $m^3/s$ ) se utilizan para riego agrícola metropolitano, como se mencionó en el *Capítulo II*, mientras que la

### III.1.3.3.- Presas para riego y usos diversos.

La capacidad de almacenamiento útil en las presas con fines de riego es de 85.57 millones de  $m^3$ , (*Tablas II.4- 4 a II.4- 6*) mientras que las presas con fines de abrevadero tienen una capacidad de 2.82 millones de  $m^3$ , como se puede observar en las *tablas III.1- 27 a III.1- 29*.

plantas de tratamiento de carácter industrial y 6.664 lps que equivale a 0.21 millones de  $m^3$  en plantas de tratamiento de servicios. En el Estado de Hidalgo se tratan 14.48 lps (456,641  $m^3/año$ ) y en Tlaxcala 33.92 lps (1,069,701  $m^3/año$ ). El volumen de agua que se trata en la Cuenca actualmente es de 219.194 millones de  $m^3/año$ .

bombeo, y de acuerdo a las *Tablas III.1-21 a III.1-26*, el agua destinada a uso agrícola es de 224 millones de  $m^3/año$ .

industria reutiliza 280 lps (8,830,080  $m^3/año$ ). Los gastos tratados sobrantes son utilizados para riego de áreas verdes, recarga al acuífero o bien, para mantener el nivel en ciertos lagos.

## III.2.- Salidas del sistema.

Antes de describir el procedimiento de cálculo de las salidas de la Cuenca, es necesaria una breve descripción de las corrientes a las cuales descargan las salidas mencionadas. Estas corrientes son el río El Salto y El Salado.

**Río El Salto.** Tiene sus orígenes al Norte del parteaguas con la cuenca cerrada del Valle de México, 5 km al Noroeste de Huehuetoca, Edo. de México, a una altitud de 2,500 msnm, tras un breve recorrido hacia el Noroeste, recibe los aportes del Tajo de Nochistongo, provenientes de las aguas del río Cuautitlán y Emisor del poniente, con el curso señalado pasa por las inmediaciones de Melchor Ocampo, Edo. de Hidalgo, recibiendo adelante las aguas provenientes del Drenaje profundo de la Cd. de México. Después de este afluente, sus escurrimientos son derivados por los canales Salto Tlamaco y El Salto para riego, los sobrantes son conducidos finalmente al río Tula, por la margen derecha, 5 m aguas arriba de Jasso, Hidalgo. El Canal Salto-Tlamaco abastece de agua a una zona de riego de aproximadamente 5,000 has, cuyos excedentes descargan al río Salado.

**Río Salado.** Un kilómetro al noroeste de Tequixquiac, el río Hueyoptla recibe por su margen izquierda importantes aportaciones regularizadas provenientes de la cuenca cerrada del Valle de México, conducidas por el túnel viejo de Tequixquiac y descargadas a un pequeño arroyo, el que afluye al río Hueyoptla. A partir de la confluencia anterior, el río cambia su nombre al de río Salado y su curso a noroeste y recibe un km aguas abajo, también por su margen izquierda, aportaciones provenientes del Valle de México, conducidas en este caso mediante el túnel nuevo de Tequixquiac, el cual descarga ligeramente al sur de Tequixquiac y éste a su vez, al río Salado.

Estos dos ríos confluyen después al río Tula, que después de recibir al río San Juan del Río cambia su nombre al de Moctezuma.

Ahora bien, en el capítulo II se realizó una descripción del funcionamiento del drenaje existente en la Cuenca del Valle de México; con base en dicha descripción, se pueden calcular los volúmenes de salida en la Cuenca, ya que se sabe que únicamente se tienen tres salidas de las aguas residuales y pluviales, las cuales son:

- 1.- Emisor del Poniente
- 2.- Emisor Central
- 3.- Gran Canal del desagüe, que descarga por dos estructuras:
  - 3.1- Túnel Nuevo de Tequixquiac.
  - 3.2- Túnel Viejo de Tequixquiac.

Para calcular los volúmenes que salen de la Cuenca, se utilizaron los registros de ciertas estaciones hidrométricas, las cuales se describen brevemente a continuación, así como la forma en la que se calcularon los volúmenes para cada salida:

### III.2.1.- Emisor del Poniente:

**1.1.- Huehuetoca:** Esta estación se instaló con la finalidad de cuantificar los volúmenes y gastos que escurren por el emisor del Poniente aguas abajo de las derivaciones de la estructura Santo Tomás, encontrándose a la entrada del Tajo de Nochistongo. Este gasto, junto con los del Emisor Central y el Gran Canal del Desagüe componen las salidas totales del Valle de México. Los registros correspondientes a esta estación se muestran en la *Tabla III.2- 1.*

### III.2.2.- Emisor Central.

Para calcular los volúmenes que salen por este conducto, se utilizaron los datos de tres estaciones:

a) **El Salto:** Se encuentra sobre el río el Salto, a 7 km al noreste de Tepeji del Río dentro del municipio del mismo nombre, en el estado de Hidalgo. Fue instalada para medir los volúmenes del río El Salto, después de la aportación del Tajo de Nochistongo. Los registros se muestran en la *Tabla III.2- 2.*

b) **Conajos:** Esta estación se encuentra instalada sobre el río El Salto, 500 m aguas abajo de la confluencia del Emisor Central del sistema de Drenaje Profundo y a 5 km al Norte de la estación hidrométrica El Salto. Fue instalada con la finalidad de cuantificar los escurrimientos del río El Salto, después de las aportaciones del Emisor Central, aguas abajo de la derivación al canal Salto Tlamaco hacia la presa Requena. Los registros de esta estación se muestran en la *Tabla III.2- 3.*

c) **Canal El Salto:** La estación Canal el Salto se encuentra localizada 400 metros aguas abajo de la derivación del río El Salto, y se instaló con la finalidad de cuantificar los escurrimientos que se derivan del río El Salto hacia la presa Requena. Los registros de esta estación se muestran en la *Tabla III.2- 4*.

d) **Emisor Requena.** Esta estación se ubica en el canal El Salto-Tlamaco y fue instalada con la finalidad de cuantificar los volúmenes que se derivan a la presa Requena aguas abajo de las aportaciones del emisor central. Los registros de esta estación se encuentran en la *Tabla III.2-5*.

Para calcular el volumen que sale por el emisor central, a los registros de la estación Conejos se deben restar los registros de la estación El Salto y sumarle los de la estación Canal El Salto y Emisor Requena.

### III.2.3.- Gran Canal del Desagüe:

a) **Túnel Nuevo:** Esta estación se encuentra situada en la salida del Túnel Nuevo de Tequixquiac. El objetivo de su instalación fue el cuantificar los volúmenes que por él salen y que, en conjunto con las salidas del Túnel Viejo y los Emisores Central y Poniente forman las salidas totales del Valle de México. El volumen que sale por el gran canal se calcula al sumar los registros

de estas dos estaciones. (Túnel Nuevo y Túnel Viejo). Los registros correspondientes a esta estación se muestran en la *Tabla III.2-6*.

b) **Tajo De Tequixquiac:** Se encuentra situada sobre la salida del Túnel Viejo de Tequixquiac. Los registros de esta estación se utilizan para cuantificar los volúmenes que por este conducto salen del Valle de México y se incorporan a la cuenca del río Tula, a través del río Salado. Los volúmenes registrados en esta estación se encuentran en la *Tabla III.2-7*.

### III.2.4.- Salidas totales

Para calcular el volumen total anual que sale de la Cuenca del Valle de México a la Cuenca del río Tula, se obtuvo el promedio de los registros para el periodo considerado, con lo cual se formó la *Tabla III.2-8*, con base en la cual se calcularon los volúmenes de salida en las tres salidas de la Cuenca, tal y como se muestra en la *Tabla III.2-9*, al sumar los volúmenes de las salidas mencionadas, se obtuvo un total de 1,755 millones de m<sup>3</sup>/año. Finalmente, para ilustrar de una mejor forma los volúmenes que salen de la Cuenca, se formó la *Gráfica III.2-10*, en la que se muestran los volúmenes mensuales promedio para cada una de las salidas de la Cuenca.

Tabla II.2- 3 Volúmenes registrados en la estación Conejos ( $m^3 \times 10^3$ )

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Enero	9,045	10,072	38,593	26,799	24,879	33,611	10,153	17,937	11,167	16,343
Febrero	6,473	7,136	17,653	10,841	25,106	17,530	29,056	8,307	7,770	16,162
Marzo	10,978	6,517	10,682	12,276	32,450	23,419	10,476	9,235	6,436	15,193
Abril	6,892	10,904	13,474	14,192	23,179	25,741	10,339	684	16,296	25,686
Mayo	17,989	21,628	35,215	19,479	44,303	14,436	10,476	49,073	37,196	17,399
Junio	58,698	36,010	33,962	103,031	41,984	28,665	31,197	78,156	156,325	49,792
Julio	59,215	33,693	38,814	143,972	65,004	95,322	126,061	79,900	57,504	55,110
Agosto	47,744	50,473	73,051	93,344	41,733	79,973	74,147	87,822	55,778	56,108
Septiembre	38,756	97,779	71,861	97,557	30,389	81,699	129,147	55,717	64,990	64,644
Octubre	88,538	10,167	51,068	76,536	44,639	42,298	49,588	43,229	82,844	39,215
Noviembre	22,056	14,216	33,073	54,895	20,388	24,872	37,184	13,892	10,910	19,519
Diciembre	9,220	33,877	19,096	29,916	29,763	18,737	11,252	15,599	13,004	5,790
<b>ANUAL</b>	<b>375,604</b>	<b>332,472</b>	<b>436,542</b>	<b>682,838</b>	<b>423,817</b>	<b>486,303</b>	<b>529,076</b>	<b>459,551</b>	<b>520,220</b>	<b>380,981</b>

Tabla II.2- 3 Volúmenes registrados en la estación Conejos (continuación) ( $m^3 \times 10^3$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	6,842	33,569	14,834	24,779	59,795	9,166	43,673	25,656	31,590	-
Febrero	4,971	16,927	23,362	13,051	48,804	6,874	3,722	41,995	13,098	4,991
Marzo	22,284	3,787	6,718	6,561	14,359	3,112	5,589	4,262	4,515	7,303
Abril	9,048	8,499	12,941	9,442	18,685	13,828	21,259	2,366	8,260	-
Mayo	13,149	25,937	30,743	19,451	83,790	8,413	11,235	31,935	13,972	-
Junio	35,171	44,575	31,417	117,538	86,410	45,664	63,839	50,470	35,427	-
Julio	52,008	55,981	104,668	235,868	47,689	131,256	67,968	89,044	39,671	-
Agosto	60,486	70,063	99,987	63,892	90,918	48,205	87,083	144,817	69,457	-
Septiembre	128,697	88,451	135,195	77,578	115,374	125,347	112,704	91,368	170,240	-
Octubre	26,561	22,698	32,794	136,110	217,255	77,665	87,528	35,533	80,247	-
Noviembre	8,851	15,976	20,181	59,753	124,963	32,560	28,160	49,404	-	-
Diciembre	19,012	10,105	13,500	35,997	11,780	13,833	29,758	34,937	-	-
<b>ANUAL</b>	<b>387,080</b>	<b>393,538</b>	<b>526,340</b>	<b>800,020</b>	<b>919,822</b>	<b>515,923</b>	<b>562,518</b>	<b>601,787</b>	<b>483,477</b>	<b>12,294</b>

Tabla II.2- 4 Volúmenes registrados en la estación Canal El Salto ( $m^3 \times 10^3$ )

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Enero	124	S	740	5,576	S	210	513	8,317	S	S
Febrero	145	I	304	2,063	I	5	158	4,935	I	I
Marzo	4,281	N	134	2,516	N	48	0	0	N	N
Abril	20,291		2,395	1,225		0	91	0		
Mayo	17,360	D	2,238	1,420	D	139	741	0	D	D
Junio	6,367	A	2,552	5,604	A	1,454	5,189	7,053	A	A
Julio	6,961	T	2,451	5,325	T	16,879	3,993	10,169	T	T
Agosto	15,763	O	14,128	1,266	O	8,731	13,416	1,413	O	O
Septiembre	11,371	S	6,705	3,847	S	3,203	0	75	S	S
Octubre	9,048		4,441	10		6,054	731	0		
Noviembre	0		350	0		1,637	4,973	0		
Diciembre	390		1,315	0		835	8,516	0		
<b>ANUAL</b>	<b>92,101</b>		<b>37,753</b>	<b>28,852</b>		<b>39,195</b>	<b>38,321</b>	<b>31,962</b>		

Tabla II.2-1 Volúmenes registrados en la estación Huehuetoca ( $m^3 \times 10^6$ )

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Enero	322	1,004	929	803	1,319	0	483	7,113	63	8,236
Febrero	232	802	430	1,460	0	0	251	1,481	247	8,990
Marzo	1,401	476	239	2,567	0	221	260	1,299	0	8,388
Abril	553	743	3,714	1,244	388	201	395	4,763	1,799	4,806
Mayo	624	613	3,848	1,466	4,006	231	629	4,338	4,299	4,617
Junio	7,464	4,921	2,708	15,805	5,167	1,405	4,837	18,335	16,406	9,249
Julio	7,802	8,687	3,133	44,152	10,181	30,242	17,776	26,599	10,506	7,898
Agosto	16,461	31,851	14,450	32,203	3,036	16,776	17,224	19,370	17,480	10,939
Septiembre	11,406	45,453	15,176	21,719	637	17,957	84,228	9,925	4020	6,546
Octubre	32,181	800	4,912	9,788	2,955	9,178	9,178	4,439	7,964	3,426
Noviembre	3,547	153	1,524	7,461	1,161	3,900	6,539	182	3,532	0
Diciembre	479	824	1,640	551	0	1,158	7,871	0	6,562	0
<b>ANUAL</b>	<b>82,472</b>	<b>98,327</b>	<b>52,703</b>	<b>139,219</b>	<b>28,850</b>	<b>81,269</b>	<b>149,671</b>	<b>97,844</b>	<b>72,878</b>	<b>73,095</b>

Tabla II.2-1 Volúmenes registrados en la estación Huehuetoca (Continuación) ( $m^3 \times 10^6$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	371	1,550	S	-	5,823	-	0	0	0	0
Febrero	154	242	I	-	7,513	0	0	0	0	0
Marzo	1,415	0	N	-	5,041	-	0	0	0	0
Abril	364	0		1,358	10,117	0	0	0	0	1,241
Mayo	1,599	149	D	4,561	15,283	977	0	6,071	0	1,699
Junio	7,372	5,629	A	19,197	13,109	11,502	9,364	4,529	3,411	6,963
Julio	14,841	6,857	T	47,710	8,644	29,299	21,849	12,297	8,021	14,993
Agosto	12,861	5,330	O	11,809	21,872	3,943	12,149	42,074	4658	11,341
Septiembre	32,271	2,355	S	1,582	19,313	11,211	12,372	35	76	8,268
Octubre	4,181	2,059		10,562	72,062	836	0	0	7,620	2,530
Noviembre	0	1,573		2,204	7,589	0	0	0	0	0
Diciembre	0	1,296		4	85	-	0	0	0	0
<b>ANUAL</b>	<b>75,429</b>	<b>27,040</b>		<b>98,987</b>	<b>188,451</b>	<b>57,768</b>	<b>55,734</b>	<b>65,003</b>	<b>23,786</b>	<b>47,035</b>

Tabla II.2-2 Volúmenes registrados en la estación El Salto ( $m^3 \times 10^6$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	S	S	S	1,942	11,428	2,200	1,919	3,055	773	3,910
Febrero	I	I	I	1,948	13,957	3,868	915	3,483	1,222	2,766
Marzo	N	N	N	687	6,564	1,066	267	2,507	682	3,214
Abril				2,122	8,868	443	4,009	1,030	1,059	5,387
Mayo	D	D	D	8,330	17,918	2,833	2,127	7,516	4,518	8,293
Junio	A	A	A	21,750	16,227	6,511	10,223	6,590	4,767	10,880
Julio	T	T	T	71,644	14,119	22,460	19,257	18,050	13,290	19,813
Agosto	O	O	O	26,332	25,059	7,090	22,272	43,446	15,142	9,972
Septiembre	S	S	S	6,680	19,284	15,512	19,334	7,363	13065	9,706
Octubre				13,134	68,851	11,825	10,702	7,224	9,405	5,878
Noviembre				9,037	20,367	1,090	3,645	3,392	5,331	755
Diciembre				6,479	4,352	1,237	2,961	3,349	2,981	330
<b>ANUAL</b>				<b>170,085</b>	<b>226,994</b>	<b>76,135</b>	<b>97,631</b>	<b>107,005</b>	<b>72,235</b>	<b>80,904</b>



Tabla II.2- 5 Volúmenes registrados en la estación Canal Emisor Requena ( $m^3 \times 10^3$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	S	S	S	32,548	4,453	65,177	44,014	S	38,746	50,206
Febrero	I	I	I	20,596	12,903	52,819	64,645	I	53,800	50,286
Marzo	N	N	N	24,359	34,231	35,256	39,138	N	61,071	65,913
Abril				38,749	35,217	47,578	56,274		53,617	27,565
Mayo	D	D	D	76,883	20,630	95,357	45,668	D	55,367	55,823
Junio	A	A	A	68,354	38,699	84,329	64,668	A	67,716	88,113
Julio	T	T	T	34,413	99,950	49,393	64,276	T	80,358	97,990
Agosto	O	O	O	96,449	104,718	120,489	57,840	O	84250	97,215
Septiembre	S	S	S	64,877	75,703	45,930	39,008	S	26037	96,257
Octubre				27,823	42,930	34,417	30,723		59,373	65,497
Noviembre				26,854	17,795	37,689	54,669		57,059	67,065
Diciembre				17,288	84,851	52,994	50,112		60,045	51,884
<b>ANUAL</b>				<b>529,193</b>	<b>572,080</b>	<b>721,428</b>	<b>611,035</b>		<b>697,439</b>	<b>813,814</b>

Tabla II.2- 6 Volúmenes registrados en la estación Canal Nuevo ( $m^3 \times 10^3$ )

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Enero	55,984	55,336	35,229	29,801	45,525	31,921	22,759	45,160	74,898	63,660
Febrero	51,076	51,631	30,402	32,693	37,761	27,946	26,765	46,720	59,484	56,771
Marzo	55,041	52,277	37,372	38,042	41,538	31,089	32,803	56,559	69,715	41,635
Abril	52,275	50,758	37,642	72,436	40,311	33,855	28,709	55,564	49,183	34,084
Mayo	49,040	48,725	43,214	50,727	40,150	32,918	32,459	14,678	17,361	29,757
Junio	58,720	50,798	44,048	60,914	37,303	27,198	39,225	26,247	19,725	29,274
Julio	59,674	54,480	44,432	63,146	45,175	25,710	42,561	22,950	10,839	28,113
Agosto	60,338	65,198	46,257	49,423	42,242	32,092	38,637	12,745	318	35,634
Septiembre	53,743	62,890	42,027	43,555	38,968	31,534	37,165	17,196	104	25,653
Octubre	67,071	56,576	46,890	41,061	26,640	24,305	38,830	18,716	14,532	25,975
Noviembre	59,972	56,501	43,927	41,795	33,595	21,821	42,385	30,404	61,181	41,960
Diciembre	59,862	46,348	31,856	44,616	34,831	7,817	48,397	52,130	67,123	40,208
<b>ANUAL</b>	<b>682,796</b>	<b>651,518</b>	<b>483,293</b>	<b>568,209</b>	<b>464,039</b>	<b>328,203</b>	<b>430,695</b>	<b>399,069</b>	<b>444,463</b>	<b>452,724</b>

Tabla II.2- 6 Volúmenes registrados en la estación Canal Nuevo (Continuación) ( $m^3 \times 10^3$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	47,954	31,850	38,758	23,942	34,689	12,792	6,260	S	S	S
Febrero	57,230	27,060	36,760	21,541	28,823	12,589	6,910	I	I	I
Marzo	55,504	33,149	42,974	32,124	31,350	21,049	8,197	N	N	N
Abril	41,888	28,813	35,740	23,473	23,541	17,064	8,311			
Mayo	26,358	28,724	27,877	12,189	16,275	4,013	8,742	D	D	D
Junio	25,244	15,652	10,295	9,193	9,831	3,442	13,156	A	A	A
Julio	25,507	19,769	13,876	22,984	6,791	21,464	29,453	T	T	T
Agosto	24,912	19,374	12,560	13,511	9,006	11,057	51,830	O	O	O
Septiembre	25,512	17,722	12,235	9,959	4,646	12,367	57,590	S	S	S
Octubre	18,615	15,307	7,462	10,963	16,148	12,088	-			
Noviembre	23,308	22,524	12,555	17,089	15,692	11,698	-			
Diciembre	27,676	27,510	19,324	28,890	10,971	12,088	-			
<b>ANUAL</b>	<b>399,708</b>	<b>287,454</b>	<b>270,416</b>	<b>225,858</b>	<b>207,763</b>	<b>151,711</b>				

Tabla III.2- 7 Volúmenes registrados en la estación Tajo de Tequixquiac ( $m^3 \times 10^6$ )

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Enero	S	S	S	S	25,057	22,402	45,701	-	6,142	11,012
Febrero	I	I	I	I	22,616	14,730	22,725	-	8,379	11,253
Marzo	N	N	N	N	16,600	21,038	25,971	-	4,470	31,263
Abril					19,320	15,429	18,117	-	7,275	27,456
Mayo	D	D	D	D	23,600	12,498	13,252	18,537	9,330	17,340
Junio	A	A	A	A	24,142	16,068	8,651	19,650	20,260	13,666
Julio	T	T	T	T	26,852	27,682	13,314	16,532	33,123	15,184
Agosto	O	O	O	O	22,384	24,300	15,701	22,271	39,920	8,271
Septiembre	S	S	S	S	16,362	22,770	17,281	14,028	32,769	13,332
Octubre					24,425	25,273	10,604	23,227	26,197	26,195
Noviembre					15,925	21,031	15,633	43,964	23,201	33,279
Diciembre					19,522	52,264	21,596	22,039	14,341	41,822
<b>ANUAL</b>					<b>256,805</b>	<b>275,485</b>	<b>228,546</b>	<b>180,248</b>	<b>225,407</b>	<b>250,073</b>

Tabla III.2- 7 (Cont.) Volúmenes registrados en la estación Tajo de Tequixquiac ( $m^3 \times 10^6$ )

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Enero	34,497	41,479	36,125	16,620	25,881	10,702	19,218	15,386	26,675	22,160
Febrero	19,136	38,785	19,397	26,805	26,275	21,812	11,097	21,005	17,365	20,245
Marzo	24,849	31,344	22,254	22,565	22,500	34,027	8,852	32,100	16,880	-
Abril	20,079	28,309	25,937	19,816	23,541	21,642	27,522	25,215	15,939	-
Mayo	13,182	9,146	15,268	9,056	22,093	4,710	29,245	-	12,811	6,851
Junio	15,530	11,465	9,950	14,141	17,629	7,848	39,608	21,800	10,665	11,414
Julio	56,295	12,200	12,778	17,516	11,158	19,927	28,361	17,572	12,661	19,724
Agosto	10,116	13,619	10,179	13,383	25,674	5,396	9,402	7,135	16,474	15,810
Septiembre	10,544	18,617	13,147	14,725	27,078	15,916	6,626	5,732	26,016	15,317
Octubre	10,959	19,128	18,228	19,249	19,864	30,503	17,981	5,442	13,315	9,626
Noviembre	40,519	41,198	30,983	23,827	16,439	26,707	17,210	8,687	13,049	4,514
Diciembre	54,980	50,912	25,411	23,855	13,337	18,099	14,026	-	16,709	9,526
<b>ANUAL</b>	<b>310,686</b>	<b>316,202</b>	<b>239,657</b>	<b>221,558</b>	<b>251,469</b>	<b>217,289</b>	<b>229,148</b>		<b>198,559</b>	

Tabla II.2- 8 Promedio de los gastos registrados en las estaciones hidrométricas. ( $m^3 \times 10^6$ )

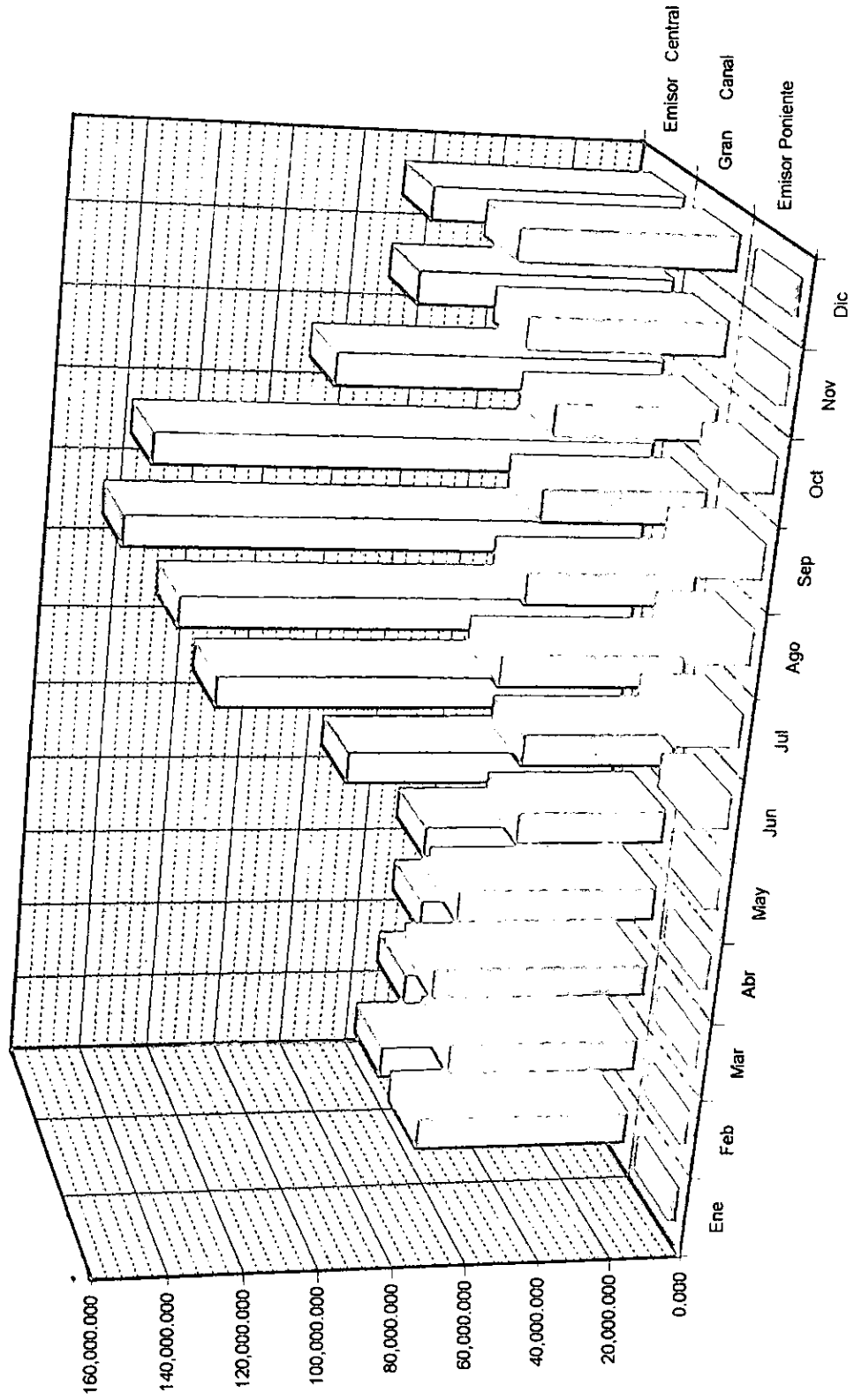
	A Huehuetoca	B El Salto	C Conejos	D Requena	E Canal El Salto	F Tajo de T.	G Túnel Nuevo
Ene	1,566.743	3,603.857	23,813.506	39,190.667	2,580.000	23,468.550	37,031.150
Feb	1,188.963	4,022.714	16,191.450	42,508.167	1,268.333	19,066.400	34,699.093
Mar	1,203.693	2,141.000	10,807.600	43,328.000	1,163.167	21,899.256	38,828.336
Abr	1,584.300	3,274.000	13,165.350	43,166.667	3,428.857	20,315.256	35,514.421
May	2,919.050	7,362.143	26,616.644	58,288.000	3,649.667	14,677.639	26,821.307
Jun	8,819.072	10,992.571	59,252.722	68,646.500	4,703.167	16,538.917	25,873.529
Jul	17,488.300	25,519.000	83,516.028	71,063.333	7,629.667	21,466.850	29,842.857
Ago	15,991.556	21,330.429	73,836.872	93,493.500	9,119.500	17,429.983	29,304.914
Sep	15,713.517	12,992.000	94,679.950	57,968.667	4,200.167	17,397.733	27,643.964
Oct	9,233.550	18,145.571	66,205.600	43,460.500	2,897.714	19,541.500	24,745.050
Nov	1,968.250	6,231.000	33,790.750	43,521.833	994.286	23,909.400	30,249.217
Dic	1,031.194	3,098.429	19,870.325	52,862.333	1,579.429	26,901.722	32,197.650

Tabla II.2- 9 Volúmenes de agua que salen de la Cuenca del Valle de México ( $m^3 \times 10^9$ )

	(A) Emisor Poniente	(F+G) Gran Canal	(C-B+D) Emisor Central	TOTAL
Ene	1,566.743	60,499.700	59,400.315	121,466.758
Feb	1,188.963	53,765.493	54,676.902	109,631.358
Mar	1,203.693	60,727.591	51,994.600	113,925.884
Abr	1,584.300	55,829.677	53,058.017	110,471.994
May	2,919.050	41,498.946	77,542.502	121,960.498
Jun	8,819.072	42,412.445	116,906.651	168,138.168
Jul	17,488.300	51,309.707	129,060.361	197,858.368
Ago	15,991.556	46,734.898	145,999.944	208,726.397
Sep	15,713.517	45,041.698	139,656.617	200,411.831
Oct	9,233.550	44,286.550	91,520.529	145,040.629
Nov	1,968.250	54,158.617	71,081.583	127,208.450
Dic	1,031.194	59,099.372	69,634.230	129,764.796
<b>TOTAL</b>	<b>78,708.187</b>	<b>616,366.698</b>	<b>1,030,532.250</b>	

**Volumen Total ( $m^3 \times 10^9$ ) 1,754,605.130**

Gráfica II.2-10 Volúmenes de salida de la Cuenca del Vaite de México ( $m^3 \times 10^6$ )



# CAPÍTULO IV

## Balance hidrológico - hidráulico.

### IV.1.- Situación actual.

Para realizar el balance en la situación actual se hicieron las siguientes consideraciones:

1.- Las fugas en la red de distribución de agua potable son del 27.5% en el D.F., 40% en el Estado de México, y 30% en el Estado de Tlaxcala e Hidalgo del abastecimiento de agua para cada entidad.

2.- Las pérdidas en el uso del agua se consideraron del 10% en uso público, y 5% en el Industrial, mientras que el 100% del agua que se utiliza con fines agrícolas se consideró que regresa al ciclo en forma de evaporación o de infiltración.

3.- En los cuerpos de agua, se infiltran cuatro millones de metros cúbicos.

4.- Las presas de regulación se llenan a toda su capacidad dos veces al año, mientras que las presas con fines de riego abastecen todo su volumen al Distrito La Concepción y a distintas Unidades de Riego ubicadas en la Cuenca.

5.- La infiltración por lluvia al acuífero es de 826 millones de m<sup>3(1)</sup>.

6.- Los datos restantes se pueden consultar en el *Capítulo III*.

Con los datos que se tienen de abastecimiento de agua potable, tratamiento y reuso, se obtuvo el volumen de agua residual que sale

del ciclo hidráulico, mismo que se resta al volumen total de abastecimiento de agua potable, la diferencia resultante es la pérdida dentro de dicho ciclo. Una vez que se obtiene esta pérdida, se hacen distintas iteraciones de los volúmenes que se evaporan dentro del ciclo hidráulico (varían los porcentajes que se evaporan de las pérdidas en la red de distribución) hasta que concuerdan con las pérdidas obtenidas anteriormente. De la salida del ciclo hidráulico se obtiene, por diferencia, la aportación del drenaje pluvial, con lo que se obtiene el volumen de precipitación que se convierte en escurrimiento superficial. Una vez que se ha obtenido este valor, se puede obtener la evapotranspiración de la lluvia. La sobreexplotación del acuífero se obtiene al restar a la extracción total el valor de la recarga total; la sobreexplotación se considera como un volumen de entrada al ciclo general.

Ahora bien, para corroborar el balance se suman todas las entradas (sobreexplotación, importación y precipitación) y se le restan las salidas del ciclo (evaporación y exportación), este resultado debe ser igual a cero, ya que todo lo que entra es igual a todo lo que sale; al efectuar la igualdad, se obtiene que 10 millones no salen del ciclo, por lo cual se asume que esos 10 millones de metros cúbicos se transforman en un almacenamiento en presas. La obtención del balance se muestra en la *Tabla IV.1-1* y su correspondiente diagrama en la *Figura IV.1-2*

<sup>1</sup> Cfr Capítulo II.

Tabla V.1. Balance hidrológico hidráulico. Año 1997

Entradas	Salidas	Pérdidas
Precipitación. 6,392	Drenaje 1,755	5,253
Cutzamala 433		
Lerma 183		
<b>Total 7,008</b>	<b>1,755</b>	<b>5,253</b>

Obtención de las pérdidas según el uso  
Abastecimiento de agua potable

Fuente	Volumen
Subterránea	1,489
Superficial	116
Importación	616
<b>Total</b>	<b>2,221</b>

Uso	Volumen
Agrícola	174
Industrial	130
A redes	1,185
Agrícola	50
A redes	66
A redes	616

Vol. total por uso	
Agrícola	224
Industrial	130
A redes	1,867

Estimación de fugas en la red

Entidad	Porcentaje de fugas	Volumen abastecido	Fugas	Abasto final	% Infiltración	Evaporación	Infiltración
Distrito Federal	27.5%	1,104	303	800	8%	279	24
Edo. de México	40%	687	275	412	8%	253	22
Hidalgo	30%	66	20	46	0%	20	0
Tlaxcala	30%	4	1	3	0%	1	0
<b>Total</b>		<b>1,861</b>	<b>599</b>	<b>1,262</b>		<b>553</b>	<b>46</b>

Almacenamiento en presas y lagunas de regulación

Riego	86
Regulación	27
Abrevadero	3
<b>Total</b>	<b>116</b>

Riego con aguas negras

34

Tratamiento

Tipo	Vol	Uso del efluente			
		Agrícola	Recarga del acuífero	Reuso	Potabilización Descarga
Público	194	26	19	149	0
Industrial	25			9	0
<b>Total</b>	<b>219</b>				<b>16</b>

Pérdidas en usos

Uso	Abast. total	Retorno	% Infiltración	Evaporación	Infiltración
Agrícola	370	100%	3%	359	11
Industrial	139	5%	0%	7	0
Público	1,411	10%	0%	275	0
<b>Total</b>				<b>641</b>	<b>11</b>

Total salida alcantarillado sanitario: 1,031

Salida drenaje pluvial: 724

Infiltración

Infiltración por usos	57
Infiltración por lluvia	825
Infiltración en almacenamientos	4
Infiltración artificial	19
<b>TOTAL</b>	<b>905</b>

Retornos a la atmósfera

Retorno por usos 1,194

**TOTAL 1,194**

Sobrexplotación del acuífero. 584

Entradas totales	7,592
Salidas	1,755
Evaporación	1,194
Evapotranspiración	4,637
Escurrimiento superficial	930

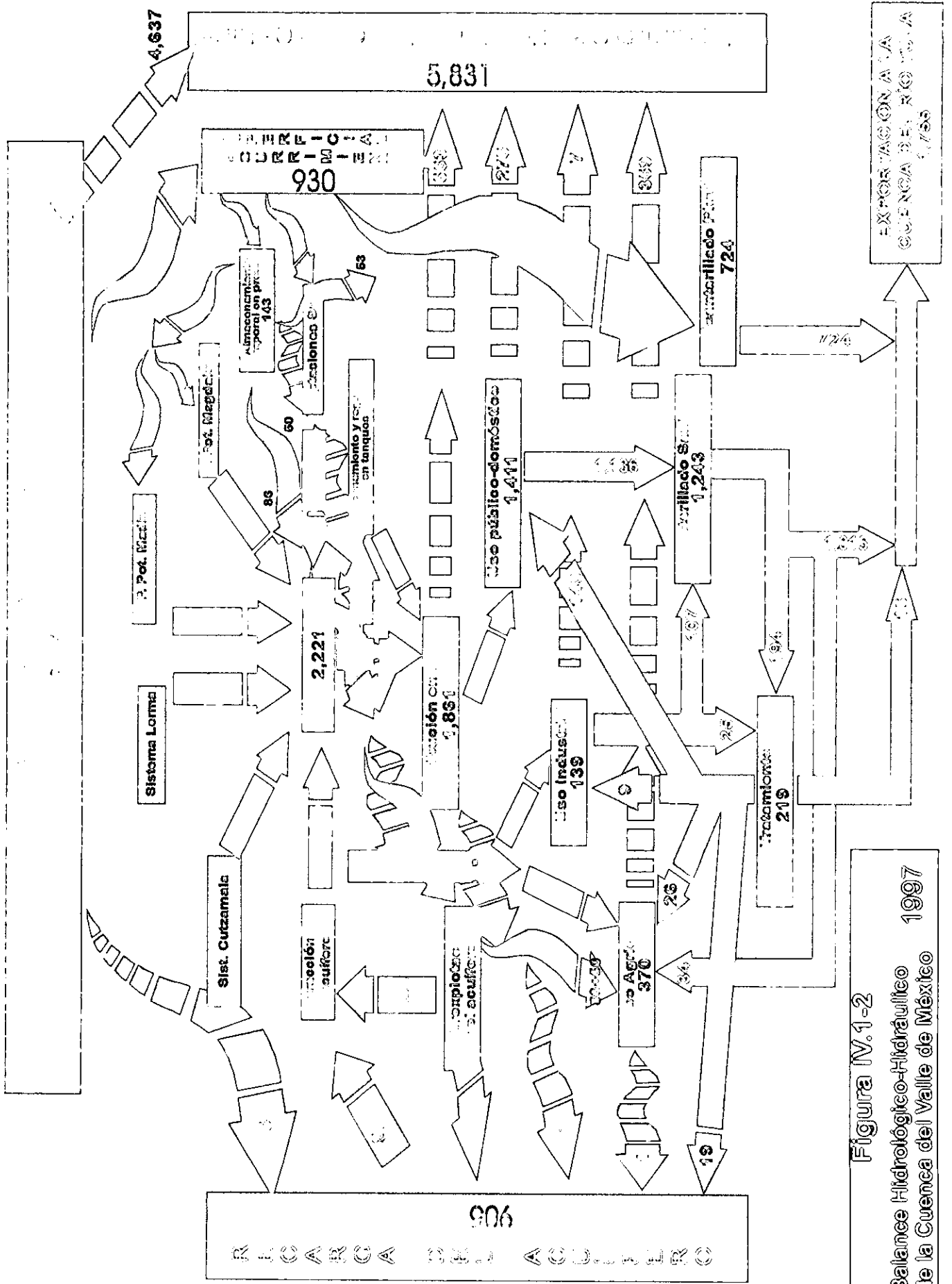


Figura IV.1-2  
 Balance Hidrológico-Hidráulico  
 de la Cuenca del Valle de México 1997

## IV.2.- Situación futura.

### IV.2.1.- Presas y lagunas de regulación.

El plan maestro de drenaje de la ZMCM planea el mantenimiento de dos almacenamientos, así como la construcción de siete más, para aumentar la capacidad de regulación en la Cuenca, tal y como se muestra a continuación:

1. **Presa Magdalena.** Su objetivo es regular los escurrimientos del río Magdalena durante la temporada de lluvias, así como apoyar el caudal destinado a la planta potabilizadora Río Magdalena, durante la época de estiaje. La capacidad total de esta presa es de 162,000 m<sup>3</sup>.

2. **Presa Eslava.** Su propósito es controlar las avenidas del río Eslava, afluente del río Magdalena, apoyando la regulación de la presa Anzaldo. La capacidad de esta presa es de 344,000 m<sup>3</sup>.

3. **Laguna de regulación Amecameca.** Se localizará en la margen izquierda del río Amecameca y regulará sus escurrimientos. Después de regularizar la avenida, los escurrimientos regresarán al río, aguas abajo. Su capacidad será de 375,000 m<sup>3</sup>.

4. **Laguna de regulación El Fusible.** Se localiza entre los brazos derecho e izquierdo en la descarga del río Churubusco. Se conectará a estos conductos mediante dos canales, con lo cual se integrará al sistema de lagos, incrementando la capacidad de regulación de la zona. La laguna tendrá una capacidad de 600,000 m<sup>3</sup>.

5. **Laguna de regulación Casa Colorada.** Se localiza en los terrenos del antiguo lago de Texcoco, en la margen derecha del Dren General del Valle. Esta laguna recibirá, mediante bombeo, las aguas que transitan por el Dren General, con posibilidad de recibir también las que conduzca el río de Los Remedios, antes de ser enviadas hacia la planta de tratamiento que se ubicará cerca del evaporador solar "El Caracol". Tendrá una capacidad de 5,000,000 m<sup>3</sup>, que se integrarán al sistema de lagos existentes en la zona.

6. **Laguna de regulación Cuautzontle.** Captará parte de los escurrimientos de la cuenca alta del río San Buenaventura, incorporándose al mismo mediante un canal de desvío. El vaso

tendrá el propósito adicional de recargar el manto subterráneo. Se considera que el vaso dispondrá de una capacidad de 3'000,000 m<sup>3</sup>.

7. **Laguna de regulación Tlapacoya.** Se localiza en el estado de México, sobre la margen izquierda del río de La Compañía, antes del cruce con la carretera federal México - Puebla. Regulará los escurrimientos en exceso del río con una capacidad de 3,450,000 m<sup>3</sup>, para regresarlos nuevamente al río aguas abajo.

8. **Laguna de regulación Tláhuac (Xico).** El objetivo de este vaso es regular las avenidas de los ríos Amecameca y los producidos en la zona de Xico. Los escurrimientos del río serán captados por un canal, mientras que los de la zona de Xico serán captados mediante la planta de bombeo de Tláhuac. La laguna tendrá una capacidad de 2,650,000 m<sup>3</sup>.

9. **Laguna de regulación San Francisco.** Este vaso regulará los escurrimientos que circulan por el río San Francisco antes de su confluencia con el río Miraflores. Una vez regulada la avenida, ésta podrá ser descargada al río Miraflores o bien ser conducida a la laguna de Tlapacoya. Tendrá una capacidad de 990,000 m<sup>3</sup>, mejorando la capacidad de regulación del río de La Compañía.

Al realizar el desazolve de las dos primeras presas y al construir las lagunas de regulación mencionadas anteriormente, se tendrá una capacidad adicional de regulación de 16.571 millones de m<sup>3</sup>, que sumada a la capacidad actual de regulación, da un total de 50.811 millones de m<sup>3</sup>.

### IV.2.2.- Tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo al plan de Saneamiento del Valle de México, se instalarán cuatro grandes plantas de tratamiento:

**Planta Texcoco Norte:** Se ubicará al norte del exlago de Texcoco, con una capacidad de tratamiento de 44 m<sup>3</sup>/s y tratará las aguas del Gran Canal y del Dren General del Valle, así como afluentes de algunos municipios de la zona.

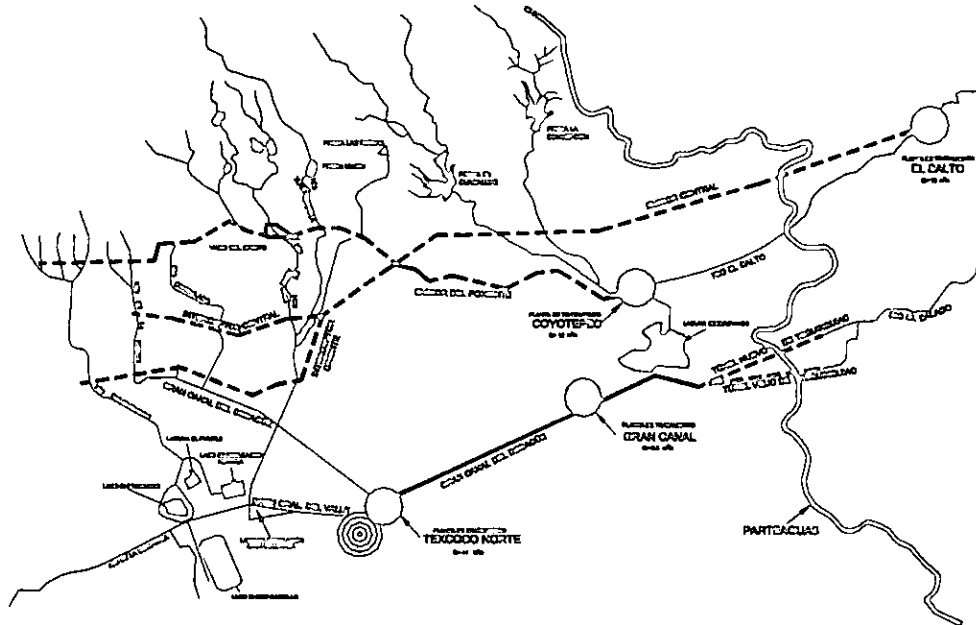


**Planta Coyotepec:** Se encontrará a la salida del Emisor Poniente, con una capacidad de 15 m<sup>3</sup>/s.

**Planta El Salto:** Se ubicará en el río del mismo nombre a la salida del Emisor Central del Sistema de Drenaje Profundo y tendrá una capacidad de 15 m<sup>3</sup>/s.

**Planta Gran Canal o Nextlalpan:** Se ubicará en el Estado de México, en el municipio del mismo nombre y podrá tratar 0.5 m<sup>3</sup>/s, descargando hacia la Laguna de Zumpango o al Gran Canal del Desagüe.

Las plantas mencionadas se ubicarán en la Cuenca como se muestra en la *Figura IV.2-3*.



**Figura IV.2-3** Plantas de tratamiento propuestas por el programa para el saneamiento del Valle de México

En las plantas de tratamiento existentes en el Distrito Federal, se espera un tratamiento de 346 millones de metros cúbicos<sup>(2)</sup>, mientras que para el resto de la Cuenca se supuso que todas las plantas existentes funcionarán al 80% de su capacidad, considerando ampliaciones en las mismas o bien, la construcción de nuevas plantas, con lo cual se espera que en la Cuenca y el Distrito Federal se traten 409 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 102.49<sup>(3)</sup> millones se utilizarán para recarga del acuífero, y 26 para riego agrícola metropolitano.

#### IV.2.3.- Abastecimiento de agua potable.

De acuerdo al Plan Maestro de Agua Potable<sup>(4)</sup>, se espera una reducción del agua que

actualmente se extrae del acuífero, estimada en 11 m<sup>3</sup>/s, así como la repotabilización de 63.072 millones de m<sup>3</sup> (2 m<sup>3</sup>/s) de agua tratada.

En lo concerniente a las fugas, en el Distrito Federal, mediante el programa RECUPERA, se espera recuperar un gasto de 4.2 m<sup>3</sup>/s, que representa una disminución del 12% del volumen que se perdió por fugas en 1997. Para el balance se consideró que se recuperará el 10% del volumen mencionado.

Se espera que el Sistema Cutzamala aporte 24 m<sup>3</sup>/s al finalizarse su cuarta etapa, mientras que el Lerma aportará 4 m<sup>3</sup>/s.

<sup>2</sup> Tecnoadecuación ambiental. Tabla contenida en el Estudio para la Cuantificación de los recursos hidrológico-hidráulicos en la Cuenca del Valle de México.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> DGCOH, *Op Cit*.

#### IV.2.4.- Precipitación.

Se considera que la precipitación se mantendrá igual, mientras que el volumen de ésta que se infiltra al subsuelo se verá disminuido, debido a que la superficie ocupada por los asentamientos humanos seguirá aumentando, por lo cual también el escurrimiento superficial aumentará. Se hizo la suposición de que el escurrimiento superficial aumentó un 10%.

La forma de realizar el balance fue similar a la que se utilizó para el balance correspondiente al año de 1997, variando los porcentajes en las fugas y otros factores, expuestos en los puntos anteriores.

El balance correspondiente al año de 2010 se presenta en la *Tabla IV.2-4*, mismo que se presenta en forma de diagrama en la *Figura IV.2-5*.

Tabla N 2-4 Balance hidrológico hidráulico 2010

Entradas	Salidas	Pérdidas
Precipitación.	6,392	Drenaje ? ?
Cutzamala	756	
Lehma	126	
<b>Total</b>	<b>7,274</b>	<b>0 0</b>

Obtención de las pérdidas según el uso  
Abastecimiento de agua potable

Fuente	Volumen
Subterránea	1,142
Superficial	116
Importación	882

Uso	Volumen
Agrícola	174
Industrial	130
A redes	838
Agrícola	50
A redes	66
A redes	616

Vol. total por uso	
Agrícola	224
Industrial	130
A redes	1,786

Total 2,140

Estimación de fugas en la red

Entidad	Porcentaje de fugas	Volumen abastecido	Fugas	Abasto final	% Infiltración	Evaporación	Infiltración
Distrito Federal	17.5%	1,028	180	848	5%	171	9
Edo. de México	30%	687	206	481	5%	196	10
Hidalgo	20%	66	13	53	0%	13	0
Tlaxcala	20%	4	1	4	0%	1	0
<b>Total</b>		<b>1,786</b>	<b>400</b>	<b>1,386</b>		<b>381</b>	<b>19</b>

Almacenamiento en presas

y lagunas de regulación

Riego	86
Regulación	51
Abrevadero	3
<b>Total</b>	<b>140</b>

Tratamiento

Tipo	Vol	Uso del efluente				
		Agrícola	Recarga del acuífero	Reuso	Potabilización	Descarga
Público	380	60	102	155	63	
Industrial	25			9	0	16
<b>Total</b>	<b>405</b>					

Pérdidas en usos

Uso	Abast. total	Retorno	% Infiltración	Evaporación	Infiltración
Agrícola	370	100%	3%	359	11
Industrial	139	5%	0%	7	0
Público	1,604	10%	0%	300	0
<b>Total</b>				<b>666</b>	<b>11</b>

Total salida alcantarillado sanitario: 1,047

Salida drenaje pluvial

Infiltración

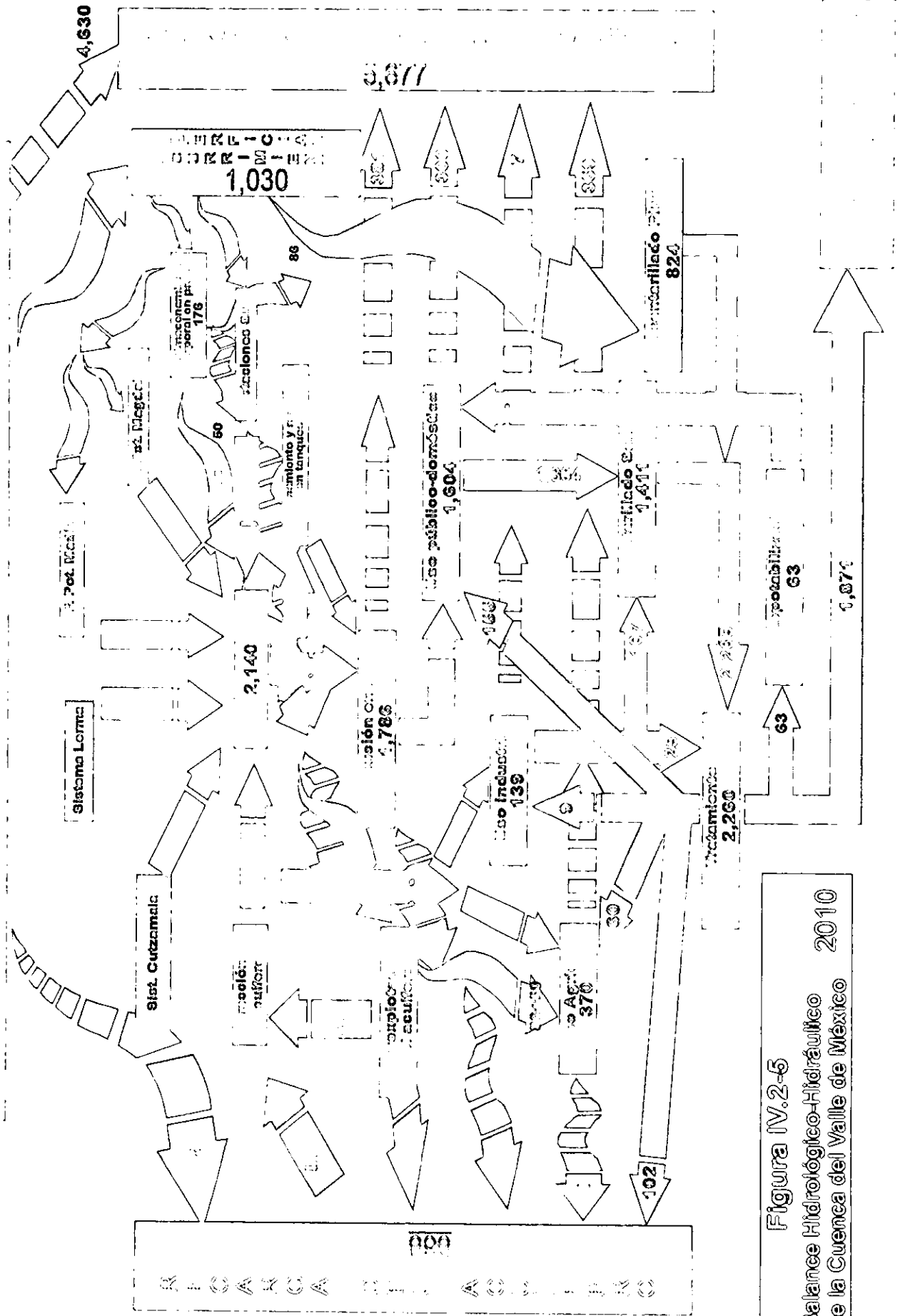
Infiltración por usos	30
Infiltración por lluvia	732
Infiltración en almacenamientos	4
Infiltración artificial	102
<b>TOTAL</b>	<b>868</b>

Retornos a la atmósfera

Retorno por usos	1,047
<b>TOTAL</b>	<b>1047</b>

Sobreexplotación del acuífero. 274

Tot. entradas	7,548
Tot. EvTrans.	4,630
Tot. Evap.	1,047
Al. Sanitario	1,047
Al. pluvial	824



**Figura IV.2-6**  
**Balance Hidrológico-Hidráulico 2010**  
**de la Cuenca del Valle de México**

# Capítulo V

## Conclusiones

De acuerdo a los balances realizados en el capítulo anterior, se pueden hacer las siguientes conclusiones:

- Del agua que se abastecía a la Cuenca en 1997, el 67% provenía de fuentes subterráneas, el 28% se importaba de otras cuencas y el 5% provenía de fuentes superficiales.
- En 1997, la ciudad de México extrajo del subsuelo el 57% del agua que utilizó. El sistema Lerma contribuyó con el 13% y el Cutzamala con el 27%. Las fuentes superficiales únicamente proporcionaron el 3% del abastecimiento a la ciudad.
- La parte del Estado de México que se encuentra en la Cuenca obtuvo del subsuelo el 82% de su consumo, el Sistema Lerma aportó el 3% y el Cutzamala el 14%. Las fuentes superficiales únicamente aportaron el 1%
- Los municipios del Estado de Hidalgo que se ubican en la Cuenca obtuvieron el 39% del agua que utilizaron en 1997 de fuentes subterráneas, mientras que las fuentes superficiales aportaron el 61% restante.
- La parte de la Cuenca correspondiente al estado de Tlaxcala extrajo del subsuelo el 82% del agua que utilizó en 1997. El 18% restante lo suministraron las fuentes superficiales.
- Del abastecimiento total de la Cuenca para el año 2010, se espera que las fuentes subterráneas suministren el 51.7%, el sistema Lerma el 5.8%, el Sistema Cutzamala 34.3%, las fuentes superficiales el 5.4% y la repotabilización de aguas residuales el 2.8%.
- Para el año de 1997, se presentaba una dotación diaria por habitante como se muestra en la *Tabla V-1*:

Tabla V-1. Dotación diaria por habitante en la Cuenca

Entidad	Gasto (m <sup>3</sup> /s)	Población <sup>1</sup>	Dotación (l/hab/día)
D.F.	25.36	8,573,700	255.56
Edo. de México	13.06	9,078,314	124.29
Hidalgo	1.45	507,063	247.06
Tlaxcala	0.099	80,128	107.61

NOTA: En los gastos mostrados ya se restaron las pérdidas por fugas en la red.

<sup>1</sup> CATIC; *Op Cit*, Población obtenida de acuerdo al Plan Urbano del Distrito Federal, versión 1996.

- De acuerdo a las hipótesis consideradas para el balance del año 2010, en dicho año se presentarán las dotaciones mostradas en la *Tabla V-2*:

**Tabla V-2 Dotación diaria por habitante en la Cuenca para el año 2010**

Entidad	Gasto (m <sup>3</sup> /s)	Población <sup>2</sup>	Dotación (l/hab/día)
D.F.	27.01	9,206,100	253.49
Edo. de México	17.25	13,019,210	114.47
Hidalgo	1.68	740,312	196.06
Tlaxcala	0.114	116,986	84.24

NOTA: En los gastos mostrados ya se restaron las pérdidas por fugas en la red.

- Al comparar las tablas anteriores se puede observar que la dotación por habitante será ligeramente menor en el año 2010 para el Estado de México y el Distrito Federal (aproximadamente 10 y 2 litros menos por día), mientras que para los Estados de Tlaxcala e Hidalgo es mucho menor, debido a que no se contempla un crecimiento en la infraestructura de distribución o captación.
- Es importante el hacer notar que para el escenario correspondiente al año 2010, se consideró que en el uso doméstico se tiene una pérdida en su uso igual a la de 1997, situación que se puede reducir en una gran proporción mediante un uso racional del agua, con lo cual aumentaría la dotación por habitante.
- Para el acuífero, la sobreexplotación para el año de 1997 fue de 584 millones de m<sup>3</sup>, mientras que su recarga fue de 905 millones de m<sup>3</sup>, con una extracción de 1,489 millones de m<sup>3</sup>. Para el año 2010 se espera que la sobreexplotación tenga un valor de 274 millones de m<sup>3</sup> y que la recarga sea de 868 millones de m<sup>3</sup>, con una extracción de 1,142 millones de m<sup>3</sup>.
- La repotabilización de una parte del volumen tratado de aguas residuales puede y debe ser una realidad, ya que como se muestra en el balance para el año 2010 la repotabilización aporta un volumen considerable, mayor que el suministrado por las plantas potabilizadoras Magdalena y Madín.
- El plan de Saneamiento del Valle de México representará un gran mejoramiento en la calidad de las aguas que se exportan a la Cuenca del Río Tula, las cuales en gran parte son utilizadas para riego en el Distrito de Riego 03 Tula; mediante este programa se suministrará agua de calidad adecuada para este fin.
- Se requieren de fuertes inversiones para ampliar y mantener la infraestructura existente, ya que para poder lograr la situación propuesta en el balance del año 2010 se debe disminuir la extracción de agua de los acuíferos y construir grandes plantas de tratamiento, asimismo se deben disminuir las fugas en la red de distribución y ampliar el Sistema Cutzamala mediante el proyecto Temascaltepec.

<sup>2</sup> *Ibidem*

---

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Asociación Mexicana de Hidráulica, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; *El desarrollo de las presas en México*, México, 1999.
- CATIC, S.A. de C.V. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) *Estudio para la cuantificación de Recursos Hidrológico - Hidráulicos en la ZMCM*; México, 1997
- Colegio de México, El; Centro de Estudios Demográficos. *Atlas de la Ciudad de México*. Secretaría de Desarrollo Social; México, 1987
- Comisión Nacional del Agua, Boletín Hidrológico. Datos del Valle de México Números 40 al 50 México; (1987-1997)
- DEMM Consultores, S.A. de C.V, Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México; *Diagnóstico de la región XIII - Valle de México*; octubre, 1997
- Departamento del Distrito Federal, *Manual de Diseño Geotécnico. Volumen 1*; México, 1987
- Departamento del Distrito Federal. *Ciudad de México. Obras y Servicios*. Noriega editores, México, 1997
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH); *Acueducto Perimetral*, México D.F., diciembre 1996.
- Dirección general de obras hidráulicas, Centro de estudios hidrográficos; *Manual de Hidrología. Tomo dos, El Ciclo Hidrológico*; Madrid, diciembre 1972.
- HITOMEX, S. A. de C.V; Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México. *Estudio para determinar la oferta y la demanda de agua en la Cuenca del Valle de México*. México, noviembre 1996
- Instituto de Ingeniería, UNAM, DGCOH *Plan Maestro de Agua Potable 1995-2010*; México, 1995
- Instituto de Ingeniería, UNAM, DGCOH *Plan Maestro de Drenaje 1994-2010*; México, 1994
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), ERIC (Extractor rápido de información climatológica) México, 1990
- Metcalf & Eddy; *Wastewater Engineering, treatment, disposal, reuse*; Mc Graw-Hill; 3ª edición, 1991.

- Mooser Federico, *Informe sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y Zonas Colindantes*, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, Febrero 1961.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. *Ingeniería Hidráulica en México. Volumen XIV, Número 3* México D.F., 1960



---

# ANEXO A

Registros de las estaciones climatológicas  
Período 1978-1997

---

















**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL DISTRITO FEDERAL**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													577.3
1979													577.3
1980													577.3
1981													577.3
1982	0.0	3.8	12.9	45.0	45.0	74.3	112.7	50.2	22.4	8.8	0.0	0.0	302.7
1983	12.4	16.7	9.9	0.0	8.3	50.1	205.5	80.9	95.8	32.5	21.5	4.5	536.1
1984	5.7	8.8	1.5	0.0	68.0	89.8	83.7	136.8	178.2	23.7	0.0	2.0	818.0
1985	0.0	2.7	18.5	37.5	31.9	145.0	123.7	70.7	93.8	7.8	17.2	1.7	548.3
1986	0.0	0.1	0.0	21.7	45.7	113.0	65.8	132.5	53.7	29.8	8.8	0.0	468.9
1987	0.0	1.5	8.9	13.6	61.0	128.9	82.4	114.4	42.8	0.0	11.4	0.0	465.5
1988	0.0	0.7	43.4	3.2	43.2	147.5	127.2	115.4	118.8	12.2	0.0	0.0	611.6
1989	1.6	0.0	0.0	8.9	13.1	151.8	92.7	138.6	100.1	27.0	0.7	15.9	549.0
1990	9.1	11.6	18.2	59.7	95.4	63.0	209.9	142.9	135.3	52.0	0.0	0.5	787.6
1991	4.0	0.0	0.0	11.9	35.8	154.3	68.1	81.3	80.3	81.7	1.3	7.1	536.8
1992	49.5	13.4	10.1	28.2	125.9	45.2	75.3	150.3	218.1	83.0	55.1	0.3	650.4
1993	5.2	4.3	12.2	8.1	15.5	90.4	111.4	72.3	115.7	18.2	9.1	0.0	482.4
1994	1.8	0.0	0.0	22.1	94.7	112.7	105.0	120.7	112.4	54.8	6.3	20.8	651.9
1995	22.9	7.8	7.3	8.3	51.0	177.0	57.0	151.5	101.4	15.0	27.9	58.9	681.8
1996	0.0	0.0	0.0	31.0	23.3	84.9	103.0	83.7	48.0	38.0	0.0	18.5	391.5
1997	1.0	0.0	25.9	72.7	48.5	92.5	178.3	104.4	92.5	48.0	13.2	10.2	693.0

**P. Mín 383 mm      P med 577 mm      P Máx 860 mm**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													639.5
1979													639.5
1980													639.5
1981													639.5
1982	0.0	4.5	15.2	7.8	67.0	73.8	152.3	120.0	39.8	70.3	2.2	2.7	564.0
1983	14.9	2.0	1.0	0.0	30.8	97.7	269.7	96.0	79.2	3.2	5.0	1.7	801.2
1984	5.8	2.5	0.0	0.5	25.3	104.1	146.7	101.3	133.9	41.3	1.0	0.0	582.4
1985	0.0	0.0	0.3	48.6	62.7	174.8	75.3	155.8	55.2	7.1	0.5	0.0	584.3
1986	0.0	0.7	0.0	10.2	40.3	201.4	34.4	68.1	37.9	40.3	5.5	14.0	512.8
1987	0.0	3.8	5.3	23.8	54.0	112.9	139.4	106.3	294.8	0.0	9.3	0.0	746.0
1988	0.0	0.0	28.7	22.0	50.4	136.8	173.0	97.4	102.3	4.5	14.7	0.0	620.4
1989	4.0	9.6	0.5	29.8	13.7	120.9	90.6	213.7	93.0	18.0	0.2	21.3	621.5
1990	2.0	3.2	10.9	27.4	68.0	135.5	203.3	137.6	78.4	103.8	0.5	2.5	774.9
1991	3.8	0.5	0.0	2.5	105.1	324.3	230.8	118.8	143.7	103.8	2.3	5.3	1038.0
1992	38.0	34.3	7.1	13.7	92.7	50.5	99.7	99.7	76.8	78.1	45.4	3.0	627.8
1993	3.0	8.9	4.8	18.5	7.6	65.0	88.0	73.8	117.8	26.2	14.2	0.0	447.8
1994	1.8	0.5	4.3	23.8	21.0	117.8	148.7	121.3	115.4	18.0	9.8	2.3	573.2
1995	18.6	5.3	12.9	5.8	63.2	83.9	112.8	183.4	81.2	11.1	14.5	19.0	625.5
1996	0.0	2.3	6.3	19.5	31.5	49.7	132.47	98.7	192.0	120.8	3.0	10.0	530.4
1997	0.8	0.5	19.3	40.4	25.6	173.0	155.7	71.4	64.3	33.0	1.3	5.1	650.3

**P. Mín 448 mm      P med 632 mm      P Máx 1039 mm**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													678.0
1979													678.0
1980													678.0
1981													678.0
1982	0.0	20.3	13.9	12.8	94.8	104.4	140.4	95.4	37.0	100.2	6.3	3.0	828.3
1983	22.0	1.7	2.4	0.0	33.7	143.5	239.0	135.5	60.3	15.9	9.3	3.5	636.8
1984	15.7	10.1	0.0	0.5	39.3	114.0	155.6	149.5	156.8	30.4	4.5	4.2	880.4
1985	0.0	0.7	0.7	54.2	62.8	181.2	131.1	170.9	63.9	67.3	4.5	0.7	743.8
1986	0.0	0.5	0.0	21.9	39.5	257.2	73.8	109.1	82.3	39.0	4.5	0.0	637.8
1987	0.0	4.5	8.8	9.7	45.2	98.2	102.0	95.1	173.9	0.0	19.2	0.0	561.8
1988	0.0	0.0	34.9	0.0	75.9	143.5	144.0	128.9	87.3	11.2	49.2	0.0	674.9
1989	0.6	2.4	3.0	30.4	51.7	144.8	96.8	180.0	92.8	20.5	1.0	11.3	821.3
1990	0.7	7.1	5.8	20.0	104.1	109.9	178.2	121.3	153.3	49.4	0.0	2.0	757.8
1991	11.3	0.0	0.0	10.1	83.0	233.8	244.2	94.7	84.0	87.0	10.1	9.9	888.1
1992	29.7	19.3	6.6	19.6	77.9	58.4	123.8	175.0	167.3	201.6	14.4	2.0	823.7
1993	7.8	17.0	0.5	28.2	20.3	111.7	135.1	89.8	181.0	8.3	1.8	0.0	579.3
1994	3.0	0.6	0.8	32.7	10.0	162.0	140.0	154.4	139.2	26.8	0.0	20.8	704.2
1995	16.7	4.3	1.8	7.1	86.3	53.0	187.4	150.6	41.3	21.0	27.9	36.8	634.4
1996	0.0	0.0	2.8	28.7	44.9	34.3	87.0	110.0	168.1	126.2	1.5	1.2	616.6
1997	0.0	6.6	28.2	49.8	58.2	71.9	133.1	88.1	121.1	33.8	0.5	5.8	595.3

**P. Mín 552 mm      P med 678 mm      P Máx 897 mm**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													562.2
1979													562.2
1980													562.2
1981													562.2
1982	0.0	6.5	20.0	25.3	124.1	93.0	113.3	100.6	29.3	71.1	0.5	3.3	503.9
1983	15.0	3.0	4.5	0.0	31.7	73.8	113.1	69.8	77.2	17.5	5.8	6.3	417.4
1984	6.3	10.9	4.0	0.0	14.7	69.0	121.8	85.4	109.0	27.0	2.5	0.2	491.7
1985	0.0	0.0	11.4	31.2	59.8	162.8	57.1	85.8	28.1	18.0	7.5	1.0	481.9
1986	0.0	2.2	0.0	11.9	64.5	214.0	63.5	122.3	70.2	57.6	7.0	0.0	614.1
1987	0.0	3.5	7.0	14.4	27.3	164.6	118.1	148.3	92.1	0.0	10.5	0.0	576.8
1988	0.0	1.7	11.3	23.0	24.1	69.0	168.0	182.2	69.8	49.2	1.0	2.2	742.8
1989	0.0	0.0	3.2	8.8	26.3	107.3	61.4	137.2	74.1	8.1	0.7	2.2	449.1
1990	5.3	8.8	7.0	41.8	53.2	156.1	168.0	182.2	69.8	49.2	1.0	2.0	742.8
1991	6.8	2.8	0.0	10.6	57.8	119.0	203.1	80.8	77.1	102.3	15.7	2.8	658.4
1992	36.3	26.9	14.2	17.0	75.8	60.2	71.3	140.4	107.8	60.9	43.9	21.6	876.3
1993	2.8	2.5	7.1	9.9	12.0	81.2	65.3	53.0	146.8	25.6	28.0	0.0	429.8
1994	32.7	0.0	0.3	29.4	48.2	123.3	128.2	151.7	104.3	34.3	7.4	6.4	683.9
1995	9.3	5.8	4.0	18.3	41.9	107.4	107.9	207.4	131.0	19.3	45.7	35.5	733.4
1996	0.0	2.5	5.1	33.7	18.0	75.9	114.2	77.4	196.5	37.6	0.0	7.6	566.5
1997	0.8	0.0	18.8	60.2	56.1	103.8	157.2	69.2	31.5	10.4	0.3	3.8	531.6

**P. Mín 399 mm      P med 562 mm      P Máx 743 mm**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													563.9
1979													563.9
1980													563.9
1981													563.9
1982	0.0	14.9	23.3	11.6	75.8	62.9	125.5	65.7	20.2	82.2	0.5	3.5	488.1
1983	14.4	2.2	3.4	0.0	33.5	75.6	129.6	137.0	114.0	13.9	2.2	43.7	571.1
1984	9.3	3.0	0.0	0.0	26.1	74.8	100.9	81.2	119.9	9.8	2.2	0.5	427.7
1985	0.2	0.7	6.8	36.8	61.4	83.6	140.9	113.0	41.3	3.5	2.0	1.2	523.2
1986	0.0	0.5	0.0	15.2	38.3	171.3	83.2	57.3	40.3	35.0	6.3	0.0	447.4
1987	0.0	3.5	4.0	12.8	40.0	73.6	143.4	87.8	102.1	0.0	10.4	0.0	464.4
1988	0.0	0.0	39.2	13.9	56.3	76.7	143.1	75.3	74.3	2.5	4.8	0.0	488.1
1989	0.7	0.0	2.5	4.8	15.2	132.4	109.0	136.0	112.4	5.8	1.5	17.0	538.3
1990	7.1	1.7	20.0	17.7	52.2	152.0	150.0	124.8	91.1	113.7	0.0	0.6	730.8
1991	7.8	0.3	0.0	9.1	128.2	178.2	181.5	70.8	93.8	122.1	1.8	27.4	820.6
1992	27.4	23.9	15.7	10.9	109.6	43.4	59.1	213.5	188.5	89.8	45.9	2.0	663.7
1993	8.9	1.0	5.3	48.8	12.2	184.8	184.0	103.3					

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL DISTRITO FEDERAL**

<b>49 El Venado</b>													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													1070.6
1979													1070.6
1980													1070.6
1981													1070.6
1982	0.0	7.8	4.3	15.4	78.4	105.5	235.3	168.3	60.1	81.9	0.7	4.0	757.5
1983	18.2	21.3	14.9	0.0	30.4	81.5	308.8	183.8	241.9	29.7	22.0	0.5	951.0
1984	15.2	8.3	4.3	1.0	113.7	221.8	303.3	282.0	125.5	41.4	7.3	0.0	1127.8
1985	0.0	0.0	18.2	52.5	89.1	214.9	183.2	231.4	207.7	57.1	8.0	5.8	1045.9
1986	0.0	2.5	0.0	75.1	83.7	502.2	192.4	187.8	85.4	57.8	7.8	0.0	1194.5
1987	0.0	0.6	6.0	0.0	7.8	150.2	334.6	320.9	161.2	0.0	8.5	0.0	987.8
1988	0.7	10.9	88.5	10.4	89.8	202.7	297.0	209.6	168.0	33.5	2.1	0.0	1091.2
1989	0.2	0.0	0.0	21.0	84.7	167.5	257.2	327.8	111.9	58.3	7.3	17.7	1053.6
1990	1.7	18.7	7.8	49.1	76.9	222.9	271.9	250.9	134.5	88.5	1.0	4.5	1133.2
1991	24.4	1.8	0.0	17.8	89.1	292.5	183.2	183.9	125.6	110.9	9.4	11.2	1059.8
1992	51.0	30.9	32.5	35.0	75.0	37.3	298.0	236.1	238.3	183.2	44.6	1.5	1248.0
1993	27.4	7.9	8.1	22.6	25.4	150.8	293.6	234.0	265.1	56.1	39.1	0.0	1133.1
1994	11.9	4.8	27.9	42.4	58.8	205.6	189.1	265.3	163.5	87.7	0.0	0.0	1047.0
1995	24.6	9.9	26.1	7.1	79.4	215.3	370.7	257.2	149.3	84.7	102.3	63.2	1369.8
1996	0.0	1.3	0.0	58.4	59.1	227.5	182.0	178.1	268.9	39.3	0.8	18.8	1012.0
1997	4.8	6.4	26.5	33.8	105.4	133.1	187.7	142.8	195.1	55.9	13.2	12.0	919.5
<b>P. Min</b>	<b>758</b>	<b>mm</b>			<b>P med</b>	<b>1071</b>	<b>mm</b>		<b>P Máx</b>	<b>1370</b>	<b>mm</b>		

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

15007 Amecameca de Juárez														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	4.0	12.5	39.7	7.1	66.8	209.1	161.2	162.3	229.0	81.1	8.0	10.6	1031.4	
1979	0.0	21.5	0.0	34.9	57.1	80.5	136.7	156.5	163.7	17.3	1.5		632.3	
1980	126.4	0.0	0.0	26.0	72.9	91.2	161.5	207.6	151.6	101.9	32.4	0.0	974.1	
1981	33.2	40.0	24.5	44.1	64.3	223.7	237.9	150.1	235.4	52.7	2.5	12.5	1120.9	
1982	0.0	35.9	10.5	41.0	120.2	103.4	162.0	120.4	103.3	44.8	0.0	0.0	773.4	
1983	23.7	23.0	13.2	0.0	23.1	193.8	196.2	162.0	164.4	57.1	9.6	0.5	888.6	
1984	24.5	16.3	10.5	4.9	63.0	172.0	264.6	163.7	167.8	59.3	0.0	0.0	953.8	
1985	0.0	5.4			51.4	60.4	210.2	173.0	96.7	156.0	59.5	15.8	853.1	
1986	0.0	0.0	0.0	45.8	122.8	199.6	103.9	163.2	87.1	45.3	25.5	7.5	816.4	
1987	0.0	1.0	14.9	30.7	45.6	218.3	173.2	233.6	76.6	0.0	5.0	0.0	812.8	
1988	0.0	0.0	53.0	15.8	35.3	173.6	152.5	186.3	204.3	23.7	0.0		855.1	
1989	1.5	0.0	0.0	3.8	67.7	117.1	91.0	184.0	100.9	25.9	11.0	17.5	620.4	
1990	6.5	12.0	20.0										874.2	
1991													860.8	
1992													860.8	
1993													860.8	
1994								137.0	63.4	2.0			870.5	
1995													880.8	
1996													620.0	
1997	10.2	0.0	31.4	94.7	65.5	168.7	160.0	129.2	120.0	112.1	57.5	61.8	1059.7	
P. Mín		620 mm			P med			881 mm			P Máx			1121 mm

15013 Calacoaya														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978		10.8	41.7	11.0	36.1	193.4	143.9	131.1	202.7	136.3	2.5	7.3	925.3	
1979	0.0	33.4	1.1	58.3	36.9	50.9	233.1	183.5	145.1	2.1	0.1	13.8	800.3	
1980	26.3	3.0	0.0	51.1	94.1	50.0	134.4	237.5	149.8	46.4	20.5	0.0	824.1	
1981	23.4	38.3	12.0	52.6	41.4	244.7	189.8	101.8	52.5	61.2	0.0	5.1	820.8	
1982	0.0	16.8	13.3	11.9	121.7	105.7	135.5	133.2	56.8	101.9	0.0	3.4	702.2	
1983	19.4	0.0	5.4	0.0	38.2	143.5	276.9	135.5	147.0	10.3	21.4	0.0	703.5	
1984	0.0	12.0	0.0	0.4	39.3	130.3	216.5	148.2	234.0	50.5	0.5	6.3	850.0	
1985	0.0	2.2	7.2	64.3	63.3	227.9	143.7	174.9	79.1	36.8	2.8	0.0	801.8	
1986	0.0	2.3	0.0	55.5	48.1	311.0	69.2	153.6	77.8	58.3	3.5	4.7	813.8	
1987	0.0	5.2	7.3	19.8	70.4	101.7	160.9	131.3	151.8	0.0	17.5	0.0	665.9	
1988	0.0	3.5	23.0		64.6	194.8	202.8	121.7	60.2	16.6	23.4	0.0	772.0	
1989	1.1	0.0	2.0	8.1	48.5	105.0	149.5	119.0	113.0	28.0	0.0	22.0	596.2	
1990	0.0	6.0	10.0	52.0	71.0	117.4	197.9						707.2	
1991	0.0	6.0	0.0	6.8	78.6	250.7	327.1	153.9	62.9	69.6	15.0	5.2	1023.8	
1992	30.3	54.8	7.8	16.9	105.3								900.1	
1993													603.1	
1994													809.1	
1995	22.2	13.1	12.7	1.9	108.2	102.4	224.7	219.8	91.2	15.2	32.5	35.2	879.2	
1996	0.0	3.6	47.5	45.0	112.3	142.2	161.5	177.6	100.7	0.0	25.4	0.0	624.7	
1997	2.7	6.0	35.2	39.0	94.6	108.6	108.5	120.3	120.3	45.3	0.7	7.2	768.6	
P. Mín		596 mm			P med			809 mm			P Máx			1024 mm

15018 Col. M. Avila Camacho														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	5.3	22.0	51.7	6.5	73.3	121.8	103.7	85.3	142.2	62.4	3.2	0.8	633.0	
1979	0.2	24.3	4.2	34.8	72.5	70.5	158.2	122.2	155.9	3.1	14.0	41.9	701.6	
1980	98.6	2.6	8.0	47.9	131.5	77.7	136.1	218.6	39.3	49.9	40.8	0.0	847.0	
1981	30.4	49.0	26.1	45.8	101.5	233.5	135.7	116.6	79.0	56.3	2.8	3.7	632.3	
1982	0.0	81.3	15.2	41.1	95.2	56.4	31.0	53.7	52.2	62.3	0.0	5.1	475.5	
1983	23.1	38.0	18.4	0.0	34.7	69.1	216.0	114.0	127.0	40.9	30.1	6.5	735.6	
1984	32.4	16.2	16.4	0.0	60.3	225.5	137.2	162.0	164.2	54.5	9.4	2.5	931.4	
1985	4.0	22.0	47.1	54.1	89.1	259.3	110.4	42.6	90.1	24.8	23.8	5.2	752.3	
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	99.9	157.5	130.7	78.5	93.5	33.4	47.6	29.0	676.6	
1987	0.0	6.2	33.0	19.1	94.5	171.8	141.9		63.8	0.0	6.6	0.0	691.1	
1988	0.0	1.9	84.4	14.0	61.8	145.3	87.8	134.5	94.0	10.9	16.3	0.0	651.0	
1989													745.1	
1990													745.1	
1991	2.3	2.0	0.0										632.9	
1992	127.0	22.2	15.5	39.3	104.7	92.6	181.4	128.6	68.7	60.1		6.7	818.8	
1993													745.1	
1994													745.1	
1995													745.1	
1996	0.0	6.4	7.7	40.8	67.9	66.8	103.2	132.7	69.5	49.8	1.3	33.8	625.0	
1997	7.2	6.2	59.6	63.3	100.0	141.1	105.8	105.0	131.1	63.7	20.3	21.0	942.3	
P. Mín		476 mm			P med			745 mm			P Máx			942 mm

15019 Col. Vicente Guerrero														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	3.1	12.5	41.4	6.7	45.0	251.1	175.8	104.4	172.5	126.3	16.4	24.8	931.0	
1979	0.0	23.0	17.1	24.8	42.5	129.4	207.8	165.5	131.7	10.7	0.9	24.8	808.2	
1980	20.4	4.4	0.0	41.8	73.3	69.9	107.5	344.7	168.3	38.6	47.0	0.0	933.9	
1981	22.3	20.1	35.8	101.6	67.4	105.9	205.9	132.7	76.1	84.8	2.6	18.2	602.2	
1982	0.0	10.5	8.7	13.3	133.5	91.0	147.2	79.0	40.4	116.7	0.2	5.7	646.2	
1983	16.5	3.5	4.5	0.0	32.3	102.1	262.3	103.4	132.0	36.2	6.1	2.1	703.0	
1984	11.8	16.6	0.0	8.6	50.2	100.5	148.2	216.2	204.8	71.0	0.4	10.4	847.7	
1985	4.3	1.7	4.9	69.7	77.4	227.0	145.6	114.2	74.1	60.5	13.5	6.6	799.5	
1986	0.0	1.2	0.0	32.7	49.9	223.5	72.0	75.9	64.1	54.4	9.9	5.4	569.0	
1987	0.0	2.1	12.5	8.9	99.0	124.2	124.8	113.4	81.8	1.1	17.6	0.5	585.9	
1988	4.0	16.5											800.0	
1989			26.0	0.0	32.2	60.8	64.5	191.8	154.7	33.3	2.6	16.9	656.0	
1990													803.7	
1991	53.4	1.1	4.2	3.4	172.6	231.2	256.0	133.6	59.4	163.1	14.0	8.0	1181.2	
1992													808.7	
1993													623.7	
1994													603.7	
1995													803.7	
1996	52.5	63.4	10.4		49.2	54.6	144.3	103.5	172.8	103.9	12.5	12.5	817.6	
1997	1.2	0.0	28.6	32.6	60.4	120.5	160.4	152.3	118.3	55.0	15.7	9.1	713.2	
P. Mín		586 mm			P med			807 mm			P Máx			1181 mm

15020 Chalco													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	3.7	15.6	60.8	1.0	23.7	153.7	209.2	91.0	89.7	85.7	8.4	0.5	719.8
1979	0.0	21.8	0.6	15.9	58.4	81.6	133.9	149.0	122.2	1.4	0.0	32.6	615.4
1980	56.4	1.8	3.2	55.1	24.6	42.2	81.4	128.1	73.0	71.4	20.9	0.0	520.1
1981	26.4	25.8	9.1	28.0	52.7	114.8	102.1	113.8	75.4	53.2	3.7	2.6	635.4
1982	0.0	17.2	0.5	15.3	75.7	62.5	136.8	58.5	28.8	35.7	0.3	1.2	432.5
1983	10.3	15.5	12.0	0.0	7.0	53.2	163.1	94.9	77.8	35.6	5.2	2.5	477.7
1984	11.7	9.8	2.0	3.5	71.8	65.5	144.4	97.4	75.9	42.4	0.0	2.8	543.0
1985	0.0	16.4	15.0	26.4	30.0	161.5	122.5	69.4	130.1	15.5	10.1	11.4	608.3
1986	0.0	0.0	0.0	37.2	94.6	134.2	184.9	165.1	54.9	52.4	8.3	2.0	733.6
1987	0.0	0.3	13.1	12.2	27.7	116.1	113.8	229.7	89.0	0.0	0.0	9.1	611.9
1988	0.0	0.2	51.1	19.3	50.2	94.9	132.8	96.9	97.0	10.7	0.0	0.0	563.1
1989	2.0	1.5	6.6	12.4	15.6	134.2	73.2	146.0	87.6	24.0	11.8	0.4	524.8
1990	0.0	9.0	9.9	38.0	45.8	93.2	127.3	161.8	63.1	32.6			594.5
1991					64.9	154.0	112.3	66.0	48.7	60.1	2.0		544.0
1992		18.1	10.										

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

15023 Chimalhuacán															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1976	2.5	12.5	50.5	3.4	27.0	228.7	111.4	78.1	105.9	58.0	13.0	8.0	699.0		
1979	0.0	29.0	1.1	38.0	81.4	45.1	151.0	208.2	130.8	0.0	2.2	23.0	635.8		
1980	45.0	8.7	0.0	53.5	91.7	91.0	58.0	132.4	56.7	67.0	46.7	0.0	622.7		
1981	23.0	10.0	8.5	77.4	43.8	187.3	137.0	121.0	54.5	45.2	7.2	4.5	719.2		
1982	0.0	9.0	10.7	41.7	89.8	78.0	140.9	77.0	25.5	44.8	0.0	0.0	525.8		
1983	20.4	9.5	18.5	0.0	30.5	132.3	184.9	91.5	134.7	30.0	4.5	0.0	637.2		
1984	8.5	12.0	7.5	0.0	39.9	109.5	150.4	70.4	92.2	35.6	0.0	0.0	520.0		
1985	2.0	5.0	9.0	56.9	34.2	130.8	79.8	69.0	61.9	10.5	9.5	0.0	474.8		
1986	0.0	5.0	0.0	21.0	57.0	194.8	85.0	106.0	32.5	92.3	7.0	0.0	560.8		
1987	0.0	0.0	0.0	5.0	27.1	58.9	142.3	103.8	0.0	26.0	0.0	0.0	443.8		
1988	22.0	0.0	0.0	0.0	40.0	90.5	119.5	49.0	60.3	20.5	0.0	0.0	471.0		
1989	0.0	8.0	2.0	16.5	13.3	148.0	117.5	82.6	55.0	13.0	0.0	5.0	460.8		
1990	25.0	2.5	15.5	60.0	62.5	93.5	102.5	143.0	139.5	51.5	0.0	0.0	721.1		
1991	0.0	8.5	0.0	5.0	61.0	0.0	0.0	78.0	114.0	0.0	0.0	0.0	622.0		
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	565.0		
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	525.0		
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	555.0		
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
<b>P. Min</b>	<b>444 mm</b>			<b>P med</b>				<b>585 mm</b>				<b>P Máx</b>			<b>721 mm</b>

15027 El Salitre															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	0.0	17.3	48.3	17.1	40.8	223.2	177.3	157.8	154.6	119.4	6.2	12.2	979.0		
1979	0.0	29.0	1.1	38.0	81.4	45.1	151.0	208.2	130.8	0.0	2.2	23.0	635.8		
1980	45.0	8.7	0.0	53.5	91.7	91.0	58.0	132.4	56.7	67.0	46.7	0.0	622.7		
1981	23.0	10.0	8.5	77.4	43.8	187.3	137.0	121.0	54.5	45.2	7.2	4.5	719.2		
1982	0.0	9.0	10.7	41.7	89.8	78.0	140.9	77.0	25.5	44.8	0.0	0.0	525.8		
1983	20.4	9.5	18.5	0.0	30.5	132.3	184.9	91.5	134.7	30.0	4.5	0.0	637.2		
1984	8.5	12.0	7.5	0.0	39.9	109.5	150.4	70.4	92.2	35.6	0.0	0.0	520.0		
1985	2.0	5.0	9.0	56.9	34.2	130.8	79.8	69.0	61.9	10.5	9.5	0.0	474.8		
1986	0.0	5.0	0.0	21.0	57.0	194.8	85.0	106.0	32.5	92.3	7.0	0.0	560.8		
1987	0.0	0.0	0.0	5.0	27.1	58.9	142.3	103.8	0.0	26.0	0.0	0.0	443.8		
1988	22.0	0.0	0.0	0.0	40.0	90.5	119.5	49.0	60.3	20.5	0.0	0.0	471.0		
1989	0.0	8.0	2.0	16.5	13.3	148.0	117.5	82.6	55.0	13.0	0.0	5.0	460.8		
1990	25.0	2.5	15.5	60.0	62.5	93.5	102.5	143.0	139.5	51.5	0.0	0.0	721.1		
1991	0.0	8.5	0.0	5.0	61.0	0.0	0.0	78.0	114.0	0.0	0.0	0.0	622.0		
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	565.0		
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	525.0		
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	555.0		
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	585.0		
<b>P. Min</b>	<b>290 mm</b>			<b>P med</b>				<b>776 mm</b>				<b>P Máx</b>			<b>979 mm</b>

15028 El Tajo															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	4.7	12.4	47.2	19.0	17.2	143.3	120.8	70.9	104.4	65.2	18.3	34.8	678.0		
1979	0.0	24.6	25.1	50.6	18.4	87.1	128.4	167.0	67.5	0.0	12.0	14.8	583.3		
1980	46.3	1.5	8.2	21.0	21.3	112.2	80.2	136.0	122.3	37.4	13.4	0.0	613.5		
1981	30.7	2.8	18.4	70.0	39.2	151.1	113.1	133.0	24.3	150.9	0.0	0.8	732.1		
1982	0.0	7.7	6.7	31.4	87.4	18.0	63.3	82.9	28.6	105.2	10.2	7.0	425.4		
1983	28.8	2.3	6.0	0.0	53.9	59.7	159.8	72.0	115.1	47.2	23.7	9.5	575.0		
1984	13.9	10.4	7.3	0.0	59.8	49.4	150.0	140.1	161.3	149.3	42.4	22.3	0.0	774.8	
1985	5.7	4.8	46.7	53.4	83.9	203.5	53.9	114.0	66.9	31.9	3.2	1.9	663.8		
1986	0.0	0.0	0.0	59.8	49.4	150.0	140.1	161.3	149.3	42.4	22.3	0.0	774.8		
1987	0.0	0.0	0.0	18.0	28.8	88.0	121.8	135.0	104.7	0.0	6.0	0.0	490.9		
1988	9.0	2.0	25.3	13.6	53.7	85.1	100.4	144.0	61.5	1.5	2.5	0.0	453.8		
1989	0.0	17.5	13.0	17.5	29.7	47.8	97.3	122.3	87.0	9.4	5.0	23.0	470.2		
1990	0.0	66.3	14.3	31.6	119.0	67.5	105.0	148.2	118.0	0.0	0.0	0.0	775.1		
1991	4.2	8.5	0.0	0.0	123.6	147.6	63.5	65.5	57.5	4.8	0.0	0.0	531.7		
1992	46.5	32.0	13.0	0.0	100.7	82.8	119.8	117.7	85.9	159.0	30.7	0.0	812.0		
1993	17.4	5.8	10.5	19.0	81.8	154.6	92.8	50.9	61.5	7.8	10.0	0.0	521.0		
1994	0.0	0.0	0.0	47.0	50.9	150.0	125.4	140.3	54.4	32.4	0.0	0.0	650.9		
1995	25.0	25.0	2.2	10.8	0.0	129.4	158.5	269.1	84.1	7.3	47.1	27.0	836.3		
1996	0.0	0.0	0.0	2.1	12.8	83.8	117.3	48.8	92.1	79.8	5.0	4.8	444.1		
1997	5.9	0.0	14.3	25.0	41.7	64.9	212.0	67.6	46.3	65.9	4.3	6.5	556.0		
<b>P. Min</b>	<b>425 mm</b>			<b>P med</b>				<b>619 mm</b>				<b>P Máx</b>			<b>836 mm</b>

15029 El Tejocote															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	9.0	18.5	7.0	10.1	58.0	164.8	93.2	60.7	121.4	87.8	15.2	0.0	639.8		
1979	0.0	16.0	0.8	7.8	31.8	41.6	141.9	73.1	83.1	7.3	5.3	38.8	481.0		
1980	65.2	8.2	6.8	74.9	64.0	60.2	169.0	178.0	104.0	48.0	48.0	0.0	823.1		
1981	41.5	31.0	10.1	60.7	18.0	144.0	218.5	114.7	34.3	114.7	5.0	11.3	604.6		
1982	2.5	9.6	16.1	12.8	97.5	83.1	168.9	76.3	63.5	85.2	0.0	10.1	623.6		
1983	21.4	3.5	7.4	0.5	77.7	92.0	216.0	133.2	0.0	23.5	25.5	4.0	703.6		
1984	13.0	14.5	2.0	13.0	58.5	148.0	190.7	187.0	79.0	147.0	7.5	3.5	863.7		
1985	0.0	18.0	9.4	38.1	30.3	187.2	151.8	137.2	111.0	47.4	18.1	0.0	759.0		
1986	0.0	0.0	0.0	72.0	63.3	323.0	65.0	123.0	129.6	0.0	0.0	12.7	910.2		
1987	0.0	0.8	29.1	38.9	25.8	0.0	210.0	0.0	43.0	38.3	0.0	0.0	707.7		
1988	0.5	2.0	2.5	12.5	47.5	143.0	142.0	63.0	84.5	8.5	9.5	12.0	620.3		
1989	13.0	14.2	6.0	61.4	68.5	61.2	139.5	150.0	115.5	114.5	0.0	0.0	781.8		
1990	15.5	3.5	0.0	8.5	77.5	172.0	179.5	97.5	63.5	74.5	4.5	8.5	703.0		
1991	43.5	15.0	9.5	13.0	89.0	51.2	215.5	165.6	144.5	103.2	57.0	0.0	896.9		
1992	0.0	16.0	7.5	21.5	8.0	130.5	229.5	99.5	145.5	22.5	3.5	0.0	633.7		
1993	20.0	0.0	0.0	23.0	0.0	113.5	205.5	179.0	31.5	17.0	0.0	9.5	652.8		
1994	42.5	2.0	14.0	0.0	48.5	139.5	80.0	228.5	54.5	57.5	51.0	54.5	770.5		
1995	0.0	0.0	0.0	3.5	54.5	84.2	123.5	124.0	107.5	39.0	0.0	16.0	554.2		
1996	2.0	0.0	34.0	79.0	50.0	110.5	83.5	57.5	34.5	33.5	10.5	9.5	504.5		
<b>P. Min</b>	<b>461 mm</b>			<b>P med</b>				<b>721 mm</b>				<b>P Máx</b>			<b>926 mm</b>

15032 Huehuetoca													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	5.0	7.9	38.7	31.8	8.1	146.7	0.0	85.2	120.7	112.4	3.7	45.0	737.3
1979	0.0	26.0	2.7	70.7	0.0	103.7	178.3	98.0	112.2	0.5	0.8	16.7	630.8
1980	26.0	1.8	11.9	21.0	128.7	73.9	71.7	163.8	70.9	42.5	25.8	0.0	835.9
1981	28.0	5.8	10.0	38.0	14.5	220.0	79.9	110.6	22.8	103.3	0.0	2.4	633.1
1982	0.0	5.1	12.5	11.0	54.0	39.8	102.7	42.7	17.8	78.7	3.4	9.3	377.5
1983	16.7	2.4	3.6	0.0	25.8	42.3	208.3	54.1	142.6	45.0	20.8	14.0	575.8
1984	9.7	15.6	0.9	2.8	38.0	114.6	234.8	74.6	151.5	8.3	2.5	13.0	659.1
1985	2.3	2											

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	6.5	8.2	41.4	17.9	85.5	184.2	117.6	137.9	145.0	128.9	12.0	15.8	860.7
1979	0.0	22.9	0.0	19.0	42.3	123.0		252.8	157.6	24.6	12.6	38.2	832.4
1980	174.2	1.5	0.0	22.7	63.1	78.0	69.7	210.0	63.7	61.0	01.1	0.0	870.0
1981	48.9	42.3	25.8	41.3	71.9	130.4	163.0	01.1	103.7	55.0	9.2	0.0	760.4
1982	0.0	35.7	8.1	24.2	50.2	63.1	99.9	63.8	68.1	55.8	2.7	1.5	538.1
1983	31.4	41.4	10.8	0.0	18.0	218.0	147.2	137.5	136.8	33.6		0.5	763.9
1984					92.3	140.2	238.5	103.0	172.8	21.9	0.0	0.0	848.5
1985	0.0	1.6	0.0	69.6	33.7	139.7	89.4	83.6	115.7	24.2	14.9	0.0	572.6
1986	0.0	0.0	0.0	42.1	69.8	134.0	185.5	200.6	56.4	75.4	16.8	1.8	802.2
1987	0.0	3.4	20.0	31.0	24.3	134.7	150.0	131.5	40.7	0.0	17.1	0.0	652.7
1988	0.0	0.0	55.2	4.6	33.4	215.5	182.1						633.7
1989	7.6	0.0	0.0	12.2	33.0	174.8	71.2	139.9	85.5	31.2	22.7	16.9	693.0
1990	3.5	21.6	30.8	47.3									748.9
1991	0.0	0.0	0.0	2.7	21.5	130.4	68.0	216.5	94.8				691.1
1992													725.3
1993													723.3
1994													723.3
1995													725.3
1996		0.0	6.0	24.3	52.0	43.9	141.5	125.0	49.5	68.0	0.0	28.0	576.7
1997	1.5	0.0	47.7	112.7	67.6	125.6	161.5	82.0	61.5	61.5	9.5	18.0	776.4
<b>P. Mín</b>	<b>538 mm</b>				<b>P mod 725 mm</b>				<b>P Máx 870 mm</b>				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	4.5	12.0	62.5	0.3	16.0	119.5	97.0	56.0	74.0	91.0	59.0	24.4	818.2
1979	0.0	21.5	21.5	21.5	64.3	63.5	139.5	141.5	141.0	3.5	0.0	11.0	654.8
1980	32.5	1.5	17.5	54.3	21.6	49.2	77.2	147.5	60.4	24.7	71.6	0.0	570.2
1981	22.1	6.3	7.5	75.0	10.6	147.2	119.0	104.0	67.0	59.5	0.0	12.3	639.7
1982	0.0	11.8	13.5	23.0	82.7	55.3	120.2	56.2	17.4	78.9	2.7	4.0	463.7
1983	14.1	4.2	10.4	0.0	25.5	65.6	137.3	43.1	63.2	18.0	3.8	11.5	428.9
1984	7.7	12.8	2.5	0.0	54.3	125.4	131.3	86.8	114.9	52.0	2.1	3.0	586.8
1985	0.5	0.0	12.5	45.6	35.7	69.6	95.3	92.8	68.4	16.0	4.0	1.8	497.2
1986	0.0	0.5	0.0	15.8	42.6								469.2
1987													515.7
1988													515.7
1989	0.0	7.5	0.0	6.5			75.3	102.3	40.0	4.5	0.0	0.0	370.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	111.5	0.0	0.0	0.0	42.9	0.0	0.0	192.9
1991	2.8	0.0	0.0	15.2	16.2	155.9							534.1
1992	30.7	29.3	9.8	18.5			46.8	101.3	134.5	182.4			652.0
1993													515.7
1994													515.7
1995													515.7
1996													515.7
1997													515.7
<b>P. Mín</b>	<b>193 mm</b>				<b>P mod 516 mm</b>				<b>P Máx 655 mm</b>				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	7.0	9.1	30.5	5.1	11.0	176.6	105.2	95.3	138.2	79.8	28.7	13.1	703.6
1979	0.0	39.8	9.5	43.9	49.9	60.7	129.7	103.0	118.1	10.0	3.7	21.5	614.8
1980	31.9	4.5	4.0	43.7	48.0	40.4	49.2	112.0	154.1	43.2	26.3	0.0	558.2
1981	25.7	5.1	11.4	91.0	29.3	108.6	83.0	130.4	43.2	125.7	1.5	0.1	655.0
1982	0.0	4.1	8.7	25.1	93.3	63.6	88.8	69.4	18.5	69.0	0.0	4.4	442.7
1983	26.5	2.0	5.2	0.0	24.7	111.8	117.6	65.2	73.6	36.5	6.8	6.6	493.5
1984	11.3	24.4	2.7	0.8	13.8	65.2	222.5	83.8	129.5	33.0	4.3	0.0	603.9
1985	4.5	0.8	33.7	33.9	59.3	165.1	98.9	50.3	57.1	19.6	20.5	0.6	544.3
1986	0.0	0.0	0.0	34.8	43.1	218.9	88.7	145.4	85.8	74.8	17.8	0.0	708.1
1987	0.0	1.8	10.3	3.1	55.4	117.2	163.3	93.0	92.8	0.0	10.2	0.0	550.1
1988													576.5
1989	3.1	0.0	3.0	16.0	49.3	130.7	94.4	153.3	63.0	16.7	0.0	20.0	547.5
1990	5.9	12.2	3.7	32.0	40.5	149.5	184.3	144.3	72.9	105.0			757.5
1991	2.0	0.0	4.3	11.5		148.0	207.4	56.7	146.3	79.4	10.3		725.5
1992	31.2	30.0	2.4	11.4	88.5	30.3	42.4		110.5	42.7	113.6		619.2
1993	14.6		0.2	0.0	15.6	67.2	66.1	67.7	91.2	12.6	0.5		348.9
1994	21.4	0.0	1.5	18.5	62.0	37.7	170.9	111.1	88.5	55.6	2.6		575.3
1995	0.0	0.0	8.8	13.1	23.9	79.8	64.8	175.7	69.8	54.1	26.2	6.5	522.7
1996	0.0	0.0	0.3	28.4	40.0	39.7	101.7	97.0	63.2	42.0	0.0	1.0	447.2
1997	0.0	0.0	44.5	40.3	59.0	137.0	103.3	76.8	22.2	25.6	0.0	3.7	510.0
<b>P. Mín</b>	<b>349 mm</b>				<b>P mod 576 mm</b>				<b>P Máx 758 mm</b>				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	5.0	16.7	44.8	25.7	16.1	143.0	101.3	62.0	183.9	67.6	25.6	29.3	705.8
1979	0.3	17.6	5.2	38.7	34.7	71.0	69.1	97.9	122.8	3.2	2.8	16.6	509.7
1980	31.8	0.2	12.5	38.8	52.7	72.3	85.1	227.8	87.1	23.9	56.8	1.3	690.3
1981	24.4	3.9	35.6	75.0	38.2	249.1	53.7	142.7	36.7	122.3	14.6	1.0	797.2
1982	0.0	21.7	2.5	32.7	52.5	26.3	79.9	34.6	8.0	34.9	0.0	7.3	300.4
1983	31.7	0.4	3.0	0.0	62.9	33.6	140.1	61.5	151.1	27.4	17.1	8.0	550.0
1984	17.8	14.2	0.0	0.0	29.4	121.9	229.8	70.4	115.5	29.1	2.6	17.6	646.5
1985	0.3	7.5	35.1	53.6	40.0	102.9	122.3	91.2	77.1	85.9	2.0	0.0	677.9
1986	0.0	0.0	0.0	28.0	50.3	265.2	84.9	85.5	156.0	17.2	18.6	0.0	705.7
1987	0.0	0.0	3.0	34.6	79.2	72.0	120.3	74.6	85.3	3.7	12.7	0.0	465.3
1988	6.5	22.0	27.0	24.0	50.5	41.5	101.3	163.1	67.8	3.2	1.7	6.2	534.8
1989	4.1	1.2	15.0	19.0	21.8	116.4	65.7	62.0	60.1	25.2	0.0	12.3	440.8
1990	2.3	37.1	6.9	37.0	46.3								503.3
1991		22.7	0.0	0.4	79.7	133.4	64.0	58.1	47.2	41.3		18.1	511.2
1992		20.1	5.1	29.4	131.7	24.5	67.0	50.9					497.0
1993													533.5
1994													570.9
1995													570.9
1996													570.9
1997													570.0
<b>P. Mín</b>	<b>300 mm</b>				<b>P mod 571 mm</b>				<b>P Máx 797 mm</b>				

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978		11.9	45.4	0.2	34.7	173.4	68.3	50.8	102.8	36.8	28.8	10.0	571.9
1979	0.0	21.6	53.9	25.5	49.0	71.7	103.0	140.0	65.5	7.4	3.2	13.4	611.1
1980	39.0	3.5	2.4	39.6	25.0	37.6	87.3	134.2	103.7	24.5	44.3	0.0	646.2
1981	23.3	2.6	10.0	98.0	54.2	151.0	78.3	144.0	111.4	52.3	1.5	2.1	720.1
1982	0.0	11.6	15.5	31.5	75.6	62.7	130.8	61.3	12.6	54.7	0.0	2.8	479.3
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	60.4	96.1	110.1	79.4	32.2	5.3	21.0	414.5
1984	7.5	8.4	24.1	0.0	26.9	87.9	182.9	93.2	161.3	36.0	0.5	8.4	639.1
1985	3.7	0.0	37.7	40.3	56.4	144.6	78.8	137.5	118.1	36.4	7.3	0.0	682.8
1986	0.0	0.0	0.0	38.7	59.3	232.0	61.9	125.8	27.5	27.9	7.5	1.5	578.9
1987	0.1	1.8	12.5	13.6	61.9	102.0	98.8	78.3	60.5	0.0	7.4	0.0	452.9
1988	0.0	1.5	53.6	24.3	20.8	71.6	162.4	57.2	116.3	18.1	7.5	0.0	539.3
1989	0.0	7.8	0.0	11.5	36.5	119.8	88.5	57.0	97.5	7.0	20.0	15.5	460.0
1990	11.5	17.5	0.0	53.0	55.0	93.0	108.5	183.0	107.0				667.8
1991													711.0
1992	52.0	31.0	22.0	8.0	65.0	72.0	84.0	127.5	119.0	78.0	73.0		739.2
1993		0.7	9.0	14.0	18.0	145.0	154.0	59.0	128.0	6.0	30.0		578.1
1994		8.0	4.0	61.0	52.0	61.0	109.0	128.0	69.0</				

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total			
1978	0.0	7.0	53.5	8.5	20.1	151.4	99.8	54.3	80.3	73.3	14.7	15.5	564.4			
1979	0.0	12.8	1.2	21.5	56.9	35.7	74.7	125.5	85.8	0.0	0.0	14.4	428.3			
1980	49.8	5.7	0.0	44.8	30.8	78.0	49.4	94.8	68.3	32.1	21.8	0.0	471.1			
1981	21.2	0.9	4.8	53.4	35.8	143.2	73.5	99.0	47.6	110.8	0.0	0.0	601.0			
1982	0.0	12.2	2.3	30.8	77.0	79.0	118.1	57.7	4.1	18.4	0.0	1.1	400.7			
1983	25.2	9.9	6.0	0.0	11.0	68.8	120.9	50.0	127.5	67.5	3.8	0.8	486.8			
1984	8.1	3.3	0.0	43.3	71.5	93.0	109.9	51.8	10.9	0.0	4.2	400.1				
1985	1.5	0.4	0.8	32.0	43.8	191.9	39.8	53.5	47.7	20.2	3.1	0.0	434.5			
1986	0.0	0.0	0.0	23.9	29.0	252.0	63.0	107.8	53.2	63.4	8.2	1.3	608.8			
1987	0.0	0.0	11.9	11.8	17.3	76.9	119.5	101.7	70.6	0.0	4.5	0.0	414.2			
1988	0.0	5.0	37.1	6.0	44.3	108.5	93.7	76.5	68.8	13.1	0.0	0.0	471.0			
1989	4.4	13.4	26.3	8.8	28.5	158.2							513.4			
1990													469.4			
1991													469.4			
1992													463.4			
1993													469.4			
1994													463.4			
1995													469.4			
1996					22.8	60.8	85.5	69.2	62.8	24.6	0.0	14.4	371.3			
1997	0.0	0.0	18.5	61.7	27.4	59.8	91.4	57.4	36.2	19.0	4.5	9.9	358.9			
<b>P. Min</b>	<b>371 mm</b>				<b>P mod</b>				<b>469 mm</b>				<b>P Max</b>			<b>607 mm</b>

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total			
1978	0.0	26.5	81.8	8.0	23.7	359.0	353.0	171.0	203.5	194.1	9.0	0.5	1418.1			
1979	0.0	14.0	0.0	23.0	53.5	124.4	198.0	364.0	227.0	1.5	0.0	25.0	1030.4			
1980	0.0	0.5	0.0	53.3	74.5	159.2	132.5	247.1	321.0	83.0	48.7	0.0	1119.8			
1981	0.0	41.5	11.0	64.0	72.7	234.5	283.5	194.0	150.1	135.5	6.1	1.2	1194.1			
1982	0.0	14.5	12.0	23.1	69.5	63.5	269.8	203.0	1.5	87.5	0.0	7.2	791.8			
1983	0.0	18.5	0.0	30.0	83.7	319.7	208.0	309.0	31.5	32.0	7.0	0.0	1050.9			
1984	0.0	2.0	5.0	0.0	73.5	188.0	279.0	288.5	239.0	121.0	1.1	4.0	1200.0			
1985	0.0	0.5	4.7	57.5	114.5	250.0	165.5	213.0	125.5	55.5	9.0	1.0	1018.7			
1986	0.0	0.0	0.0	53.0	80.0	318.7	240.0	119.0	83.0	78.0	0.0	0.0	971.7			
1987	0.0	3.0	7.5	32.1	32.8	134.8	210.5	325.0	140.0				693.8			
1988													1083.2			
1989	0.0	2.0	13.1	38.0	63.3	101.0	242.0	322.5	150.0	70.0	12.0	10.5	1125.4			
1990													1086.3			
1991	0.0	16.5											1033.2			
1992													1083.2			
1993													1033.2			
1994													1033.2			
1995													1033.2			
1996													1033.2			
1997													1033.2			
<b>P. Min</b>	<b>792 mm</b>				<b>P mod</b>				<b>1083 mm</b>				<b>P Max</b>			<b>1416 mm</b>

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total			
1978	4.5	12.0	48.0	11.5	19.8	155.4	190.5	141.5	83.4	79.8	13.0	28.1	703.5			
1979	0.0	35.0	9.0	54.4	17.5	60.8	127.0	150.5	101.5	11.0	19.8	19.5	605.6			
1980	43.8	1.5	9.5	35.6	138.6	83.0	99.5	93.3	111.0	48.5	14.5	0.0	676.8			
1981	21.0	7.5	28.0	97.5	50.2	133.5	72.0	91.0	43.5	103.7	2.5	1.5	634.9			
1982	0.0	9.0	53.4	10.0	80.0	82.5	59.5	124.0	18.5	39.0	0.0	3.5	408.4			
1983	27.0	20.0	18.5	0.0	76.5	30.5	144.0	97.0	83.5	26.2	7.0	0.0	540.2			
1984	17.0	21.5	1.0	0.5	85.8	117.6	140.7	82.8	117.1	120.8	2.0	4.9	717.7			
1985	0.3	4.5	10.2	51.0	98.0	175.1	131.2	23.8	52.9	28.0	18.0	1.0	592.7			
1986	0.0	1.0	0.0	61.6	78.5	135.8	103.9	122.7	58.1	53.1	15.5	1.0	654.0			
1987	1.0	3.8	9.5	28.2	47.8	83.2	180.0	80.8	81.1	0.0	19.5	0.0	514.7			
1988	3.0	8.5	46.0	34.8	61.5	61.3	100.2						503.1			
1989	0.0	8.0	21.0	43.8	32.3	137.5	82.3	78.1	88.3	6.8	5.0	17.5	528.4			
1990	1.0	34.5	17.1	34.5	73.1	110.4	151.9	90.4	68.0	0.0	0.2	1.3	603.4			
1991	17.0	8.5	0.0	4.2	27.1	101.8	85.9	82.7	57.0	105.1	18.4	2.5	488.0			
1992	68.0	28.0	5.3	9.5	109.2	72.9	93.8	88.8	39.8	92.0	55.5		603.7			
1993	10.5	12.6	18.5	28.1	41.2	88.9	88.0	41.5	119.0	27.7	17.5	0.0	478.3			
1994	5.5	4.5	14.3	37.8	50.5	154.5	123.1	91.9	81.9	23.7	4.0	0.5	592.0			
1995	23.5	18.3	13.0	9.3	63.3	63.3	148.5	42.0	15.5	11.0	33.0	33.0	536.2			
1996	0.2	0.0	0.0	15.8	30.8	44.8	62.3	47.8	43.0	0.0	10.5	34.0	349.7			
1997	2.8	0.0	32.0	79.7	70.0	82.0	132.7	41.0	84.0	35.0	14.0	8.0	563.2			
<b>P. Min</b>	<b>347 mm</b>				<b>P mod</b>				<b>585 mm</b>				<b>P Max</b>			<b>764 mm</b>

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total			
1978	0.0	11.5	2.3	33.0	61.0	60.1	228.4	263.0	189.5	2.9	1.8	12.2	855.5			
1979	33.0	8.7	0.0	39.7	52.3	168.3	149.1	185.0	139.4	39.8	9.4	0.0	824.7			
1980	10.7	29.2	8.8	54.8	54.5	201.5	229.4	181.4	44.3	63.2	4.7	6.0	897.3			
1981	0.0	38.2	14.9	12.4	80.4	111.0	151.2	191.2	38.4	111.7	0.0	3.8	781.2			
1982	19.0	6.9	4.4	0.0	29.0	116.6	291.8	176.0	163.3	22.1	13.0	11.1	654.2			
1983	10.0	4.8	0.5	2.5	45.7	163.3	281.1	181.2	248.0	97.5	3.1	8.8	1040.3			
1984	0.0	1.5	3.8	69.3	91.7	235.5	151.4	127.0	132.0	35.8	3.7	3.9	872.6			
1985	0.0	0.8	0.0	45.3	75.7	303.8	111.2	189.8	96.7	159.5	3.9	0.0	1068.2			
1986	0.0	8.0	0.0	24.6	44.2	131.8	223.1	209.1	117.5	0.0	8.0	0.0	772.0			
1987	0.8	18.5	37.2	18.5	142.8	258.5	203.7	195.7	134.0	17.5	25.0	0.0	1061.2			
1988	0.0	1.0	7.3	25.3	68.7	179.5	123.0	170.0	69.8	43.9	0.0	12.0	734.2			
1989	1.8	5.0	14.0	48.8	79.8								959.4			
1990													1148.3			
1991													1239.2			
1992	35.0	44.2	13.0	18.1	147.2	63.0	283.7	227.4	187.0	145.2	35.3		1011.6			
1993		21.0	8.8		9.8	147.5	245.4	212.2	295.8	12.5	18.0	0.0	915.5			
1994	11.0	0.0	0.0		50.0	153.0	108.0	278.5	116.7	83.0	2.0		915.5			
1995	20.0	8.8	33.8	12.0		193.7	331.0	328.8	82.5	39.8	36.0	48.5	1171.4			
1996	0.0	0.0	6.0	54.2	59.5	63.3	178.5	174.2	203.8	118.0	0.0	18.3	879.8			
1997	0.0	11.0	18.3	57.3	72.6	72.8	264.0	147.7	147.0	38.5	2.0	10.0	841.2			
<b>P. Min</b>	<b>734 mm</b>				<b>P mod</b>				<b>842 mm</b>				<b>P Max</b>			<b>1239 mm</b>

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	9.2	50.8	8.9	25.2	222.8	223.8	71.8	188.7	219.0	8.7	23.4		1038.2
1979	0.0	15.3	1.3	48.5	55.8	95.9	247.9	212.8	148.8	1.0	0.0		832.7
1980	32.9	5.3	0.0	49.5	30.3	147.7	134.1	235.6	136.8	21.7	9.1	0.2	811.2
1981	21.5	19.0	17.5	85.4	51.1	251.9	210.7	189.0	39.8	72.8	0.4	3.4	882.1
1982	0.0	65.7	22.1	7.0	82.5	136.8	112.0	91.5	50.2	93.6	0.0	3.8	694.8
1983	21.5	5.0	3.2	0.0	29.0	138.8	201.8	183.2	144.9	23.0	12.4	0.0	804.8
1984	11.5	8.9	0.0	1.7	30.5	163.9	297.1	155.0	207.6	54.0	4.0	7.9	955.0
1985	1.5	1.8	13.1	58.5	59.5	269.2	178.4	155.5	98.5	53.2	8.4	3.5	899.1
1986	2.0	0.0	0.0	68.3	87.4	321.8	141.3	111.0	101.4	93.6	8.1	0.0	919.5
1987	0.0	5.9	5.2	10.6	46.8	108.5	188.4	129.3	184.7	0.0	7.9	0.0	887.3
1988	0.0	7.9	42.3	25.4	103.2	170.2	178.3	187.4	98.3	28.5	44.5	0.0	872.0
1989	0.0	0.0	7.1	33.8	75.4	180.3	141.9	146.3	84.7	43.4	1.1	11.7	705.9
1990	9.9	4.9	9.5	28.0	120.1	104.0	127.4	201.5	170.9	83.0	0.3	4.2	854.7
1991	8.5	1.2	0.0	17.1	60.1	269.4	276.3	121.1	114.3	104.2			

## PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO

15065 Otumba															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	2.0	10.6	11.6	12.3	7.5	50.6	67.2	76.8	84.1	47.2	23.5	18.7	412.3		
1979	0.0	39.5	9.7	71.8	22.7	28.3	143.1	77.8	56.5	1.5	14.8	23.3	490.6		
1980	36.9	4.5	15.4	86.4	77.2	70.4	36.8	95.6	52.3	58.8	19.4	0.0	533.7		
1981	16.3	10.7	23.4	69.8	71.6	103.7	92.9	153.2	23.6	89.1	0.0	5.0	659.3		
1982	0.0	3.4	34.3	6.8	64.3	56.4	48.8	25.7	25.3	49.0	2.0	2.2	318.2		
1983	26.3	20.4	9.0	0.0	60.4	25.7	139.5	139.4	86.7	12.0	6.7	4.5	552.6		
1984	7.0	28.1	5.0	0.0	63.8	85.4	157.1	119.5	105.0	80.4	7.2	6.8	865.1		
1985	2.0	11.0	43.1	66.7	53.9	138.1	111.3	53.6	58.1	26.0	7.5	7.5	578.8		
1986	0.0	0.0	0.0	73.8	58.3	123.2	28.9	82.9	17.2	66.9	18.9	0.0	468.1		
1987	0.0	3.7	9.0	21.3	39.0	128.4	135.3	81.5	65.5	0.0	22.5	0.0	488.2		
1988	0.0	54.5	56.0	24.3	34.0	53.5	75.7	64.8	78.2	2.4	0.0	0.0	443.4		
1989													533.2		
1990													533.2		
1991	3.0	3.0	2.0	17.5	20.5	148.3	135.2	132.0	88.8	79.4	8.0	6.0	621.7		
1992	85.0	25.5	3.0	25.0	83.6	81.8	159.8	39.0	38.3	53.0	101.0	4.0	866.0		
1993	6.0	15.0	22.0	18.5	8.0	77.2	153.1	81.5	91.6	0.0	8.3	0.0	479.2		
1994													533.2		
1995													533.2		
1996			7.0	101.0	7.3	58.8	76.0	58.0	113.8	80.8	3.0	8.0	539.7		
1997	0.0	0.0	48.0	81.6	133.5	121.5	81.1	42.2	82.0	35.0	3.0	8.5	617.4		
<b>P. Mín</b>	<b>318 mm</b>			<b>P med</b>				<b>633 mm</b>				<b>P Máx</b>		<b>666 mm</b>	

15073 Presa Guadalupe															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	2.1	9.8	39.0	11.9	69.0	197.1	104.5	82.5	141.9	121.7	8.3	29.7	817.5		
1979	0.0	28.1	5.5	33.3	41.0	188.3	136.8	191.5	126.9	4.6	0.0	18.5	752.5		
1980	26.1	4.4	0.0	57.6	53.7	90.5	109.9	180.9	127.1	38.3	22.2	0.0	710.7		
1981	21.0	25.0	27.9	42.2	57.0	138.9	185.1	119.1	37.8	78.2	0.9	5.3	738.4		
1982	0.0	3.0	5.9	10.7	123.7	113.2	173.2	74.9	15.7	79.0	0.8	8.0	604.9		
1983	21.3	2.6	5.3	0.0	49.6	90.8	257.7	132.1	154.1	34.6	4.9	6.7	758.7		
1984	8.2	16.4	0.0	2.8	39.5	78.2	156.0	183.8	116.6	41.9	1.5	5.4	850.1		
1985	2.2		15.6	80.5	77.1	223.0	151.3	85.4	66.2	20.0	9.0	3.7	744.9		
1986	0.0	0.0	0.0	32.0	47.1	268.0	135.4	102.0	69.3	25.3	6.4	6.4	891.9		
1987	0.0	2.3	14.0	26.8	92.5	134.6	125.6	104.8	96.7	0.0	10.6	0.0	608.1		
1988	1.3	4.0	25.5	42.4	34.0	153.7	139.4	169.6	84.4	8.3	2.7	0.0	675.3		
1989	0.5	0.0	4.0	8.1	15.2	120.2	83.8	213.6	77.3	12.7	2.4	17.7	556.5		
1990	10.7	24.5	2.7	34.0	56.6	88.3	169.5	182.9	149.5				791.3		
1991	2.8				8.8	120.4	272.6	251.2	76.5	53.8	95.9	4.5	912.8		
1992	3.5	41.7	5.8	17.9	64.8	100.8	111.2	159.1	107.9	288.2	72.0		981.4		
1993	0.7			8.7	16.9	24.6	108.6	182.5	34.4	179.0	24.0	21.5	617.8		
1994	1.7	1.1	6.6	35.7	47.3	197.1	208.3	164.3	172.2	18.7	3.5		865.0		
1995				20.7	10.5		116.6	107.6	83.5	328.8	88.8	24.7	14.4	21.5	850.4
1996	0.0	2.4	8.7	12.4	32.7	34.5	149.5	115.1	202.4	47.3	6.7	8.9	622.6		
1997	2.0	0.0	17.7	52.1	68.3	92.0	129.2	121.9	45.3	56.2	8.0	7.3	601.0		
<b>P. Mín</b>	<b>557 mm</b>			<b>P med</b>				<b>728 mm</b>				<b>P Máx</b>		<b>981 mm</b>	

15074 Presa La Concepción															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	1.5	8.9	33.0	7.1	48.8	153.8	76.7	72.1	79.5	113.2	20.1	20.4	634.9		
1979	0.0	17.9	7.6	30.9	39.0	138.1		176.4	121.7	1.3	3.7	20.2	708.0		
1980	26.3	1.0	0.7	43.0	47.4	71.0	102.7	210.1	235.7	37.0	10.4	0.0	785.3		
1981	18.6	15.2	38.6	67.8	60.6	164.2	111.3	123.0	27.2	103.4	1.1	8.1	739.1		
1982	0.0	1.3	10.6	3.6	154.2	50.4	113.8	111.8	9.8	85.0	3.4	9.8	535.5		
1983	17.2	2.5	1.8	0.0	72.6	58.7	280.9	103.2	124.0	18.3	7.3	5.7	692.2		
1984	13.3	12.9	0.0	6.3	29.9	109.4	273.0	184.5	123.8	56.4	1.0	5.4	815.9		
1985	8.0	1.0	20.1	28.6	78.2	238.5	126.8	85.3	41.9	39.3	4.7	5.8	888.0		
1986	0.0	0.5	0.0	47.7	63.2	177.2	53.7	113.6	44.5	18.5	7.9	1.0	527.8		
1987	0.0	2.0	10.1	12.6	47.7	95.8	139.0	69.1	102.7	0.0	10.7	0.0	480.7		
1988	5.1	4.7	20.0	33.8	50.4	95.1	121.1	98.8	36.0	17.3			501.9		
1989	1.6	1.3	2.7	6.2									635.2		
1990													676.1		
1991		9.2	0.0	4.8	84.7	256.3	238.5	45.6	34.4	80.3	6.9	10.1	770.5		
1992	33.3	34.3	5.6	26.9	67.3	56.7	144.6	99.6	60.3	208.2	39.9		805.1		
1993	2.8	6.1	5.3	11.2	58.5	172.2	150.8	80.5	165.1	26.5	18.6	0.0	699.6		
1994	1.5	3.0	4.6	80.5	28.9	157.2	161.4	192.6	97.6	15.9	6.4	9.5	739.1		
1995	34.0	15.7											708.4		
1996					45.8	100.5	137.5	113.8	162.1	51.2	4.7	23.6	694.0		
1997	3.5	0.0	9.1	43.1	75.6	107.8	188.2	114.5	49.3	60.0	3.3	6.1	660.5		
<b>P. Mín</b>	<b>490 mm</b>			<b>P med</b>				<b>676 mm</b>				<b>P Máx</b>		<b>816 mm</b>	

15075 Presa Las Ruinas															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	2.0	11.5	38.0	10.0	85.7	186.6	120.5	127.2	141.4	139.2	10.3	15.2	887.6		
1979	0.0	24.0	2.5	46.8	28.9	100.2	212.1	198.1	157.3	13.9	3.0	16.7	803.5		
1980	23.4	6.5	0.0	67.3	51.1	74.8	108.0	186.2	105.1	29.8	15.4	0.0	688.6		
1981	26.3	19.8	12.2	88.3	105.2	189.7	149.5	153.4	41.7	90.1	1.7	7.4	885.1		
1982	0.0	12.5	9.1	23.4	155.7	87.4	126.0	78.0	24.5	83.4	1.5	6.2	607.7		
1983	20.1	2.5	4.5	0.0	41.6	113.2	221.9	195.5	168.4	33.1	9.1	1.3	831.2		
1984	12.1	19.1	0.0	0.0	32.8	72.7	244.8	227.8	188.9	91.6	0.0	7.0	896.6		
1985	0.0	1.3	7.1	99.1	70.4	247.4	124.9	123.4	49.2	75.5	6.5	1.1	805.9		
1986	0.0	0.0	0.0	23.8	46.5	238.5	90.9	92.0	85.5	28.1	6.4	2.0	593.5		
1987	0.0	3.7	8.7	13.8	84.7	95.1	212.4	96.0	94.9	0.0	14.8	0.0	823.9		
1988	1.5	3.0	23.3	26.6	65.6	170.0	209.6	134.8	96.4	8.0	9.0	0.0	750.8		
1989	5.1	4.1	14.7	6.2	40.3	135.6	109.7	155.1	98.5	12.8	2.0	20.6	604.9		
1990	2.5	11.5	6.2	31.5	79.8	168.0	263.6	192.9	153.0	97.2	1.0	6.0	1033.2		
1991	18.8	2.5	0.0	10.0	136.9	213.2	277.2	118.9	68.8	155.4	5.5	6.0	1011.2		
1992	41.0	43.0	4.7	23.9	113.5	112.8	172.3	273.0	185.0	214.4	37.3	4.5	1205.4		
1993	7.0	18.5	12.5	30.1	18.0	178.0	172.4	88.8	172.2	30.8	54.0	0.0	780.1		
1994	4.0	2.0	10.0	46.9	33.2	146.0	122.8	241.4	198.8	19.8	5.5	3.5	732.8		
1995	28.8	22.8	10.5	3.0	68.0	89.2	165.4	168.5	80.1	8.9	21.7	34.5	698.4		
1996	0.0	0.0	3.7	20.7	38.3	61.1	96.7	161.6	208.4	128.0	2.0	12.5	733.0		
1997	1.0	1.0	15.2	68.5	107.6	123.7	171.4	124.2	87.8	54.8	0.0	2.5	757.7		
<b>P. Mín</b>	<b>594 mm</b>			<b>P med</b>				<b>795 mm</b>				<b>P Máx</b>		<b>1205 mm</b>	

15077 Presa Totolca													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	3.9	15.5	50.3	7.0	59.4	288.6	188.2	141.9	211.7	222.1	3.9	11.0	1201.5
1979	0.0	13.6	0.6	10.1	38.3	112.7	222.6	287.9	134.1	1.9	2.6	16.1	840.5
1980	34.8	4.1	0.0	98.8	38.9	119.8	116.4	207.8	127.5	51.7	43.8	0.0	808.9
1981	22.0	31.7	13.2	47.8	46.9	203.4	323.8	205.0	62.1	90.9	4.0	5.0	1055.6
1982	0.0	8.5	18.3	15.4	107.7	101.4	198.9	130.5	47.8	120.5	0.5	4.3	751.8
1983	16.5	8.7	8.8	0.0	25.5	93.3	339.3	232.0	254.1	22.6	20.0	5.0	1025.8
1984	0.0	6.5	0.0	0.5	42.4	194.1	254.8	181.8	274.2	93.5	4.5	10.8	1063.1
1985	0.0		10.4	80.6	75.4	281.1	145.8	161.5	151.1	23.4	8.6	1.0	928.5
1986	0.0	2.5	0.0	62									

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

15081 Represa Alemán														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	3.5	8.0	44.1	10.2	42.5	155.8	73.1	111.1	70.3	94.1	5.5	48.3	665.3	
1979	0.0	15.7	9.8	41.0	35.2	150.9	194.9	147.3	145.8	2.0	0.3	16.8	759.7	
1980	29.8	1.1	20.5	46.0	77.1	78.2	137.1	105.7	124.6	49.7	7.5	0.0	703.3	
1981	20.8	3.2	19.0	45.3	44.1	180.7	125.0	116.0	49.4	93.8	0.1	2.4	699.6	
1982	0.0	3.5	9.2	14.6	92.8	94.1	109.4	71.9	11.8	38.8	0.0	10.0	426.1	
1983	21.8	2.3	2.5	0.0	46.5	75.4	207.3	126.5	54.2	23.1	10.2	11.1	642.9	
1984	14.0	16.1	0.0	0.3	61.3	102.3	227.1	171.2	113.1	58.3	0.0	11.6	775.3	
1985	1.0	0.1	34.5	59.3	57.3	229.8	123.9	94.0	57.9	29.1	3.5	2.5	632.9	
1986	0.0	0.1	0.0	46.2	68.9	217.4	59.6	116.1	120.8	34.5	21.4	2.9	687.9	
1987	0.0	1.5	0.1	5.0	91.5	115.4	137.1	70.2	68.3	0.0	13.0	0.0	539.0	
1988	8.5	3.4	33.4	47.0	37.2	72.7	142.0	141.4	68.8	23.7	2.4	0.0	597.1	
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	611.2	
1990	18.5	13.7	52.8	63.1	63.6	105.2	93.4	70.0	114.3	0.0	10.1	730.3		
1991	13.7	7.5	3.5	13.0	86.8	287.5	177.2	57.8	73.9	8.0	0.0	781.2		
1992	34.8	35.0	8.9	35.3	01.1	111.9	138.5	07.9	75.2	0.0	0.0	0.0	816.0	
1993													659.5	
1994						127.5	103.5	134.0	115.0	14.0			644.0	
1995													633.5	
1996						62.8	81.1	101.5	80.7	120.9	71.1	3.0	8.2	578.1
1997	0.0	0.0	29.9	63.5	20.8	125.7	153.0	81.5	42.2	32.0	1.2	8.5	631.1	

15083 San Andrés															
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total		
1978	3.2	12.3	42.3	4.0	74.2	160.9	79.0	45.4	93.2	96.2	21.7	0.0	632.4		
1979	1.5	13.5	27.4	22.7	38.2	64.2	100.5	106.5	123.3	0.5	0.0	13.4	611.7		
1980	38.3	7.1	0.0	30.3	41.5	32.4	100.1	120.0	42.8	42.0	22.7	0.0	477.8		
1981	21.8	4.2	11.2	68.5	65.9	128.2	153.4	120.7	60.6	86.1	2.6	7.8	739.0		
1982	0.0	5.3	10.0	33.5	85.7	53.1	60.1	94.0	3.0	50.4	0.5	3.0	435.4		
1983	14.6	9.1	9.8	0.0	10.2	59.6	147.1	84.0	120.5	26.4	5.5	2.8	489.8		
1984	45.9	7.1	1.8	0.0	41.6	95.3	263.0	93.4	104.2	82.1	0.1	6.5	747.0		
1985	7.1	0.8	15.7	52.7	35.5	183.4	68.4	115.3	87.6	48.3	2.9	0.8	596.7		
1986	0.0	0.0	0.0	32.6	77.0	203.7	70.7	69.4	42.9	37.5	5.8	8.5	503.1		
1987	0.0	1.9	13.0	18.3	57.4	144.7	103.9	125.0	47.4	0.0	4.7	0.0	612.8		
1988	0.0	3.5	48.7	19.1	44.4	84.1	111.5	47.3	111.7	9.5	18.9	0.0	493.7		
1989	0.0	12.7	1.1	13.8	50.3	117.8	103.8	79.0	117.8	22.5	10.3	14.1	549.5		
1990	17.3	20.5	0.7	64.2	51.4	141.8	11.7	135.5	69.8	113.4	0.0	0.0	634.7		
1991	2.0	5.4			72.2	138.5	113.0	93.4	40.8	138.0	3.3	0.0	649.9		
1992	15.1	10.1	17.0	60.5	63.4	62.7	100.7						604.3		
1993	4.3	7.8	23.4	27.1	169.8	127.9	88.7	138.3	46.5	24.8			677.0		
1994					40.2	47.5	70.0	173.7	181.9	67.0	01.0	8.5	1.0	631.5	
1995					4.4	21.2	16.2	49.7	63.4	103.7	149.2	37.7	48.7	450.2	597.2
1996	0.0	0.0	22.9	27.1	13.9	78.2	103.8	103.0	223.2	55.2	0.0	12.2	651.3		
1997	6.6	0.8	38.9	38.9	41.8	103.9	64.3	118.9	68.8	15.6	8.4	9.2	520.1		

15084 San Luis Ameca														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	4.5	11.9	52.0	10.3	46.5	180.8	149.1	88.2	109.3	163.3	3.7	3.0	838.8	
1979	0.0	22.5	0.0	5.9	81.7	74.2	107.2	147.1	151.0	5.5	0.0	25.7	601.7	
1980	98.9	0.0	0.0	34.5	52.7	65.2	97.7	130.8	69.5	43.1	20.0	0.0	618.4	
1981	38.4	28.6	8.8	41.4	64.4	125.3	99.8	71.0	101.3	25.8	3.0	2.0	607.6	
1982	0.0	14.8	4.0	16.8	64.5	87.7	100.0	95.7	39.3	33.8	0.0	0.0	456.4	
1983	15.9	7.3	14.0	0.1	6.5	55.1	215.3	53.7	139.0	37.6	14.7	0.0	581.2	
1984	17.8	9.2	5.8	1.2	60.5	110.0	144.1	130.2	119.4	9.7	0.0	0.0	607.7	
1985													627.7	
1986	0.0	0.0	0.0	30.5	74.3	112.0	122.7	133.5	37.8	53.3	7.0	0.0	572.4	
1987	0.0	3.0	19.0	15.9	26.7	125.3	141.0	137.1	28.1	0.0	7.0	0.0	503.1	
1988	0.0	1.7	52.9	17.5	31.9	170.4	168.6						718.0	
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	15.3	134.2	97.0	169.5	97.8	10.5	17.5	504.1	
1990	8.5	2.0	7.0	51.0	84.5	55.5							610.6	
1991					51.9	175.7	109.5	114.8	63.5	72.0	1.0		633.9	
1992	04.0	31.5	15.3	21.0	53.3	47.1	102.5	140.0			69.0		743.3	
1993	7.8	1.5	3.5		24.4	100.3	207.0	101.3	136.1	12.4	9.0		640.0	
1994					2.3	0.0	28.5	78.5	145.2	100.3	91.0	100.2	19.5	603.8
1995	31.3	6.0	12.5	8.5	57.3	147.5	98.0	152.5	121.0	37.0	31.0	75.0	777.0	
1996	0.0	0.0	2.0	41.4	25.0	87.1	118.8	83.4	107.6	97.0	0.0	24.0	565.4	
1997	5.0	0.0	0.0	32.9	60.5	73.2	71.5	135.1	104.3	79.4	36.0	34.9	10.4	673.8

15095 San Luis Ayucan													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	6.9	29.4	44.5	11.0	50.1	334.0	197.2	161.8	193.8	201.1	15.7	2.7	1251.1
1979	0.0	33.8	0.8	49.4	58.5	135.2	263.1	319.8	243.8	3.0	0.0	24.2	1132.6
1980	71.4	5.2	2.4	78.7	49.4	141.8	139.8	200.9	236.5	145.6	47.0	0.0	1175.9
1981	33.3	64.2	11.0	101.0	83.6	203.7	354.9	203.1	210.3	97.4	2.1	25.8	1478.3
1982	0.0	32.9	22.9	29.0	108.3	125.8	163.5	189.1	88.6	136.6	0.0	11.1	875.8
1983	13.5	24.8	17.5	0.0	39.0	107.2	320.7	102.6	292.2	50.5	20.0	14.2	1170.2
1984	23.4	25.0	3.3	13.0	103.0	253.3	199.2	233.2	307.1	151.0	2.0	5.8	1325.3
1985	7.7	14.5	25.0	112.0	148.3	303.2	202.4	197.6	153.6	92.0	1.7	4.9	1263.1
1986	0.0	1.0	0.0	67.5	120.5	209.0		193.2	210.3	53.1	5.0	6.0	1099.4
1987	0.0	0.0	2.5	34.1	87.3	220.3	204.8	180.6	140.3	27.0	24.5	0.0	931.2
1988													1144.0
1989													1144.0
1990													1144.0
1991													1144.0
1992													1144.0
1993													1144.0
1994													1144.0
1995													1144.0
1996													1144.0
1997	23.0	14.5	40.7	0.0	39.0	41.0	270.9	160.2	163.2	65.1	4.5	7.2	603.3

15096 San Marcos Jilotzingo													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
1978	8.1	7.4	44.0	15.9	24.0	91.2	183.4	54.0	81.2	79.2	30.8	19.3	653.3
1979	0.0	16.5	13.8	38.8	61.3	89.2	77.5	112.3	80.3	4.5	21.2	14.9	528.3
1980	48.5	0.0	3.9	27.0	35.2	59.7	81.1	153.6	105.4	38.8	13.6	0.0	565.0
1981	28.5	10.1	44.5	104.4	57.3	223.5	92.8	121.1	37.5	122.1	11.3	0.0	557.9
1982	0.0	15.0	12.9	18.6	60.9	64.7	58.9	22.8	8.9	86.6	0.0	8.6	387.9
1983	30.7	0.0	5.7	0.0	63.8	30.1	170.0	65.0	65.1	49.5	26.7	0.0	503.6
1984	12.6	13.7	5.3	0.0	26.3	78.6	258.0	120.3	124.6	16.7	4.5	18.0	874.8
1985	0.0	3.5	51.1	93.5	114.0	169.2	48.4	65.5	83.0	403.9	1.3	0.0	1039.0
1986	0.0	0.0	0.0	21.9	36.5	153.1	141.7	78.3	103.7	22.0	33.0	0.0	690.2
1987	0.0	0.0	3.1	28.1	36.1	84.2	107.1	72.8	98.8	0.0	4.5	0.0	435.5
1988													624.9
1989													624.9
1990													624.9
1991													624.9
1992													624.9
1993													624.9
1994													624.9
1995													











**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO**

15268 Ixtapaluca														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978													882.8	
1979													882.8	
1980													882.8	
1981					82.2	109.0	118.4	129.8	63.0	45.7	18.2	7.3	818.3	
1982	0.0	8.5	0.0	32.4	88.1	38.0	121.7	78.0	32.3	54.7	0.0	7.0	438.7	
1983	13.6	18.4	18.0	0.0					100.8	33.3		6.0	714.0	
1984													882.8	
1985													682.8	
1986	0.0	0.0	0.0	49.5	35.4	141.5	160.0	152.5	72.5	48.5	18.5	2.0	878.4	
1987	0.0	0.0	13.8	14.5	30.5	138.5	127.5	171.5	107.5	0.0	19.0	0.0	822.0	
1988	0.0	2.5	52.5	52.0	87.5	110.5	114.5	129.0	71.5				879.8	
1989	7.5	2.5	13.1	16.5	32.0	140.0	87.5	102.5	72.5	28.0	10.0	31.0	541.1	
1990	9.5	7.0	16.5	55.0	59.0	100.5	151.0	124.0	75.0	71.5	0.0		862.5	
1991	0.0	0.0	0.0	2.0	87.0	185.8	119.8	60.8	95.6	94.7	5.0	11.0	851.0	
1992	58.0	9.0	23.0	47.0	141.3	39.0	111.0	181.0	158.4	114.0	71.0	11.0	931.7	
1993	10.0	5.0	7.0	22.0	37.9	178.9	120.1	112.7	73.8	7.0	0.0	0.0	880.4	
1994	8.0	0.0	0.0	32.8	114.8	234.5	128.8	157.7	160.0	85.0	0.0	0.0	889.2	
1995	24.5	10.0	0.0	6.0	127.1	253.4	138.9	134.3	91.9	31.0	36.8	51.5	903.2	
1996	0.0	0.0	3.0	27.5	17.5	80.8	84.0	137.8	78.4	53.1	0.0	30.0	518.1	
1997	8.0	2.5	37.0	58.5	81.0	104.2	109.4	82.3	102.0	68.5	22.5	12.5	793.0	
P. Min		437 mm			P med			683 mm			P Máx			962 mm

15274 Nopala														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978													442.2	
1979													442.2	
1980													442.2	
1981						145.4	114.4	32.9	82.8	30.8			511.2	
1982	0.0	22.8	37.5	27.8	80.3	15.0	45.2	55.2	4.5	103.8	0.0	8.1	408.0	
1983	29.3	3.0	4.6	0.0	58.2					103.3	10.3	23.8	472.2	
1984													442.2	
1985													442.2	
1986	0.0	0.0	0.0	37.7	78.2	183.8	78.4	29.8	41.8	29.8	41.8	0.0	516.5	
1987	0.0	9.4		44.2	19.0	77.1	93.9	33.0	70.8	0.0	0.0	0.0	359.5	
1988	9.5	13.8	28.5	15.4	31.5	66.8	38.1	83.2					404.1	
1989	18.5	0.0	0.0	12.2	53.0	147.5	35.3				0.0	0.0	413.0	
1990	9.1	15.2	28.1	19.0	83.5	163.2	116.4	140.8	88.0	82.0	0.0	0.0	725.1	
1991	0.9	5.0	0.0	11.4	13.4	31.8	7.0	6.2	9.2	11.7	1.0	12.3	110.8	
1992	27.8	7.1	2.5	1.2	15.9	9.8	44.7	19.5	12.0	13.0	5.9	0.8	160.0	
1993	2.8	1.0	1.2	0.7	47.2	65.9	5.8	7.7	15.7	0.2	28.3	0.0	188.3	
1994	0.5	0.0	13.5	5.4	21.4	83.8	71.0	194.0	91.0	154.0	0.0	11.0	630.6	
1995	30.0	21.0	19.0	17.0	57.0	71.0	101.0	234.0	59.0	8.0	30.0	32.0	877.0	
1996	0.0	0.0	0.0	19.0	8.0	93.0	82.0	71.3					350.8	
1997	7.0	0.0	23.0	35.0	55.0	84.0	141.0	147.0	57.0	84.0	11.0	14.0	658.0	
P. Min		111 mm			P med			442 mm			P Máx			725 mm

15280 Tlalmanalco														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
1978													793.0	
1979													793.0	
1980													793.0	
1981					85.2	180.3	111.8	110.2	165.5				760.9	
1982	0.0	27.0	3.0	21.5	68.3	99.0	117.3	50.8	45.5	23.5	0.0	0.0	453.9	
1983	0.0	7.5	7.5	0.0					177.3	46.0	23.5	2.5	781.7	
1984													793.0	
1985	0.0	0.0	0.0	11.0	38.0	229.0	137.0	200.0	214.0	65.0	12.0	15.0	921.0	
1986	0.0	0.0	0.0	178.0	39.0	232.0	60.0	174.3	118.0	10.0	12.0	6.0	656.3	
1987	0.0	1.0	8.0	27.0	40.0	148.2	191.0	182.0	40.0				720.8	
1988	0.0	0.0	48.4	11.5	19.0	185.2	270.1	105.2	50.0				754.8	
1989	2.0	11.2	0.0	0.0	45.4	121.5	173.8	212.3	120.5	23.0	23.0	12.5	745.2	
1990	16.5				68.0	48.0	121.5	150.3	223.3	148.8	49.4	7.0	847.0	
1991	4.5	0.5	0.0	0.5	88.1	223.8	131.5	111.9	120.2	83.9	10.3	0.0	755.2	
1992	105.5	34.8	10.5	9.0	89.2	115.1	220.3	175.0	115.5	78.5	115.0	0.0	1088.2	
1993	3.5	7.0	7.3	13.7	25.0	174.9	155.1	179.9	170.4	42.0	13.0	0.0	791.8	
1994	8.8	2.5	0.0	49.5	81.2	155.9	139.0	105.3	223.7	87.7	0.0	0.0	834.8	
1995	35.0	25.0	4.0	2.0	25.0	151.0	149.3	243.6	150.7	71.5	65.0	84.5	837.0	
1996	0.0	0.0	2.0	23.5	45.6	108.8	133.6	141.4	96.8	35.5	0.0	25.0	610.2	
1997	0.0	0.0	8.4	132.5	52.1	145.1	184.2	83.4	84.8	52.4	35.0	10.0	760.8	
P. Min		454 mm			P med			793 mm			P Máx			1068 mm









## PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE HIDALGO

### 13046 Laguna de Apan

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1978	18	11.4	40.3	20.5	18.9	140.2	103.8	54.1	60.6	45.6	6.5	0.0	501.9
1979	0.0	39.8	18.4	43.0	50.6	38.8	148.7	213.2	77.6	15.3		28.0	678.7
1980	30.4	6.0	3.2	27.4	88.4	96.0	55.2	214.0	64.1	33.1	27.5	0.0	645.3
1981	15.3	18.3	50.1	42.7	05.7	105.4	59.0	105.4	33.0	89.2	0.0	3.1	587.2
1982	0.0	8.5	41.0	14.0	122.7	22.3	104.8	72.1	11.1	24.8	0.8	0.5	420.9
1983	21.0	9.9	7.0	0.0	27.2	28.0	198.7	133.5	132.5	10.9	19.0	7.6	597.1
1984	10.7	30.3	5.2	5.0	70.0	103.7	90.1	82.2	138.8	13.2	4.2	13.9	545.1
1985	2.0	2.0	11.8	55.8	60.2	147.1	100.8	19.8	32.5	19.8	1.0	3.9	476.8
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.5	3.8	128.8	97.0	57.8	1.5	0.0	303.8
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	36.8	24.5	12.2	6.0	0.0	303.8
1988	0.0	5.7	12.2	13.8	9.2	52.8	34.5	61.0	14.1	0.0	0.0	0.0	203.1
1989													477.7
1990	0.0	11.0											463.1
1991													477.7
1992													477.7
1993													477.7
1994													477.7
1995													477.7
1996													477.7
1997													477.7
<b>P. Min</b>		<b>203 mm</b>		<b>P med</b>		<b>478 mm</b>		<b>P Máx</b>		<b>679 mm</b>			

### 13056 Pachuca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1978	3.6	21.2	41.0	48.1	72.9	123.8	97.5	80.5	87.8	45.5	15.2	22.5	663.4
1979	3.5	42.2	1.0	43.5	31.0	24.5	82.0	37.0	63.8	4.0	12.5	13.0	383.9
1980	16.7	23.2	203.8	37.1	55.1	70.3	24.1	33.1	8.8				504.5
1981	17.5	22.4	29.2	52.8	80.1	114.5	75.0	38.6	18.3	75.3	0.0	0.5	534.2
1982	0.0	8.1	13.7	11.1		7.1	36.7	28.0	15.5	25.8	2.3	6.1	203.0
1983	34.3	9.3	8.3	0.0	32.0	68.9	49.2	33.9	73.8	3.8	40.1	0.3	347.9
1984	18.0	13.1	15.2	1.5	56.2	82.0	68.2	65.8	83.5	1.2	3.4	2.4	408.5
1985	8.7	3.7	10.0	71.5	83.8	103.1		38.9	4.4	1.7	1.8	0.0	304.4
1986	0.0	0.0	0.0	32.3	69.0	119.7	51.3	44.1	34.4	38.3	21.9		403.8
1987													302.8
1988	8.0	8.2	32.1	24.5	13.3			33.2	40.2	0.0	9.5	0.0	381.5
1989	15.5	3.9	7.2	29.7	13.9	74.2	85.9	95.9	65.2	6.0	9.4	20.4	427.2
1990	2.8	43.8	4.4	11.2	32.9	45.0	55.5	158.9	47.2	49.8	3.5	0.0	453.7
1991	1.1	13.0	0.0	11.9	15.2	80.7	78.8	25.8	31.4	58.7	20.8	32.9	368.1
1992	42.1	47.9	20.1	9.1	84.4	40.3	78.2	33.7	35.8	27.0	27.2	2.5	448.3
1993	13.7	11.0	6.7	5.8	30.0	47.3	38.6	22.7	110.8	1.0	14.7	0.0	301.9
1994	1.2	0.3	9.3	36.7	31.0	58.1	53.1	55.1	30.9	41.1	0.0	3.1	319.9
1995	23.5	13.0	5.1	21.7	89.8	31.3	18.0	52.6	37.8	75.9	81.1	23.2	453.0
1996	0.0	0.0	4.8	14.8	0.0	48.5	43.5	98.7	57.0	5.2	0.0	14.3	286.9
1997	0.4	0.0	70.8	40.3	44.9	54.9	38.0	10.2	24.3	55.9	10.0	5.6	355.1
<b>P. Min</b>		<b>206 mm</b>		<b>P med</b>		<b>395 mm</b>		<b>P Máx</b>		<b>669 mm</b>			

### 13079 Presa El Girón

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1978	3.1	12.0	57.8	60.8	49.5	78.4	69.8	27.8	41.9	8.5	5.8	24.4	437.2
1979	0.0	29.1	15.2	42.2	13.2	88.5	111.1	83.5	82.4	6.6	23.9	27.6	463.3
1980	34.0	3.9	7.0	21.5	141.1	32.7	45.0	68.3	40.5	13.5	22.7	0.0	428.2
1981	19.4	5.3	29.7	40.3	74.5	109.0	44.0	72.9	40.0	53.4	0.0	0.0	488.5
1982	0.0	10.1	17.3	26.9	53.7	45.3	28.1	18.8	11.4	13.1	17.5	4.1	248.1
1983	24.5	8.2	11.4	0.0	03.9	27.0	41.3	40.8	45.3	17.8	33.2	4.7	317.7
1984	16.9	30.2	5.7	13.0	47.8	59.8	77.1	73.5	98.4	0.8	4.2	5.2	430.0
1985	5.9	5.8	18.4	60.8	36.5	94.7	58.7	41.9	30.8	8.0	8.8	1.7	392.1
1986	0.0	0.1	0.0	32.0	53.9	103.1	25.2	23.8	12.2	22.2	16.3	0.0	298.0
1987													410.2
1988													410.2
1989													410.2
1990	7.0	33.5	18.5		27.0	40.9	77.0	92.0	82.0				441.0
1991	9.0	11.5	1.0	15.5	33.0	84.2	59.0	19.5	34.0	67.0	25.0	0.5	352.2
1992	25.0	18.5	6.0	14.0	88.5	64.0	83.0	33.0	34.5	33.5	25.5	2.5	428.0
1993	5.0	9.5	12.0	9.5	45.5	84.0	80.5	49.0	110.0	0.0	1.5	0.0	384.1
1994	14.5	1.0	6.0	58.9	53.9	79.1	84.0	68.0	23.4	78.9	0.0	2.1	463.6
1995	21.0	5.0	17.5	16.5	38.3	25.5	25.1	85.2	55.8	45.8	36.0	11.0	380.7
1996	0.0	1.0	6.0	11.0	0.0	98.0	112.0	155.8	89.8	87.0	16.0	11.0	597.4
1997	6.0	0.0	58.1	78.9	88.5	58.7	12.2	4.3	29.1	49.6	9.0	5.3	359.8
<b>P. Min</b>		<b>246 mm</b>		<b>P med</b>		<b>410 mm</b>		<b>P Máx</b>		<b>597 mm</b>			

### 13085 Presa Tezoyo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1978	1.3	15.8	57.5	23.0	17.0	118.8	83.5	73.8	83.5	50.0	38.5	2.0	552.7
1979	0.3	51.0	4.0	61.0	38.0	20.0	105.0	137.0	109.0	24.0	15.0	30.0	594.3
1980	24.5	18.5	3.5	11.1	34.8	153.0	7.0	102.5	19.0	32.5	2.5	580.2	
1981	20.0	18.0	72.0	37.5	128.0	118.5	143.5	88.5	38.5	72.5	0.5	7.3	721.6
1982	0.0	12.5	3.0	47.0		20.3	51.3	102.8	6.1	54.0	1.0	0.0	373.4
1983	8.0	15.3	14.0	0.0	16.0	72.0	54.5	49.0	68.0	35.0	77.5		417.1
1984	11.0	7.7	24.0	2.0	128.5	213.0	114.5	109.1	151.0	34.0	5.0	8.0	797.8
1985	1.0	25.0	0.0	98.0	70.0	163.0		60.0	52.3	27.5	5.0	13.0	670.0
1986	0.0	4.0	0.0	35.5	71.5	160.5	73.5	75.0	68.1	99.8	22.5	6.0	614.4
1987													410.2
1988													410.2
1989													410.2
1990	7.0	15.0	55.0	30.0	54.0	91.5	114.0	151.5	103.0	5.0	35.5		681.5
1991	14.5	46.5	35.3	27.3	47.0	58.0	188.5						877.4
1992	8.5	24.8	0.0	55.8	45.8	189.5	136.5	82.5	159.0	88.5	21.0	14.0	833.9
1993	47.5	25.5	69.5	42.5	146.0	58.0	130.3	49.0	42.8	107.0	46.5	3.0	787.8
1994	15.0	44.0	7.3	23.0	97.0	123.0	103.0	105.5	122.5	14.0	25.8	1.5	638.6
1995	1.5	1.0	7.0	71.5	87.5	203.5	150.0	103.8	54.0	85.5	3.0	0.0	754.3
1996	28.0	33.5	29.5	34.0	55.5	97.0	88.1	240.2	82.0	89.3	54.0	38.8	839.9
1997	0.5	1.5	18.0	23.5	7.5	142.5	122.5	83.0	63.1	35.8	0.5	30.0	535.4
1998	3.5	0.5	77.5	88.0	83.5	35.5	123.5	46.0	50.0	83.5	18.2	9.1	617.8
<b>P. Min</b>		<b>373 mm</b>		<b>P med</b>		<b>643 mm</b>		<b>P Máx</b>		<b>840 mm</b>			

### 13091 Tizayuca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1978	5.0	12.0	18.8	15.0	139.3	74.1	77.9	77.0	74.6	10.7	22.4		581.3
1979	0.0	18.2	31.7	70.3	31.2	103.8	104.3	112.4	84.0	7.3	21.3	13.0	610.5
1980	33.5	2.5	1.5	16.2	83.6	35.0	41.0	158.4	68.3	44.7	23.0	0.0	509.7
1981	25.8	8.6	24.3	81.4	86.2	181.1	138.6	128.4	88.7	157.7	9.8		891.5
1982	0.0	7.4	37.7	25.3	57.2	41.0	57.2	43.8	0.8	49.7	1.3	5.0	328.2
1983	34.5	2.5	7.5	0.0	34.0	85.4	97.7	72.7	52.4	11.8	8.4	1.0	385.9
1984	11.0	15.7	3.4	0.0	30.5	102.8	145.1	108.8	81.4	32.1	8.0	8.8	525.2
1985	9.9	1.2		84.1	88.3	192.5	92.4	39.0	85.2	7.5	2.7	1.0	568.7
1986	0.0	0.0	0.0	69.4	48.1	155.3	98.5	78.1	80.0	39.0	13.5	0.0	577.9
1987	0.0	0.0	2.0	14.5	18.0	108.5	133.0	47.5		0.0	9.5	0.0	395.8
1988	0.0	0.0	28.0	5.5	37.5								

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE HIDALGO**

13112 El Chico													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
1978													1169.5
1979													1169.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.0	170.8	314.5	371.0	49.0	25.5	12.0	1032.8
1981	58.5	35.5	23.0	88.5	153.5	452.5	170.5	283.5	274.0	129.5	6.5	37.5	1691.0
1982	0.0	18.0	30.5	32.0	215.0	18.0	65.0	103.0	185.5	71.0	12.0	11.0	753.0
1983	10.3	27.0	9.5	0.0	80.0	36.5	365.5	243.5	284.0	84.5	32.5	0.5	1173.8
1984	13.0	23.0	9.5	4.5	151.5	234.5	254.0	219.0	492.0	35.5	7.0	5.0	1448.5
1985	6.0	10.5	27.5	77.0	81.5	370.5	0.0	199.0	151.5	85.5	1.5	20.0	1030.5
1986	18.0	0.5	0.5	03.5	72.0	331.0	157.0	55.5	92.0	114.0	65.5	0.0	963.5
1987						269.0							1239.8
1988													1109.5
1989	39.5	10.5	13.5	67.5	34.5	217.5	171.0	230.0	313.0	100.5	26.0	8.5	1241.0
1990	15.0	50.0	23.5	23.5	77.0	117.0	231.0						1160.4
1991	12.0	18.0	2.0	18.5	21.5	338.0	266.5	89.5	217.5	314.0	93.0	50.0	1418.5
1992	72.5	59.0	22.5	55.5	55.0	81.5	152.4	240.3	225.3	213.5	111.5	7.5	1276.5
1993	10.5	14.0	12.5	23.0	63.5	346.5	277.8	153.0	321.5	69.0	30.5	0.0	1321.6
1994	31.0	5.0	34.0	49.5	68.5	263.5	104.0	215.6	102.5	74.5	4.5	0.0	958.8
1995	38.0	12.5	1.0	19.5	76.5	209.5	137.0	435.5	120.5	218.5	92.5	14.5	1376.5
1996	0.0	0.0	4.0	15.5	21.5	328.0	141.5	347.0	216.5	99.0	35.0	23.5	1234.5
1997	0.0	3.0	65.0	69.0	108.5	144.0	101.5	141.5	189.5	178.5	21.5	6.0	1008.0
P. Mín 756 mm      P med 1199 mm      P Máx 1691 mm													

13127 El Aserradero													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
1978													625.0
1979													625.0
1980													625.0
1981													814.8
1982	0.0	14.0	13.5	20.0	116.0	27.0	21.5	7.0	32.5	38.0	4.0	0.0	294.1
1983	11.5	9.5	14.5	0.0					119.0	26.5	39.0	0.0	580.9
1984	16.5	28.0	10.0	4.0	53.5	103.0	170.5	68.0			0.0	4.0	612.5
1985	0.0	32.6	7.0	113.5	37.7	226.2	118.6	159.4	71.4	45.8	8.0	15.5	836.6
1986	2.2	2.2	0.0	31.3	70.1	263.7	48.3	64.5	41.0	71.5	53.8	2.2	601.8
1987	0.0	1.8	3.2	7.7	66.9	150.5	113.9	30.3	55.5	10.4	6.8	0.0	448.8
1988		4.2	42.7	44.0	23.0	59.5	99.0	65.0					554.4
1989	0.0	18.3	16.9	61.5	22.3	136.7	69.1	71.8	183.1	16.4	7.4	30.3	633.8
1990	8.2	40.5	21.7	40.5	50.8	60.8	67.2	158.1	72.8	85.5	20.3	0.0	848.2
1991	10.3	12.5	0.0	33.4	39.2	284.1	184.6	60.4	114.9	126.2	22.0	15.1	902.7
1992	72.9	16.9	38.4	50.0	83.2	50.6	40.2	41.4	103.8	113.6	52.7	10.2	673.9
1993	0.0	14.3	12.7	20.9	129.2	114.9	50.8	66.6	196.9	7.1	21.6	0.0	635.3
1994	5.0	0.0	8.5	50.9	58.8	163.0	6.1	105.0	79.1	59.4	0.0	0.0	478.8
1995	20.0	18.5	5.1	16.5	60.3	63.4	128.0	200.1	63.5	44.6	51.2	32.9	710.7
1996	0.0	0.0	36.3	14.0	0.0	134.2	50.0	132.0	158.8	126.5	8.2	20.1	682.1
1997	0.0	0.0	64.2	66.3	114.2	26.3	35.9	29.0	81.7	84.7	13.1	0.0	535.4
P. Mín 294 mm      P med 626 mm      P Máx 903 mm													

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA**  
**EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE TLAXCALA**

29004 Cuamancingo														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
1978	1.8	12.2	42.3	10.8	36.7	192.3	99.3	103.9	74.0	70.0	26.0	5.3	620.6	
1979	1.6	19.3	14.7	52.2	69.4	24.3	116.3	108.6	107.5	1.5	7.4	20.5	543.3	
1980	30.3	0.0	0.0	48.0	143.8	111.1	99.0	147.3	108.8	56.5	53.1	0.0	707.9	
1981	15.0	20.7	39.5	52.0	48.5	153.6	176.0	172.1	58.2	117.0	5.0	4.5	860.3	
1982	0.0	21.6	16.5	102.3	111.5	50.0	125.9	50.0	32.7	65.4	0.0	0.5	503.3	
1983	11.7	19.1	11.0	0.0	14.5	81.0	145.6	149.2	156.0	16.9	27.5	8.0	642.5	
1984	10.0	14.1	24.5	1.5	60.8	175.0	187.4	68.8	162.9	73.2	1.3	21.5	620.6	
1985					67.4								659.5	
1986													659.5	
1987													659.5	
1988													659.5	
1989													659.5	
1990													639.5	
1991													659.5	
1992													659.5	
1993													659.5	
1994													659.5	
1995	8.6	11.9	21.1	43.9	67.4	104.1	118.8	108.4	93.6	54.7	18.7	10.1	689.5	
1996	0.0	0.0	0.0	41.5	23.5	75.5	30.5	103.0	59.5	34.0	0.0	31.0	410.3	
1997	0.0	0.0	41.5	86.5	80.0	66.0	89.0	47.0	52.0	56.0	30.0	0.0	548.0	
<b>P. Mín</b>	<b>410</b>							<b>P med</b>	<b>660</b>				<b>P Máx</b>	<b>870</b>

29008 Cuala													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	1.8	15.3	55.2	14.4	20.9	184.4	110.4	100.9	123.3	75.0	27.0	4.4	733.0
1979	4.0	25.8	15.7	50.7	50.8	62.3	182.7	126.3	117.8	1.5	6.8	16.8	870.4
1980	42.0	2.4	5.4	76.0	88.9	53.4	84.8	160.1	51.1	35.9	42.0	0.0	680.3
1981	19.3	48.2	28.5	79.7	61.7	160.4	92.4	97.2	58.8	33.9	1.8	1.9	881.8
1982	0.0	7.5	34.3	18.4	117.4	78.1	77.0	122.9	30.1	28.0	3.1	1.2	518.0
1983	22.6	37.2	20.5	0.0						82.2	33.4	1.8	811.3
1984		9.9	17.2	2.5	51.8	130.2	104.8	83.0	114.6	57.9	0.5	3.0	588.4
1985	8.2	7.5	50.3	70.6	131.9	163.8	79.9	34.4	69.2	38.9	3.7	0.7	659.3
1986	0.0	2.0	0.0	79.4	103.7	155.9	70.6	92.4	21.4	28.7	8.9		560.4
1987	0.0	0.0	27.1	13.8	70.4	150.0	162.2	55.5	53.9	0.0	3.5	5.5	550.9
1988	0.0	14.0	55.1	24.5	38.0				74.5				587.2
1989	0.1	0.5	10.7	29.8	51.7	137.7	88.5	63.3	63.1	8.8	5.8	11.3	489.9
1990	22.2	27.9	11.2	34.5	103.2	62.5	116.2	120.6	130.2	65.2	1.8	11.8	718.1
1991	0.1	4.5	2.0	29.1	36.4	208.9	140.8	78.8	78.9	40.0	5.5	4.0	625.1
1992	54.8	15.9	49.7	52.2	133.8	60.3							718.2
1993													624.8
1994													624.8
1995	12.8	14.8	25.4	38.4	75.9	128.2	109.1	67.2	78.9	34.5	8.6	5.5	624.8
1996													624.8
1997													624.8
<b>P. Mín</b>	<b>470</b>							<b>P med</b>	<b>625</b>			<b>P Máx</b>	<b>733</b>

29010 Hueyotlpan													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	2.3	1.0	71.0	24.0	65.9	255.0	105.6	116.2	60.0	73.5	25.0	1.0	650.5
1979	0.0	25.6	12.6	27.8	170.3	56.2	179.3	210.2	124.5	1.5	3.2	6.4	817.3
1980	31.0	0.0	0.0	64.7	103.3	93.2	134.1	216.8	109.2	19.5	97.0	0.0	868.8
1981	15.5	23.0	23.5	45.0	69.5	189.5	148.0	182.4	52.4	85.7	0.2	0.0	833.7
1982	0.0	24.2	18.0	54.7	152.8	79.5	148.8	31.1	23.8	26.7	0.0	0.8	560.4
1983	22.0	13.2	9.7	0.0	3.7	58.3	125.6	149.1	170.5	34.3	8.9	15.5	611.8
1984	8.0	33.8	13.6	1.8	54.1	204.3	217.8	203.0	155.9	79.4	0.0	5.0	801.3
1985	0.0	16.6	7.2	72.8	71.8	198.4	172.7	89.7	99.6	45.0	8.8	3.3	783.5
1986	0.0	3.0	0.0	62.9	92.9	155.4	116.7	103.0	93.2	41.5	2.3	5.2	691.1
1987	0.0	0.6	20.6	30.2	84.0	164.5	247.4	87.1	89.5	22.0	1.0	0.0	758.9
1988	0.0	22.5	10.0	25.5	79.3	84.5	213.8	130.4	68.2	7.5	1.0	0.0	682.7
1989	4.0	2.0	0.0	34.0	84.3	113.2	132.9	105.7	75.5	9.6	12.8		560.3
1990		18.4		70.0	60.9	68.1		130.3	103.6				724.4
1991													736.8
1992													730.0
1993													738.8
1994													736.8
1995	5.9	12.3	17.8	43.8	64.3	128.0	163.0	129.5	93.6	40.8	11.4	6.4	738.8
1996	0.0	0.0	10.5	40.3	49.8	137.0	124.0	89.0	68.2	63.4	0.0	23.5	615.7
1997	0.0	0.4	49.6	88.9	84.2	84.0	127.6	88.1	70.3	71.0	0.0	16.3	633.4
<b>P. Mín</b>	<b>560</b>							<b>P med</b>	<b>737</b>			<b>P Máx</b>	<b>981</b>

29012 La Gloria													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	6.5	12.1	47.7	28.4	41.2	256.3	153.3	113.5	121.9	32.0	11.0	18.0	841.9
1979	1.3	35.2	3.6	84.0	43.2	77.1	120.2	185.7	120.3	0.8	4.5	8.1	679.2
1980	57.2	1.0	0.7	49.3	74.5	130.1	131.5	228.1	80.1	49.7	38.8	0.8	837.6
1981	16.8	34.7	33.3	67.3	79.8	235.1	158.2	134.3	49.1	113.2	0.3	7.4	934.1
1982	0.0	27.1	26.5	221.0	107.9	50.0	73.0	98.7	14.1	96.2	1.3	4.5	729.3
1983	21.0	40.7	22.8	0.0	28.3	55.4	125.0	122.7	118.4	42.7	35.7	0.0	610.7
1984	18.0	20.1	30.0	12.5	111.8	155.5	136.6	98.5	220.0	16.6	2.0	5.2	826.6
1985	0.0	11.9	15.7	69.8	52.4	157.6	125.8	132.9	82.0	20.3	4.7	4.8	704.6
1986	0.5	0.0	0.0	79.8	83.8	203.9	158.0	95.9	53.5	59.0	29.0	13.5	779.5
1987	0.5	1.0	71.0	27.1	32.7	220.4	100.3	137.9	74.8	0.0	15.0	2.7	771.4
1988	0.0	23.2	37.0	38.8	41.5	132.9	130.7	133.7	89.2	13.2	0.0	0.0	846.2
1989	0.6	13.3	22.6	29.3	78.1	163.7	178.3	178.1	213.1	30.3	2.3	43.0	698.1
1990	19.0	10.5	65.1	71.9	41.8	68.1	238.6	125.2	118.6	91.0	35.2	1.8	608.7
1991													782.0
1992													782.0
1993													782.0
1994													782.0
1995													782.0
1996													782.0
1997													782.0
<b>P. Mín</b>	<b>611</b>							<b>P med</b>	<b>782</b>			<b>P Máx</b>	<b>934</b>

29013 La Venta													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	3.0	18.7	61.8	14.7	22.7	204.4	124.2	136.5	108.2	83.3	23.8	1.8	804.9
1979	1.3	22.1	26.8	50.7	57.6	68.7	218.4	138.4	151.2	8.1	6.6	18.3	784.0
1980	58.7	6.8	6.4	70.8	108.1	42.9	56.8	185.9	45.8	35.6	32.6	0.0	650.2
1981	20.2	25.7	39.3	52.4	78.5	212.1	88.1	143.1	116.7	31.8	1.8	3.5	811.3
1982		11.5	24.8	142.9		57.7	65.8	95.8	23.9	56.5	3.3	1.3	573.0
1983	33.2	40.2	28.7						88.9	29.7	4.9	2.7	793.1
1984	22.4	12.2	25.9	4.1	82.4	141.8	180.2	133.8	149.5	36.8	0.3	4.5	784.0
1985	8.0	13.3	38.5	65.8	92.9	155.5	124.9	70.0	65.4	32.7	4.9	1.0	709.9
1986	0.4	3.3	0.0	74.4	79.0								886.7
1987													723.7
1988													723.7
1989													723.7
1990													723.7
1991													723.7
1992													723.7
1993													723.7
1994													723.7
1995													723.7
1996													723.7
1997													723.7
<b>P. Mín</b>	<b>573</b>							<b>P med</b>	<b>724</b>				

## PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE TLAXCALA

29019 San Antonio Calpulalpan													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	2.0	13.8	48.5	18.5	38.0	183.5	149.0	111.0	79.0	83.0	36.0	1.5	774.8
1979	3.5	29.5	16.5	51.5	51.0	127.0	142.0	158.5	138.0	8.0	17.0	24.0	784.5
1980	28.0	4.5	1.0	78.0	84.5	120.5	91.5	151.5	112.0	38.5	27.5	0.0	743.5
1981	18.0	31.5	31.0	68.0	41.5	171.0	135.0	159.5	34.0	71.0	1.0	0.0	733.5
1982	0.0	18.0	42.5	22.0	105.0	87.5	84.5	120.0	42.0	43.5	10.5	0.0	583.5
1983	23.5	16.5	17.0	0.0	27.5	58.0	203.5	103.0	128.0	19.5	5.0	0.0	533.5
1984	18.5	6.5	11.5	8.0	79.0	158.0	156.5	140.0	140.0	40.0	2.5	12.5	777.0
1985	13.0	2.5	31.5	91.5	115.0	172.5	114.5	34.5	84.0	52.0	3.0	0.0	694.0
1986	0.0	0.0	0.0	61.0	147.0	111.0	87.5	109.0	22.0	52.5		1.5	582.8
1987	0.0	0.0	20.0	39.5	103.0	115.5	108.5	83.0	77.5	0.0	4.5	0.0	612.5
1988													688.1
1989													638.1
1990													688.1
1991											20.0	3.0	634.3
1992	49.0	14.5	28.0	14.0	63.5	103.0							634.0
1993													688.1
1994													633.1
1995	12.8	10.5	22.8	49.5	78.5	125.2	120.8	107.7	87.0	47.7	11.3	5.5	688.1
1996	12.8	1.0	5.5	34.5	44.0	147.5	82.5	88.0	127.5	127.5	0.0	21.0	871.8
1997	0.0	0.0	42.5	163.0	114.0	78.0	137.0	71.5	60.5	32.5	7.0	8.0	732.0

**P. Mín** 564 mm      **P mod** 688 mm      **P Máx** 777 mm

29022 San Buenaventura													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	1.8	8.8	53.7	8.4	24.9	231.5	84.9	65.8	68.2	83.5	13.1	12.0	841.4
1979	2.0	19.9	13.3	80.5	75.0	24.9	124.0	112.9	133.8	5.3	23.2	27.2	822.0
1980	26.5	0.0	4.3	85.2	58.2	89.6	88.0	188.4	128.8	19.9	100.4	0.0	775.1
1981	17.4	38.6	46.0	60.8	53.1	109.6	74.3	76.5	37.8	74.5	17.0	1.0	608.4
1982	0.0	6.0	20.5	64.5	154.0	27.0	89.2	50.5	30.0	53.5	1.0	6.0	482.2
1983	9.0	15.0	3.0	0.0	7.0	68.5	78.0	122.0	125.5	13.0	40.0	0.0	487.5
1984	22.0	31.0	31.8	4.7	58.3	109.0	159.8	80.3	152.0			8.0	702.4
1985	0.0	12.2	23.1	129.5	65.0	198.6	129.3	52.0	55.7	33.2	6.5	5.4	708.8
1986	0.0	0.0	0.0	92.8	120.2	81.5	82.7	40.8	60.3	22.0	0.0	0.0	505.9
1987	0.0	0.0	0.0										569.8
1988													610.1
1989													610.1
1990													610.1
1991													610.1
1992													610.1
1993													610.1
1994													610.1
1995	7.9	13.2	19.8	54.0	88.4	105.4	89.8	88.2	87.7	35.8	23.9	6.5	610.1
1996													610.1
1997													610.1

**P. Mín** 482 mm      **P mod** 610 mm      **P Máx** 775 mm

29023 San Cristóbal													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	1.5	17.5	40.5	12.5	14.8	201.5	103.5	125.5	111.5	65.5	21.0	6.0	744.3
1979	2.0	28.0	19.0	43.0	59.5	47.5	173.5	155.2	148.0	2.5	8.0	17.5	899.7
1980	45.0	5.0	8.5	72.9	102.3	84.1	87.5	160.0	45.0	29.0	30.0	0.0	847.3
1981	21.5	32.0	38.0	59.0	71.5	197.5	103.5	138.0	112.0	27.5	7.5	2.5	603.5
1982	0.0	11.0	31.0	30.0	120.5	75.5	88.7	79.0	22.0	30.5	3.0	1.5	407.7
1983	20.0	26.5	26.0	0.0	43.0	65.0	211.0	103.0	69.5	20.5	5.0	2.5	680.0
1984	21.0	11.0	23.5	3.0	63.0	143.5	102.0	139.0	89.0	38.8	0.5	3.0	703.2
1985	5.0	14.5	39.5	74.0	82.0	157.0	108.5	54.5	71.0	48.8	0.0	0.5	651.1
1986	0.0	0.0	0.0	68.5	122.0	103.0	89.8	141.0	38.0	25.0	13.5	3.0	625.8
1987	0.0	0.5	32.5	18.0	89.5	128.5	150.0	83.5	53.0	1.5	5.0	0.0	541.0
1988													650.2
1989													650.2
1990													650.2
1991													650.2
1992													650.2
1993													650.2
1994													650.2
1995	12.5	14.4	25.5	33.7	77.1	120.7	124.7	118.3	78.3	31.1	8.4	3.7	658.2
1996													658.2
1997													658.2

**P. Mín** 491 mm      **P mod** 658 mm      **P Máx** 807 mm

29024 Sanctorum													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	3.0	10.4	51.8	10.1	18.5	204.9	149.0	101.0	83.7	68.4	23.8	0.0	742.2
1979	0.0	47.7	18.9	55.5	26.2	50.8	188.1	234.9	108.7	1.1	17.7	30.8	778.0
1980	29.1	15.0	0.0	70.3	135.8	107.7	63.9	255.5	84.0	33.5	110.6	0.0	936.4
1981	20.1	25.5	34.5	59.0	78.8	152.7	121.1	160.8	39.8	52.3	6.5	3.7	754.6
1982	0.0	28.3	49.3	25.9	108.7	75.3	122.1	71.0	38.1	77.7	0.6	0.0	505.0
1983	8.8	7.9	7.5	0.0	13.2	67.8	193.0	134.8	129.1	44.0	16.0	11.7	634.5
1984	12.8	12.8	17.1	2.1	35.5	179.8	161.1	126.0	184.0	75.7	0.0	6.3	813.0
1985	0.7	3.2	3.8	75.0	60.9	102.3	117.8	64.8	101.2	13.5	0.5	1.0	572.5
1986	0.0	0.0	0.0	39.7	87.2	162.8	77.0	78.2	70.5	53.0	5.3	1.7	578.4
1987	0.0	1.0	7.4	41.7	112.4	180.2	133.4	179.8	69.9	1.0	2.7	0.0	729.5
1988	0.0	31.5	25.8	33.8	37.8	105.1	124.8	113.4	105.4	19.5	3.5	0.0	630.5
1989	1.1	0.0											630.6
1990													637.9
1991													637.9
1992													637.9
1993													637.9
1994													637.9
1995	5.4	13.1	18.2	42.5	67.3	122.4	133.7	132.4	92.5	45.8	17.0	7.1	697.9
1996	0.0	0.0	2.3	39.8	32.8	130.5	133.7	77.0	103.8	55.8	0.0	23.5	602.0
1997	0.0	0.0	31.8	83.5	128.8	70.9	121.7	103.8	81.0	78.2	25.7	13.8	748.8

**P. Mín** 573 mm      **P mod** 638 mm      **P Máx** 938 mm

29025 San Marcos													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	1.5	16.0	59.5	20.5	18.5	183.5	131.0	113.5	139.5	103.5	28.0	2.0	819.0
1979	4.5	17.7	14.0	73.0	44.5	78.3	182.0	145.0	128.0	2.0	8.0	18.0	713.0
1980	36.5	4.0	0.0	77.5	83.5	82.5	73.0	142.1	74.0	24.0	30.0	0.0	835.1
1981	23.0	62.5	30.4	87.2	55.9	103.5	107.5	110.5	45.0	48.5	2.5	1.0	720.5
1982	0.0	7.0	37.0	13.5	103.0	100.3	88.3	117.8	19.0	89.5	3.0	1.0	539.2
1983	23.0	25.0	19.0	0.0					127.5	41.0	2.0		639.1
1984	21.0	11.0	17.0	0.5	47.8	129.5	115.5	84.0	191.5	56.0	1.0	4.5	842.3
1985	4.5	7.0	35.0	71.0	137.3	185.2	78.0	40.8	52.8	38.3	3.0	0.0	630.5
1986	0.0	2.2	0.0	84.8	104.4	174.0	70.8	114.0	17.5	41.9	8.4	1.2	523.0
1987	0.0	0.0	24.7	18.2	78.1	148.8	137.4	80.4	88.7	0.0	0.0	0.0	628.1
1988	0.0	11.7	39.2	15.1	44.1				63.5				579.8
1989	0.0	0.0	8.2	41.8	60.7	101.8	73.8	82.0	84.9	7.5	8.2	11.3	526.6
1990	19.9	37.0	12.8	29.5	98.4	51.9	145.4	124.9	161.9	64.8	2.5	8.4	757.0
1991	0.0	8.5	0.5	37.4	29.7	174.0	130.3	84.8	79.0	51.9	13.7	3.0	812.8
1992	48.5	18.0	43.5	33.0	100.0	68.5	124.0						639.5
1993													848.1
1994													848.1
1995	12.0	15.2	22.8	38.2	72.4	133.3	110.5	101.3	85.8	41.8	9.1	4.2	840.1
1996													840.1
1997													848.1

**P. Mín** 527 mm      **P mod** 646 mm      **P Máx** 819 mm

29032 Tlaxco													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1													

**PRECIPITACIÓN REGISTRADA  
EN LAS ESTACIONES DEL ESTADO DE TLAXCALA**

29034 Zoquiapan													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978	0.0	10.5	35.0	8.0	23.5	173.5	123.4	91.8	77.8	58.0	24.5	0.0	626.0
1979	0.0	27.9	27.0	43.5	45.7	38.5	178.5	116.1	119.8	0.0	19.3	19.2	635.5
1980	17.0	1.0	5.0	85.2	101.4	103.0	60.1	126.8	108.6	0.0	39.0	0.0	658.9
1981	21.0	30.8	38.8	58.1	42.1	123.2	52.9	128.0	50.7	11.7	7.5	0.0	582.8
1982	0.0	7.5	30.0	32.5	78.5	55.9	48.0	82.4	17.3	64.0	1.0	0.0	418.1
1983	12.0	7.5	6.0	0.0	7.5	48.5	173.5	77.7	110.6	19.0	8.5	2.5	473.3
1984	16.5	14.5	16.5	0.0	33.0	162.0	134.2	66.5	169.8		2.0	5.0	658.7
1985	2.1	0.0	4.5	73.0	100.0	123.5	150.0	8.0	96.3	52.7	0.0	2.0	612.1
1986	0.0	0.0	0.0	49.5	66.1	138.8	45.5	88.5	29.5	127.5	7.5	0.0	572.7
1987	0.0	8.0	8.5	18.0	62.2	103.5	207.0	58.8	63.2	0.0	7.5	0.0	542.5
1988	0.0	2.0	27.5	24.7	65.5	129.3	89.5	126.7	128.7	1.0	0.5	0.0	596.4
1989	3.3	3.5	9.5	33.2	46.0	124.9	109.5						562.2
1990	21.3	33.0	16.1	49.3	70.9	39.0	134.0	97.0	69.2	52.4	0.0	1.4	603.6
1991	0.0	3.0	0.0	9.0	41.0	101.5	103.0	42.2	147.0	42.0	7.0	0.0	485.7
1992													569.5
1993													569.5
1994													569.5
1995	5.8	9.3	15.1	32.8	65.6	103.1	115.4	85.7	93.5	38.7	10.8	3.8	569.5
1996	0.0	0.0	0.0	2.5	34.0	104.5	92.5	110.0	101.0	50.0	0.0	17.0	517.6
1997	0.0	0.0	18.5	59.5	52.5	71.0	123.0	68.0	89.0	49.0	35.0	10.0	575.6
<b>P. Mìn</b>	<b>418</b>	<b>mm</b>		<b>P med</b>	<b>569</b>	<b>mm</b>		<b>P M̀ax</b>	<b>659</b>	<b>mm</b>			

29052 El Rosario													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1978													655.4
1979													655.4
1980													655.4
1981													624.3
1982	0.0	13.6	13.7	69.3	111.0	121.0	120.0	102.5	38.0		3.1		499.0
1983	11.0	27.0			64.3					168.5	48.0	47.5	795.3
1984	35.0	27.0	14.5	10.0	106.3	113.7	123.5	98.3	200.5	27.5	0.0		760.8
1985	0.0	6.5	16.1	57.3	48.9	188.8	162.4	165.8	42.1	19.4	5.3	4.0	718.4
1986	0.0	0.0	0.0	42.2	79.7	153.3	76.8	76.7	54.9		32.9	2.0	556.0
1987	0.0	1.8	31.5	56.7	42.0	134.2		74.3	26.6	0.0	20.8	0.0	500.2
1988	0.0	19.7	56.3	20.2	31.6	90.8	136.9	89.0	90.5				589.7
1989	2.0	0.0	19.0	63.0	30.1	184.0	78.5	132.5	211.0	9.0	7.0	16.0	752.1
1990	2.0	16.0	28.0	80.5	81.5	73.5	63.5	124.8	100.0	63.5		1.0	707.6
1991	3.0	4.0	0.0	1.0	148.8	179.5	151.4	78.8	56.1	40.0	5.5	4.0	672.1
1992	73.0	25.0	0.0	72.0	136.0	62.2	115.0						730.5
1993													655.4
1994													655.4
1995													655.4
1996													655.4
1997													655.4
<b>P. Mìn</b>	<b>459</b>	<b>mm</b>		<b>P med</b>	<b>655</b>	<b>mm</b>		<b>P M̀ax</b>	<b>795</b>	<b>mm</b>			

---

# ANEXO B

## Índice de tablas, gráficas, mapas y figuras.

---

	Página
<b>Capítulo I Características de la zona de estudio</b>	
<b>I.1.- Área y superficie.</b>	
Figura I.1-1 Localización de la Cuenca	2
Figura I.1-2 Porcentaje dentro de la Cuenca de cada Entidad Federativa	1
Figura I.1-3 Municipios comprendidos en la Cuenca	3
<b>I.3.- Fisiografía.</b>	
Mapa I.3-4 Topografía de la Cuenca	5
Figura I.3-5 Regiones fisiográficas y principales serranías de la Cuenca del Valle de México	6
<b>I.4.- Sistemas lacustres.</b>	
Figura I.4-6 La Cuenca lacustre del Valle de México	7
<b>I.5.- Corrientes superficiales.</b>	
Mapa I.5-7 Hidrografía de la Cuenca del Valle de México.	8
<b>I.6.- Geohidrología.</b>	
Mapa I.6-8 Acuíferos en la Cuenca	13
<b>I.7.- Geología.</b>	
Figura I.7-9 Mapa geológico de la Cuenca del Valle de México	19
Figura I.7-10 Esquema geológico de la Cuenca, corte Norte-Sur	18
Figura I.7-11 Esquema de los depósitos de transición en la Cuenca	20
Figura I.7-12 Condición abrupta cercana a los Cerros	21
<b>I.8.- Vegetación.</b>	
Figura I.8-13 Distribución de la vegetación en la Cuenca	22
<b>I.10.- Demografía.</b>	
Tabla I.10-14 Evolución demográfica del Distrito Federal. Período 1940-1950	27
Tabla I.10-15 Evolución demográfica del Distrito Federal. Período 1950-1970	27
Tabla I.10-16 Evolución demográfica del Distrito Federal. Período 1970-1990	28
Tabla I.10-17 Población existente en la Cuenca del Valle de México (1990)	29
Gráfica I.10-18 Comparación de la población existente dentro de la Cuenca por Entidad Federativa	30
Gráfica I.10-19 Porcentaje de la población Nacional que habita en la Cuenca del Valle de México	30

Gráfica I.10-20	Porcentaje de Superficie Nacional que ocupa la Cuenca del Valle de México	30
-----------------	---	----

## Capítulo II Infraestructura Hidráulica

### II.1.- Abastecimiento de Agua potable

Figura II.1-1	Fuentes de abastecimiento de la ZMCM	33
Tabla II.1-2	Gastos aportados por el Sistema Norte	34
Tabla II.1-3	Gastos aportados por el Sistema Sur	35
Tabla II.1-4	Gastos aportados por el Sistema Centro	35
Tabla II.1-5	Gastos aportados por el Sistema Oriente	35
Tabla III.1-6	Gastos aportados por el Sistema Poniente	36
Tabla II.1-7	Gastos aportados por los Manantiales y Pozos particulares	36
Tabla II.1-8	Gastos aportados por el Sistema de Aguas del Norte	36
Tabla II.1-9	Gastos aportados por el Sistema de Aguas del Sur	37
Tabla II.1-10	Gastos suministrados al D.F., Edo. de México e Hidalgo por distintas fuentes	38
Tabla II.1-11	Gastos medios de agua potable en bloque suministrada a los municipios del Edo. de México	39
Tabla II.1-12	Consumos de agua potable en el Edo. de Hidalgo	40
Tabla II.1-13	Consumos de agua potable en el Edo. de Tlaxcala	40
Tabla II.1-14	Gastos suministrados al D.F. por el S. Lerma	41
Tabla II.1-15	Gastos suministrados al D.F. por el S. Cutzamala	41
Tabla II.1-16	Tanques de almacenamiento y regulación en la zona norte del DF	42
Tabla II.1-17	Tanques de almacenamiento y regulación en la zona poniente del DF	42
Tabla II.1-18	Tanques de almacenamiento y regulación en la zona Sur del DF	43
Tabla II.1-19	Tanques de almacenamiento y regulación en la zona Oriente del DF	44
Tabla II.1-20	Infraestructura hidráulica en el Edo. de México	46
Tabla II.1-21	Plantas potabilizadoras en la Cuenca del Valle de México.	48

### II.2.- Alcantarillado y control de avenidas.

Tabla II.2-1	Presas de regulación en el D.F.	53
Tabla II.2-2	Presas de regulación en el Edo. de México	54
Tabla II.2-3	Descarga de los municipios del Edo. de México	60
Tabla II.2-4	Descarga de los municipios del Edo. de Hidalgo	61
Tabla II.2-5	Descarga de los municipios del Edo. de Tlaxcala	61
Mapa II.2-6	Drenaje en la Cuenca del Valle de México	62

### II.3.- Tratamiento y reuso de Aguas residuales

Tabla II.3-1	Plantas de tratamiento en el Distrito Federal	66
Tabla II.3-2	Plantas de tratamiento municipales en el Edo. de México	67
Tabla II.3-3	Plantas de tratamiento municipales en el Edo. de Hidalgo	68
Tabla II.3-4	Plantas de tratamiento municipales en el Edo. de Tlaxcala	68
Tabla II.3-5	Plantas industriales en la Cuenca del Valle de México	69
Tabla II.3-6	Plantas de servicios en la Cuenca del Valle de México	71

**II.4.- Infraestructura Agrícola**

Figura II.4-1	Distritos de riego dentro de la Cuenca	73
Tabla II.4-2	Volúmenes de agua suministrados al DR Chiconautla	73
Tabla II.4-3	Volúmenes de agua suministrados al DR La Concepción	74
Tabla II.4-4	Presas para riego existentes en el Estado de México	75
Tabla II.4-5	Presas para riego existentes en el Estado de Tlaxcala	76

**Capítulo III Análisis del ciclo hidrológico- hidráulico.****III.1.- Entradas al sistema**

Mapa III.1-1	Estaciones climatológicas en la Cuenca del Valle de México	78
Tabla III.1-2	Tabla inicial de l estación Calacoaya	79
Tabla III.1-3	Tabla final de la Estación Calacoaya	79
Gráfica III.1-4	Porcentaje de registros existentes en las estaciones climatológicas	80
Gráfica III.1-5	Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos. Estado de México	80
Gráfica III.1-6	Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos. Estado de Hidalgo	81
Gráfica III.1-7	Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos. Estado de Tlaxcala	81
Gráfica III.1-8	Porcentaje de estaciones climatológicas con registros anuales completos. Distrito Federal	81
Mapa III.1-9	Precipitación media en la Cuenca del Valle de México	83
Tabla III.1-10	Precipitación media, mínima y máxima registrada en las estaciones del Distrito Federal	84
Tabla III.1-11	Precipitación media, mínima y máxima registrada en las estaciones del Estado de México	85
Tabla III.1-12	Precipitación media, mínima y máxima registrada en las estaciones del Estado de Hidalgo	86
Tabla III.1-13	Precipitación media, mínima y máxima registrada en las estaciones del Estado de Tlaxcala	86
Gráfica III.1-14	Precipitación registrada en las estaciones del Distrito Federal	87
Gráfica III.1-15	Precipitación registrada en las estaciones del Estado de México	89
Gráfica III.1-16	Precipitación registrada en las estaciones del Estado de Hidalgo	91
Gráfica III.1-17	Precipitación registrada en las estaciones del Estado de Tlaxcala	92
Mapa III.1-18	Isoyetas medias en la Cuenca del Valle de México	93
Mapa III.1-19	Isoyetas mínimas en la Cuenca del Valle de México	94
Mapa III.1-20	Isoyetas máximas en la Cuenca del Valle de México	95
Tabla III.1-21	Gastos y volúmenes del año 1995 suministrados por fuentes particulares	97
Tabla III.1-22	Suministros de agua al Distrito Federal	98
Tabla III.1-23	Suministros de agua al Edo. de México	98
Tabla III.1-24	Suministros de agua al Edo. de Hidalgo	99
Tabla III.1-25	Suministros de agua al Edo. de Tlaxcala	99
Tabla III.1-26	Siministros de agua a la Cuenca del Valle de México	99



<b>III.2.- Salidas del sistema</b>	
Tabla III.2-1	Volúmenes registrados en la estación Huehuetoca 103
Tabla III.2-2	Volúmenes registrados en la estación El Salto 103
Tabla III.2-3	Volúmenes registrados en la estación Conejos 104
Tabla III.2-4	Volúmenes registrados en la estación Canal El Salto 104
Tabla III.2-5	Volúmenes registrados en la estación Emisor Requena 105
Tabla III.2-6	Volúmenes registrados en la estación Túnel Nuevo 105
Tabla III.2-7	Volúmenes registrados en la estación Tajo de Tequixquiac 108
Tabla III.2-8	Promedio de los volúmenes registrados en las estaciones hidrométricas 107
Tabla III.2-9	Volúmenes de agua promedio que salen de la Cuenca del Valle de México 107
Gráfica III.2-10	Volúmenes de salida del Valle de México. 108

**Capítulo IV Balances hidrológicos**

<b>IV.1.- Situación para el año 1997</b>	
Tabla IV.1-1	Balance hidrológico-hidráulico para el año 1997. 110
Figura IV.1-2	Diagrama de transferencias para el año 1997. 111
<b>IV.2.- Proyección futura (2010)</b>	
Figura IV.2-3	Plantas de tratamiento propuestas por el programa de saneamiento del Valle de México. 113
Tabla IV.2-4	Balance hidrológico-hidráulico para el año 2010. 115
Figura IV.2-5	Diagrama de transferencias para el año 2010. 116

**Capítulo V Conclusiones.**

Tabla V.1.-	Dotación por habitante en cada entidad para el año 1997. 117
Tabla V.2.-	Dotación por habitante en cada entidad para el año 2010 118