



13  
2 Gen

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**Facultad de Ingenieria**

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
AL AREA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE MEXICO**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**INGENIERO CIVIL**

Presenta :

**HECTOR ALEJANDRO AYALA SUERO**

**México, D. F.**

**1985**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

1. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1 <u>Antecedentes</u>	2
1.2 <u>Objetivo de la tesis</u>	4
1.3 <u>Motivos de la tesis</u>	5
1.4 <u>Desarrollo</u>	5
2. <u>DATOS DE PROYECTO</u>	7
2.1 <u>Area en estudio</u>	8
2.1.1 Area Metropolitana Continua	8
2.1.2 Area Sureste	9
2.1.3 Area Oriente	9
2.1.4 Area Norte	9
2.1.5 Area de Amortiguamiento	10
2.2 <u>Recopilación de información</u>	10
2.2.1 Información topográfica	11
2.2.2 Proyectos de agua potable	11
2.3 <u>Estudio de población</u>	12
2.4 <u>Análisis de manchas urbanas</u>	16
2.4.1 Descripción de los asentamientos (condición actual 1982)	16
2.4.2 Valores de las áreas (condición actual)	17
2.4.3 Descripción de los asentamientos (condición futura)	18
2.5 <u>Cálculo de densidades</u>	20
2.6 <u>Estudio de dotaciones</u>	21
2.7 <u>Cálculo de demandas</u>	23

## INDICE ( cont . )

2.8 <u>Análisis de oferta-demanda</u>	24
2.8.1 Programa de abastecimiento de agua potable al AMCM	24
2.8.2 Comparación de la oferta y la demanda	32
<b>3. <u>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</u></b>	<b>333</b>
3.1 <u>Infraestructura existente</u>	34
3.1.1 Sistema primario AMC	34
3.1.2 Sistema Sureste	38
3.1.3 Sistema primario área Oriente	38
3.1.4 Sistema primario área Amortiguamiento	39
3.1.5 Sistema primario área Norte	39
3.2 <u>Proposición de alternativas</u>	39
3.2.1 Areas de servicio	39
3.2.2 Ubicación del trazo	41
3.2.3 Planteamiento de alternativas	42
3.3 <u>Análisis de alternativas</u>	43
3.3.1 Funcionamiento hidráulico	43
3.3.2 Costo de las alternativas	44
<b>4. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b>	<b>45</b>
4.1 <u>Orden social</u>	46
4.2 <u>Orden técnico-económico</u>	46
ANEXO DE TABLAS	48
ANEXO DE FIGURAS Y PLANOS	128

## 1. INTRODUCCION

En la época actual, el abastecimiento de agua potable al área metropolitana de la ciudad de México se ha tornado un problema de grandes dimensiones tanto para el Distrito Federal, como para los municipios del Estado de México. Por esta razón, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, dependiente del Gobierno del Estado de México, planteó la necesidad de construir y operar un sistema primario de abastecimiento de agua potable para el Area Metropolitana de la Ciudad de México dentro del Estado de México (AMEM).

Dicho sistema funcionará como liga entre las entregas de agua en bloque, por parte de la Comisión de Aguas del Valle de México en la zona, más el aprovechamiento local de agua subterránea, con los tanques de regularización y las redes de distribución.

Dada la importancia del diseño de este sistema, éste se dividió en tres etapas: Planeación, Anteproyecto y Proyecto Ejecutivo; subdividiéndose la primera, a su vez, en un Estudio de Identificación en el que se precisaran los límites del área y los alcances del trabajo, y en la propia Planeación con sus estudios de alternativas.

Los trabajos realizados para el Estudio de Identificación, son los presentados en esta tesis.

## 1.1 Antecedentes

Durante las últimas décadas, varios millones de mexicanos -- han inmigrado a la Ciudad de México, capital de la República, y su área metropolitana, en busca de mejores ingresos y condiciones de vida. Esto ha provocado un explosivo crecimiento de la población, lo que ha propiciado una conurbación entre el Distrito Federal y varios municipios del Estado de México.

El sistema hidráulico del ANEM tiene características muy -- especiales, ya que en sólo 30 años ha tenido que desarrollarse -- para proporcionar servicios a 5.5 millones de habitantes.

El crecimiento de la mancha urbana y su número de habitantes se ha presentado de la siguiente forma: En el año de 1950, únicamente se contaba 150 000 hab en la zona; aumentando para -- 1960 a 400 000 hab y en 1970 existían ya 1 800 000 hab; en 1980 se censaron 5 300 000 hab, y se espera que haya 7 000 000 hab para 1990, llegando a ser, probablemente, 9 000 000 hab en el -- año 2000.

El acelerado crecimiento demográfico mostrado, ha significado a su vez explosivos incrementos en la demanda de bienes y -- servicios que han superado, en muchos casos, la capacidad de satisfacerla. En particular el abastecimiento de agua potable al Área Metropolitana de la Ciudad de México representa un problema cada vez mayor, no sólo por el acelerado crecimiento de la demanda sino también por la ubicación geográfica en la que se encuentra, ya que se tienen desarrollos habitacionales en elevaciones que van desde los 2 240 mmnm hasta los 2 500 y 2 550 mmnm en la Sierra de Guadalupe, al Norte del Distrito Federal.

El abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México ha requerido de grandes inversiones desde que los primeros pobladores se asentaron en los islotes de Tenochtitlan y Tlatelolco. En esa época se instalaron caños de barro, sobre las calzadas, -- que conducían el agua principalmente desde los manantiales de -- Chapultepec. Se sabe que a mediados del siglo pasado se empezaron a perforar los primeros pozos, incrementándose rápidamente -- por sus mejores características de calidad y porque los manantia

les existente ya estaban aprovechados o bien quedaban muy lejos de la ciudad.

Durante la época del Porfiriato se construyó el acueducto - que captaba los manantiales de Xochimilco, mismos que con el -- tiempo se fueron sustituyendo por pozos profundos, con el fin de incrementar el caudal de los mismos, siendo después la causa de que éstos se secaran al abatirse los mantos acuíferos.

En 1942 se inició la construcción de la primera obra de importación de aguas al Valle de México, desde la cuenca del Lerma. La obra, consistió en la captación de manantiales y baterías de pozos, acueductos, y un túnel que atravesó la Sierra de las Cruces. Esta misma obra se amplió durante la década de los 60's - incrementando el número de pozos y aprovechando la capacidad excedente del túnel de Las Cruces. Con esta ampliación la Ciudad de México recibió de esta región hasta 13 m<sup>3</sup>/s.

En 1951 se creó la Comisión Hidrológica de la Cuenca del - Valle de México (CHCVM), que en el estudio de abastecimientos - de agua potable concluyó que únicamente las fuentes de alta capacidad permitirían resolver satisfactoriamente la demanda, y que éstas sólo podrían encontrarse fuera del Valle de México.

Sin embargo, el proceso de industrialización del país y la centralización que se ha tenido, dió lugar al explosivo crecimiento urbano, obligando a continuar con la perforación de nuevos pozos dentro del Valle de México, localizándose fuera de la zona centro, que era la más afectada. Así, en 1957 empezó a operar el acueducto Chiconautla y en 1958 el del Peñón.

Los propios industriales, asentados en la zona de Vallejo, empezaron a perforar sus pozos, procedimiento que se continuó al abrirse las nuevas zonas industriales en Naucalpan, Ecatepec y - Tlalnepantla.

Las mismas autoridades del D.D.F. y de los municipios del - Estado de México empezaron a perforar un gran número de pozos - aislados, haciendo caso omiso de recomendaciones técnicas.

Llegó el momento, en los primeros años de los 70's, en que la situación se tornaba caótica con graves problemas de escasez y con la explotación irracional del acuífero. Así se decidió, en 1972, crear la Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM) -

con el fin de que la administración y responsabilidad del manejo geohidrológico del acuífero, y de solucionar el abastecimiento de agua potable, recayera en un único organismo federal.

Para el caso del abastecimiento de agua potable, la CAVM se creó para proporcionar el suministro de agua en bloque, quedando al Distrito Federal y al Gobierno del Estado de México su conducción dentro del Area Metropolitana apoyándose en sus diversos municipios o delegaciones y a través de sus Direcciones y Comisiones.

Por parte del Gobierno del Estado de México, se formó la -- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), con el fin de resolver los problemas de abastecimiento de agua potable y drenaje en todo el estado. Esta comisión, en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, se ha enfrentado con el problema del abastecimiento de agua en áreas con un crecimiento urbano extraordinario y aceptando las entregas de agua en bloque en puntos dirigidos principalmente al D.F., y al mismo tiempo ha tenido que -- completar los suministros de otras fuentes, como la perforación de pozos para captar agua subterránea.

Por lo expuesto anteriormente, se ve la necesidad de crear un Sistema Primario de Suministro de Agua Potable al AMEM, cuyo fin será el de tomar el agua de los diversos puntos de entrega, tanto de fuentes externas como internas, para conducirla a través de toda la zona y llevarla hasta los tanques de regularización para su distribución.

## 1.2 Objetivos de la tesis

Los objetivos del estudio de identificación son:

- a) Definir las áreas urbanas, semiurbanas, comerciales e -- industriales del Area Metropolitana de la Ciudad de México, en el Estado de México, en su condición actual y para el año 2000. Así como los abastecimientos de agua --



potable externos e internos a dicha área.

- b) Conocer las áreas que actualmente y a futuro no cuentan con suministro de agua potable.
- c) Proponer un esquema del sistema primario de alimentación de agua potable para el Area Metropolitana de la Ciudad de México en el Estado de México.

### 1.3 Motivo de la tesis

Existen, básicamente, dos razones que me impulsan a presentar esta tesis, abarcando con ellas varios aspectos. La primera razón consiste en el carácter del estudio, que se presta a la aplicación de varias ramas de la Ingeniería Civil, tales como la Sanitaria, Planeación e Hidráulica y la forma en que se coordinan éstas para resolver el complejo problema.

La segunda razón responde más a conocer un fenómeno socio-económico que genera una problemática tan especial como lo es ésta que se nos presenta en la Ciudad de México, producto de una política de centralización de la actividad económica que se ha llevado durante mucho tiempo y en un lugar que presenta serias dificultades por no ser apto, desde el punto de vista físico, para este tipo de asentamientos.

### 1.4 Desarrollo

El desarrollo de esta tesis, se ha dividido en los capítulos siguientes, cuyo contenido se indica en forma resumida a continuación:

## Cap. 2 Datos de Proyecto

Se relaciona la información disponible, se determinan, para cada una de las condiciones de urbanización en estudio, sus poblaciones, su análisis de manchas urbanas, el cálculo de densidades de población y las dotaciones de agua potable; teniendo éstas, se calculan las demandas por abastecer.

## Cap. 3 Estudio de alternativas

Se presentan los suministros de agua potable a la zona en estudio, así como el sistema primario existente, indicando la localización de pozos, acueductos y tanques de regularización. Conjuntamente se presentan los mismos aspectos para los sistemas actualmente en proyecto. En base a la infraestructura detectada, se proponen alternativas para el Sistema Primario, analizándose económica e hidráulicamente y seleccionando la mejor de ellas.

## Cap. 4 Conclusiones y recomendaciones.

Se exponen las conclusiones y recomendaciones sobre el estudio.

## 2. DATOS DE PROYECTO

En este capítulo se presentan el área en estudio y los datos recabados, tanto para la condición actual como de las futuras, de los asentamientos correspondientes al A.E.M.

A partir de la información recopilada se hacen las predicciones y proyecciones de población, para todos los municipios involucrados, para los años de 1982, 1987, 1990, 1995 y 2000. Se presenta el análisis de las manchas urbanas para cada una de las etapas mencionadas, que junto con el estudio de población sirven de base para el cálculo de densidades, presentado también en este capítulo.

Finalmente se muestra el estudio de dotaciones para las --- distintas zonas y usos del suelo, para con ellas calcular las demandas, por zonas y por uso del suelo, para cada una de las condiciones de proyecto establecidas.

## 2.1 Área en estudio

Tomando en cuenta los planes de desarrollo para el ANEM, se definieron los límites siguientes: al Sur por el límite entre el Estado de México y el Distrito Federal; al Sureste y al Oriente por la cota 2350 msnm; al Norte por una línea imaginaria que une a las poblaciones de San Nicolás Tlacomulco, San Marcos, Teacuatitlán, San Felipe Tootitlán, San Bartolo Actopan y Temascalapa, el límite del Estado de México con el de Hidalgo y la línea que une los poblados de San Marcos Jilotzingo, Cuevas, San Mateo y Apaxco de Ocampo; al Noreste otra vez por el límite entre los estados de México e Hidalgo; al Poniente la curva de nivel 2350 msnm, hasta la población de Villa Nicolás Romero, para seguir por la cota 2550 msnm a la altura de la zona NZT, hasta cortar con el límite entre el Estado de México y el Distrito Federal.

Lo anterior se muestra en el plano 1.

Dada la magnitud del área en estudio, y para facilitar su análisis, ésta se subdividió en 5 zonas, las cuales son: Área Metropolitana Continua, Sureste, Oriente, Norte y de Amortiguamiento.

### 2.1.1 Área Metropolitana Continua (AMC)

Debido a que esta zona es de gran tamaño y en ella se asienta la mayor parte de la población del ANEM, se decidió subdividirla, a su vez, en las siguientes tres subzonas:

#### + Urbano Industrial Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla (NZT)

Se encuentra delimitada al Oriente por el Distrito Federal; al Sur por el mismo límite y la cota 2550 msnm; al Poniente por dicha cota y al Norte por los límites de los municipios de Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla con los de Nicolás Romero, Cuautitlán Izcalli y Tultitlán.

#### + Valle de Cuautitlán

Limitada al Oriente por el Gran Canal del Desagüe y el límite del municipio de Coacalco con el de Ecatepec; al Sur

con la zona NZT; al Oeste por las cotas 2350 y 2550 msnm -- y una línea imaginaria que los une a la altura de Villa Nicolás Romero, y al Norte por la vía del ferrocarril que va a Pachuca y una línea imaginaria que separa las poblaciones de Santiago Teyahualco y Tultepec, por el camino a Tepozotlán hasta la cota 2550 msnm.

#### + Neza

Al Oriente limita con los municipios de Acolman, Atenco, Texcoco y Chimalhuacán; al Sur y al Oeste con el límite del Estado de México con el D.F., y al Norte el límite de los municipios de Tultitlán, Tecamac y Acolman con los de Coacalco y Ecatepec.

#### 2.1.2 Area Sureste

Limitada al Oriente y al Sur por la cota 2350 msnm; al Oeste por el límite del Estado de México con el D.F., y al Norte -- con una línea imaginaria que une la cota 2350 msnm con el límite entre los municipios de La Paz y Chimalhuacán y el límite con el D.F.

#### 2.1.3 Area Oriente

Al Este limita con la cota 2350 msnm, al Sur con el Area -- Sureste, al Oeste con el límite entre los municipios de Atenco y Texcoco con los de Ecatepec y Nezahualcóyotl; y al Norte con una línea imaginaria entre las poblaciones de El Calvario y Santa -- María Acolman, hasta la cota 2350 msnm.

#### 2.1.4 Area Norte

Al igual que el Area Metropolitana Continua, esta área se -- subdividió, debido a su magnitud, en dos regiones separadas por la cota 2350 msnm, denominándose Area Norte Baja una y Norte Al -- tá la otra.

+ Zona Norte Alta (arriba de la cota 2350 msnm)

Colinda al Oriente con una línea imaginaria que une a las poblaciones de San Marcos y San Felipe Teotitlán; al Sur con la línea que une a San Nicolás Tlacomulco con San Marcos; al Oeste la cota 2350 msnm y al Norte la línea que une a San Felipe Teotitlán con San Bartolo Actopan.

+ Zona Norte Baja (abajo de la cota 2350 msnm)

Limitada al Oriente por la cota indicada, al Sur por la vía del ferrocarril a Pachuca hasta la población de Jaltepec, continuando por una línea imaginaria hacia el Oeste hasta la población de Visitación y continuando por la carretera a Querétaro hasta encontrar la cota 2350 msnm; al Poniente por esta cota y al Norte por una línea que une a las poblaciones de San Bartolo Actopan y Temascalapa, el límite con el Estado de Hidalgo, continuando con una línea que une los poblados de San Marcos Jilotzingo, Cuevas, San Mateo y Apaxco de Ccampo y por el límite estatal mencionado hasta llegar a la curva 2350 msnm.

### 2.1.5 Area de Amortiguamiento

Esta es una zona intermedia en la que, como su nombre lo indica, se pretende amortiguar el crecimiento urbano, evitando que el Area Metropolitana Continua se una con las poblaciones del Area Norte. Está limitada por las áreas Norte, Oriente, Neza y Valle de Cuautitlán.

### 2.2 Recopilación de información

Con el apoyo de la CEAS, se recopiló la información requerida, disponible para el estudio, en las diversas dependencias federales, estatales y privadas; tanto de los asentamientos actuales como de los futuros en la zona en estudio, que abarca la posible AMEM, además de los acueductos y sistemas de abastecimiento.

to de agua potable que dan servicio actualmente a los que se encuentran en proyecto. La información es la que se describe a continuación.

### 2.2.1 Información topográfica

Se obtuvieron:

- + Cartas topográficas, escala 1:50 000, de la Dirección de Estudios del Territorio Nacional, S.P.P.
- + Plano General del Valle de México, escala 1:10 000, de la SAVN, SARH.
- + Fotografías aéreas, de la Compañía Mexicana Aerofoto ---- S.A., escs: 1:10 000 y 1:20 000.

### 2.2.2 Proyectos de agua potable

Se obtuvieron estudios y proyectos de abastecimiento de agua potable de diversas localidades comprendidas en el AMEM, --- incluyendo redes de distribución, acueductos, regularización, -- pozos; en planos, informes y fotografías aéreas. Además se obtuvieron 45 volúmenes del Plan Municipal de Desarrollo Urbano -- para el Estado de México (1981).

Se recopiló información, con el apoyo de CEAS, de otras dependencias oficiales, como son la Dirección General de Desarrollo Urbano y Vivienda (D3DUV), la Oficina de Planeación del Departamento del Distrito Federal, la Comisión de Conurbación del Centro y oficinas correspondientes de algunos municipios involucrados.

Además de la información recabada en estas dependencias oficiales, se contó con la de estudios realizados por compañías - privadas, y 5 tesis profesionales de la Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., relacionadas con el estudio.

### 2.3 Estudio de población

Con base en los datos recopilados por municipio de los censos de población de 1930 a 1970, y los datos preliminares del censo de 1980, se determinó el número de habitantes que se espera tener en cada una de las zonas en que se dividió el área en estudio.

Por otro lado, dentro de las proyecciones de población que se recopilaron, están las del Plan de Desarrollo Urbano (PNDU) para el Estado de México, en la que se proponen tres opciones: la alta, la media y la baja. En esta etapa de identificación se aceptaron, aproximadamente, 21.7 millones de habitantes para el año 2000 en todo el Estado de México, que corresponden a la tendencia media.

Una vez recopilada la información censal, y con base en las proyecciones del PNDU, se procedió a definir la forma de predicción, para lo cual se aplicaron los criterios siguientes:

a) Aritmético

$$Y_m = Y_2 + \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X_m - X_2) \quad (2.1)$$

b) Geométrico

$$\log Y_m = \log Y_2 + \frac{\log Y_2 - \log Y_1}{X_2 - X_1} (X_m - X_2) \quad (2.2)$$

c) Interés Compuesto

$$Y_m = Y_2 (1 + i)^n \quad (2.3)$$

d) Lineal

$$Y_m = a + b X_m \quad (2.4)$$

e) Exponencial

$$Y_m = a e^{b X_m} \quad (2.5)$$



f) Logarítmico

$$Y_m = a + b \log X_m \quad (2.6)$$

g) Potencial

$$Y_m = a X_m^b \quad (2.7)$$

donde:

- $X_1$  año de población del penúltimo censo
- $X_2$  año de población del último censo
- $X_m$  año de población deseada
- $Y_1$  población del penúltimo censo
- $Y_2$  población del último censo
- $Y_m$  población del año deseado
- $i$  tasa de crecimiento anual
- $n$  número de años de predicción
- $a, b$  parámetros a valorar por mínimos cuadrados

Como se puede observar, los primeros tres modelos son métodos de predicción, mientras los cuatro restantes lo son de correlación simple.

Para resolver el problema anterior se elaboró un programa de computadora que presenta los siguientes resultados:

- a) Tipo de modelo y ecuación aplicada.
- b) Datos censales.
- c) Nombre del municipio.
- d) Valores de "a" y "b" para los modelos de correlación simple, así como el coeficiente de correlación correspondiente.
- e) Una tabla con la predicción de población desde 1980 hasta el año 2000, año por año, para cada uno de los modelos.

A modo de ejemplo se presenta la tabla 2.1, en la que se presentan los resultados del programa para el Municipio de Chalco, y en la figura 2.1 se grafican los resultados, de donde se deduce que el modelo de interés compuesto, con una tasa del 4.2%

anual, es el que mejor se ajusta, en este caso, a la predicción del PNBW. Del análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los 44 municipios, se aceptó el modelo de interés compuesto para la predicción de los años 1982, 1987, 1990, 1995 y 2000; mostrándose los valores de las tasas de crecimiento utilizadas, en la tabla 2.2.

Una vez determinada la predicción de población por municipio, se calculó la población en cada una de las ocho zonas en -- que se dividió el área en estudio, aceptando que los municipios que estuvieran contenidos parcialmente en dos o más zonas, se -- consideraran en la zona en la cual tuvieran mayor influencia. De lo anterior, los municipios y zonas quedaron de la siguiente forma:

ZONA	MUNICIPIO	PORCENTAJE DEL MUNICIPIO
1. Sureste	Chalco	100
	Cocotitlán	100
	Temamatla	100
	Ixtapaluca	100
2. Oriente	Chimalhuacán	100
	Chicoloapan	100
	Texcoco	100
	Atenco	100
	Chiconcuac	100
	Chiautla	100
	Papalotla	100
	Tezoyuca	100
	Acolman	100
Tepetlaoxtoc	54	
3. Norte (Alta)	Temascalapa	65
	Nopaltepec	98
	Otumba	86

ZONA	MUNICIPIO	PORCENTAJE DEL MUNICIPIO
4. Norte (Baja)	Teotihuacán	100
	Zumpango	100
	Teoloyucan	100
	Coyotepec	100
	Huehuetoca	100
	Jaltenco	100
	Axapusco	100
	San Martín de las Pirámides	100
	Tequixquiac	65
Apaxco	79	
5. Amortiguamiento	Tecamac	100
	Nextlalpan	100
	Tultepec	100
	Melchor Ocampo	100
	Tepozotlán	100
6. AMC (Noza)	Ecatepec	100
	Nezahualcóyotl	100
	La Paz	100
7. AMC (Cuautitlán)	Coacalco	100
	Cuautitlán de Romero Rubio	100
	Tultitlán	100
	Nicolás Romero	100
	Cuautitlán Izcalli	100
8. AMC (NZE)	Atizapán de Zaragoza	100
	Tlalnepantla	100
	Naucalpan	100
	Huixquilucan	100

En la tabla 2.3 se presentan, para cada zona, los datos de los censos de los años 1930, 1940, 1950, 1960, 1970 y 1980 (dato preliminar), y los obtenidos para los años de 1982, 1987, --

1990, 1995 y 2000; mientras en la tabla 2.4 se muestra el resumen de éstos.

## 2.4 Análisis de manchas urbanas

### 2.4.1 Descripción de los asentamientos (condición actual 1982) -

Con las cartas topográficas de DETENAL se formó un mosaico cartográfico escala 1:50 000 con el fin de tener un plano base del área en estudio, y otro mosaico con los planos obtenidos de la CAVM en escala 1:20 000.

Sobre los mosaicos mencionados se resaltaron los rasgos físicos principales existentes, como son: carreteras y caminos, vías de ferrocarril, aeropuertos, colectores, ríos, canales y embalses, así como poblaciones principales, colonias y fraccionamientos, ya estuvieran dentro o en las inmediaciones del área en estudio. De la misma forma se destacaron los límites interestatales y algunas curvas de nivel.

Sobre los mosaicos elaborados se delimitaron las manchas urbanas, ya fueran de la Ciudad de México, o de cualquier otra población dentro del área en estudio. Esta delimitación se realizó apoyándose en la información disponible, principalmente en las aerofotos escala 1:10 000 y en el plano de mancha urbana actual, escala 1:50 000 de la DGDUV.

Con la información disponible de las poblaciones involucradas, se analizaron sus principales características como la descripción de los servicios públicos con que cuenta, las características y tenencia de la vivienda, infraestructura disponible, vialidad y transporte y la densidad de urbanización entre otras. Este análisis se hizo con el fin de agruparlas en los siguientes conceptos:

- + Vivienda residencial.
- + Vivienda media.

- + Vivienda popular.
- + Vivienda urbano rural.
- + Vivienda precaria.

Una vez realizado el análisis anterior se agrupó a estos cinco conceptos en dos. Los conceptos de vivienda residencial, media y popular se agruparon en el concepto denominado como "Urbano", a la vez que la vivienda urbano rural y la precaria lo fueron en otro identificado como "Suburbano".

De manera semejante a la ya descrita, se delimitaron las manchas para otros tipos de uso del suelo, agrupándose en los conceptos de : industrial, comercial, equipamiento, agropecuario, bosque y parque, sin uno y cuerpos de agua.

En el renglón industrial se agruparon tanto las industrias grandes como las pequeñas, sin diferenciarlas entre sí. Como áreas comerciales se incluyeron principalmente a los grandes módulos comerciales, así como las regiones o áreas dedicadas a esta actividad. En las áreas agrupadas como equipamiento se incluyeron las grandes zonas de servicios, terminales aéreas o de ferrocarril o por unidades educacionales y hospitalarias. El concepto agropecuario se integró por los terrenos identificados con dicha actividad, sin diferenciar si son de riego o son de temporal. En los renglones restantes se incluyeron los suelos involucrados con el uso respectivo.

#### 2.4.2 Valores de las áreas (condición actual)

Sobre las manchas de uso del suelo obtenidas, se calcularon los valores correspondientes de las áreas de cada una de ellas; para ésto se utilizó el mosaico cartográfico escala 1:20 000, realizando el cálculo por planimetría en cada hoja del mosaico con la finalidad de ajustar las superficies obtenidas al área real representada por cada hoja en particular y evitar un error por la distorsión de escalas.

En la tabla 2.5 se muestran los resultados obtenidos, para la condición actual, de la cuantificación de áreas.

### 2.4.3 Descripción de los asentamientos (condición futura)

Con el objeto de analizar la tendencia de crecimiento de la mancha urbana, se realizó un análisis para los diferentes tipos de uso del suelo a futuro, para lo cual se emplearon los mosaicos cartográficos correspondientes a la condición actual y con el -- apoyo de la información disponible respecto de planes de desarrollo urbano, tendencias de crecimiento, planes maestros a corto, mediano y largo plazo, así como de diversas propuestas de crecimiento y regulación.

El análisis anterior se realizó al año 2000, tomando tres - condiciones de análisis intermedias: 1987, 1990 y 1995. Para estas cuatro condiciones de análisis se consideraron los mismos tipos de uso del suelo que para la condición actual y sobre las mismas consideraciones.

#### + Condición 1987

El análisis para esta condición se apoyó básicamente en la propuesta de mancha urbana para dicho año realizada por la DGDUV a escala 1:50 000 .

Esta mancha se vació sobre un mosaico cartográfico, escala 1:20 000, previamente elaborado con el doble propósito de efectuar el estudio con una mayor precisión y - de comparar las manchas resultantes con las de la condición actual y realizar los ajustes convenientes en los casos que fueran necesarios. Esta mancha se elaboró de - forma análoga a la de la condición actual, agrupando a - las diversas manchas urbanas involucradas primero en los cinco conceptos de vivienda para después agruparlos en - los rubros de mancha urbana y semiurbana.

Del análisis y comparación de las manchas de esta - condición con las de 1982, se observó la gran tendencia - en el cambio de uso del suelo, principalmente de áreas - destinadas al uso agropecuario, para convertirse en urbano o semiurbano; tendencia especialmente marcada en las - zonas del ANC. En dichas zonas se observa la invasión - casi total de la mancha urbana sobre sus superficies, ex-

ceptuando, casi exclusivamente, las partes altas de las sierras del Poniente y Noroeste de la zona NZT, la Sierra de Guadalupe en la zona del Valle de Cuautitlán y los cerros de Chimalhuacán y El Pino en la zona Meza.

En el resto del área en estudio se tiene tendencia al crecimiento urbano, principalmente en las cabeceras municipales y de los cascos urbano-rurales, y hacia sus alrededores como suburbano.

#### + Condición 2000

La elaboración del mosaico cartográfico para esta condición se basó en las propuestas de manchas urbanas al año 2000 elaboradas por la Comisión de Conurbación del Centro y de la CAVM, ambas en escala 1:50 000, al igual que en los lineamientos indicados por la DGDUV. Este mosaico se elaboró con la misma secuencia y los mismos criterios que el mosaico para 1987.

De la comparación de las manchas del mosaico para la condición 2000 con las anteriores, se observó la misma tendencia en las zonas del AMC, por lo que terrenos ubicados en las partes altas que no se habían considerado ocupados anteriormente, para esta condición se consideraron semiurbanizados, alcanzando a cubrir prácticamente el total de la superficie.

En el resto del área se presenta una tendencia hacia la completa urbanización de terrenos anteriormente semiurbanizados, así como a la unión de poblados cercanos en condiciones de semiurbanización, fenómeno especialmente apreciable en las zonas Oriente y Sureste.

#### + Condiciones de 1990 y 1995

A partir de las manchas urbanas obtenidas para las condiciones de 1987 y 2000, se generaron los mosaicos cartográficos correspondientes a estas condiciones de acuerdo a las tendencias de crecimiento observadas entre aquellos mosaicos.

Los resultados obtenidos para cada una de estas condiciones, en lo concerniente a las áreas por tipo de uso del suelo, se muestran en las tablas 2.6 a 2.9. También se pueden observar las manchas para los diversos tipos de uso del suelo en los planos 2.1 a 2.3.

## 2.5 Cálculo de densidades

Una vez definidas las manchas urbanas y a partir de las predicciones de población, se determinaron las densidades por medio de la expresión:

$$P_o = A_u D_u + A_{su} D_{su} \quad (2.8)$$

siendo:

$P_o$	población en habitantes
$A_u$	área urbana en hectáreas
$A_{su}$	área suburbana en hectáreas
$D_u$	densidad urbana en hab/ha
$D_{su}$	densidad suburbana en hab/ha

Para resolver la ecuación 2.8, y de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, se consideró que la densidad semiurbana era igual a la mitad de la densidad urbana para los casos del AMC y de Amortiguamiento, cambiando esta relación, para el resto del área en estudio, a un tercio, lo cual lleva a:

a) AMC y Amortiguamiento

$$D_u = \frac{2 P_o}{2 A_u + A_{su}} \quad (2.9)$$

b) Resto del área en estudio

$$D_u = \frac{3 P_o}{3 A_u + A_{su}} \quad (2.10) \quad 20$$



Las expresiones anteriores se consideraron válidas para las cinco condiciones (1982, 1987, 1990, 1995 y 2000), y los resultados se presentan en las tablas 2.10 a 2.14.

## 2.6 Estudio de dotaciones

Como siguiente paso para valuar la cantidad de agua que se requiere para cada una de las condiciones futuras e inmediatas - en la zona, se realizó un análisis de las dotaciones que se han adoptado para el D.F., así como en los proyectos de abastecimiento para las localidades del Estado de México que se recopilaron.

En lo concerniente al Distrito Federal (1), en algunos --- muestreos se detectó una gran variación en las dotaciones de sus diversas zonas, teniendo esta variación una oscilación desde los 40 l/hab/día en los estratos de menores ingresos, hasta 750 --- l/hab/ día en las colonias residenciales.

De acuerdo con el estudio de demandas de agua potable para la conurbación de la Ciudad de México realizado por la CAVM, se proponen unas dotaciones medias de 340 l/hab/día y 282 l/hab/día para el D.F. y el AMEM, respectivamente, presentándose lo anterior en la tabla 2.15. Una aclaración importante, es que los - datos de población utilizados en este estudio anterior, fueron - tomados de acuerdo a las predicciones del Colegio de México, mismas que resultaron menores a los datos recopilados del censo de población de 1980 (datos preliminares).

En la tabla 2.16 se presentan las dotaciones recabadas de los proyectos de abastecimiento de agua potable para las localidades del Estado de México, de donde se observa que para el caso del AMC se tienen dotaciones que varían entre los 200 l/hab/día

-----  
(1) DDF, DGCOH, "El Sistema Hidráulico del Distrito Federal".  
México 1982.

y los 300 l/hab/día. Considerando que el AMC es una prolongación del D.F., la dotación para la primera deberá ser parecida a la del D.F. (340 l/hab/día), por lo que se aceptó una dotación de 300 l/hab/día para el AMC, y considerando que la población adicional se asentará en el área de expansión, razón por la cual la dotación se mantendrá constante a lo largo del horizonte de proyecto.

Actualmente se tienen dotaciones del orden de los 150 l/hab/día en la zona Amortiguamiento, la cual tiende a mejorar en el renglón servicios debido a su cercanía con el AMC, pasando parte de sus áreas semiurbanas a urbanas, por lo cual se aceptó que la dotación variaría de 125 l/hab/día, para la condición 1982, hasta 250 l/hab/día para la condición 2000.

Para la zona Norte, que se encuentra más alejada de la Ciudad de México, no se prevé que la dotación aumente a valores cercanos a los del AMC, aceptándose un valor de 60 l/hab/día para la condición actual debido a que únicamente se tienen poblaciones semiurbanas, pero previendo el mejoramiento de los servicios a partir de 1987, aceptando para entonces una dotación de 200 l/hab/día, misma que permanecerá constante hasta el año 2000.

En la zona Oriente se detectaron dotaciones que variaban entre 150 l/hab/día y 250 l/hab/día, por lo que aceptaron 150 l/hab/día para la condición actual y 250 l/hab/día para el año 2000, adoptando así los proyectos realizados para las localidades de esta zona.

En cuanto a la zona Sureste, se detectó una oscilación entre 125 l/hab/día para 1979 y de 200 l/hab/día para proyecto en las dotaciones, pero dado que las condiciones de urbanización son similares a las de la zona Oriente, se adoptó una dotación actual de 150 l/hab/día y de 250 l/hab/día para la condición 2000.

Las dotaciones para cada condición y cada zona se presentan en la tabla 2.17 .

Una vez que se definieron las dotaciones globales anteriores, y tomando en cuenta el estudio de demandas de la CAVM para la conurbación de la Ciudad de México, se aceptó que la zona industrial tomara el 20 % de la global, la comercial del 5 %, y la

doméstica del 75% restante.

Para este último caso, se dividió la dotación doméstica en urbana y semiurbana, fijando esta última en 100 l/hab/día para el AMC, 75 l/hab/día para las zonas Amortiguamiento, Oriente y Sureste, y de 60 l/hab/día para la zona Norte, calculando la dotación urbana para cada zona de acuerdo con los criterios establecidos.

En las tablas 2.18 a 2.22 se presentan los resultados del cálculo de las dotaciones para cada uso del suelo y para cada condición de proyecto.

## 2.7 Cálculo de demandas

La determinación de las demandas de agua potable se realizó, una vez conocidas las áreas de proyecto y sus magnitudes, las densidades de población y las dotaciones de agua potable, con las expresiones siguientes :

a) Demanda doméstica

$$Q = \frac{A \times D \times \text{Dot}_1}{86\ 4000 \times 1000} \quad (2.11)$$

b) Demandas industrial y comercial

$$Q = \frac{A \times \text{Dot}_2}{1\ 000}$$

donde:

- Q gasto de demanda en m<sup>3</sup>/s
- A área a servir en ha
- D densidad de población de hab/ha
- Dot<sub>1</sub> dotación urbana o semiurbana en l/hab/día
- Dot<sub>2</sub> dotación industrial o comercial en l/s/ha

En las tablas 2.18 a 2.22 se presentan las demandas calcula

das para cada condición de proyecto, y en la 2.23 un resumen de dotaciones y demandas para el AMC y los globales para toda la zona de estudio. Cabe aclarar que no se consideraron fugas en la red para el cálculo de demandas realizado.

## 2.3 Análisis de oferta - demanda

### 2.3.1 Programa de abastecimiento de agua potable al AMCM.

El caudal de agua potable que se suministra actualmente --- (1982) a esta zona, proviene principalmente de mantos subterráneos, obteniéndose una mínima parte de aprovechamientos superficiales, como la obra de toma de la Presa Madín en el río Tlalnepantla.

Las aguas subterráneas son captadas por medio de pozos profundos y son conducidas, en algunos casos, al ANEM por acueductos; y en otros, se bombea el caudal directamente a redes de distribución con excedencias a tanques de regularización. El caudal que se recibe actualmente es de 16.9 m<sup>3</sup>/s en total.

En la tabla 2.24 se indican las principales fuentes de abastecimiento y sus características, de donde se puede apreciar que el 95% del suministro actual de agua potable al ANEM proviene de acuíferos, mientras que sólo el 5% restante se obtiene de los aprovechamientos superficiales de Madín y Cutzamala. Esta situación requiere de una solución en el menor tiempo posible, ya que los acuíferos se encuentran sobreexplotados y sujetos a problemas de recarga, además de observarse un incremento de población muy acelerado en la zona, que agudizará la insuficiencia de los servicios públicos.

Los acueductos Atlamica, Teoloyucan, Tizayuca-Pachuca, Los Reyes (Línea Ferrocarril y Línea Ecatepec), la Línea Tláhuac-Neza, Línea Madín y Cutzamala son operados por CAVM, manejando en conjunto un caudal de 5.28 m<sup>3</sup>/s a través de 93 Km de línea de conducción para esta zona, abasteciendo también parte del D.F. - Los acueductos Lerma y Chiconautla son manejados por la Direc-

ión General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal (DGCOR) y manejan un caudal de ---- .72 m<sup>3</sup>/s para el AMEM. Para la conducción de los caudales, en estos acueductos, se utilizan tuberías que van de 0.3 m a 1.8 m de diámetro.

+ Acueducto Atlámica.

Se localiza sobre la margen izquierda del río Cuautitlán, captando sus aguas de los acuíferos del Valle de Cuautitlán, recolectando la extracción de 14 pozos. Tiene una longitud de 12 753 m.

Este acueducto está proyectado para conducir un gasto de 500 l/s, pero en la actualidad conduce únicamente ---- 240 l/s. En su desarrollo se conecta con el acueducto -- Teoloyucan y su caudal se aprovecha básicamente en los municipios de Cuautitlán Izcalli y Atizapán de Zaragoza.

+ Acueducto Teoloyucan.

Este sistema está formado por 31 pozos profundos de -- los cuales se extraen 1770 l/s que se entregan en la planta de bombeo de Barrientos, próxima al poblado del mismo -- nombre en el municipio de Tlalnepantla, después de ser conducidos por 26 569 m de tubería.

La planta Barrientos es una obra de concentración, regulación, tratamiento y distribución de los caudales que recibe, y está integrada por un cárcamo de rebombeo con capacidad para 23 000 m<sup>3</sup> y 22 equipos de bombeo para operar --- 11.5 m<sup>3</sup>/s.

El acueducto Teoloyucan se desarrolla paralelamente a la carretera México-Querétaro y al río Cuautitlán.

+ Acueducto Los Reyes (Línea Ferrocarril).

Este acueducto está ubicado a un lado de la vía del ferrocarril a Pachuca, y al igual que los anteriores, capta su caudal de extracciones de los acuíferos del Valle de --- Cuautitlán por medio de 40 pozos. La longitud de esta línea de conducción es de 27 051 m y tiene una capacidad de -

proyecto para  $4.07 \text{ m}^3/\text{s}$

Este sistema descarga algunas de sus aguas en la planta Barrientos, después de hacer varias entregas de agua en ruta, aprovechándose estos caudales en los municipios de -- Cuautitlán, Coacalco, Tultitlán y Ecatepec.

+ Acueducto Los Reyes (Línea Ecatepec).

Se forma por 16 pozos y una línea de conducción de --- 18 231 m de longitud, operando actualmente 1 230 l/s, teniendo capacidad para conducir 1 500 l/s. La mayor parte de este caudal es aprovechado en San Juan Ixhuatepec, municipio de Tlalnepantla (Oriente), y las zonas IV y V en el municipio de Ecatepec.

Se localiza sobre la margen izquierda del Canal de Castera, está formado por un sistema de bombeo-gravedad en el que la estructura de transición es el tanque Tulpetic ubicado en el cerro del mismo nombre, el cual tiene una capacidad de 1 300  $\text{m}^3$ ; el desarrollo de la línea colectora llega hasta el tanque Cerro Gordo en el municipio de Ecatepec, -- mismo que tiene una capacidad de regularización de ----- 15 000  $\text{m}^3$ .

+ Acueducto Tizayuca-Pachuca.

Este acueducto se encuentra en la parte Norte del Valle de México, a un costado de la carretera México-Pachuca. Está proyectado para conducir un gasto de  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ , mediante la captación de aguas subterráneas extraídas en 33 pozos.

Este sistema se puede considerar como la prolongación del acueducto Teoloyucan hacia el Norte, conectándose por medio de una planta de bombeo.

+ Línea Tláhuac-Neza.

Es un sistema integrado por la captación de aguas subterráneas extraídas por 18 pozos profundos y que aporta - 500 l/s que son entregados en el tanque del cerro de la Caldera, con capacidad para 25 000  $\text{m}^3$ , en el municipio de La Paz.

La longitud de esta línea es de 24 500 m, y su gasto es aprovechado por los municipios de La Paz, Chimalhuacán y Nezahualcóyotl.

+ Línea Madín.

Se deriva de la obra de toma de la presa Madín sobre el río Tlalnepantla, realizándose su potabilización en la planta del mismo nombre. La línea está formada por tuberías con diámetros que varían de 0.46 m a 0.76 m, teniendo una longitud de 1 630 m.

Actualmente conduce 600 l/s, que es la capacidad para la cual fue proyectada, al tanque Lomas Verdes cuya capacidad es de 6 912 m<sup>3</sup>, distribuyéndose desde éste al municipio de Naucalpan en el AMC.

+ Cutzamala.

Este sistema se proyectó para satisfacer parcialmente la demanda de agua potable al Área Metropolitana hasta el año 2000, respetando los usos locales de agua potable y de riego, tanto presentes como futuros, propios de la cuenca de captación, y exportando a la cuenca del Valle de México únicamente los excedentes.

Actualmente se encuentra operando en su primera etapa, aprovechándose un caudal de 0.25 m<sup>3</sup>/s para la zona NZT de la captación de aguas de la presa Villa Victoria. En esta primera etapa, la conducción se realiza por medio de un acueducto de 77 Km de longitud y 2.5 m de diámetro con capacidad de proyecto para transportar 4 m<sup>3</sup>/s. En el trayecto el acueducto pasa por dos cajas seccionadoras, Santa Isabel y Pericos, con capacidad de 3 500 m<sup>3</sup> cada una, que darán flexibilidad a la operación del sistema cuando haya que hacer reparaciones a la línea; atraviesa el Valle de Toluca al Sur de las presas Ignacio Ramírez y Antonio Alzate, continuando junto a la margen izquierda del río Lerma, hasta el paraje llamado La Constitución, donde lo cruza. Prosigue a través de las lagunas del Lerma para unirse finalmente a esta primera etapa con el acueducto del sistema del -- Alto Lerma.

#### + Acueducto Lerma.

Este sistema está integrado por 236 pozos que forman 2 ramales, Norte y Sur. Sus caudales se aprovechan básicamente en el Distrito Federal, abasteciéndose 1 300 l/s para la zona NZF del AME. La extracción se realiza en la toma Trifurcación.

#### + Acueducto Chiconautla.

Este sistema se encuentra formado por una línea de conducción principal y tres ramales: ramal Ojo de Agua con 14 pozos, ramal Charco de la Curva con 17 pozos, y ramal San Cristobal con 8 pozos, haciendo un total de 39 pozos. La línea principal se localiza a los lados de la carretera México-Pachuca, teniendo una longitud total de captación y conducción de 32 Km. Además de los equipos de bombeo propios de los pozos, se encuentran 2 plantas de rebombeo a lo largo de la línea de conducción, teniéndose también un tramo a gravedad.

La entrega del agua se realiza en los tanques Santa Isabel en el D.F., que aprovecha la mayor parte de este suministro. Antes de la descarga se extraen 0.42 m<sup>3</sup>/s para el abastecimiento de San Juan Ixhuatepec.

#### + Pozos.

La zona metropolitana recibe, por este concepto, el mayor gasto del que se dispone en ella, estimado en 9.9 m<sup>3</sup>/s. Los pozos funcionan básicamente sobre bombes directos a redes de distribución con excedentes a tanques, y se localizan principalmente en los municipios de Cuautitlán, Coacalco, Naucalpan, Atizapán, Tlalnepantla, Ecatepec y Nezahualcóyotl.

La mayor parte de los pozos son operados por dependencias del Gobierno del Estado de México y por los municipios, siendo operados los restantes por particulares.

Debido a que se tiene programado disminuir la explotación de los acuíferos del Valle de México y del Lerma, se requiere satisfacer la demanda de agua por medio de alguna otra fuente, por lo que se plantea la necesidad de importar agua de fuentes externas, que en algunos casos se encou



trarán en lugares muy alejados.

La CAVM, dentro de su programa para el abastecimiento de agua potable en la Ciudad de México, tiene estudios detallados de las siguientes etapas del Sistema Cutzamala, de la cuenca del Alto Amacuzac, del río Teocolutla y de los acuíferos de la cuenca Oriental.

El proyecto Cutzamala consiste básicamente en aprovechar de manera parcial los escurrimientos que en la actualidad se aprovechan para generación de energía eléctrica en las seis plantas hidroeléctricas que integran el sistema Miguel Alemán, efectuando las captaciones en las presas Villa Victoria, Valle de Bravo y Colorines. En la Primera etapa entrega agua en bloque en el sitio en que actualmente se recibe el agua proveniente del Lerma, mientras que para la -- segunda y tercera etapas la recepción se hará en la salida del túnel Analco-San José en las cercanías de la actual entrega. El total del caudal aprovechable es de  $22 \text{ m}^3/\text{s}$  -- para el D.F. y para el AMEM.

Se prevé recibir las aguas de la cuenca del Alto Amacuzac en el mismo sitio que se recibirá el agua del sistema Cutzamala, aportándose un gasto de  $26 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El sistema del río Teocolutla aportará un caudal de ---  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ , que se entregarán en el cerro Chiconautla en las inmediaciones de los municipios de Acolman y Teotihuacán, - mismo lugar en que se pretende entregar el agua de los acuíferos de la cuenca Oriental.

En base a la información presentada se efectuó la determinación de cuáles serían los gastos que el correspondían al AMEM, quedando el programa de abastecimiento de la siguiente manera:

+ Lerma.

Este sistema proporcionará un gasto de  $3.65 \text{ m}^3/\text{s}$  al Area Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) para el año 2000, de los cuales el AMEM recibirá ---  $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ , mismos que recibe actualmente y se mantienen constantes a lo largo del horizonte de proyecto.

+ Chiconautla.

Este acueducto servirá, para el año 2000, un --  
gasto de 3.04 m<sup>3</sup>/s, al igual que en 1982 y durante --  
todo el horizonte de proyecto.

+ Teoloyucan-Tizayuca-Pachuca.

Entregará para el año 2000 4.77 m<sup>3</sup>/s, de los -  
cuales 1.77 m<sup>3</sup>/s se destinarán al AMEM. Este cau-  
dal también se conserva constante en el periodo ---  
1982-2000.

+ Los Reyes (Línea Ferrocarril).

Se destinarán 0.804 m<sup>3</sup>/s al AMEM desde 1982 has  
ta 2000, año en que entregará 4.0 m<sup>3</sup>/s al AMEM.

+ Los Reyes (Línea Ecatepec).

El AMEM recibirá, en forma constante a lo largo  
del periodo 1982-2000, 1.25 m<sup>3</sup>/s de los 2.5 m<sup>3</sup>/s que  
recibirá el AMEM al final del mismo periodo.

+ Atlamila.

Este sistema entrega 0.24 m<sup>3</sup>/s que se consumen  
íntegramente en Cuautitlán Izcalli. El gasto mane-  
jado se conserva en forma constante a lo largo del  
horizonte de proyecto.

+ Tláhuac-Mexa.

Este sistema operará, constantemente hasta el a  
ño 2000, 0.5 m<sup>3</sup>/s al AMEM, manejando 1.0 m<sup>3</sup>/s para -  
el AMEM en conjunto.

+ Madín.

Suministrará 0.6 m<sup>3</sup>/s, que se destinarán ínte-  
gros al AMEM, durante el periodo 1982-2000.

+ Jutzamala.

Para el año 2000 se dispondrá de 22.0 m<sup>3</sup>/s, de  
los cuales se destinarán al AMEM, en la primera etapa

1982-83, 2.0 m<sup>3</sup>/s, incrementándose este gasto a ----  
5.5 m<sup>3</sup>/s en 1984 y 1985, disponiéndose de 11.0 m<sup>3</sup>/s a  
partir de 1986 y hasta el año 2000.

+ Amacuzac.

Este sistema está proyectado para suministrar --  
26.0 m<sup>3</sup>/s al año 2000, destinándose al ANEM 3.6 m<sup>3</sup>/s a  
partir de 1988 y hasta 1993, aumentando el gasto en --  
1994 a 5.2 m<sup>3</sup>/s, mismo que se mantendrá constante has-  
ta 1999, destinándose en el año 2000 un total de -----  
8.07 m<sup>3</sup>/s.

+ Tecolutla.

Este sistema funcionará a partir de 1994, manejan-  
do un gasto de 12 m<sup>3</sup>/s para el ANEM y aumentándolo a -  
22.0 m<sup>3</sup>/s para el año 2000. Para el caso del ANEM, se-  
consideró un caudal disponible de 4.8 m<sup>3</sup>/s para el año  
2000.

+ Pozos.

Se tienen extracciones por 9.9 m<sup>3</sup>/s destinados al  
abastecimiento del ANEM, gasto que se considera cons-  
tante a lo largo del periodo de análisis.

+ Presa de Guadalupe.

Se tiene planeado extraer y potabilizar 1.7 m<sup>3</sup>/s-  
de esta presa y destinarlos íntegramente al ANEM.

+ Reusos.

Considerando los proyectos de plantas de trata --  
miento de aguas residuales operadas por el Estado de -  
México, se tendrán las siguientes ofertas: para 1982 -  
1985, 1.0 m<sup>3</sup>/s; para 1986-1989, 1.9 m<sup>3</sup>/s; para 1990 --  
1994, 2.8 m<sup>3</sup>/s; y para 1995-2000, 3.86 m<sup>3</sup>/s.

En la tabla 2.25 se presenta lo anteriormente descrito, indicando la fuente de suministro, la oferta total de agua al AMEM para el año 2000 y la oferta destinada al AMEM para cada año del periodo de análisis. Asimismo se presenta la figura 2.2, donde se puede observar la variación de esta oferta a través del tiempo, indicada como oferta con pozos y reusos.

Debido a que existe la idea, dentro de los planes de CAVM, de reducir considerablemente la extracción de agua de pozos en forma paulatina hacia el año 2000 y considerando que los proyectos de reusos podrían no llevarse a cabo en su totalidad, se formó otra curva de ofertas reduciendo el valor actual del caudal extraído, hasta llegar a cero en el año 2000, en forma lineal, y aceptando sólo el 50% de la oferta de agua de reuso proyectada. Esta nueva variación de la oferta se presenta, también, en la fig. 2.2.

#### 2.8.2 Comparación de la oferta y la demanda.

En la figura 2.2 se incluyeron dos curvas de demandas, obtenidas de los cálculos presentados anteriormente. Una de estas curvas presenta los valores obtenidos, y la otra incluye un incremento del 10% para considerar las fugas o pérdidas del agua en el sistema de abastecimiento.

En general se observa que, exceptuando un periodo alrededor de 1990, se tienen déficits grandes aún cuando se cumpliera con el programa de obras futuras para el abastecimiento por parte de la CAVM. De la comparación anterior se deduce la necesidad de contemplar otras fuentes de abastecimiento, o incrementar los caudales de las ya previstas, para el AMEM.

### 3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

La parte final del estudio es la presentada en este capítulo, manejándose en él los datos requeridos para el análisis del Sistema Primario del AMEM.

Inicialmente se describen los sistemas de abastecimiento - actuales que pudieran servir de apoyo a la construcción y operación del Sistema Primario, refiriendo sus características generales, área de influencia y volúmenes de regularización existentes.

Como parte medular del capítulo se plantean las hipótesis y consideraciones generales sobre las que se definieron las alternativas, definición de áreas de servicio, trazo de la red y volúmenes de regularización requeridos, de donde se parte para determinar los datos necesarios para realizar el análisis, tanto el hidráulico como el económico, de las alternativas manejadas que aquí son presentadas.

### 3.1 Infraestructura existente

Adicionalmente a los sistemas de abastecimiento de agua en bloque mencionados en el capítulo anterior, se tienen sistemas primarios de distribución, cuyas características y proyectos se describen a continuación, en los que se usan líneas con diámetros desde 0.30 m hasta 1.00 m .

#### 3.1.1 Sistema primario AMC

Dentro de esta área se encuentran sistemas importantes, como lo son: NZT, Cuautitlán, Nezahualcóyotl, Ecatepec, Coacalco, Tultitlán, La Paz y Chimalhuacán.

##### + Sistema NZT

Actualmente este sistema aprovecha los caudales del Lerma por medio de la toma "El Obraje", en el sitio llamado "Trifurcación"; los de la planta Barrientos por medio del tanque NZT; de la obra de toma de la presa Madín en el tanque Lomas Verdes; adicionalmente a los extraídos de pozos que alimentan directamente las redes de distribución con excedencias a tanques de regularización. Básicamente se cuenta con 28 tanques principales con sus obras auxiliares de distribución, como lo son las cajas rompedoras de presión y estructuras de ramificación. Los tanques existentes tienen capacidades que fluctúan entre los 500 m<sup>3</sup> y los 12 000 m<sup>3</sup>.

Los caudales provenientes del Lerma son insuficientes ya, porque los requerimientos de los asentamientos humanos rebasan la oferta de agua potable, y éstos se localizan en alturas en las que el abastecimiento resulta muy costoso debido a los bombeos que se están realizando, lo cual representa un problema muy agudo que se piensa subsanar con el reforzamiento del Cutzamala y del Amacuzac, entregando agua en bloque en diferentes lugares denominados como tomas. A partir de las tomas se derivarán líneas primarias de distribución hacia tanques de regularización con capacidades desde los 2 000 m<sup>3</sup> hasta los 15 000 m<sup>3</sup>, ubicándose en las zonas altas de San Bartolo y Lomas Verdes.

#### + Sistema Cuautitlán

Este sistema abastece a los municipios Cuautitlán de Romero Rubio y Cuautitlán Izcalli. Actualmente aprovecha las extracciones de 22 pozos, de los cuales 7 son del acueducto Atlamica, abasteciéndose algunas localidades del ramal Teoloyucan. También existen pozos particulares para su ministro a las industrias.

La zona actualmente tiene dos tanques, ubicados a la altura de 2 304 msnm, con capacidades de 29 500 m<sup>3</sup> y ---- 25 000 m<sup>3</sup>. Estos tanques se abastecen de pozos del ramal Atlamica, mediante una línea de 0.91 m de diámetro y una estación de bombeo. Para efectuar la distribución desde los tanques, se cuenta con una red de 66 km de longitud.

A la elevación 2 325 msnm, ubicado cerca de los tanques ya mencionados, se encuentra en proceso de construcción otro tanque con capacidad para almacenar 16 500 m<sup>3</sup>. Para su alimentación se tiene una línea, construida en un 70 %, contándose con una estación de bombeo.

En la zona Oriente de la autopista México-Querétaro se encuentran varias localidades que se alimentan del ramal Teoloyucan. Para distribuir estas aguas, se tienen sistemas independientes por localidad, por lo que prácticamente no se tienen líneas de conducción. En esta misma zona se encuentra un tanque de 4 320 m<sup>3</sup> de capacidad.

Según los planes y programas, la demanda de la zona deberá ser satisfecha por la incorporación de caudales --- provenientes de un sistema de acueductos, los cuales formarán un anillo a lo largo de los municipios del AMEM. Dichos acueductos, parte de los cuales ya se encuentran contruidos, estarán alimentados en una primera fase por aguas subterráneas explotadas dentro del mismo valle, esperándose que en el futuro sean abastecidos por aguas procedentes de fuentes remotas, específicamente de los acueductos Tecolutla y Oriental. Por otra parte, también se contempla en un futuro próximo la incorporación de las aguas superficiales almacenadas en la presa de Guadalupe.

Bajo el planteamiento anterior se han definido 4 pun-

tos de entrega de agua en bloque al sistema de distribu---  
ción, de los cuales 3 recibirán agua de nuevos pozos o de  
los acueductos existentes o nuevos que formarán el anillo  
de alimentación del Norte del Valle de México, y uno que -  
recibirá las aguas provenientes de la presa de Guadalupe.  
A partir de los sitios de entrega se tendrán plantas de -  
bombeo y líneas de conducción, por medio de los cuales se  
incorporarán los caudales requeridos por el sistema a los  
tanques de regularización.

#### + Sistema Ecatepec

En este sistema, que corresponde únicamente al munici  
pio de Ecatepec, sobresale el sistema primario de agua po-  
table de las zonas IV y V del ex Vaso de Texcoco. El --  
área aprovecha los caudales de los ramales Los Reyes Lí-  
nea Ferrocarril y Chiconautla, todos ellos en forma par---  
cial; y en su totalidad, a los caudales del acueducto Los  
Reyes Línea Ecatepec. Aunadas a éstas, también hay entra-  
das por extracciones de pozos distribuidos en el área para  
el abastecimiento de localidades que cuentan con redes de  
distribución independientes.

Las zonas IV y V son abastecidas actualmente por la -  
batería de pozos de rancho La Laguna y algunos otros que  
de acuerdo a los planes y programas, tendrán que dejarse -  
de explotar en forma gradual, de donde se conduce el agua  
por una tubería de 0.91 m de diámetro y distribuido por -  
otras de 0.2 m a 1.52 m de diámetro. En esta zona se en-  
cuentra el tanque Cerro Gordo con capacidad de 15 000 m<sup>3</sup> a  
una elevación de 2 277 m, y una línea de 1.83 m de diámetro  
que se conecta a la red de distribución.

Aún no se tiene definido de dónde se abastecerá al -  
tanque Cerro Gordo para el abastecimiento de esta zona pa-  
ra cubrir el déficit en la oferta de agua al reducirse las  
extracciones del rancho La Laguna.



#### + Sistema Nezahualcóyotl

En esta zona se cuenta con una red primaria muy extensa que abastece directamente las tuberías de distribución domiciliaria.

La red se abastece de 25 pozos localizados básicamente al Oriente de la zona, y por el acueducto Tláhuac-Neza. El sistema funciona primordialmente por bombeo a la red, misma que cuenta con dos tanques de regularización, uno de 800 m<sup>3</sup>, y el de La Caldera, prácticamente fuera de servicio, con una capacidad de regularización de 25 000 m<sup>3</sup>.

#### + Sistemas Coacalco, Tultitlán, La Paz y Chimalhuacán

Los sistemas primarios existentes en estos municipios no son tan extensos si los comparamos con los anteriores, razón por la cual los tratamos conjuntamente.

Las zonas Coacalco y Tultitlán extraen parte de sus caudales de los ramales Teoloyucan y Los Reyes Línea Ferro carril. Al igual que en toda la zona de estudio, se tienen pozos para el abastecimiento independiente de algunas localidades, que no requieren líneas de conducción.

El sistema de distribución en la zona Coacalco se regulará por medio del bombeo de varios pozos a las redes de distribución y excedencias a tanques de regularización que cubran una capacidad de 12 000 m<sup>3</sup>. Se tiene proyectado -- que esta zona se abastezca de dos extracciones realizadas a los acueductos de Los Reyes Línea Ferrocarril y Los Reyes Línea Ecatepec, aportando un total de 1.33 m<sup>3</sup>/s entre los dos y 0.27 m<sup>3</sup>/s disponibles de dos pozos de CAVM. La distribución se hará por bombeo de las fuentes mencionadas a tres tanques de regularización con capacidades superiores a los 2 300 m<sup>3</sup>, y posteriormente por gravedad a la red de distribución domiciliaria. Las líneas primarias tendrán diámetros desde 0.46 m hasta 1.07 m.

Los municipios de La Paz y Chimalhuacán son alimentados por pozos municipales y por la línea Tláhuac-Neza, contando también con varios tanques de regularización, fluctuando sus capacidades entre 500 m<sup>3</sup> y 1 000 m<sup>3</sup>.

En el municipio de Chimalhuacán se tiene proyectado -

extraer agua subterránea, para su abastecimiento, de tres pozos profundos con una aportación total de 280 l/s. La regularización necesaria de proyecto se proporcionará por medio de cuatro tanques ya construídos que en conjunto --- tienen una capacidad de regularización de 3 300 m<sup>3</sup>. El sistema de distribución será básicamente por bombeo a la red con excedencias a los tanques.

### 3.1.2 Sistema Sureste

En la parte Sur de esta zona se encuentra un sistema de - 17 pozos que en la actualidad no se encuentran interconectados, y que abastecen a las localidades desde San Juan y San Pedro Tezompa hasta Temamatla, lo que indica que éste será un sistema regional que podría llegar a cubrir un área mayor. En lo que - toca a las zonas Centro y Norte de esta área, el abastecimiento de agua potable en ellas se realiza por medio de pozos y tan---ques locales, ya que no se ha hecho necesario un sistema regional de distribución.

Este será un sistema de distribución flexible que toma en cuenta los caudales provenientes de los tanques maestros de La Caldera y Tezompa, funcionando simultáneamente.

Para su distribución se tiene un sistema de tanque para cada zona para así poder efectuar la distribución por gravedad. Las tuberías de la red primaria tendrán de 0.2 m a 1.07 m de --- diámetro.

En el futuro se pretende reducir la explotación de las -- aguas subterráneas que actualmente abastecen a esta zona.

### 3.1.3 Sistema primario área Oriente

En esta zona tampoco se cuenta con un sistema regional de distribución y cada localidad se abastece con sus propios recursos, y los pequeños sistemas tienen bombeo de pozos a tanques de regularización de baja capacidad.

### 3.1.4 Sistema primario área Amortiguamiento

De igual forma que el área Norte, tampoco se cuenta con un sistema primario de distribución bien definido, abasteciéndose las localidades ubicadas en esta área con sus propios pozos. - Aquí se encuentra un conjunto de 13 pozos que aportan 509 l/s.

### 3.1.5 Sistema primario área Norte

Como ya se mencionó, esta área no cuenta con una red primaria de distribución, abasteciéndose las localidades ubicadas en ella de sus propios pozos y distribuyendo su caudal por medio - de tanques de regularización con capacidades del orden de los - 50 m<sup>3</sup> a los 100 m<sup>3</sup>. Se sabe de 20 pozos que aportan 364 l/s - para toda el área. Sólo el municipio de Teoloyucan se abastece de 2 pozos del acueducto del mismo nombre.

## 3.2 Proposición de alternativas

### 3.2.1 Areas de servicio

Se definieron los límites de las áreas de servicios en función de la ubicación de los tanques de regularización existentes y de proyecto. En las áreas en que no se tenían tanques ni proyectos de regularización, se propusieron para con ello determinar los sistemas de distribución faltantes para el AMEM, que corresponderá a la condición del año 2000.

Con la información recabada sobre los abastecimientos actuales y futuros se definieron 27 áreas con tanques y tuberías primarias de distribución existentes, o en las que se cuenta - con un proyecto para su construcción; y se propusieron 22 zonas más, a partir de la mancha urbana propuesta para el año 2000, - considerando la entrega de agua a un tanque principal para de ahí surtir a otro(s) o a las redes de distribución.

Las áreas de servicio con proyecto de regularización y distribución primaria se denominaron: Villa de las Flores, Atlami

ca, Guadalupe, Zonas IV y V, El Marquez, La Caldera, Ayotla, Xico, Cuautlalpan, Chimalihuache, Toma 1, Toma 2, Toma 3, Toma 4, Colorada, Alcanfores, Satélite, Nopala, La Hacienda, Zaragoza, Herradura, San Bartolo, Echegaray, Vaso del Cristo, Tequexquínahuac, Barrientos y Tenayo. Las áreas de servicio propuestas son: San Mateo, Buenavista, Chalma, Lago, La Colmena, Xinté, Progreso, Onofres, Calacoaya, Victoria, Morelos, Del Muerto, Chapingo, Tepetitlán, Tequisistlán, Tepexpan, Chiconautla, Ojo de Agua, Santa Lucía, Pirámides y San Martín.

Cabe aclarar que el conjunto de áreas de servicio mencionadas no cubren el total del ANEM, quedando parte de las zonas - Amortiguamiento y Norte fuera de la influencia de las mismas debido a que se trata de poblaciones pequeñas muy dispersas en las que resulta más conveniente mantener su abastecimiento por medio de recursos locales.

Una vez definidos los límites, se cuantificaron las superficies, de cada una de las áreas de servicio, por tipo de uso - del suelo, para con las densidades presentadas en el capítulo 2 al año 2 000 calcular las poblaciones correspondientes. Estos resultados se muestran en las tablas 3.1 a 3.5 .

Con las poblaciones obtenidas y las dotaciones respectivas se calcularon los gastos para cada una de las áreas de servicio definidas, presentándose la tabla 3.6 a manera de ejemplo, en la cual también se registra el volumen total de regularización requerido para el área de servicio correspondiente. Los volúmenes de regularización fueron calculados con la expresión

$$V_{reg} = 14.58 Q_{md}$$

siendo:

$$Q_{md} = 1.2 \times \text{Gasto total}$$

donde:

$V_{reg}$  volumen total de regularización

$Q_{md}$  gasto máximo diario

En la tabla 3.7 se muestra el resumen de gastos y volúmenes de todas las áreas de servicio.

### 3.2.2 Ubicación del trazo

El área a servir por la red primaria, se cubrió con 8 -- grandes circuitos, tres de ellos con ramales abiertos, con base en los puntos de entregas y extracciones de agua, los cuales se detallan a continuación:

- + Circuitos I, II y V.- Abarca los proyectos de abasteci-- miento de la zona NZT y parte del municipio de Huixquilu-- can. Las entregas de agua en bloque que se realizan en ellos son: Lerma, Cutzamala, Amacuzac, Madín y Sistema Norte.
- + Circuito III.- Abastece principalmente al municipio de -- Nicolás Romero, del vaso de Presa de Guadalupe hacia -- aguas arriba. No hay entradas en este circuito.
- + Circuito IV.- Con este circuito se piensa alimentar a -- los municipios de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán de Rome-- ro Rubio y Tultitlán básicamente, aprovechado las entra-- das del Sistema Norte y la propuesta para la Presa de -- Guadalupe. Este circuito cuenta con un ramal abierto, -- para el suministro de agua al municipio de Cuautitlán -- Izcalli.
- + Circuito VI.- Se desarrolla rodeando la Sierra de Guada-- lupe, cruzando al Distrito Federal uno de sus tramos. La única recepción de agua en bloque es del Sistema Nor-- te, para este circuito.
- + Circuito VII.- La unión de los tanques Cerro Gordo, El -- Marquez y La Caldera se hace por medio de éste, encerran-- do al Lago de Texcoco. Cuenta con dos ramales abiertos, uno para surtir las zonas de Chiconautla, Tecamac, Ojo -- de Agua y Santa Lucía; el otro para Las Pirámides y San Martín, además de recibir las aguas de Tecolutla. Adi-- cionalmente a esta última alimentación, existen en este circuito, las de los acueductos Los Reyes-Ecatepec, Chi-- conautla y Tláhuac-Neza.

+ Circuito VIII.- Se ubica en las zonas de Xico y Ayotla, contando con un ramal para el servicio de Cuautlalpan.

En los planos 3.1 a 3.3 se presenta el trazo de la red primaria, la ubicación de los nudos con sus cotas, longitudes de tramos y los sitios de entrega de agua en bloque.

### 3.2.3 Planteamiento de alternativas

De acuerdo a los estudios de la CAVM en lo que se refiere a la oferta de agua potable, se plantearon 3 alternativas de funcionamiento, bajo las siguientes hipótesis:

- a) Las alimentaciones fijas para el Estado de México son: acueducto Atlamica, Presa Madín, los pozos en el Estado y sus reusos.
- b) El caudal proveniente de los pozos fue restado al gasto demandado en cada área de distribución, ya que bombearán directamente a las redes de distribución, y sus excedentes a tanques de regularización, razón por la cual no serán manejados en la red primaria.
- c) El agua disponible para reuso se manejó en forma similar a la de pozos, destinándose ésta para consumo industrial.

Las alternativas de funcionamiento y sus condiciones son:

- + Alternativa 1.- Las ofertas consideradas para el análisis fueron las indicadas para el año 2000 en el capítulo anterior.
- + Alternativa 2.- No se toman en cuenta los caudales de Lerma, Chiconautla y Tláhuac-Neza, operadas por el Distrito Federal, ni los aportados por Presa de Guadalupe y Cutzamala. El Sistema Norte reparte su gasto entre el Estado de México y el Distrito Federal. El faltante se toma de Tecolutla.
- + Alternativa 3.- Las aportaciones de fuentes operadas por el D.F. se excluyen, los gastos de pozos no se toman en cuenta, se considera sólo el 50 % de la oferta de

agua para reuso; tomándose de Cutzamala, Amacuzac y Tecoluitla, amén de la totalidad de las aportaciones del Sistema Norte, el agua necesaria para cubrir la demanda.

En la tabla de 3.8 se presentan los gastos de demanda total, oferta de pozos y de reusos, junto con los nudos en que se hacen las extracciones correspondientes; mientras en la 3.9 se muestran las aportaciones por fuente de abastecimiento para cada una de las alternativas.

### 3.3 Análisis de alternativas

#### 3.3.1 Funcionamiento hidráulico

El funcionamiento hidráulico se realizó con el auxilio de un programa diseñado en lenguaje BASIC para una microcomputadora HEWLETT PACKARD modelo HP-45. Dicho programa se tuvo que alimentar con tres diferentes juegos de datos, uno por alternativa, en los que únicamente se modificaban los gastos en los nudos y los diámetros debido a que para efectos del presente estudio se consideró sólo un trazo de la red.

Los datos de gastos de extracción o aportación en los nudos considerados en cada alternativa, se presentan en la tabla 3.10, mientras en las tablas 3.11 a 3.16 se tienen el resto de las características de las conducciones y los nudos junto con el vaciado de los resultados del programa citado en el párrafo anterior, complementándose esta información con la presentada en las tablas 3.17 y 3.18, donde se encuentran las magnitudes de los rompimientos de presión y bombeos respectivamente, con lo cual queda la red completamente definida desde el punto de vista hidráulico.

### 3.3.2 Costo de las alternativas

Para evaluar el costo de cada alternativa, se calcularon las cantidades de obra con base en las Normas de Proyecto para Obras de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana. El monto se fijó con las cantidades de obra requeridas para cada tipo de tubo, por kilómetro, y el Catálogo de Precios Unitarios para Obra Civil de 1984 de la CEAS.

Con el objeto de simplificar los cálculos de los presupuestos, se hicieron las tablas 3.19 y 3.20, donde se presenta, en la primera, las longitudes de cada tipo de tubería que se requieren en cada alternativa; y en la segunda las cantidades de obra para cada diámetro considerado en el presente estudio.

Finalmente se tienen las tablas 3.21 a 3.23, donde se muestran los costos por concepto de obra y totales que importan cada una de las alternativas analizadas, donde los referidos al cargo por acarreos se integraron considerando sólo 1 km, y los de las piezas especiales se estimaron en un 20 % del total de la red.



#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se presentan las conclusiones -- recomendaciones derivadas de todo el estudio, mismo que se ha - presentado a lo largo de esta tesis.

Para presentar dichas conclusiones y recomendaciones, éstas se agruparon en dos rubros principales, las de orden social y las de orden técnico-económico, ya que debido a la magnitud - del área de influencia del Sistema Primario de Abastecimiento - de Agua Potable al ASEM, resultan ambas de especial importancia en el análisis de **la problemática de la zona en estudio.**

Así es como se presentan las apreciaciones que se consideran como las más importantes, donde las de orden social son básicamente políticas demográficas, y las técnico-económico, sobre las consideraciones de diseño y de decisiones de factibilidad.

#### 4.1 Orden social

Como se especificó anteriormente, las observaciones en este rubro derivadas del estudio, son básicamente sobre las políticas de **control** demográfico, pero también las hay sobre el control de crecimiento y desarrollo, siendo dichas observaciones - las siguientes:

- + Es necesario implantar mecanismos físicos y políticos - por medio de los cuales se pueda regular el uso del suelo, especialmente tendiendo a evitar asentamientos humanos en zonas cada vez más altas y que presentan especial dificultad para la prestación de servicios en general y del abastecimiento de agua potable en particular.
- + Se requiere desalentar la migración hacia la Ciudad de México, así como alentarla hacia otros centros de desarrollo en el interior de la República.
- + Se deben incrementar las campañas de planificación familiar con el objeto de decrementar la tasa de crecimiento demográfico de la zona, lo cual ayudaría por una parte a mejorar los niveles de vida y de ingreso de los habitantes de la misma; mientras por otro facilitaría la mejor y más eficiente dotación de servicios en general.

#### 4.2 Orden técnico-económico

Las consideraciones presentadas en este punto se derivan básicamente del capítulo anterior, y éstas son las siguientes

- + Como punto de partida cabe aclarar que de los resultados obtenidos en el capítulo ], no se puede hacer selección de alguna de las alternativas analizadas, ya que en general tenemos que dicha selección está sujeta a decisiones que se tomarán con base en políticas federales por parte de la CAVM en cuanto a la magnitud de cada una de las entregas de agua en bloque y de negociaciones entre el Gobierno del Estado de México y el Distrito Federal para -

acordar lo que más convenga a ambas partes.

- + Otros factores que influirán de manera importante son: - el cumplimiento de los programas y metas de reducción de la explotación de acuíferos y de construcción de plantas de tratamiento por parte de la SEAS, así como los de - construcción de acueductos para las entregas de agua en bloque por parte de la SAVH.
- + La primera consideración en cuanto al funcionamiento de la Red Primaria, es que el diseño de los tubos en cuanto a sus resistencias, se basó en las cargas dinámicas y no las estáticas debido a que se llegan a tener diferencias de más de 300 m entre los puntos más altos y los más bajos del sistema, y pensando en que por las dimensiones - del mismo el régimen estático no se presente.
- + El último punto a que se hará referencia en esta tesis, es el que en el análisis de funcionamiento hidráulico de las alternativas planteadas en el capítulo anterior, se plantearon rompimientos de presión en los puntos en - que más convenía al funcionamiento correspondiente sin - tomar en cuenta en cuenta sus magnitudes ni las del gasto y diámetro del tubo correspondiente, ésto debido a - que se consideró como no necesario dado el nivel del estudio.

**ANEXO DE TABLAS**

TABLA 2.1

Predicción de Población

Municipio: Chalco.

MODELO

- (1) Aritmético  $Y_m = Y_2 + (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X_m - X_2)$
- (2) Geométrico  $\log Y_m = \log Y_2 + (\log Y_2 - \log Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X_m - X_2)$
- (3) Interés Compuesto  $Y_m = Y_2(1+i)^n$
- (4) Lineal  $Y = a + bX$
- (5) Exponencial  $Y = a e^{bX}$
- (6) Logarítmico  $Y = a + b \log X$
- (7) Potencial  $Y = a X^b$

Y Población.

X Año en que se presenta Y.

DATOS CENSALES

Punto	X	Y
1	1930	14 432
2	1940	17 994
3	1950	22 056
4	1960	29 725
5	1970	41 450
6	1980	53 325

COEFICIENTES DE REGRESION

Modelo	a	b	r
Lineal	-1 492 287.98	778.58	0.971
Exponencial	$5.565 \times 10^{-18}$	0.026	0.932
Logarítmico	-11 497 065.56	3 502 414.62	0.970
Potencial	$1.0 \times 10^{-167.2}$	52.15	0.996

TABLA 2.1 (Cont.)

PROYECCIONES DE POBLACION

Año	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1981	54 513	54 685	55 565	50 073	48 703	49 384	53 622
1982	55 700	56 081	57 898	50 852	49 961	50 752	55 052
1983	56 883	57 511	60 330	51 630	51 252	51 519	56 520
1984	58 075	58 978	62 864	52 409	52 376	52 286	58 025
1985	59 263	60 483	65 504	53 188	53 934	53 052	59 570
1986	60 450	62 026	68 255	53 966	55 327	53 819	61 156
1987	61 638	63 609	71 122	54 745	56 757	54 584	62 732
1988	62 825	65 231	74 109	55 523	58 223	55 350	64 452
1989	64 013	66 895	77 222	56 302	59 727	56 115	66 164
1990	65 200	68 602	80 465	57 081	61 270	56 879	67 921
1991	66 388	70 352	83 345	57 859	62 852	57 663	69 724
1992	67 575	72 147	87 366	58 638	64 476	58 407	71 574
1993	68 763	73 988	91 036	59 416	66 142	59 170	73 472
1994	69 950	75 875	94 869	60 195	67 850	59 933	75 420
1995	71 138	77 811	98 843	60 973	69 603	60 696	77 418
1996	72 325	79 796	102 959	61 752	71 401	61 459	79 460
1997	73 513	81 832	107 320	62 531	73 245	62 220	81 547
1998	74 700	83 919	111 828	63 309	75 137	62 982	83 676
1999	75 888	86 060	116 525	64 088	77 078	63 745	85 842
2000	77 075	88 256	121 419	64 866	79 069	64 504	88 045

TABLA 2.2

Tasas de Crecimiento a Interés  
Compuesto por Municipio

MUNICIPIO	i (%)
Chalco	4.2
Cocotitlán	5.0
Teranmatla	4.3
Ixtapaluca	7.0
Chimalhuacán	9.7
Chicoloapan	6.2
Texcoco	5.7
Atenco	3.9
Chiconcuac	3.5
Chiautla	4.3
Papalotla	4.1
Tezoyuca	3.5
Acolman	4.9
Tepetlaoxtoc	2.7
Tenascalapa	0.8
Nopaltepec	0.7
Otumba	1.7
Teotihuacán	7.5
Zumpango	5.9
Teoloyucan	4.5
Coyotepec	5.4
Huehuetoca	3.9
Jaltenco	3.7
Axapusco	1.5
San Martín de las Pirámides	5.6
Tequixquiac	3.5

TABLA 2.2  
(cont.)

MUNICIPIO	1 (%)
Apaxco	5.5
Tecamac	5.7
Nextlalpan	2.1
Tultepec	4.2
Melchor Ocampo	5.4
Tepozotlán	4.5
Ecatepec	4.4
Mezahualcóyotl	2.6
La Paz	5.7
Coacalco	6.1
Cuautitlán R.R.	3.7
Tultitlán	6.7
Nicolás Romero	5.6
Cuautitlán Izcalli	10.8
Atizapán	6.1
Flanepantla	6.1
Naucalpan	6.8
Huixquilucan	4.7



TABLE 2.5  
POPULATION OF PUEBLA FOR 1960

MUNICIPALITY	POPULATION (Hab.)										
	1930	1940	1950	1960	1971	1980	1992	1997	1990	1995	2007
<b>MUNICIPALITY</b>											
Acaxtlán	2 053	2 656	3 092	3 650	4 288	5 189	6 777	8 266	9 931	12 700	16 209
Amalco	14 432	17 994	22 026	29 725	41 450	53 325	67 299	71 122	80 463	98 843	121 419
Atzacolpan	5 316	7 765	10 737	20 472	36 732	56 353	67 959	93 316	116 766	163 771	229 687
Atzacolpan	1 306	1 625	1 474	1 533	2 421	3 319	3 611	4 567	5 027	6 241	7 704
<b>TOTAL</b>	<b>23 107</b>	<b>29 044</b>	<b>37 329</b>	<b>55 450</b>	<b>85 289</b>	<b>122 111</b>	<b>136 293</b>	<b>172 491</b>	<b>212 229</b>	<b>281 535</b>	<b>379 023</b>
<b>MUNICIPALITY</b>											
Aculcan	5 427	7 234	9 422	12 270	20 264	32 241	58 522	65 121	52 034	66 158	84 034
Atenco	4 463	5 023	5 424	7 361	10 616	13 343	14 509	18 041	20 235	24 501	29 663
Atzacolpan	3 203	3 479	3 367	4 162	7 265	9 309	10 661	13 166	14 236	13 436	22 750
Chalcoapan	2 278	2 417	3 229	4 719	8 750	14 632	15 503	22 293	26 732	36 072	48 730
Chiconcuac	3 036	3 227	4 529	6 031	3 322	10 268	11 312	13 435	14 596	17 692	21 012
Chicahuacán	6 213	7 339	13 004	16 740	19 946	56 367	68 073	103 146	142 763	226 316	360 326
Coahuatlán	859	815	706	735	1 088	1 433	1 353	1 898	2 142	2 618	3 201
Coahuatlán	2 717	2 905	2 901	2 954	3 317	4 399	4 640	5 201	5 070	6 560	7 495
Coahuatlán	21 517	24 812	32 265	42 525	65 628	94 656	105 754	139 532	164 778	217 407	236 843
Coahuatlán	1 560	2 161	2 522	3 424	4 770	5 899	6 318	7 504	3 320	9 831	11 726
<b>TOTAL</b>	<b>58 129</b>	<b>69 422</b>	<b>77 479</b>	<b>101 361</b>	<b>151 264</b>	<b>246 033</b>	<b>275 341</b>	<b>374 437</b>	<b>451 933</b>	<b>626 127</b>	<b>879 303</b>

TABLE 2.3 (cont.)

MUNICIPALIDAD	ESTADÍSTICA (ha.)										
	1958	1962	1970	1979	1979	1987	1992	1997	1998	1999	2000
AGUA DULCE (ha.)											
Soqultupoc	2 236	2 666	2 872	2 807	2 627	2 566	2 902	2 987	2 147	2 826	3 229
Socha	6 166	6 522	7 250	8 551	10 423	11 127	11 525	12 806	13 709	14 266	15 621
Tecamachapa	4 743	5 243	5 326	5 921	5 750	5 231	5 150	5 792	5 749	5 871	6 121
TOTAL	13 145	14 431	15 428	17 279	18 800	18 915	19 521	20 765	21 565	22 963	24 979
AGUA SALADA (ha.)											
Ayaco	2 299	3 133	3 764	5 163	7 406	9 354	10 020	11 201	12 109	12 672	14 517
Asampuc	7 043	7 662	7 269	8 673	9 254	9 423	9 713	10 564	10 640	11 037	12 631
Soqultupoc	3 463	4 159	4 671	5 597	6 683	11 701	12 556	16 209	15 727	20 751	23 401
Ucimatuc	3 902	3 371	4 154	5 610	7 954	10 223	11 155	12 146	15 143	17 343	22 711
Uxatuc	1 901	2 216	2 767	3 122	4 728	6 635	6 436	7 034	7 600	10 606	12 427
San Martín de los R.	3 717	4 121	4 703	5 420	7 242	8 251	9 222	12 261	14 410	15 424	21 267
Toulucan	4 903	5 626	7 346	9 923	12 477	21 722	23 721	22 261	23 724	42 311	52 247
Totihuacan	5 412	6 667	8 346	10 477	16 293	22 321	26 311	27 423	30 220	35 727	43 227
Soquiáhuac	2 750	3 463	3 663	4 803	6 679	8 224	8 501	12 242	11 727	13 552	16 122
Soquango	11 597	14 075	17 498	22 677	36 105	51 239	56 377	72 001	84 043	107 251	136 711
TOTAL	46 054	54 753	64 466	81 241	120 122	169 260	179 360	223 239	238 343	339 427	424 041

TABLE 2.3 (cont.)

MUNICIPIO	ESTADÍSTICA (hab)										
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
<b>ZONA NOROCCIDENTAL</b>											
Michoacán	4 159	4 156	4 920	6 557	10 834	16 216	18 015	23 433	27 438	35 691	46 323
Morelia	2 242	2 349	2 611	3 602	4 360	4 676	4 374	5 408	5 756	6 396	7 000
Toluca	6 863	7 718	9 104	11 971	20 382	32 809	36 656	43 354	57 114	75 356	99 424
Veracruz	6 919	7 879	10 703	12 682	21 902	25 266	27 591	34 384	39 237	48 897	60 924
Yucatán	3 599	3 634	3 517	7 744	11 480	15 311	16 624	20 421	23 104	29 380	34 382
<b>TOTAL</b>	<b>23 762</b>	<b>25 740</b>	<b>32 853</b>	<b>42 536</b>	<b>69 459</b>	<b>94 278</b>	<b>103 760</b>	<b>132 010</b>	<b>152 645</b>	<b>194 710</b>	<b>243 629</b>
<b>ZONA SUR-ORIENTAL</b>											
Veracruz	3 762	10 501	15 226	40 315	216 403	919 256	998 659	1 218 569	1 409 260	1 747 931	2 167 327
La Paz	2 235	3 052	4 154	7 330	32 253	100 032	111 822	147 523	174 232	229 481	293 203
Michoacán					280 436	1 440 220	1 525 559	1 724 465	1 873 203	2 129 829	2 421 404
<b>TOTAL</b>	<b>11 256</b>	<b>13 553</b>	<b>19 420</b>	<b>49 695</b>	<b>929 102</b>	<b>2 465 565</b>	<b>2 626 041</b>	<b>3 189 572</b>	<b>3 406 695</b>	<b>4 107 641</b>	<b>4 882 934</b>
<b>ZONA SUR-OCCIDENTAL</b>											
Guadalajara	1 374	1 736	2 315	3 904	13 197	70 671	79 558	106 967	127 760	171 700	230 566
Guadalajara	9 149	10 701	13 622	20 509	41 156	40 312	43 350	51 936	57 972	69 521	83 570
Guadalajara Izabal						92 318	113 263	109 263	257 445	429 915	717 926
Guadalajara	15 243	17 794	23 346	29 617	47 504	86 737	96 724	127 014	149 579	156 410	257 919
Guadalajara	3 360	6 523	9 237	15 479	32 317	37 415	59 521	137 434	167 153	231 234	319 727
<b>TOTAL</b>	<b>29 941</b>	<b>36 754</b>	<b>48 520</b>	<b>69 509</b>	<b>151 174</b>	<b>327 423</b>	<b>353 406</b>	<b>412 607</b>	<b>492 274</b>	<b>629 370</b>	<b>802 798</b>

TAULA 2.3 (cont.)

MUNICIPIO	POBLACION (HAB.)										
	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1982	1987	1990	1995	2000
ZONA AGRICOLA											
Atlixpán de Zaragoza	3 352	3 874	4 327	8 069	44 322	132 320	157 918	501 035	269 144	382 815	474 891
Cuixquilem	3 207	3 610	4 047	4 359	10 098	16 993	13 628	23 457	26 900	33 343	42 940
Huaculpan	9 809	15 845	29 876	85 828	382 184	1 017 097	1 144 967	1 539 466	1 838 725	2 472 254	3 324 652
Plainapantla	10 174	14 626	29 005	105 447	356 935	756 852	1 088 406	1 462 416	1 747 289	2 350 124	3 122 359
TOTAL	26 546	35 955	67 255	204 213	803 492	2 133 762	2 401 514	3 227 354	3 853 656	5 179 266	6 960 289

TABLE 2.4  
 REGIONAL TRENDS OF POPULATION

ZONA	POPULATION (thou)										
	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1982	1987	1990	1995	2000
Surroste	23 107	30 640	37 269	55 450	85 322	122 111	126 292	179 431	212 229	231 500	322 029
Oriente	52 125	59 332	77 870	101 561	151 264	244 033	279 291	374 437	451 934	606 137	879 803
Norte Alta	13 198	14 165	15 426	17 621	19 027	16 515	19 421	20 743	21 589	23 075	24 673
Norte Baja	46 056	54 789	64 460	81 361	120 122	159 945	175 200	223 329	258 342	330 437	423 441
Asustiguamiento	23 762	25 740	32 863	42 936	69 453	94 278	103 760	132 010	152 643	194 210	243 639
Antioqueña	11 263	13 553	19 420	40 695	829 102	2 465 563	2 636 910	3 120 573	3 576 395	4 107 041	4 822 625
Antioqueña	29 241	35 399	48 520	69 989	154 174	377 453	422 436	612 353	795 545	1 028 860	1 429 981
Antioqueña	25 146	29 925	47 735	204 213	303 499	2 133 762	2 401 212	3 227 256	3 693 656	5 179 066	6 543 589
TOTAL AREA	67 123	85 367	135 899	322 427	1 706 775	4 579 773	5 071 965	6 369 795	7 079 495	10 285 567	13 433 192
TOTAL AREA EN ESTUDIO	285 921	370 702	363 591	679 266	2 232 215	1 516 264	6 100 471	7 269 305	9 167 241	11 261 460	15 211 731

TABLE 2.5

Análisis del Uso del Suelo  
Condición 1982

USO DEL SUELO	AREA (ha)								SUMA
	Oriente	Suroeste	Norte baja	Norte alta	Amortiguamiento	ANC-NZT	ANC-Neza	ANC-Cuautitlán	
Urbano	570.4	481.7	0.0	0.0	212.3	12 449.0	9 411.1	4 571.0	27 595.5
Suburbano	3 816.2	3 834.7	6 189.8	1 125.6	2 996.9	578.3	910.6	3 274.5	23 176.6
Industrial	573.5	374.2	0.0	0.0	74.8	1 194.6	1 152.3	1 184.2	4 558.6
Comercial	38.3	21.0	0.0	0.0	0.0	75.7	165.7	18.2	318.9
Equipa- miento	93.9	0.0	0.0	0.0	288.3	380.5	12.4	26.8	801.9
Agropecu- uario	19 056.3	20 038.3	63 736.0	34 665.2	21 409.0	3 634.0	1 074.4	8 329.1	171 942.3
Bosque y parque	576.3	3 999.6	3 352.8	0.0	1 480.9	8 657.8	2 853.0	4 528.4	25 448.8
Sin uso	9 080.8	816.6	0.0	0.0	1 748.4	1 520.6	2 886.4	8 866.1	24 918.9
Cuerpo de agua	15 020.6	0.0	1 595.6	0.0	0.0	278.5	1 084.3	544.4	18 523.4
TOTAL	48 826.3	29 566.1	74 874.2	35 790.8	28 210.6	28 769.0	19 550.2	31 797.7	297 384.9

TABLA 2.6

Análisis del Uso del Suelo  
Condición 1987

USO DEL SUELO	AREA (ha)								
	Oriente	Sureste	Norte baja	Norte alta	Amortiguamiento	AMC-NZT	AMC-Neza	AMC-Cuautitlán	SUMA
Urbano	3 831.9	5 333.4	7 667.2	833.8	4 496.1	16 530.8	12 528.0	16 686.0	67 908.0
Suburbano	6 557.6	3 416.2	6 061.9	1 837.8	3 060.2	196.3	0.0	1 366.6	22 496.6
Industrial	893.3	764.6	956.8	59.2	563.4	1 713.9	1 900.6	2 013.0	8 864.8
Comercial	81.2	59.8	0.0	0.0	113.0	579.6	440.2	481.9	1 755.7
Equipa- miento	803.1	23.2	1 255.4	0.0	2 698.6	702.2	334.6	132.8	5 949.9
Agrope- cuario	21 471.2	16 141.6	54 529.9	33 060.0	15 379.2	0.0	0.0	1 424.3	142 006.2
Bosque y parque	914.3	3 827.3	2 877.8	0.0	1 502.1	7 984.1	2 924.0	8 142.7	28 172.3
Sin uso	0.0	0.0	0.0	0.0	398.0	783.8	387.7	1 006.0	2 575.5
Cuerpo de agua	14 273.7	0.0	1 525.2	0.0	0.0	278.3	1 034.3	544.4	17 655.9
TOTAL	48 826.3	29 566.1	74 874.2	35 790.8	28 210.6	28 769.0	19 550.2	31 797.7	297 384.9

TABLA 2.7

Análisis del Uso del Suelo  
Condición 1990

USO DEL SUELO	AREA (ha)								
	Oriente	Sureste	Norte baja	Norte alta	Amortiguamiento	ANC-NZT	ANC-Neza	ANC-Cuautitlán	SUMA
Urbano	5 545.2	5 847.2	8 996.2	1 098.3	5 186.8	17 116.8	12 540.7	16 695.3	73 026.5
Suburbano	6 618.7	3 561.6	6 696.4	1 987.3	3 166.3	398.2	0.0	1 584.7	24 013.2
Industrial	893.3	765.3	996.0	98.4	672.4	1 874.2	1 973.3	2 137.2	9 410.1
Comercial	81.2	59.8	0.0	0.0	113.0	586.2	440.2	481.9	1 762.3
Equipa- miento	803.1	23.2	1 260.0	0.0	2 698.6	702.4	334.6	132.8	5 954.7
Agropo- cuario	19 676.2	14 946.0	52 378.7	32 606.8	14 386.7	0.0	0.0	1 267.7	135 262.1
Bosque y parque	994.4	4 363.0	3 021.7	0.0	1 603.1	6 973.3	2 924.0	8 093.1	27 972.6
Sin uso	0.0	0.0	0.0	0.0	383.7	839.6	303.1	860.6	2 387.0
Cuerpo de agua	14 214.2	0.0	1 525.2	0.0	0.0	278.3	1 034.3	544.4	17 596.4
TOTAL	48 826.3	29 566.1	74 874.2	35 790.8	28 210.6	28 769.0	19 550.2	31 797.7	297 384.9



TABLA 2.8

Análisis del Uso del Suelo  
Condición 1995

USO DEL SUELO	AREA (ha)								
	Oriente	Sureste	Norte baja	Norte alta	Amortiguamiento	ARC-RZE	ARC-Heza	ARC-Cuautitlán	SUMA
Urbano	7 561.3	6 193.9	10 838.3	1 400.0	6 249.2	17 536.7	12 560.2	16 763.2	79 102.8
Suburbano	6 751.2	4 052.5	8 305.4	2 142.9	3 438.7	1 140.5	232.8	2 370.6	28 434.6
Industrial	893.3	772.7	1 068.2	172.7	833.5	2 101.9	2 062.7	2 283.5	10 188.5
Comercial	81.2	59.8	0.0	0.0	113.0	567.5	440.2	481.9	1 743.6
Equipa- miento	803.1	23.2	1 275.3	0.0	2 698.6	702.4	334.6	132.8	5 970.0
Agropes- cuario	17 411.7	13 113.4	48 457.1	32 075.2	12 793.2	0.0	0.0	938.2	124 788.8
Bosque y parque	1 110.3	5 350.6	3 404.7	0.0	1 785.8	5 666.3	2 825.0	7 813.9	27 956.6
Sin uso	0.0	0.0	0.0	0.0	298.6	775.4	218.2	469.2	1 761.4
Cuerpo de agua	14 214.2	0.0	1 525.2	0.0	0.0	278.3	876.5	544.4	17 438.6
TOTAL	48 826.3	29 566.1	74 874.2	35 790.8	28 210.6	28 769.0	19 550.2	31 797.7	297 384.9

Análisis del Uso del Suelo  
Condición 2000

USO DEL SUELO	AREA (ha)								
	Oriente	Sureste	Norte baja	Norte alta	Amortiguamiento	ANC-NZP	ANC-Neza	ANC-Cuautitlán	SUMA
Urbano	9 022.5	6 326.7	12 132.9	1 578.6	7 190.3	17 724.7	12 577.1	16 721.7	83 274.5
Suburbano	6 889.3	4 738.8	10 949.5	2 271.1	4 031.9	3 844.5	401.3	3 490.1	36 616.1
Industrial	893.3	780.6	1 135.6	275.6	1 079.5	2 297.7	2 095.5	2 421.4	10 979.2
Comercial	81.2	59.8	0.0	0.0	113.0	528.2	440.2	481.9	1 704.3
Equipa- miento	803.1	23.2	1 335.0	0.0	2 698.6	702.4	334.6	132.8	6 029.7
Agrope- cuario	15 701.3	11 350.9	43 829.4	31 665.5	10 953.5	0.0	0.0	430.0	113 930.6
Bosque y parque	1 221.4	6 286.4	3 966.6	0.0	2 143.8	2 822.6	2 825.0	7 482.7	26 740.2
Sin uso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	570.6	0.0	92.7	663.3
Cuerpo de agua	14 214.2	0.0	1 525.2	0.0	0.0	278.3	876.5	544.5	17 438.6
TOTAL	48 826.3	29 566.1	74 874.2	35 790.8	28 210.6	28 769.0	15 550.2	31 797.7	297 384.9

TABLA 2.10

Densidad de Población  
Condición 1982

ZONA	AREA (ha)		DENSIDAD (hab/ha)	
	URBANA	SUBURBANA	URBANA	SUBURBANA
Sureste	481.7	3 834.7	77.39	25.80
Oriente	570.4	3 316.2	149.39	49.80
Norte alta	0.0	1 125.6		17.25
Norte baja	0.0	6 189.8		28.40
Amortiguamiento	212.3	2 995.9	60.65	30.33
AMC-Neza	9 411.1	910.6	267.17	133.59
AMC-Cuautitlán	4 571.0	3 274.5	69.66	34.83
AMC-NET	12 449.0	578.3	188.53	94.26

TABLA 2.11

Densidad de Población  
Condición 1987

ZONA	AREA (ha)		DENSIDAD (hab/ha)	
	URBANA	SUBURBANA	URBANA	SUBURBANA
Sureste	5 333.4	3 416.2	27.73	9.24
Oriente	3 831.9	6 577.6	62.22	20.74
Norte alta	833.8	1 837.8	14.34	4.73
Norte baja	7 667.2	6 061.9	23.05	7.68
Amortiguamiento	4 498.1	3 060.2	21.50	10.95
AMC-Neza	12 528.0	0.0	249.09	
AMC-Cuautitlán	16 686.0	1 366.6	35.28	17.64
AMC-NET	16 530.8	196.3	194.08	97.04

TABLA 2.12

Densidad de Población  
Condición 1990

ZONA	AREA (ha)		DENSIDAD (hab/ha)	
	URBANA	SUBURBANA	URBANA	SUBURBANA
Sureste	5 647.2	3 561.6	30.17	10.06
Oriente	5 545.2	6 618.7	58.30	19.43
Norte alta	1 098.5	1 987.3	12.26	4.09
Norte baja	3 996.2	6 696.4	25.01	7.67
Amortiguamiento	5 136.8	3 166.3	22.55	11.27
A.D.-Neza	12 540.7	0.0	275.65	
AMM-Cuautitlán	16 695.3	1 534.7	43.46	21.73
AMM-SZF	17 116.8	358.2	222.55	111.28

TABLA 2.13

Densidad de Población  
Condición 1995

ZONA	AREA (ha)		DENSIDAD (hab/ha)	
	URBANA	SUBURBANA	URBANA	SUBURBANA
Sureste	6 193.9	4 052.5	37.32	12.44
Oriente	7 561.3	6 751.2	63.82	21.27
Norte alta	1 400.0	2 142.9	10.91	3.64
Norte baja	10 838.3	8 305.4	24.28	8.09
Amortiguamiento	6 249.2	3 438.7	24.43	12.22
A.D.-Neza	12 560.2	232.8	324.03	162.02
AMM-Cuautitlán	16 753.2	2 370.6	61.22	30.61
AMM-SZF	17 536.7	1 140.5	236.03	143.01

TABLA 2.14

Densidad de Población  
Condición 2000

ZONA	AREA (ha)		DENSIDAD (hab/ha)	
	URBANA	SUBURBANA	URBANA	SUBURBANA
Sureste	6 326.7	4 758.8	47.45	15.81
Oriente	9 022.5	6 889.3	77.38	25.79
Norte alta	1 578.6	2 271.1	10.57	3.52
Norte baja	12 132.9	10 949.5	26.89	8.96
Amortiguamiento	7 190.5	4 031.9	27.01	13.50
A. C.-Meza	12 577.1	401.3	332.90	191.45
A. C.-Cuautitlán	16 721.7	3 490.1	87.18	43.59
A. C.-HDF	17 724.7	3 844.5	354.28	177.14

Demandas de Agua Potable para el Area  
Metropolitana de la Ciudad de México, 1980

DELEGACIONES Y MUNICIPIOS	POBLACION 30-VI-80 (hab)	DEMANDAS POR USOS (l/h).				DETALLES (l/hab/día)
		doméstico	Industrial	Comercio y servicios	TOTAL	
DISTRITO FEDERAL						
Alvaro Obregón	992 012	2 802	-----	191	2 996	260
Azacapozalco	597 227	1 964	1 127	275	3 366	487
Benito Juárez	643 460	2 126	-----	775	2 899	361
Coyoacán	626 580	1 820	116	172	2 108	291
Cuauhtémoc	872 012	3 138	92	3 356	6 586	693
Cuajimalpa	142 216	225	-----	5	230	140
Gustavo A. Madero	1 808 907	2 235	757	416	6 408	306
Iztacalco	616 792	1 729	6	152	1 887	264
Iztapalapa	1 104 750	3 117	662	177	3 956	309
Magdalena Contreras	175 138	498	-----	11	509	251
Miguel Hidalgo	695 087	2 245	17	818	3 078	383
Milpa Alta	62 917	107	-----	4	111	152
TLáhuac	164 948	276	-----	11	287	150
Tlalpan	308 861	870	116	55	1 041	291
Venustiano Carranza	871 887	2 600	23	542	3 165	314
Xochimilco	334 584	739	-----	128	867	224
SUMA	10 020 364	29 492	2 916	7 087	39 494	341

TABLA 2.15

(cont.)

DELEGACIONES Y MUNICIPIOS	POBLACION 30-VI-80 (hab)	DEMANDAS POR USOS (1/d)				DOPACION (1/hab/día)
		Doméstico	Industrial	Comercio y servicios	TOTAL	
ESTADO DE MEXICO						
Atizapán de Z.	122 891	342	-----	9	351	247
Coacalco	28 601	54	-----	1	55	166
Cuautillán	87 089	199	206	9	474	470
Cuautitlán Izcalli	100 000	232	35	15	282	244
Chimalhuacán	42 277	79	-----	4	83	170
Ecatepec	475 883	1 059	1 127	28	2 214	402
Huixquilucan	71 029	180	-----	9	189	230
Isidro Fabela	9 658	15	-----	1	16	143
Ixtapaluca	76 674	184	290	3	477	538
La Paz	78 419	160	92	13	265	292
Naucalpan	836 463	2 460	520	171	3 151	325
Nezahualcóyotl	1 990 000	5 115	-----	130	5 245	228
Nicolás Romero	102 382	150	92	4	246	208
Texcoco	137 354	264	-----	10	274	172
Tlalnepantla	794 681	2 241	422	86	2 749	299
Tultepec	25 674	48	-----	4	52	175
Tultitlán	123 015	266	266	5	537	377
SUMA	5 102 120	15 048	3 110	502	16 660	282
SUBTOTAL		42 540	6 026	7 588	56 154	
10% Fugas en redes		4 254	603	759	5 615	
TOTAL	15 122 484	46 754	6 629	8 347	61 769	353

TABLA 2.16

Dotaciones de los Proyectos Recopilados

MUNICIPIO	LOCALIDAD	DOTACION (l/hab/día)
Cuautitlán Izcalli	San N. Ixtacalco	150
	San Fco. Tepojaco	150
	S.N. de Guadalupe	150
	Municipio	540
Cuautitlán	Municipio	540
Chalco	San Miguel Nico	150
	Chalco de Covarrubias	200
	S.N. Cuautlalpan	200
Atenco	S.C. Nequixpayac	150
Ecatepec	Izcalli Sta. Clara I	200
	Zona IV y V ex-Vaso de	
	Texcoco	275
	Municipio	263
Nicolás Romero	Villa Nicolás Romero	200
	Barrón y Fco. I. Madero	175
	Municipio	250
Atizapán de Zaragoza	Villas de la Hacienda	250
	Mayorazgo del Bosque	250
	Lomas Lindas	200
Tepozotlán	Santiago Cuautlalpan	150
Coacalco	Coacalco	252
	Lomas de Cartagena	200



TABLA 2.16  
(cont.)

MUNICIPIO	LOCALIDAD	DOTACION (1/hab/día)
Ixtapaluca	Parque Industrial Elalpicóhuac, Ayotla, Sta. Bárbara, Tlapacoya e Ixtapaluca	200; 1+
La Paz	E. Zapata y ampl. Los Reyes	200
Chimalhuacán	Municipio	250
Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl	200
Texcoco	Tequexquináhuac	150
Tecamac	S.M. Azcatepec	150
NZT	Zona residencial	300
	Zona popular	200
Chalco, Cocotitlán y Temamatla	La Candelaria	125
	San G. Cuautzingo	125
	San J. y San P. Tezompa	150
	San L. Chimalpa	125
	San L. Amalinalco	125
	San M. Huixtoco	125
	San M. Xico (nuevo)	125
	San M. Huitzilzingo	125
	San P. Atlazalpan	125
	Sta. C. Ayotzingo	125
	Sta. Ma. Huexoculco	150
	Cocotitlán	125
	San A. Metla	125

+ 1/s/ha

TABLA 2.16  
(cont.)

MUNICIPIO	LOCALIDAD	DOTACION (1/hab/día)
Zhalco, Cocotitlán	Temamatla	125
y Temamatla	Santiago Zula	125
(cont.)	Xocolines	125
	Col. J. Cantú	125
	Los Reyes A.	125

TABLA 2.17

Dotaciones Globales de Agua Potable

ZONA	DOTACION (l/hab/año)				
	1982	1987	1990	1995	2000
Sur	300	300	300	300	300
Abastiguamiento	125	160	180	215	250
Norte	60	200	200	200	200
Oriente	150	180	200	220	250
Paroste	150	180	200	220	250

TABLA 2.18  
Cálculo de Demandas  
Condición 1982

ZONA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	POBLACION (hab)	DOTACION (1) (l/hab/día)	DEMANDA (l/s)	DEMANDA TOTAL (l/s)
NOC P <sub>0</sub> =5 470 046 Dotg= 300	Urbano	26 431.1	5 017 886	236.26	13 721.6	18 993.2
	Suburbano	4 763.4	452 160	100.00	523.3	
	Industrial	3 536.1	----	1.07	3 798.6	
	Comercial y Eq	679.3	----	1.40	949.7	
Amortiguamiento P <sub>0</sub> =103 760 Dotg= 125	Urbano	212.3	12 876	226.10	33.7	150.1
	Suburbano	2 996.9	90 884	75.00	78.9	
	Industrial	74.8	----	0.42	30.0	
	Comercial y Eq	288.3	----	0.03	75.0	
Norte P <sub>0</sub> =195 221 Dotg= 60	Urbano	0.0	----	----	----	135.6
	Suburbano	7 315.4	195 221	60.00	135.6	
	Industrial	0.0	----	----	----	
	Comercial y Eq	0.0	----	----	----	
Oriente P <sub>0</sub> =275 241 Dotg= 150	Urbano	570.4	85 210	196.13	193.4	477.9
	Suburbano	3 816.2	190 031	75.00	165.0	
	Industrial	573.5	----	0.17	95.6	
	Comercial y Eq	132.2	----	0.18	23.9	
Sureste P <sub>0</sub> =136 203 Dotg= 150	Urbano	481.7	37 279	212.01	91.5	236.5
	Suburbano	3 834.7	98 924	75.00	85.9	
	Industrial	374.2	----	0.13	47.3	
	Comercial y Eq	21.0	----	0.56	11.8	

Cálculo de Demandas  
Condición 1987

ZONA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	COEFICIENTE (hab)	POPACION (1) (1/hab/día)	DEMANDA (1 /a)	DEMANDA TOTAL (1/a)
A/C $P_0=6\ 960\ 795$ Dotg= 300	Urbano	42 745.6	6 843 884	227.14	17 991.7	24 167.4
	Suburbano	1 562.9	116 911	100.00	135.3	
	Industrial	2 627.5	-----	0.86	4 833.5	
	Comercial y Eq	2 671.3	-----	0.45	1 208.5	
Amortiguamiento $P_0=152\ 010$ dotg= 160	Urbano	4 496.1	98 492	135.31	194.3	244.5
	Suburbano	3 060.2	22 518	75.00	29.1	
	Industrial	563.4	-----	0.09	48.9	
	Comercial y Eq	2 811.6	-----	0.04	12.2	
Norte $P_0=244\ 072$ dotg= 200	Urbano	3 501.0	136 349	177.88	383.7	965.0
	Suburbano	7 899.7	57 723	60.00	40.1	
	Industrial	1 016.0	-----	0.11	113.0	
	Comercial y Eq	1 255.4	-----	0.07	29.2	
Oriente $P_0=374\ 437$ dotg= 100	Urbano	3 851.9	238 428	169.23	467.0	780.1
	Suburbano	6 527.6	136 009	75.00	116.1	
	Industrial	893.3	-----	0.17	156.0	
	Comercial y Eq	884.3	-----	0.04	39.0	
Surento $P_0=179\ 491$ dotg= 180	Urbano	5 333.4	147 911	147.81	253.0	375.5
	Suburbano	3 416.2	31 980	75.00	27.4	
	Industrial	764.6	-----	0.10	74.8	
	Comercial y Eq	83.0	-----	0.23	18.7	

(1) Las dotaciones Industrial y comercial están dadas en l/e/ha

TABLA 2.20  
Cálculo de Demandas  
Condición 1990

ZONA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	POBLACION (hab)	DOTACION (1) (1/hab/día)	DEMANDA (1/c)	DEMANDA TOTAL (1/s)
ANC $P_0=8\ 070\ 496$ Dotg= 300	Urbano	46 352.8	7 901 489	227.67	20 821.3	28 022.6
	Suburbano	1 982.9	169 007	100.00	195.6	
	Industrial	5 984.7	----	0.94	5 604.5	
	Comercial y Eq	2 678.1	----	0.52	1 401.2	
Amortiguamiento $P_0=152\ 649$ Dotg= 180	Urbano	5 186.8	116 952	155.31	207.5	318.0
	Suburbano	3 166.3	35 697	75.00	31.0	
	Industrial	672.4	----	0.09	63.6	
	Comercial y Eq	2 811.6	----	0.01	15.9	
Norte $P_0=279\ 927$ Dotg= 200	Urbano	10 094.5	217 546	175.81	442.7	648.0
	Suburbano	8 683.7	62 381	60.00	43.3	
	Industrial	1 094.4	----	0.12	129.6	
	Comercial y Eq	1 260.0	----	0.03	32.4	
Oriente $P_0=451\ 933$ Dotg= 200	Urbano	5 545.2	323 303	179.84	672.9	1 046.1
	Suburbano	6 618.7	128 630	75.00	111.7	
	Industrial	893.3	----	0.23	209.2	
	Comercial y Eq	884.3	----	0.06	52.3	
Sureste $P_0=212\ 239$ Dotg= 200	Urbano	5 847.2	176 419	165.23	337.4	491.3
	Suburbano	3 561.6	35 820	75.00	31.1	
	Industrial	765.3	----	0.13	98.2	
	Comercial y Eq	83.0	----	0.30	24.6	

(1) Las dotaciones industrial y comercial están dadas en 1/s/ha

TABLA 2.21  
Cálculo de Demandas  
Condición 1995

ZONA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	POBLACION (hab)	DOTACION (1) (l/hab/día)	DEMANDA (l/s)	DEMANDA TOTAL (l/s)
AFC $P_0=10\ 385\ 567$ Dotg= 300	Urbano	46 860.1	9 986 625	229.99	26 584.0	36 061.0
	Suburbano	3 743.9	398 942	100.00	461.7	
	Industrial	6 448.1	----	1.12	7 212.2	
	Comercial y Eq	2 659.4	----	0.68	1 803.1	
Amortiguamiento $P_0=194\ 710$ Dotg= 215	Urbano	6 249.2	152 698	184.98	326.9	484.5
	Suburbano	3 438.7	42 012	75.00	36.5	
	Industrial	833.5	----	0.12	96.9	
	Comercial y Eq	2 811.6	----	0.01	24.2	
Norte $P_0=353\ 511$ Dotg= 200	Urbano	12 238.3	275 196	175.61	559.3	818.3
	Suburbano	10 448.3	78 315	60.00	54.4	
	Industrial	1 240.9	----	0.13	163.7	
	Comercial y Eq	1 275.3	----	0.03	40.9	
Oriente $P_0=626\ 137$ Dotg= 220	Urbano	7 561.3	482 527	191.79	1 071.1	1 594.3
	Suburbano	6 751.2	143 610	75.00	124.6	
	Industrial	893.3	----	0.36	318.0	
	Comercial y Eq	884.3	----	0.09	79.7	
Sureste $P_0=281\ 555$ Dotg= 220	Urbano	6 193.9	231 144	184.63	493.9	716.9
	Suburbano	4 052.5	50 411	75.00	43.8	
	Industrial	772.7	----	0.19	143.4	
	Comercial y Eq	83.0	----	0.43	35.8	

(1) Las dotaciones Industrial y Comercial están dadas en l/s/ha

TABLA 2.22  
Cálculo de Demandas  
Condición 2000

ZONA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	POBLACION (hab)	DOTACION (1) (l/hab/día)	DEMANDA (l/s)	DEMANDA TOTAL (l/s)
AMC $P_0=13\ 463.195$ Dotg= 300	Urbano	47 023.5	12 439 939	235.28	33 876.1	46 747.2
	Suburbano	7 735.9	1 023 256	100.00	1 184.3	
	Industrial	6 814.6	----	1.37	9 349.4	
	Comercial y Eq	2 620.1	----	0.89	2 337.4	
Amortiguamiento $P_0=248\ 635$ Dotg= 250	Urbano	7 190.3	194 190	219.04	492.3	719.4
	Suburbano	4 031.9	54 445	75.00	47.2	
	Industrial	1 079.5	----	0.13	143.9	
	Comercial y Eq	2 811.6	----	0.01	36.0	
Norte $P_0=449\ 119$ Dotg= 200	Urbano	13 711.5	339 881	178.93	703.8	1 039.6
	Suburbano	13 220.6	109 238	60.00	75.9	
	Industrial	1 411.2	----	0.15	207.9	
	Comercial y Eq	1 335.0	----	0.04	52.0	
Oriente $P_0=875\ 803$ Dotg= 250	Urbano	9 022.5	698 116	216.13	1 746.4	2 534.2
	Suburbano	6 889.3	177 687	75.00	154.3	
	Industrial	893.3	----	0.57	506.8	
	Comercial y Eq	884.3	----	0.14	126.7	
Suroeste $P_0=375\ 029$ dotg= 250	Urbano	6 326.7	300 102	215.59	748.8	1 085.2
	Suburbano	4 738.8	74 927	75.00	65.1	
	Industrial	780.6	----	0.28	217.0	
	Comercial y Eq	83.0	----	0.65	54.3	



TABLA 2.23

Resumen de Demandas

CONDICION	DEMANDAS (1/s)		
	AMC	RESTO DEL AREA EN ESTUDIO	TOTAL
1982	18 993.2	1 000.1	19 993.3
1987	24 169.4	1 963.5	26 132.9
1990	28 022.6	2 503.4	30 526.0
1995	36 061.0	3 614.0	39 675.0
2000	46 747.2	5 378.4	52 125.6

TABLA 2.24

SYSTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL ANEM

FUENTE DE ABASTECIMIENTO	GASTO DE EXTRACCION m <sup>3</sup> /s	GASTO DEL PROYECTO m <sup>3</sup> /s	INTENGA	MUNICIPIOS BENEFICIADOS
Acueducto Atlámica	0.24	0.50	Acueducto Teoloyucan	Cuautitlán y Atizapán
Acueducto Teoloyucan-Tizayuca-Pachuca	1.77	5.30	Planta Barrientos	Naucalpan, Atizapán, Tlalnepantla, Cuautitlán, Coacalco, Tultitlán y Ecatepec
Acueducto Los Reyes (Línea Ferrocarril)	0.69	4.07	Planta Barrientos	Cuautitlán, Coacalco, Tultitlán y Ecatepec
Acueducto Los Reyes (Línea Ecatepec)	1.23	1.50	Tanque Cerro Gordo	Ecatepec
Línea Tláhuac-Neza	0.50	1.00	Tanque Cerro La Caldera	Mezahualcōyotl, La Paz y Chimalhuacán
Presa Madín	0.60	0.60	Tanque Lomas Verdes	Naucalpan
Cutzamala	0.25	2.00	Tanques Zona NZT	Naucalpan, Atizapán y Tlalnepantla
Lerma	1.30		Tanques Zona NZT	Naucalpan, Atizapán y Tlalnepantla
Acueducto Chiconautla	0.42		Tanques Sta Isabel (D.F.)	Ecatepec
Pozos municipales y particulares	9.90		Redes de distribución	ANEM
TOTAL	16.90			

TABLA 2.25  
 CUENTAS DE AGUA POTABLE AL AFRI  
 -3/A

MUNICIPIO	AÑO 1980	A Ñ O S																		
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Amecameca	3.65	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Chiconautla	3.04	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Teoloyucan-Ti- zayuca-Puebla	4.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
Los Reyes-ESQ	4.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Atlatica	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Los Reyes-Ventaneque	2.50	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Atlix	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Atlix	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Atlix	22.00	2.00	2.00	5.50	5.50	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Amacuzac	26.00							3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	8.07
Atlix	22.00													4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	8.07
Atlix	1.70					1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Atlix	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Pozos Edu. de México	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63
Atlix	3.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86
TOTAL	10,276	19,76	19,76	23,76	23,76	31,26	31,26	31,26	31,26	35,26	35,26	35,26	35,26	42,26	42,26	42,26	42,26	42,26	42,26	20,16

TABLA 3.1  
AREAS Y POBLACIONES EN AREAS DE SERVICIO  
ZONA AMC

AREA DE SERVICIO	AREAS (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Suburb.	Indust.	C. y E.	Urbana	Suburb.
Villa de las Flores	2 490.2	94.0	143.1	63.8	658 776	12 434
Atlantica	1 838.1	782.7	946.2	199.9	486 264	103 531
Guadalupe	3 413.4	303.8	1 345.2	216.7	903 006	40 185
El Marquez	2 707.1	0.0	0.0	104.6	716 156	0
Zonas IV y V	4 719.7	187.7	108.8	365.4	1 248 584	24 828
La Caldera	1 122.1	22.0	206.4	45.5	296 849	2 910
Toma 1	1 190.8	1 352.9	0.0	0.0	315 023	178 953
Toma 2	70.9	32.3	0.0	0.0	18 756	4 272
Toma 3	1 963.6	907.6	4.4	0.0	519 465	120 052
Toma 4	687.3	832.6	0.0	0.0	181 823	110 131
Colorada	1 100.6	0.0	0.0	0.0	291 161	0
Alcanfores	427.6	0.0	0.0	17.3	113 120	0
Satélite	587.6	0.0	0.0	115.2	155 448	0
Nopala	1 005.1	0.0	0.0	0.0	265 896	0
La Hacienda	1 222.7	0.0	0.0	0.0	323 462	0
Zaragoza	604.7	0.0	117.9	310.6	159 972	0
Herradura	1 426.8	0.0	0.0	134.6	377 456	0
San Bartolo	150.5	0.0	525.2	400.7	172 088	0
Echegaray	222.9	0.0	191.1	38.8	58 968	0
Vaso del Cristo	611.3	0.0	612.8	38.8	161 718	0
Tequexquahuac	239.5	0.0	19.4	0.0	63 359	0
Barrientos	248.0	0.0	519.5	127.5	65 608	0
Tenayo	887.3	0.0	4.4	200.1	234 733	0

TABLA 3.1 (cont.)

AREA DE SERVICIO	AREAS (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Suburb.	Indust.	C. y E.	Urbana	Suburb.
San Mateo	1 641.1	478.3	168.7	26.7	434 148	63 266
Buenavista	727.0	538.2	158.2	0.0	192 326	71 190
Chalma	445.4	0.0	0.0	0.0	117 829	0
Lago	1 285.4	156.8	108.7	15.1	475 524	0
Xinté	1 571.3	791.3	0.0	96.0	415 683	104 668
La Colmena	1 797.5	0.0	113.5	15.1	475 524	0
Progreso	2 023.1	0.0	46.3	0.0	535 206	0
Onofres	1 038.3	347.9	0.0	0.0	274 679	46 018
Calacoaya	1 323.5	147.7	0.0	0.0	350 128	19 537
Victoria	1 393.6	40.0	0.0	0.0	368 673	5 291
Morelos	907.8	54.5	81.1	0.0	240 156	7 209
Del Muerto	2 064.6	0.0	1 199.6	62.6	546 184	0
Chiconautla	440.7	9.2	193.1	25.2	116 586	1 217
S U M A	46 097.1	7 079.5	6 814.6	2 620.1	12 194 862	936 452

TABLA 3.2  
 AREAS Y POBLACIONES EN AREAS DE SERVICIO  
 ZONA SURESTE

AREA DE SERVICIO	AREA (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Subur- bana	Indus- trial	Com. y Eq.	Urbana	Suburb.
La Caljera	1 547.5	31.0	360.4	35.0	73 404	490
Ayotla	1 701.7	1 537.2	539.4	29.4	80 719	24 305
Vico	1 967.1	1 400.1	17.7	4.0	93 308	22 138
Tuautlalpan	1 110.4	1 770.5	63.1	14.6	52 671	27 994
SUMA	6 336.7	4 738.8	780.6	83.0	300 102	74 927

TABLA 3.3  
 AREAS Y POBLACIONES EN AREAS DE SERVICIO  
 ZONA ORIENTE

AREA DE SERVICIO	AREA (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Subur- bana	Indus- trial	Com. y Eq.	Urbana	Suburb.
La Caldera	577.5	9.7	121.0	19.3	44 684	250
Chimalihuache	3 762.1	877.4	0.0	23.4	291 093	22 630
Mapingo	260.6	2 403.5	0.0	775.0	20 164	61 913
Tepetitlán	1 645.3	1 147.6	0.0	0.0	127 305	29 599
Tequisistlán	934.3	933.9	0.0	0.0	72 291	25 376
Tepeaxpan	431.1	1 445.2	67.4	0.0	33 356	37 274
Chiconautla	1 411.6	25.0	704.9	66.6	109 223	645
SUMA	9 022.5	6 839.3	895.3	834.3	598 116	177 637

**TABLA 3.4**  
**AREAS Y POBLACIONES EN AREAS DE SERVICIO**  
**ZONA AMORTIGUAMIENTO**

AREA DE SERVICIO	AREAS (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Suburbana	Industrial	Com. y Sq.	Urbana	Suburb.
Atlántica	453.5	193.7	177.3	46.4	12 248	2 616
Guadalupe	140.4	12.7	42.0	3.4	3 792	171
Chiconautla	3 305.1	27.5	434.0	70.4	35 247	371
Ojo de Agua	2 479.1	340.1	0.8	0.0	66 953	4 593
Santa Lucía	660.2	285.3	125.4	2 081.5	17 830	3 852
<b>SUMA</b>	<b>5 038.3</b>	<b>839.3</b>	<b>1 079.5</b>	<b>2 206.7</b>	<b>136 070</b>	<b>11 504</b>

**TABLA 3.5**  
**AREAS Y POBLACIONES EN AREAS DE SERVICIO**  
**ZONA NOROCCIDENTAL**

AREA DE SERVICIO	AREA (ha)				POBLACION (hab)	
	Urbana	Suburbana	Industrial	Com. y Sq.	Urbana	Suburb.
Tequisistlán	40.4	50.5	0.0	0.0	1 002	417
Pirámides	1 240.3	2 446.9	0.0	0.0	30 757	20 218
San Martín	1 008.2	990.2	0.0	0.0	24 991	8 182
<b>SUMA</b>	<b>2 288.4</b>	<b>3 487.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>56 750</b>	<b>28 817</b>

TABLA 3.6  
DETERMINACION DE GASTOS EN EL  
AREA DE SERVICIO LA CALDERA

USO DEL SUELO	AREA (ha)	DOTACION (l/hab/dfa) (l/s/ha)	GASTO (l/s)
ZONA: AYC			
Urbano	1 211.1	235.28	808.4
Suburbano	22.0	100.00	3.4
Industrial	206.4	1.37	283.2
Comercial y Equipamiento	45.5	0.89	40.6
ZONA: ORIENTE			
Urbano	577.5	216.13	111.8
Suburbano	9.7	75.00	0.2
Industrial	121.0	0.57	68.7
Comercial y Equipamiento	19.3	0.14	2.8
ZONA: SURESTE			
Urbano	1 547.5	178.93	183.2
Suburbano	31.0	60.00	0.4
Industrial	360.4	0.15	100.2
Comercial y Equipamiento	35.0	0.04	22.9
Gasto total = 1 625.8 l/s Vtseg = 28 445 m <sup>3</sup>			



**TABLA 3.7**  
**RESUMEN DE GASTOS POR AREA DE SERVICIO**

AREA DE SERVICIO	GASTOS ( l / a )					V <sub>reg</sub> (m <sup>2</sup> )
	Urbano	Suburb.	Indust.	C. y E.	TOTAL	
Villa de las F.	1 794.0	14.4	196.3	56.9	2 061.6	36 070
Atlantica	1 355.2	122.1	1 321.8	178.9	2 978.0	52 103
Guadalupe	2 468.6	46.6	1 851.2	193.4	4 559.8	79 779
El Marquez	1 950.2	0.0	0.0	93.3	2 043.5	35 753
Zonas IV y V	3 400.1	28.7	149.3	326.0	3 904.1	68 306
La Caldora	1 103.4	4.0	452.1	66.3	1 625.8	28 445
Ayotla	201.4	21.1	94.4	19.2	336.1	5 280
Xico	232.8	19.3	4.9	2.6	259.6	4 242
Cuautlalpan	131.4	24.3	17.5	9.6	182.8	3 198
Chimalihuache	728.2	19.6	0.0	3.4	751.2	13 143
Toma 1	857.9	207.1	0.0	0.0	1 065.0	18 633
Toma 2	51.1	5.0	0.0	0.0	56.1	932
Toma 3	1 414.6	139.0	6.0	0.0	1 559.6	27 237
Toma 4	495.1	127.5	0.0	0.0	622.6	10 393
Colorada	792.9	0.0	0.0	0.0	792.9	13 873
Alcanfores	308.0	0.0	0.0	13.3	321.3	5 656
Satélite	423.3	0.0	0.0	102.8	526.1	9 205
Nopala	724.1	0.0	0.0	0.0	724.1	12 668
La Hacienda	880.0	0.0	0.0	0.0	880.0	15 396
Zaragoza	435.6	0.0	161.8	277.1	874.5	15 308
Herradura	1 027.9	0.0	0.0	120.1	1 148.0	20 085
San Bartolo	468.6	0.0	720.6	357.5	1 546.7	27 061
Echegaray	160.6	0.0	263.6	34.6	458.8	8 027
Vaco del Cristo	440.0	0.0	840.7	34.6	1 315.7	23 019
Tequexquahuac	172.5	0.0	26.6	0.0	199.1	3 483
Barrionos	178.6	0.0	712.7	113.7	1 005.0	17 583
Tenayo	639.2	0.0	6.0	178.5	823.7	14 411

TABLA 3.7 (cont.)

AREA DE SERVICIO	GASTOS (1/5)					V <sub>reg</sub> (m <sup>2</sup> )
	Urbano	Suburb.	Indust.	G. y B.	TOTAL	
San Mateo	1 182.2	73.2	231.5	23.8	1 510.7	26 421
Buenavista	523.7	82.4	217.0	0.0	823.1	14 401
Chalma	320.9	0.0	0.0	0.0	320.9	5 614
Lago	926.0	24.0	149.1	13.5	1 112.6	19 456
La Colmena	1 294.9	0.0	155.7	13.5	1 464.1	25 618
Xinté	1 132.0	121.1	0.0	85.6	1 338.7	23 422
Progreso	1 457.5	0.0	63.5	0.0	1 521.0	26 611
Onofres	748.0	53.3	0.0	0.0	801.3	14 020
Salacoaya	953.5	22.6	0.0	0.0	976.1	17 079
Victoria	1 004.0	6.1	0.0	0.0	1 010.1	17 673
Del Muerto	1 487.4	0.0	1 645.8	35.9	3 169.1	55 796
Morelos	654.0	8.3	111.3	0.0	773.6	13 533
Chapingo	50.4	53.8	0.0	111.0	215.2	3 765
Tepetitlán	318.5	25.7	0.0	0.0	344.2	6 022
Tequisistlán	110.9	22.3	0.0	0.0	133.2	1 932
Tepoxpan	83.5	32.4	38.2	0.0	154.1	2 606
Chiconautla	680.1	2.3	722.7	32.9	1 438.0	25 159
Ojo de Agua	169.8	4.0	0.1	0.0	173.9	3 043
Santa Lucía	45.2	3.4	56.7	26.7	132.0	2 309
Pirámides	63.7	14.0	0.0	0.0	77.7	1 130
San Martín	51.7	5.7	0.0	0.0	57.4	227
T O T A L	36 115.9	1 311.0	10 217.1	2 546.7	50 190.7	877 350

TABLA 3.8  
DEMANDAS Y OFERTAS DE AGUA POR AREA DE SERVICIO

AREA DE SERVICIO	GASTOS ( l / s )			NUDOS DE ENTREGA
	Dem. total	Of. pozos	Of. reuso	
Villa de las Flores	2 061.6	140	0	XXXVIII
Atlamica	2 978.0	663	826	XXX,XXXI,XXXII
Guadalupe	4 559.8	281	1 550	XXIX,XXXIV
El Marquez	2 043.5	251	0	LXI
Zonas IV y V	3 904.1	1 702	0	LXI
La Caldera	1 625.8	2 090	0	LIX
Ayotla	336.1	0	0	LXII
Xico	259.6	51	0	LXV
Cuautlalpan	182.8	2 272	0	LXIV
Chirulihuache	751.2	80	0	LVII
Toma 1	1 065.0	0	0	II
Toma 2	56.1	0	0	III
Toma 3	1 559.6	0	0	IV
Toma 4	622.6	0	0	V
Colorada	792.9	0	0	XVIII
Alcanfores	323.3	22	0	XVI
Satélite	526.1	50	0	XV
Nopala	724.1	125	0	XV
La Hacienda	880.0	285	0	XIV
Zaragoza	874.5	95	0	XII
Herradura	1 148.0	38	0	XX
San Bartolo	1 546.7	378	408	XXI
Echegaray	458.8	89	132	XXII
Vaso del Cristo	1 315.7	263	371	XXIII
Toquexquináhuac	199.1	70	45	XXIV
Barrientos	1 005.0	0	92	XLIV
Tenayo	823.7	145	251	LXVI
San Mateo	1 510.7	0	0	XXXVII
Buena Vista	823.1	0	0	XXXVI
Chalma	320.9	0	0	X

TABLA 3.8 (cont.)

AREA DE SERVICIO	G A S T O S ( l / s )			NUDOS DE ENTREGA
	Dem. total	Of. pozos	Of. reuso	
Lago	1 112.6	91	0	XXVIII
La Colmena	1 464.1	0	0	VIII
Xinté	1 338.7	0	0	XXVII
Progreso	1 521.0	0	0	XXVI
Onofres	801.3	0	0	XXV
Calacoaya	976.1	0	0	VI
Victoria	1 010.1	76	0	XXXIX
Del Muerto	3 189.1	200	0	XLII
Morelos	773.6	264	185	XL
Chapingo	215.2	90	0	LVI
Tepetitlán	344.2	0	0	LV
Tequisistlán	133.2	12	0	LII
Tepexpan	154.1	0	0	L
Chiconautla	1 438.0	25	0	XLVII
Ojo de Agua	173.9	52	0	XLVIII
Sant Lucía	132.0	0	0	XLIX
Pirámides	77.7	0	0	LIII
San Martín	57.4	0	0	LIV
T O T A L	50 190.7	9 900	3 860	

TABLA 3.9  
OFERTAS DE AGUA POTABLE

FUENTE	GASTO ( m <sup>3</sup> / s )		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Cutzamala	11.00	0.00	11.50
Amacuzac	8.07	13.00	11.50
Presa de Guadalupe	1.70	0.00	1.70
Teoloyucan-Tizayuca-Pachuca	1.77	1.77	4.77
Atlamica	0.24	0.24	0.24
Los Reyes-Ecatepec	1.23	2.50	2.50
Chiconautla	0.42	0.00	0.00
Los Reyes-Ferrocarril	0.80	0.80	4.00
Tecolutla	8.80	17.52	11.45
Tláhuac-Neza	0.50	0.00	0.00
Modín	0.60	0.60	0.60
Lerma	1.30	0.00	0.00
TOTAL	36.43	36.43	48.26

TABLA 3.10  
EXTRACCIONES EN LOS NUDOS

N U D O	G A S T O S ( l / s )		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
I	-19 070.7	-13 007.0	-23 000.7
II	1 065.0	1 065.0	1 065.0
III	56.1	56.1	56.1
IV	1 559.6	1 559.6	1 559.6
V	622.6	622.6	622.6
VI	976.1	976.1	976.1
VII	0.0	0.0	0.0
VIII	1 464.1	1 464.1	1 464.1
IX	0.0	0.0	0.0
X	320.9	320.9	320.9
XI	-2 570.0	-2 570.0	-8 770.0
XII	779.5	779.5	874.5
XIII	0.0	0.0	0.0
XIV	595.0	595.0	880.0
XV	475.2	475.2	650.2
XVI	301.3	301.3	323.3
XVII	0.0	0.0	0.0
XVIII	792.9	792.9	792.9
XIX	-1 300.0	0.0	0.0
XXIV	84.1	84.1	176.6
XLV	0.0	0.0	0.0
XXIII	681.7	681.7	1 130.2
XXII	237.8	237.8	392.8
XXI	760.7	760.7	1 342.7
XX	1 110.0	1 110.0	1 148.0
XXV	801.3	801.3	801.3
XXVI	1 521.0	1 521.0	1 521.0
XXVII	338.7	338.7	1 338.7
XXVIII	1 021.6	1 021.6	1 112.6
XXIX	1 364.4	1 364.4	1 892.4
XXX	496.3	496.3	855.0
XXXI	496.4	496.4	855.0
XXXII	496.3	496.3	855.0

TABLA 3.10 (cont.)

N U D O	G A S T O S ( l / s )		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
XXXIII	-1 700.0	0.0	-1 700.0
XXXIV	1 364.4	1 364.4	1 892.4
XXXV	-240.0	-240.0	-240.0
XLIV	913.0	913.0	959.0
LXVI	427.7	427.7	698.2
XLIII	0.0	0.0	0.0
XXXVI	823.1	823.1	823.1
XXXVII	1 510.7	1 510.7	1 510.7
XXXIX	934.1	934.1	1 010.1
XL	324.6	324.6	681.1
XLI	0.0	0.0	0.0
XLII	2 989.1	2 989.1	3 189.1
XLVI	0.0	0.0	0.0
XLVII	1 413.0	1 413.0	1 438.0
XLVIII	121.9	121.9	173.9
XLIX	132.0	132.0	132.0
L	154.1	154.1	154.1
LI	0.0	0.0	0.0
LII	121.2	121.2	133.2
LIII	77.7	77.7	77.7
LIV	-8 742.6	-17 462.6	-11 392.6
IV	344.2	344.2	344.2
LVI	125.2	125.2	215.2
LVII	671.2	671.2	751.2
LVIII	0.0	0.0	0.0
LIX	-464.2	-464.2	1 625.8
LX	1 792.5	1 792.5	2 043.5
LXI	552.1	-297.9	1 404.1
LXII	336.1	336.1	336.1
LXIII	0.0	0.0	0.0
LXIV	-2 089.2	-2 089.2	182.8
LXV	208.6	208.6	259.6

TABLE 3.11  
 CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDUCCIONES (ALT. 1)

TRAMO	LONGITUD (m)	TIEMPO		GASTO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
		(s)	(km)		
I-II	4 600	2.74	103	14 456.3	2.45
II-III	2 200	2.74	106	13 371.8	2.27
III-IV	3 700	2.74	103	13 315.7	2.26
IV-V	2 200	2.44	96	11 756.1	2.51
V-VI	6 100	2.29	90	11 133.5	2.70
VI-VII	3 850	2.13	84	10 157.4	2.85
VII-VIII	2 500	1.68	66	7 134.2	3.22
VIII-IX	3 250	1.52	60	5 670.1	3.12
IX-X	5 000	0.91	36	1 942.5	2.99
X-XI	5 100	0.91	36	1 621.6	2.49
XI-XII	2 900	0.51	20	468.3	2.29
XII-XIII	1 300	0.51	20	-311.2	1.52
XIII-XIV	2 700	0.51	20	-383.6	1.88
XIV-XV	6 200	0.76	30	-978.6	2.16
XV-XVI	2 400	0.76	30	-1 453.8	3.20
XVI-XVII	8 600	0.76	30	-1 755.1	3.87
XVII-XVIII	1 900	1.52	60	-5 141.1	2.83
XVIII-XIX	6 000	1.52	60	-5 934.0	3.27
XIX-I	900	1.57	54	-4 634.0	3.14
XIII-XXIV	1 400	0.50	12	72.4	1.02
XXIV-XLV	1 900	0.50	12	-11.7	0.17
XLV-XXVIII	2 800	0.76	30	-595.8	1.31
XXVIII-XXII	4 400	0.76	30	-1 277.5	2.82
XXII-XXI	2 300	0.76	30	-1 515.3	3.34
XXI-XX	4 400	0.91	36	-2 276.0	3.50
XX-XVII	2 100	1.22	48	-3 386.0	2.90
VII-XXV	1 100	1.22	48	3 023.2	2.59
XXV-XXVI	7 500	0.91	36	2 221.9	3.42
XXVI-XXVII	2 700	0.91	36	700.9	1.08
XXVII-XXVIII	5 100	1.52	60	-2 706.1	1.49
XXVIII-IX	2 000	1.52	60	-3 727.6	2.05
XXVII-XXIX	5 300	0.91	36	2 068.3	3.18
XXIX-XXX	1 900	0.76	30	1 489.0	3.28
XXX-XXXI	2 700	0.61	24	992.7	3.40
XXXI-XXXII	3 900	0.61	24	496.3	1.70
XXX-XXXIII	2 200	0.91	36	-785.2	1.21
XXXIII-XXXIV	2 000	0.61	24	-914.9	3.13
XXXIV-XXXV	3 000	0.91	36	-449.6	0.69
XXXV-XI	9 600	0.61	24	-209.5	0.72
XI-XLIV	2 200	0.51	20	699.2	3.42
XLIV-LXVI	4 000	0.51	20	-213.8	1.05
LXVI-XLIII	1 300	0.76	30	-641.5	1.41
XLIII-XXV	4 900	0.76	30	-584.1	1.29
XI-XXXVI	4 700	1.57	54	2 814.6	1.91
XXXVI-XXXVII	3 500	1.22	48	1 191.5	1.70



TABLA 3.11 (cont.)

T R A N S O	LONGITUD (m)	DIAMETRO		GASTO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
		(m)	(in)		
XXXVII-XXXVIII	4 900	0.76	30	480.8	1.06
XXXVIII-XXXIX	5 100	1.22	48	-1 140.9	1.23
XXXIX-XL	4 000	1.37	54	-2 375.0	1.61
XL-XLI	5 000	1.68	66	3 184.1	1.44
XLI-XLII	1 600	1.07	42	3 046.5	3.39
XLII-XLIII	12 000	0.91	36	57.4	0.09
XL-XLVI	6 280	1.68	66	-5 883.7	2.65
XLVI-XLVII	700	1.07	42	1 667.0	1.85
XLVII-XLVIII	4 000	0.51	20	253.9	1.24
XLVIII-XLIX	3 000	0.41	16	132.0	1.00
XLIX-L	2 700	1.83	72	-7 550.7	2.87
L-LI	4 800	1.83	72	-7 704.8	2.93
LI-LII	700	1.98	78	-8 543.8	2.77
LII-LIII	14 000	2.44	96	-8 664.9	1.85
LIII-LIV	7 500	2.44	96	-8 742.7	1.87
LI-LV	4 400	1.07	42	838.9	0.93
LV-LVI	13 500	0.91	36	494.7	0.76
LVI-LVII	14 300	0.91	36	369.5	0.57
LVII-LVIII	5 900	0.61	24	-301.7	1.03
LVIII-LIX	650	0.30	12	-141.7	2.00
LIX-LX	8 600	1.22	48	2 207.0	1.89
LX-LXI	23 600	0.91	36	414.5	0.64
LXI-XLI	900	0.30	-12	-137.6	1.95
LVIII-LXII	6 600	0.51	20	-160.0	0.78
LXII-LXIII	1 900	0.61	24	-496.1	1.70
LXIII-LXIV	8 500	1.68	66	-2 089.3	0.94
LXIII-LXV	3 000	1.52	60	1 593.0	0.88
LXV-LIX	11 700	1.52	60	1 384.5	0.76

TABLE 3.12  
CARGAS EN LOS MUJOS (ALT. 1)

MUDO	COTA TERR. (m)	COTA FINZ. (m)	CARGA DISP. (m)
I	533	595.00	12.15
II	580	583.42	8.42
III	575	585.73	10.73
IV	575	581.23	6.23
V	550	577.35	27.35
VI	550	563.85	13.85
VII	525	553.41	28.41
VIII	480	541.55	61.55
IX	375	464.60	89.60
X	365	418.35	53.35
XI	268	385.48	117.48
XII	275	361.74	86.74
XIII	275	366.44	91.44
XIV	275	381.28	106.28
XV	395	407.69	12.69
XVI	350	430.26	80.26
XVII	450	548.11	98.11
XVIII	455	556.09	91.09
XIX	575	589.66	14.66
XXIV	275	361.80	86.80
XLV	265	361.97	96.97
XXIII	275	366.39	91.39
XXII	275	398.34	123.34
XXI	350	421.83	71.83
XX	450	535.75	85.75
XXV	475	548.25	73.25
XXVI	450	457.49	7.49
XXVII	425	454.24	29.24
XXVIII	350	460.18	110.18
XXIX	360	398.67	38.67
XXX	325	379.93	54.93
XXXI	300	341.69	41.69
XXXII	300	327.89	27.89
XXXIII	280	401.99	121.99
XXXIV	330	377.94	47.94
XXXV	270	379.43	109.43
XLIV	275	345.42	70.42
LXVI	275	352.15	77.15
XLIII	250	354.53	104.53
XXXVI	350	375.19	25.19

TABLA 3.12 (cont.)

WUDO	COTA TERR. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)
XXXVII	350	368.06	18.06
XXXVIII	350	363.02	13.02
XXXIX	350	368.46	18.46
XI	350	374.70	24.70
XLI	325	369.97	44.97
XLII	340	354.63	14.63
XLVI	243	351.42	108.42
XLVII	300	349.41	49.41
XLVIII	300	339.78	39.78
XLIX	295	333.53	38.53
L	242	360.51	118.51
LI	275	377.34	102.34
LII	260	379.32	119.32
LIII	300	392.70	92.70
LIV	350	400.00	50.00
LV	350	374.14	24.14
LVI	277	366.04	89.04
LVII	350	361.25	11.25
LVIII	248	355.36	107.36
LIX	316	363.62	47.62
LX	275	342.12	67.12
LXI	275	332.18	57.18
LXII	250	361.67	111.67
LXIII	250	368.39	118.39
LXIV	350	371.85	21.85
LXV	250	367.18	117.18

TABLA 3.13  
 CARACTERISTICAS DE LAS CONDUCCIONES (ALT. 2)

T R A M O	LONGITUD (m)	DIAMETRO		GASTO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
		(m)	(in)		
I-II	4 600	2.44	96	9 802.0	2.10
II-III	2 200	2.44	96	8 737.0	1.87
III-IV	3 700	2.29	90	8 680.9	2.11
IV-V	2 200	1.98	78	7 121.3	2.31
V-VI	6 100	1.83	72	6 498.7	2.47
VI-VII	3 850	1.68	66	5 522.6	2.49
VII-VIII	2 500	0.76	30	1 564.3	3.45
VIII-IX	3 250	0.30	12	100.2	1.42
IX-X	5 000	1.07	42	-770.7	0.86
X-XI	5 100	1.22	48	-1 091.6	0.93
XI-XII	2 900	0.41	16	413.6	3.13
XII-XIII	1 300	0.61	24	-365.9	1.25
XIII-XIV	2 700	0.41	16	317.3	2.40
XIV-XV	6 200	0.36	14	-277.7	2.73
XV-XVI	2 400	0.51	20	-752.9	3.69
XVI-XVII	8 600	0.76	30	-1 054.2	2.32
XVII-XVIII	1 900	1.07	42	-2 405.4	2.68
XVIII-XIX	6 000	1.07	42	-3 198.3	3.50
XIX-I	900	1.07	42	-3 198.3	3.50
XIII-XXIV	1 400	0.61	24	-683.2	2.34
XXIV-XLV	1 900	0.76	30	-767.3	1.69
XLV-XXIII	2 800	0.91	36	1 439.0	2.21
XXIII-XXII	4 400	0.76	30	757.3	1.67
XXII-XXI	2 300	0.76	30	-519.5	1.15
XXI-XX	4 400	0.36	14	-241.2	2.37
XX-XVII	2 100	0.76	30	-1 351.2	2.98
VII-XXV	1 100	1.37	54	3 958.3	2.69
XXV-XXVI	7 500	1.07	42	3 157.0	3.51
XXVI-XXVII	2 700	0.76	30	1 636.0	3.61
XXVII-XXVIII	5 700	0.30	12	150.7	2.13
XXVIII-IX	2 000	0.61	24	-870.9	2.98
XXVII-XXIX	5 300	0.36	14	146.7	1.44
XXIX-XXX	1 900	1.07	42	1 489.0	1.66
XXX-XXXI	2 700	0.76	30	992.7	2.19
XXXI-XXXII	3 900	0.61	24	496.3	1.70
XXXIX-XXXIII	2 200	1.52	60	-2 706.7	1.49
XXXIII-XXXIV	2 000	1.52	60	-2 706.7	1.49
XXXIV-XXXV	3 000	1.83	72	-4 071.1	1.55
XXXV-XI	9 600	1.83	72	-3 831.2	1.46
XI-XLIV	2 200	1.22	48	2 795.2	2.39
XLIV-LXVI	4 000	1.07	42	1 882.2	2.09
LXVI-XLIII	1 300	0.91	36	1 454.5	2.24
XLIII-XIV	4 900	1.22	48	2 206.3	1.89
XI-XXXVI	4 700	2.29	90	-5 561.4	1.35
XXXVI-XXXVII	3 500	2.44	96	-6 384.5	1.37

TABLE 3.13 (cont.)

R A M O	LONGITUD (m)	DIÁMETRO		GASTO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
		(m)	(in)		
XXXVII-XXXVIII	4 900	2.44	96	-7 895.2	1.69
XXXVIII-XXXIX	5 100	2.44	96	-9 816.8	2.10
XXXIX-XL	4 000	2.44	96	-10 750.9	2.30
XL-XLI	5 000	1.22	48	3 988.4	3.41
XLI-XLII	1 600	1.37	54	3 741.0	2.54
XLII-XLIII	12 000	1.22	48	751.8	0.64
XL-XLVI	6 280	2.74	108	-15 063.9	2.55
XLVI-XLVII	700	1.07	42	1 666.8	1.85
XLVII-XLVIII	4 000	0.46	18	253.9	1.53
XLVIII-XLIX	3 000	0.36	14	132.0	1.30
XLIX-L	2 700	2.74	108	-16 730.6	2.84
L-LI	4 800	2.74	108	-16 884.7	2.86
LI-LII	700	3.00	118	-17 263.5	2.44
LII-LIII	14 000	3.00	118	-17 384.8	2.46
LIII-LIV	7 500	3.00	118	-17 462.4	2.47
LIV-LV	4 400	0.61	20	379.0	1.30
LV-LVI	13 500	0.30	12	34.8	0.49
LVI-LVII	14 300	0.41	16	-90.4	0.68
LVII-LVIII	5 900	1.22	48	-761.6	0.65
LVIII-LIX	650	0.61	24	446.8	1.53
LIX-LX	8 600	1.07	42	1 247.1	1.39
LX-LXI	23 600	0.76	30	545.4	1.20
LXI-LXII	900	0.61	24	-247.5	0.85
LXIII-LXIV	6 600	1.22	48	-1 208.3	1.03
LXIV-LXV	1 900	1.37	54	-1 544.4	1.05
LXV-LXVI	8 500	1.37	54	-2 089.2	1.42
LXVI-LXVII	3 000	0.91	36	544.8	0.84
LXVII-LXVIII	11 700	0.76	30	336.2	0.74

TABLA 3.14  
CARGAS EN LOS NUDOS (ALR. 2)

NUDO	COTA TERR. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)
I	583	595.00	12.00
II	580	589.37	9.37
III	575	587.23	12.23
IV	575	582.25	7.25
V	550	577.92	27.92
VI	550	562.71	12.71
VII	525	551.77	26.77
VIII	480	524.55	44.55
IX	375	386.12	11.12
X	355	389.19	24.19
XI	268	392.31	124.31
XII	275	332.99	57.99
XIII	275	335.49	60.49
XIV	275	302.98	27.98
XV	395	417.39	22.39
XVI	350	468.19	118.19
XVII	450	510.71	60.71
XVIII	465	522.07	57.07
XIX	575	585.49	10.49
XXIV	275	344.88	69.88
XLV	265	349.86	84.86
XXIII	275	335.75	60.65
XXII	275	324.42	49.42
XXI	350	432.40	82.40
XX	450	493.65	43.65
XXV	475	547.00	72.00
XXVI	450	469.76	19.76
XXVII	425	437.61	12.61
XXVIII	350	364.32	14.32
XXIX	360	376.17	16.17
XXX	325	371.81	46.81
XXXI	300	359.98	59.98
XXXII	300	346.17	46.17
XXXIII	280	378.73	98.73
XXXIV	330	381.05	51.05
XXXV	270	383.99	113.99
XLIV	275	383.49	108.49
LXVI	275	368.84	93.84
XLIII	250	362.10	112.10
XXXVI	350	394.91	44.91

TABLA 3.14 (cont.)

MUDO	COTA TERR. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISF. (m)
XXXVII	350	396.72	46.72
XXXVIII	350	400.45	50.45
XXXIX	350	406.71	56.71
XL	350	412.60	62.60
XLI	325	371.77	46.77
XLII	340	365.58	25.58
XLVI	243	356.97	113.97
XLVII	300	342.35	42.35
XLVIII	300	329.65	29.66
XLIX	295	317.15	22.15
L	242	362.16	120.16
LI	275	371.55	96.55
LII	260	372.43	112.43
LIII	300	390.33	90.33
LIV	350	400.00	50.00
LV	350	362.47	12.47
LVI	277	352.15	75.15
LVII	350	366.13	16.13
LVIII	248	355.43	107.43
LIX	316	353.57	37.57
LX	275	339.75	64.75
LXI	275	370.98	95.98
LXII	250	360.38	110.38
LXIII	250	361.63	111.63
LXIV	350	371.89	21.89
LXV	250	359.45	109.45

TABLA 3.15  
CARACTERISTICAS DE LAS CONDUCCIONES (ALT. 3)

C A N O	LONGITUD (m)	DIAMETRO		COSTO (L/g)	VELOCIDAD (L/g)
		(m)	(in)		
I-II	4 600	3.00	118	15 881.5	2.25
II-III	2 200	3.00	118	14 816.5	2.10
III-IV	3 700	2.74	108	14 760.4	2.50
IV-V	2 200	2.54	96	13 200.8	2.82
V-VI	5 100	2.29	90	12 578.3	3.05
VI-VII	3 850	2.13	84	11 602.2	3.25
VII-VIII	2 900	1.22	48	3 396.6	2.91
VIII-IX	3 250	0.76	30	1 932.5	4.26
IX-X	5 000	0.91	36	1 021.6	1.57
X-XI	3 100	0.76	30	700.7	1.54
XI-XII	2 900	1.07	42	1 523.2	1.81
XII-XIII	1 300	0.91	36	748.7	1.15
XIII-XIV	2 700	0.61	24	-381.2	1.30
XIV-XV	6 200	0.76	30	-1 261.2	2.78
XV-XVI	2 400	0.91	36	-1 911.4	2.94
XVI-XVII	8 600	0.91	36	-2 234.7	3.44
XVII-XVIII	1 900	1.52	60	-6 326.5	3.49
XVIII-XIX	6 000	1.68	66	-7 119.4	3.21
XIX-I	900	1.68	66	-7 119.4	3.21
XII-XXIV	1 400	0.91	36	1 129.8	1.74
XXIV-XLV	1 900	0.91	36	953.2	1.47
XLV-XXVIII	2 800	0.61	24	-78.2	0.27
XXVIII-XXIX	4 400	0.76	30	-1 208.4	2.66
XXIX-XXXI	2 300	0.76	30	-1 601.2	3.53
XXXI-XX	4 400	1.07	42	-2 943.9	3.27
XX-XXVII	2 100	1.22	48	-4 091.9	3.50
VII-XXV	1 100	1.83	72	8 205.5	3.12
XXV-XXVI	7 500	1.68	66	7 404.2	3.34
XXVI-XXVII	2 700	1.52	60	5 883.2	3.24
XXVII-XXVIII	5 100	0.41	16	201.7	1.53
XXVIII-IX	2 000	0.91	36	-910.9	1.40
XXVII-XXIX	5 300	1.37	54	4 342.8	2.95
XXIX-XXX	1 900	1.07	42	2 365.0	2.85
XXX-XXXI	2 700	0.91	36	1 710.0	2.63
XXXI-XXXII	3 900	0.76	30	855.0	1.88
XXIX-XXXIII	2 200	0.41	16	-114.6	0.87
XXXIII-XXXIV	2 000	0.76	30	1 585.4	3.49
XXXIV-XXXV	3 000	0.76	30	-307.0	0.68
XXIV-XI	9 600	0.61	24	-67.0	0.23
XI-XXIV	2 200	1.07	42	2 027.2	2.25
XLIV-LXVI	4 000	0.91	36	1 068.2	1.64
LXVI-XXIII	1 300	0.91	36	369.9	0.57
XXIII-XXIV	4 900	1.22	48	-1 031.4	0.88
XI-XXXVI	4 700	2.13	84	5 753.2	1.61
XXXVI-XXXVII	3 500	2.13	84	4 930.1	1.58



TABLA 3.15 (cont.)

TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO		CARGO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)
		(m)	(in)		
XXXVII-XXXVIII	4 900	1.85	72	3 914.3	1.30
XXXVIII-XXXIX	5 100	1.52	60	1 357.7	0.75
XXXIX-XL	4 000	1.22	48	347.6	0.30
XL-XLI	5 000	1.22	48	2 034.0	1.74
XLI-XLII	1 600	1.22	48	1 787.7	1.55
XLII-XLIII	12 000	1.52	60	-1 401.4	0.77
XL-XLVI	6 280	1.37	54	-2 357.5	1.61
XLVI-XLVII	700	0.76	30	1 745.9	3.84
XLVII-XLVIII	4 000	0.46	18	505.9	1.84
XLVIII-XLIX	3 000	0.41	16	132.0	1.00
XLIX-L	2 700	1.37	54	-4 111.4	2.79
L-LI	4 800	1.37	54	-4 265.5	2.86
LI-LII	700	2.44	96	-11 191.7	2.39
LII-LIII	14 000	2.44	96	-11 314.9	2.42
LIII-LIV	7 500	2.44	96	-11 362.6	2.44
LIV-LV	4 400	2.44	96	6 916.2	1.43
LV-LVI	13 500	2.29	90	572.0	1.60
LVI-LVII	14 300	2.29	90	355.8	1.54
LVII-LVIII	5 900	1.33	72	605.6	2.15
LVIII-LIX	650	1.52	60	4 947.8	2.73
LIX-LX	3 600	1.52	60	3 201.3	1.76
LX-LXI	23 600	1.22	48	1 157.8	0.99
LXI-XLII	- 900	0.30	12	-245.3	3.48
XLIII-XLIV	6 600	0.91	36	657.8	1.01
XLIV-XLV	1 900	0.61	24	321.7	1.10
XLV-LX	3 500	0.46	18	182.3	1.19
LX-LXI	3 000	0.46	18	138.9	0.84
LXI-LXII	11 700	0.46	18	-120.7	0.73

TABLA 3.16  
CARGAS EN LOS NUDOS (ALT. 3)

NUDO	COTA TERR. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)
I	583	595.00	12.00
II	580	590.09	10.09
III	575	588.05	13.05
IV	575	582.52	7.52
V	550	577.64	27.64
VI	550	560.41	10.41
VII	525	545.79	21.79
VIII	480	531.93	51.93
IX	375	407.68	32.68
X	355	394.89	29.39
XI	268	383.75	115.50
XII	275	375.85	100.85
XIII	275	374.07	99.07
XIV	275	379.70	104.70
XV	395	423.57	28.57
XVI	350	445.06	95.06
XVII	450	550.33	100.33
XVIII	465	562.42	97.42
XIX	575	590.75	15.75
XXIV	275	369.69	94.69
XLV	265	365.46	100.46
XXIII	275	365.70	90.70
XXII	275	394.29	119.29
XXI	350	420.52	70.52
XX	450	532.22	82.22
XXV	475	542.41	67.41
XXVI	450	504.11	54.11
XXVII	425	438.42	13.42
XXVIII	350	403.61	53.61
XXIX	360	400.78	40.78
XXX	325	387.86	62.86
XXXI	300	368.51	68.51
XXXII	300	355.82	55.82
XXXIII	280	404.23	124.23
XXXIV	330	381.87	51.87
XXXV	270	383.13	113.13
XLIV	275	374.41	99.41
LXVI	275	363.22	88.22
XLIII	250	362.78	112.78
XXXVI	350	379.66	27.66

TARLA 3.16 (cont.)

NUDO	ACOA. DESP. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)
XXXV II	350	377.42	27.42
XXXVIII	350	374.03	24.03
XXXIX	350	372.54	22.54
XL	350	372.82	22.29
XLI	325	361.87	36.67
XLII	340	359.04	19.04
XLVI	243	347.44	124.44
XLVII	300	337.97	37.97
XLVIII	300	313.74	13.74
XLIX	295	307.49	12.49
L	242	360.06	118.06
LI	275	384.21	109.21
LII	260	385.82	125.82
LIII	300	387.60	87.60
LIV	350	400.00	50.00
LV	350	382.64	32.64
LVI	277	372.23	95.23
LVII	350	361.91	11.91
LVIII	248	350.96	102.96
LIX	316	348.43	32.43
LX	275	334.42	59.42
LXI	275	318.19	43.19
LXII	250	243.96	93.96
LXIII	250	341.13	91.13
LXIV	350	360.00	10.00
LXV	250	337.39	87.39

TABLA 3.17  
ROMPIMIENTOS DE PRESION

TUBO	MAGNITUD (m)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
8	60.35	117.79	70.31
25	58.05	0.00	72.36
29	0.00	0.00	60.84
32	0.00	34.16	0.00
58	26.99	0.00	8.94

TABLA 3.18  
BOMBEO

TUBO	MAGNITUD (m)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
24	0.00	116.90	0.00
52	43.54	65.40	34.58
64	13.61	12.46	0.00
71	0.00	0.00	37.26

TABLA 3.19  
LONGITUDES ACUMULADAS

DIAMETRO (m)	LONGITUD ( m )		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
0.30	4 850	21 850	900
0.36	0	18 900	0
0.41	3 000	19 900	10 300
0.46	0	4 000	27 200
0.51	23 700	2 400	0
0.61	26 000	14 350	17 000
0.76	39 700	62 500	30 850
0.91	98 500	7 100	37 200
1.07	6 700	36 500	11 400
1.37	9 600	13 100	19 080
1.52	32 950	4 200	30 950
1.68	22 280	3 850	14 400
1.83	7 500	18 700	11 900
1.98	700	2 200	0
2.13	3 850	0	12 050
2.29	6 100	8 400	33 900
2.44	23 700	24 300	28 300
2.74	10 500	13 780	3 700
3.00	0	22 200	6 800

TABLA 3.20  
CANTIDADES DE CERA POR KM

DIAMETRO (m)	V O L U M E N E S ( m <sup>3</sup> )			
	Excavación	Plantilla	Relleno	Acarreo
0.30	1 040.0	80.0	889.3	70.7
0.36	1 669.6	86.0	961.8	101.8
0.41	1 283.1	91.0	1 060.1	132.0
0.46	1 401.6	96.0	1 139.4	166.2
0.51	1 525.1	101.0	1 219.8	204.3
0.61	1 948.1	121.0	1 534.9	292.2
0.76	2 393.6	136.0	1 804.0	453.6
0.91	2 899.2	151.0	2 097.8	650.4
1.07	3 785.9	212.1	2 674.6	899.2
1.22	4 701.1	260.3	3 271.8	1 169.0
1.37	5 703.2	305.4	3 923.7	1 474.1
1.52	6 793.8	354.0	4 630.2	1 814.6
1.68	8 080.3	419.5	5 444.1	2 216.7
1.83	9 379.8	486.0	6 263.6	2 630.2
1.99	10 763.8	547.0	7 137.7	3 079.1
2.13	12 236.6	608.8	8 066.5	3 563.3
2.29	13 915.4	679.2	9 117.5	4 118.7
2.44	15 586.1	750.9	10 159.3	4 675.9
2.74	19 205.0	901.8	12 406.7	5 896.5
3.00	22 644.0	1 044.0	14 531.4	7 068.6

TABLA 3.21  
 INTEGRACION DE COSTOS (ALT. 1)  
 (MILLONES DE PESOS)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
1	Excavación con máquina para zanjas, de 0 a 8 m de profundidad, amacice o limpieza de plantilla y taludes, remoción, carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo acarreo a 10 m del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación de la tubería.				
	+ Material A	918 786.41	m <sup>3</sup>	151.25	139.0
	+ Material B	918 786.41		239.05	219.6
2	Plantilla apisonada con pisón de mano en zanjas, incluyendo selección del material producto de la excavación, colocación de la plantilla y construcción del apoyo completo de la tubería, con materiales A y/o B.	94 942.42	m <sup>3</sup>	671.40	63.7
3	Relleno apisonado y compactado con equipo manual, con agua, en capas de 0.2 m de espesor, al 90 % prueba Proctor.	1 260 655.57	m <sup>3</sup>	385.90	486.5
4	Acarreo, primer kilómetro, de materiales pétreos en camión de volteo, incluyendo carga mecánica y descarga a volteo, medido suelto.	481 974.83	m <sup>3</sup>	242.70	117.0

TABLA 3.21 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
5	Suministro de tubería de asbesto cemento, instalación, junteo y prueba, puesta en almacén de obra, incluyéndolo bajado, materiales y equipo para prueba, acarreo a 1 km y maniobras - locales.		m		
	+ Clase A-7				
	- 0.30 m (12") Ø	1 144		4 201.30	4.8
	- 0.41 m (16") Ø	3 000		6 821.25	20.5
	- 0.51 m (20") Ø	4 000		10 159.35	40.6
	- 0.61 m (24") Ø	10 802		14 247.75	153.9
	- 0.76 m (30") Ø	12 632		19 784.80	249.9
	+ Clase A-10				
	- 0.30 m (12") Ø	3 626		5 815.70	21.1
	- 0.51 m (20") Ø	9 511		14 050.50	133.6
	- 0.61 m (24") Ø	2 652		19 631.50	52.1
	- 0.76 m (30") Ø	19 244		26 899.60	517.6
	+ Clase A-14				
	- 0.30 m (12") Ø	80		8 272.70	0.6
	- 0.51 m (20") Ø	10 109		17 894.80	182.3
	- 0.61 m (24") Ø	12 546		25 030.80	314.0
	- 0.76 m (30") Ø	7 824		34 308.45	267.4



CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	Suministro de tubería de concreto, - instalación junto y prueba, puesta en almacén de obra, incluyendo baja- do, materiales y equipo para prueba, acarreo a 1 km y maniobras locales. De resistencias:		m		
	+ 30 m				
	- 0.91 m (36") Ø	12 142		28 370.20	344.5
	- 1.07 m (42") Ø	1 140		32 468.07	37.1
	- 1.22 m (48") Ø	8 639		37 757.41	326.2
	- 1.37 m (54") Ø	5 146		50 061.18	257.6
	- 1.52 m (60") Ø	1 252		57 280.81	71.7
	- 1.68 m (66") Ø	2 542		68 240.75	173.5
	- 2.13 m (84") Ø	3 850		93 851.26	361.4
	- 2.29 m (90") Ø	6 100		108 780.93	663.6
	- 2.44 m (96") Ø	2 200		112 809.97	248.2
	- 2.74 m (108") Ø	10 500		130 403.08	1 369.2
	+ 40 m				
	- 0.91 m (36") Ø	11 302		29 205.09	330.1
	- 1.07 m (42") Ø	1 090		33 256.37	36.2
	- 1.22 m (48") Ø	245		38 797.79	9.6
	- 1.37 m (54") Ø	511		51 682.41	26.4
	- 1.52 m (60") Ø	1 415		59 456.07	84.1
	- 1.68 m (66") Ø	4 852		70 772.67	343.1

TABLA 3.21 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 50 m				
	- 0.91 m (36") Ø	6 758		29 997.92	202.9
	- 1.07 m (42") Ø	832		34 023.68	28.3
	- 1.22 m (48") Ø	1 295		39 541.69	51.2
	- 1.37 m (54") Ø	511		53 394.26	27.2
	- 1.52 m (60") Ø	1 815		60 846.24	110.4
	- 1.68 m (66") Ø	3 611		73 410.55	265.1
	+ 60 m				
	- 0.91 m (36") Ø	15 289		30 874.86	472.0
	- 1.07 m (42") Ø	681		34 832.98	23.7
	- 1.22 m (48") Ø	4 656		40 909.75	190.5
	- 1.37 m (54") Ø	511		54 924.86	23.0
	- 1.52 m (60") Ø	3 097		62 164.34	192.5
	- 1.68 m (66") Ø	2 385		75 686.49	180.5
	- 2.44 m (96") Ø	1 756		126 585.94	222.2
	+ 70 m				
	- 0.91 m (36") Ø	26 228		31 779.83	833.5
	- 1.07 m (42") Ø	681		35 656.27	24.3
	- 1.22 m (48") Ø	3 385		41 981.23	142.1
	- 1.37 m (54") Ø	511		56 395.04	23.8
	- 1.52 m (60") Ø	4 076		63 526.95	253.9
- 1.68 m (66") Ø	1 748		77 825.12	136.1	
- 2.44 m (96") Ø	1 756		130 363.34	223.9	

TABLA 3.21 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 80 m				
	- 0.91 m (36") Ø	11 136		32 544.63	362.4
	- 1.07 m (42") Ø	681		36 409.58	24.8
	- 1.22 m (48") Ø	80		43 053.94	3.4
	- 1.37 m (54") Ø	511		58 167.31	29.7
	- 1.52 m (60") Ø	4 256		65 324.49	268.0
	- 1.68 m (66") Ø	1 631		80 650.32	131.5
	- 2.44 m (96") Ø	1 756		135 769.91	238.4
	+ 90 m				
	- 0.91 m (36") Ø	9 569		33 379.51	319.4
	- 1.07 m (42") Ø	681		37 197.88	25.3
	- 1.22 m (48") Ø	722		44 126.97	31.8
	- 1.37 m (54") Ø	511		59 788.54	30.5
	- 1.52 m (60") Ø	4 248		67 125.35	285.2
	- 2.44 m (96") Ø	1 756		140 361.88	246.4
	+ 100 m				
	- 0.91 m (36") Ø	2 885		34 186.36	98.6
	- 1.07 m (42") Ø	681		37 972.19	25.9
	- 1.22 m (48") Ø	1 378		45 198.76	62.3
	- 1.37 m (54") Ø	511		61 470.18	31.4
	- 1.52 m (60") Ø	5 269		68 929.76	363.1
	- 1.68 m (66") Ø	1 631		85 751.46	139.8
	- 2.44 m (96") Ø	4 313		145 279.72	626.6

TABLA 5.21 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
6	+ 120 m				
	- 0.91 m (36") Ø	2 968		35 884.16	106.0
	- 1.07 m (42") Ø	232		39 562.79	9.1
	- 1.37 m (54") Ø	880		64 652.21	56.9
	- 1.52 m (60") Ø	7 521		71 900.50	540.8
	- 1.68 m (66") Ø	2 251		90 577.97	203.9
	- 1.83 m (72") Ø	7 500		96 585.14	724.4
	- 1.98 m (78") Ø	700		115 667.41	80.9
	- 2.1/4 m (96") Ø	10 161		154 137.86	1 066.2
	+ 130 m				
	- 0.91 m (36") Ø	53		36 719.09	1.9
				SUBTOTAL 1	18 096.8
7	Piezas especiales (20%)				3 619.4
				SUBTOTAL 2	21 716.2
8	Administración e ingeniería (7%)				1 520.1
				SUBTOTAL 3	23 236.3
9	Imprevistos (10%)				2 323.6
				SUBTOTAL 4	25 559.9
10	I.V.A. (15%)				3 834.0
				TOTAL	29 393.9

TABLA 1.22  
 ESTIMACION DE COSTOS (IMP. 2)  
 (CANTIDADES DE OBRAS)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
1	Excavación con máquina para zanjas, de 0 a 8 m de profundidad, anaco o limpieza de plantilla y taludes, remoción, carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo acarreo a 10 m del ojo de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación de la tubería.		m <sup>3</sup>		
	+ Material A	104 401.06		151.25	167.0
	+ Material B	104 401.06		239.05	264.0
2	Plantilla apisonada con pisón de mano en zanjas, incluyendo selección del material producto de la excavación, colocación de la plantilla y construcción del apoyo completo de la tubería, con materiales A y/o B.	112 689.47	m <sup>3</sup>	671.40	75.7
3	Relleno apisonado y compactado con equipo manual, con agua, en capas de 0.2 m de espesor, al 90% prueba Proctor.	492 251.23	m <sup>3</sup>	385.90	575.9
4	Acarreo, primer kilómetro, de materiales pétreos en camión de volteo, incluyendo carga mecánica y descarga a volteo, medido suelto.	603 861.42	m <sup>3</sup>	242.7	146.6

TABLA 3.22 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
5	Suministro de tubería de asbesto cemento, instalación, junteo y prueba, puesta en almacén de obra, incluyendo bajado, materiales y equipo para prueba, acarreo a 1 km y maniobras locales.		m		
	+ Clase A-7				
	- 0.30 m (12") Ø	20 741		4 201.80	87.2
	- 0.36 m (14") Ø	17 492		5 452.10	95.4
	- 0.41 m (16") Ø	16 279		6 821.25	111.0
	- 0.46 m (18") Ø	4 000		8 387.95	33.6
	- 0.51 m (20") Ø	1 193		10 159.35	12.1
	- 0.61 m (24") Ø	12 337		14 247.75	175.8
	- 0.76 m (30") Ø	27 351		19 784.80	541.0
	+ Clase A-10				
	- 0.30 m (12") Ø	1 109		5 815.70	6.4
	- 0.36 m (14") Ø	1 408		7 520.70	10.6
	- 0.41 m (16") Ø	2 565		9 464.25	24.2
	- 0.51 m (20") Ø	752		14 050.50	10.6
	- 0.61 m (24") Ø	2 144		19 631.50	42.1
	- 0.76 m (30") Ø	30 689		26 399.60	320.9

TABLA 3.22 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
5	+ Clase A-14				
	- 0.41 m (16") Ø	1 056		12 090.65	12.7
	- 0.51 m (20") Ø	456		17 894.80	8.2
	- 0.61 m (24") Ø	69		25 030.80	1.8
	- 0.76 m (30") Ø	4 260		34 258.45	146.2
6	Suministro de tubería de concreto, - instalación, juntas y prueba, puesta en almacén de obra, incluyendo bajada, materiales y equipo para prueba, acarreo a 1 km y maniobras locales. de resistencias:				
	+ 30 m		m		
	- 1.07 m (42") Ø	10 741		32 468.07	348.7
	- 1.22 m (48") Ø	1 306		37 757.41	68.1
	- 1.37 m (54") Ø	1 180		57 280.81	21.1
	- 1.68 m (66") Ø	3 850		68 240.75	262.7
	- 1.83 m (72") Ø	6 100		71 959.83	439.0
	- 1.98 m (78") Ø	2 200		85 833.86	139.8
	- 2.29 m (90") Ø	3 700		108 780.93	402.5
	- 2.44 m (96") Ø	6 800		112 809.97	767.1
	+ 40 m				
	- 1.07 m (42") Ø	4 113		33 256.37	136.8
	- 1.22 m (48") Ø	2 544		38 797.79	98.7
	- 1.37 m (54") Ø	1 546		51 682.41	96.8
	- 1.52 m (60") Ø	266		39 456.07	15.8

GRADE	DESCRIPTION	CANTON	SQ. YDS.	F.U.	PRICE
6	+ 50 m				
	- 1.07 m (42") $\beta$	6 389		34 025.66	217.5
	- 1.22 m (48") $\beta$	3 134		39 541.09	141.0
	- 1.37 m (54") $\beta$	1 702		53 354.26	87.9
	- 1.52 m (60") $\beta$	266		60 845.24	16.2
	- 2.29 m (90") $\beta$	302		115 612.63	34.9
	- 2.44 m (96") $\beta$	7 809		127 432.79	316.5
	+ 60 m				
	- 1.07 m (42") $\beta$	7 138		34 352.98	242.6
	- 1.22 m (48") $\beta$	5 702		40 505.75	233.3
	- 1.37 m (54") $\beta$	1 190		54 024.86	62.9
	- 1.52 m (60") $\beta$	642		62 154.24	39.9
	- 1.83 m (72") $\beta$	427		81 131.55	34.7
	- 2.29 m (90") $\beta$	594		119 232.22	76.6
	- 2.44 m (96") $\beta$	7 925		126 555.94	1 012.2
	- 3.05 m (118") $\beta$	1 860		163 930.81	305.0
	+ 70 m				
	- 0.91 m (36") $\beta$	1 381		31 779.83	34.3
	- 1.07 m (42") $\beta$	3 497		35 656.22	121.4
	- 1.22 m (48") $\beta$	3 365		41 981.23	141.2
	- 1.37 m (54") $\beta$	1 190		36 392.04	64.8
- 1.52 m (60") $\beta$	686		63 526.55	43.6	
- 1.83 m (72") $\beta$	477		83 424.51	39.8	



TABLE 3.22 (cont.)

CLAVE	CONCEPCION	TARIFA	IMPORTE	P. H.	TOTAL
6	1.20 m				
	- 2.29 m (90") Ø		594	123 214.34	73.2
	- 2.44 m (95") Ø	1	760	130 363.34	230.2
	- 2.74 m (108") Ø		995	131 102.11	136.7
	- 3.00 m (118") Ø	1	660	163 975.73	314.3
	1.20 m				
	- 0.91 m (36") Ø	1	137	32 544.63	37.7
	- 1.07 m (42") Ø		305	36 409.58	14.0
	- 1.22 m (48") Ø	2	584	57 315.22	109.5
	- 1.37 m (54") Ø		336	58 167.31	56.0
	- 1.52 m (60") Ø		636	65 324.59	44.3
	- 1.65 m (72") Ø		477	35 945.20	41.0
	- 2.29 m (90") Ø		594	127 140.65	75.9
	- 2.44 m (108") Ø	1	233	137 527.64	152.7
	- 3.00 m (118") Ø	1	350	176 254.36	327.9
	1.20 m				
	- 0.91 m (36") Ø		362	33 379.54	18.2
	- 1.07 m (42") Ø		98	37 197.88	3.6
	- 1.22 m (48") Ø	3	465	44 125.97	133.0
	- 1.37 m (54") Ø		347	30 708.54	54.7
	- 1.52 m (60") Ø		636	67 125.35	46.0
	- 1.65 m (72") Ø		477	88 476.40	42.2
	- 2.29 m (90") Ø		594	132 321.02	79.6

TABLA 5.22 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 90 m				
	- 2.74 m (108") Ø	1 223		162 952.55	199.3
	- 3.00 m (118") Ø	1 860		182 431.14	339.3
	+ 100 m				
	- 0.91 m (36") Ø	439		34 186.36	15.0
	- 1.07 m (42") Ø	1 780		37 972.19	67.6
	- 1.22 m (48") Ø	4 343		45 198.76	196.3
	- 1.37 m (54") Ø	947		61 470.18	56.3
	- 1.52 m (60") Ø	599		68 929.76	43.1
	- 1.83 m (72") Ø	477		91 015.20	43.5
	- 2.29 m (90") Ø	594		137 488.22	81.7
	- 2.74 m (108") Ø	1 924		168 777.71	324.7
	- 3.00 m (118") Ø	6 339		189 042.66	1 198.3
	+ 120 m				
	- 0.91 m (36") Ø	3 852		35 884.16	138.6
	- 1.07 m (42") Ø	2 455		39 562.79	97.1
	- 1.22 m (48") Ø	13 583		64 652.21	642.9
	- 1.37 m (54") Ø	3 001		71 900.50	188.2
	- 1.83 m (72") Ø	6 397		96 585.14	617.8
	- 2.29 m (90") Ø	1 188		149 084.92	177.1
	- 2.74 m (108") Ø	8 405		179 227.29	1 506.4
- 3.00 m (118") Ø	8 422		200 871.47	1 191.7	

TABLA 3.22 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 130 m				
	- 1.22 m (48") Ø	781		48 411.81	37.8
	- 1.83 m (72") Ø	3 871		99 232.38	365.5
	- 2.29 m (90") Ø	241		150 874.95	36.4
	- 2.74 m (108") Ø	102		184 652.20	18.8
				SUBTOTAL 1	20 346.6
7	Piezas especiales (20%)				4 069.3
				SUBTOTAL 2	24 415.9
8	Administración o ingeniería (7%)				1 709.1
				SUBTOTAL 3	26 125.0
9	Imprevistos (10%)				2 612.5
				SUBTOTAL 4	28 737.5
10	I.V.A. (15%)				4 310.6
				TOTAL	33 048.2

ESTIMACIÓN DE COSTOS (ADD. 3)  
(VALORES EN PESOS)

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
1	Excavación con máquina para zanjas, de 0' a 3' m de profundidad, abscisa o limpieza de plantilla y taludes, remoción, carga a camión o a un lado de la zanja, incluyendo acarreo a 10 m del eje de la misma y conservación de la excavación hasta la instalación de la tubería.		m <sup>3</sup>		
	+ Material A	1 178 011.85		151.25	178.2
	+ Material B	1 173 011.85		239.05	281.6
2	Plantilla apisonada con pisón de mano en zanjas, incluyendo selección del material producto de la excavación, colocación de la plantilla y construcción del apoyo completo de la tubería, con materiales A y/o B.	120 313.57	m <sup>3</sup>	671.40	80.8
3	Relleno apisonado y compactado con equipo manual, con agua, en capas de 0.2 m de espesor, al 90 % prueba Proctor.	1 590 655.54	m <sup>3</sup>	385.90	613.8
4	Acarreo, primer kilómetro, de materiales pétreos en camión de volteo, incluyendo carga mecánica y descarga a volteo, medido suelto.	645 054.60	m <sup>3</sup>	242.70	156.6

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
5	Suministro de tubería de asbesto cemento, instalación, junteo y prueba, puesta en almacén de obra, incluyendo bajado, materiales y equipo para prueba, acarreo a 1 km y maniobras - locales.				
	+ Clase A-7				
	- 0.30 m (12") Ø	990		4 201.30	3.7
	- 0.41 m (16") Ø	8 370		6 821.25	56.1
	- 0.46 m (18") Ø	18 384		8 387.95	153.4
	- 0.75 m (30") Ø	14 562		19 784.80	288.1
	+ Clase A-10				
	- 0.41 m (16") Ø	791		9 464.25	7.5
	- 0.46 m (18") Ø	8 916		11 410.70	101.7
	- 0.61 m (24") Ø	3 014		19 631.50	98.4
	- 0.75 m (30") Ø	9 593		26 889.70	258.1
	+ Clase A-14				
	- 0.41 m (16") Ø	639		12 090.20	7.7
	- 0.61 m (24") Ø	11 986		25 030.80	300.0
	- 0.76 m (30") Ø	6 655		34 308.45	229.7

TABLA 2.25 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
6	Suministro de tubería de concreto, - instalación, juntas y prueba, puesta en almacén de obra, incluyendo bajado, materiales y equipo para prueba, acorro a 1 km y maniobras locales. De resistencias:				
	+ 30 m				
	- 0.91 m (36") Ø	249		28 370.20	7.1
	- 1.22 m (48") Ø	8 555		37 757.41	315.4
	- 1.37 m (54") Ø	5 774		50 061.18	289.0
	- 1.52 m (60") Ø	7 603		57 280.81	465.5
	- 1.68 m (66") Ø	1 947		68 240.75	132.8
	- 1.83 m (72") Ø	6 270		71 959.83	451.2
	- 2.13 m (84") Ø	7 369		93 851.26	691.6
	- 2.29 m (90") Ø	9 205		108 780.93	1 001.3
	- 2.44 m (96") Ø	2 200		112 809.97	248.2
	- 2.74 m (108") Ø	3 700		130 403.08	482.5
	- 3.00 m (118") Ø	6 800		145 550.47	989.8
	+ 40 m				
	- 0.91 m (36") Ø	5 863		29 205.09	171.3
	- 1.22 m (48") Ø	3 753		38 797.79	145.6
	- 1.37 m (54") Ø	615		51 682.41	31.8
	- 1.52 m (60") Ø	4 421		59 456.07	262.9
	- 1.68 m (66") Ø	735		70 772.67	52.0

TABLA 3.23 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 40 m				
	- 1.83 m (72") Ø	889		75 399.54	67.0
	- 2.13 m (84") Ø	548		97 146.79	53.2
	- 2.29 m (90") Ø	3 304		112 144.78	370.6
	- 2.44 m (96") Ø	423		117 401.96	49.7
	+ 50 m				
	- 0.91 m (36") Ø	1 317		29 997.92	39.5
	- 1.07 m (42") Ø	793		34 023.68	27.0
	- 1.22 m (48") Ø	10 730		39 541.69	424.3
	- 1.37 m (54") Ø	615		53 394.26	32.9
	- 1.52 m (60") Ø	5 223		60 846.24	317.8
	- 1.68 m (66") Ø	735		73 410.55	54.0
	- 1.83 m (72") Ø	889		78 847.08	70.1
	- 2.13 m (84") Ø	548		100 496.66	55.0
	- 2.29 m (90") Ø	3 873		115 619.63	447.8
	- 2.44 m (96") Ø	575		122 482.70	70.4
	+ 60 m				
	- 0.91 m (36") Ø	706		30 874.86	21.8
	- 1.07 m (42") Ø	861		34 832.98	30.0
	- 1.22 m (48") Ø	13 862		40 909.75	567.1
	- 1.37 m (54") Ø	615		54 924.85	33.8
- 1.52 m (60") Ø	4 617		62 164.34	288.9	

TABLA 3.23 (cont.)

CLASE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
C	+ 60 m				
	- 1.68 m (66") Ø	4 056		75 686.49	307.0
	- 1.83 m (72") Ø	889		81 131.55	72.1
	- 2.13 m (84") Ø	548		123 714.72	56.8
	- 2.29 m (90") Ø	3 873		119 233.22	461.8
	- 2.44 m (96") Ø	2 569		126 532.94	325.1
	+ 70 m				
	- 0.91 m (36") Ø	3 951		31 779.84	97.3
	- 1.07 m (42") Ø	246		35 696.27	8.8
	- 1.37 m (54") Ø	615		56 395.04	38.1
	- 1.52 m (60") Ø	4 647		63 526.95	295.2
	- 1.68 m (66") Ø	4 056		77 825.12	315.7
	- 1.83 m (72") Ø	327		63 424.51	70.0
	- 2.13 m (84") Ø	548		59 215.88	54.2
	- 2.29 m (90") Ø	3 873		123 214.34	477.2
	- 2.44 m (96") Ø	2 569		120 363.34	334.3
	+ 80 m				
	- 0.91 m (36") Ø	361		32 944.63	11.7
	- 1.22 m (48") Ø	3 247		43 023.94	152.4
	- 1.37 m (54") Ø	615		13 167.51	35.8
	- 1.52 m (60") Ø	1 313		67 125.25	89.7
- 1.68 m (66") Ø	739		33 132.23	59.3	
- 1.83 m (72") Ø	648		35 948.28	55.7	



SLAVE	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL	REMARKS
6	+ 30 m				
	- 2.13 m (94") Ø	548		110 611.15	60.6
	- 2.29 m (90") Ø	3 873		127 146.95	492.4
	- 2.44 m (96") Ø	2 569		140 361.88	348.7
	+ 90 m				
	- 0.91 m (36") Ø	1 092		33 379.51	36.4
	- 1.07 m (42") Ø	853		37 197.58	31.7
	- 1.22 m (48") Ø	898		49 126.97	39.6
	- 1.37 m (54") Ø	615		59 788.54	36.8
	- 1.52 m (60") Ø	1 373		67 125.35	92.2
	- 1.68 m (66") Ø	735		83 132.23	61.1
	- 1.83 m (72") Ø	648		88 476.40	57.4
	- 2.13 m (84") Ø	548		106 074.38	58.1
	- 2.29 m (90") Ø	3 873		115 332.17	446.7
	- 2.44 m (96") Ø	2 970		140 351.88	394.1
	+ 100 m				
	- 0.91 m (36") Ø	20 394		34 186.36	697.2
	- 1.07 m (42") Ø	81		37 972.19	3.1
	- 1.22 m (48") Ø	1 163		45 198.76	52.5
	- 1.37 m (54") Ø	615		61 470.18	37.8
	- 1.52 m (60") Ø	3 057		68 929.76	210.8
- 1.68 m (66") Ø	545		85 751.46	46.8	

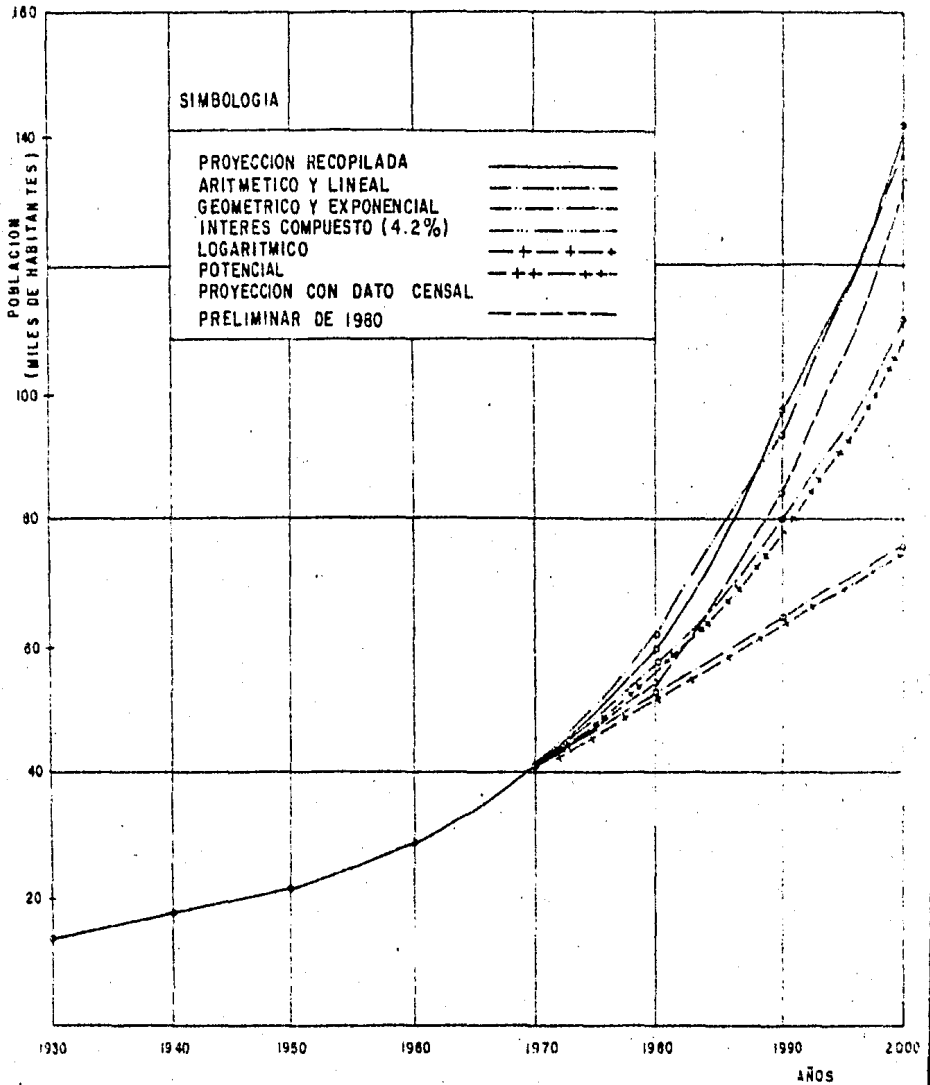
Tabla 3.23 (cont.)

CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
6	+ 100 m				
	- 1.83 m (72") Ø	648		91 015.20	59.0
	- 2.13 m (84") Ø	548		119 091.22	65.2
	- 2.29 m (90") Ø	2 026		137 488.22	278.5
	- 2.44 m (96") Ø	4 238		145 279.72	615.7
	+ 120 m				
	- 0.91 m (36") Ø	4 197		35 884.16	149.1
	- 1.07 m (42") Ø	5 020		39 562.79	198.6
	- 1.22 m (48") Ø	4 939		47 336.30	233.8
	- 1.37 m (54") Ø	6 850		64 652.21	442.9
	- 1.52 m (60") Ø	1 879		71 900.50	135.1
	- 1.83 m (72") Ø	192		96 585.14	18.6
	- 2.13 m (84") Ø	849		128 032.99	108.7
	- 2.44 m (96") Ø	3 308		154 137.86	1 286.1
	+ 130 m				
	- 1.37 m (54") Ø	2 152		66 273.44	142.6
	- 2.44 m (96") Ø	2 379		158 729.85	377.6
			SUBTOTAL 1	22 205.5	
7	Piezas especiales (20%)				4 441.1
				SUBTOTAL 2	26 646.6

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	I.V.	VALOR
8	Administración e Ingeniería (2%)			SUBTOTAL 3	1 065.5
					28 511.5
9	Imprevistos (10%)			SUBTOTAL 4	2 851.5
					31 363.0
10	I.V.A. (15%)			TOTAL	4 704.5
					36 067.5

**ANEXO DE FIGURAS Y PLANOS**

Fig. 2.1  
**PREDICIONES DE POBLACION  
 PARA EL MUNICIPIO DE CHALCO**



GASTO  
(M / S)

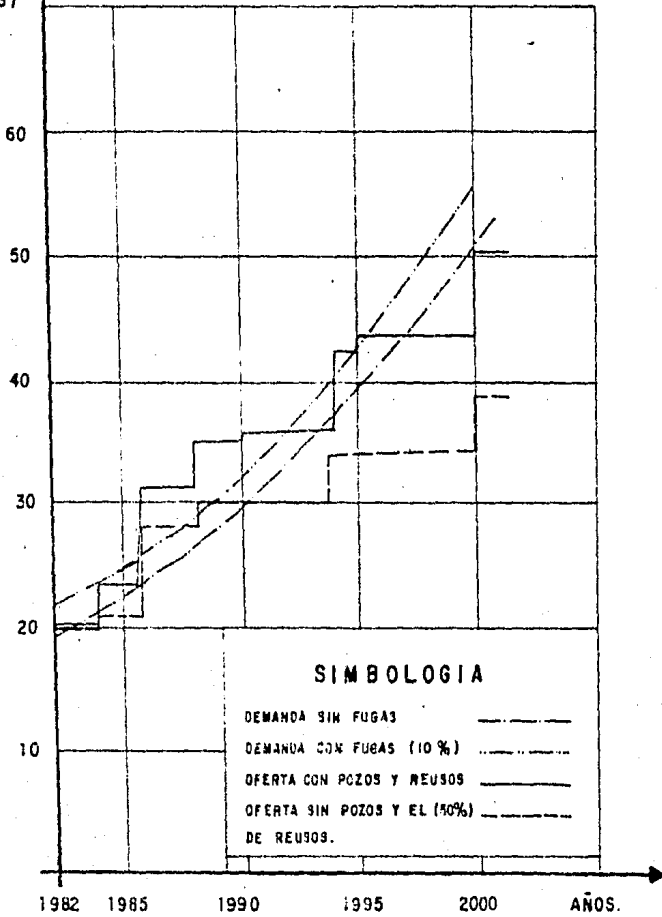
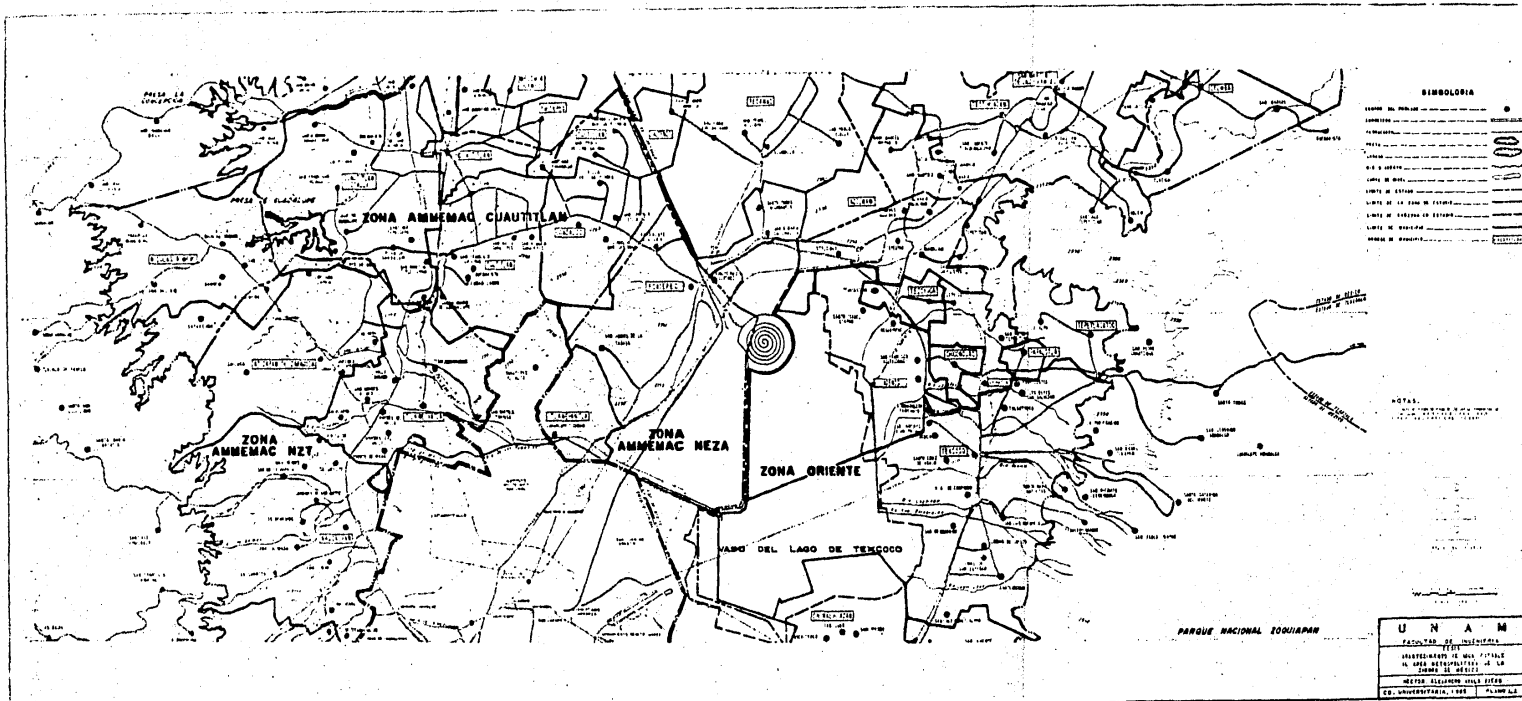
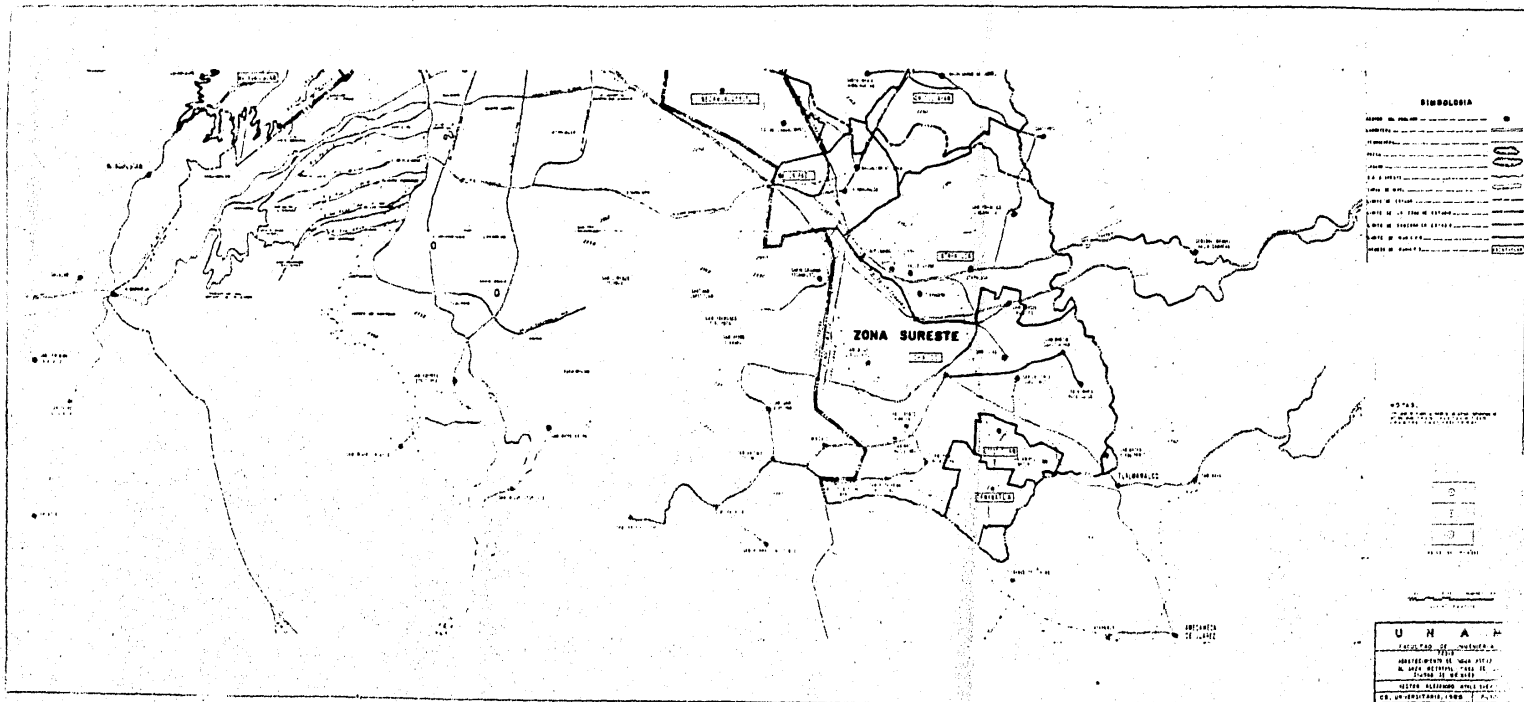


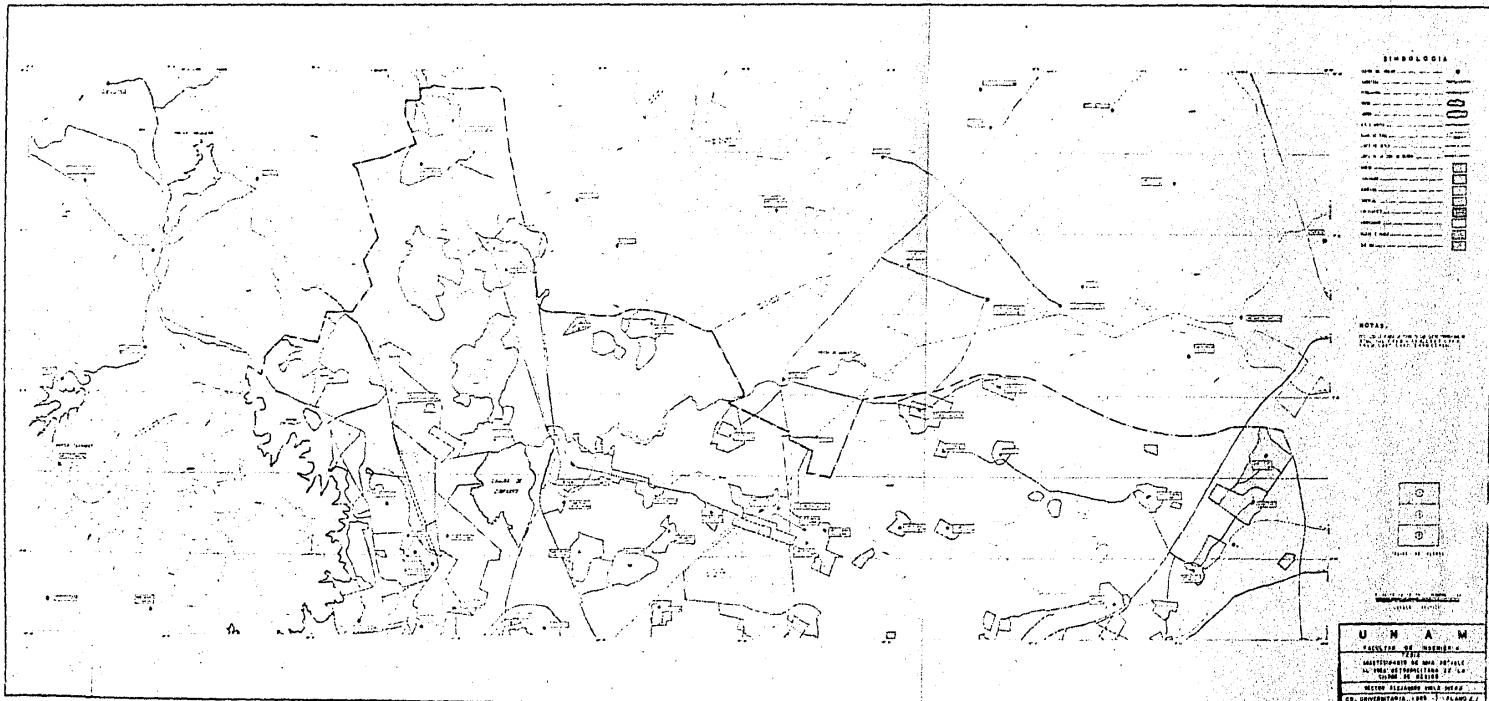
FIG. 2.2 ANALISIS OFERTA DEMANDA











**SIMBOLICIA**

- 1.000 m. de longitudine
- 500 m. de longitudine
- 100 m. de longitudine
- 50 m. de longitudine
- 25 m. de longitudine
- 10 m. de longitudine
- 5 m. de longitudine
- 2 m. de longitudine
- 1 m. de longitudine
- 0,5 m. de longitudine
- 0,2 m. de longitudine
- 0,1 m. de longitudine
- 0,05 m. de longitudine
- 0,02 m. de longitudine
- 0,01 m. de longitudine
- 0,005 m. de longitudine
- 0,002 m. de longitudine
- 0,001 m. de longitudine

**NOTAS**

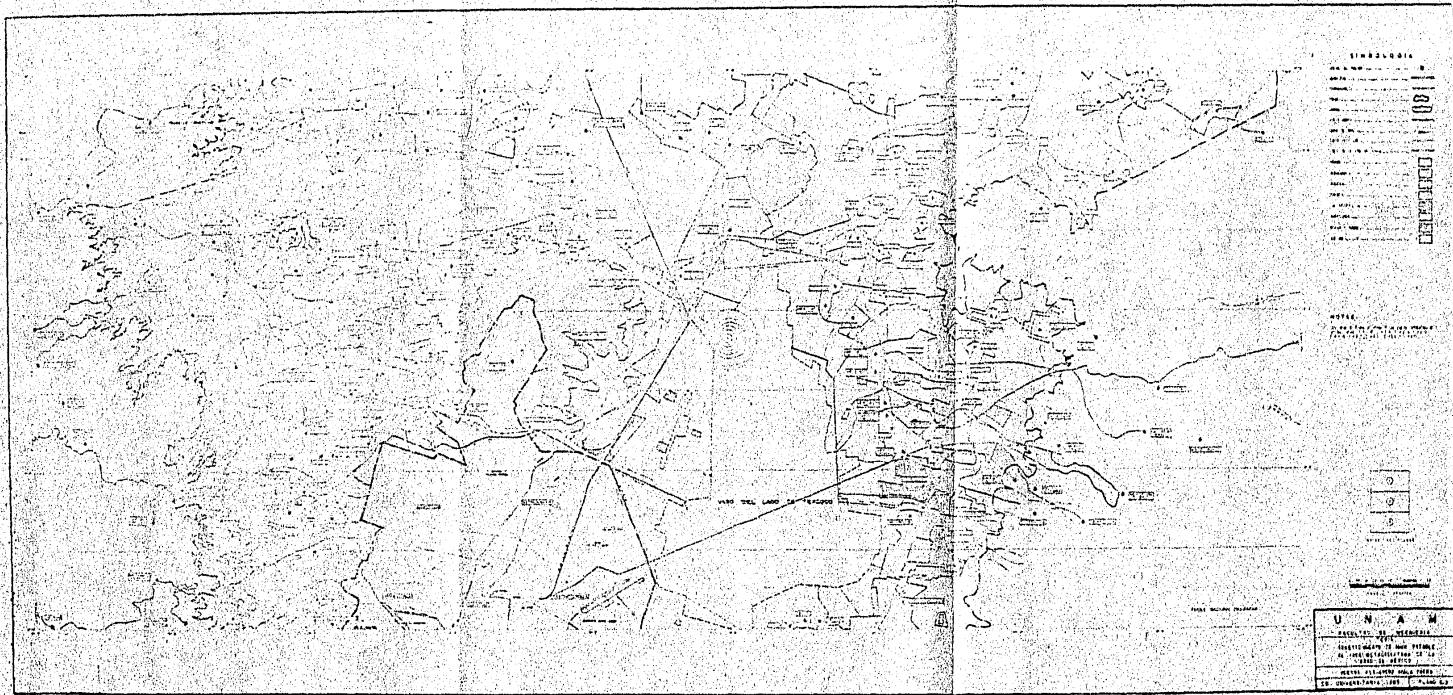
1. Este mapa se elabora sobre el plano de parcelación de la zona, con el número 1000/1000.

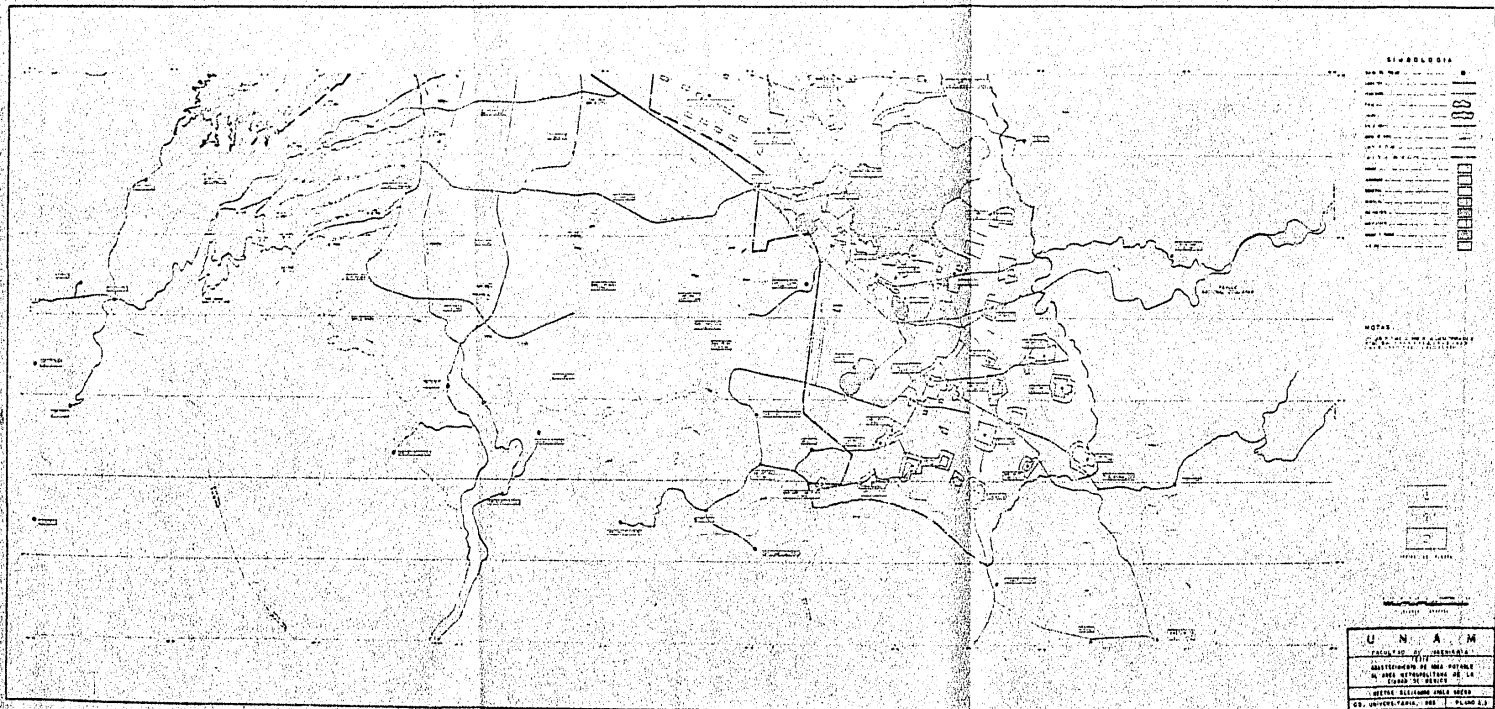
- 
- 
- ◇

TIPO DE TIERRA

ESTADO DE GUATEMALA

**U N A M**  
INSTITUTO DE INGENIERIA  
CARRANZA DE GUATEMALA  
CALLE DE LA PAZ  
CARRANZA DE GUATEMALA  
CARRANZA DE GUATEMALA





LEGENDA

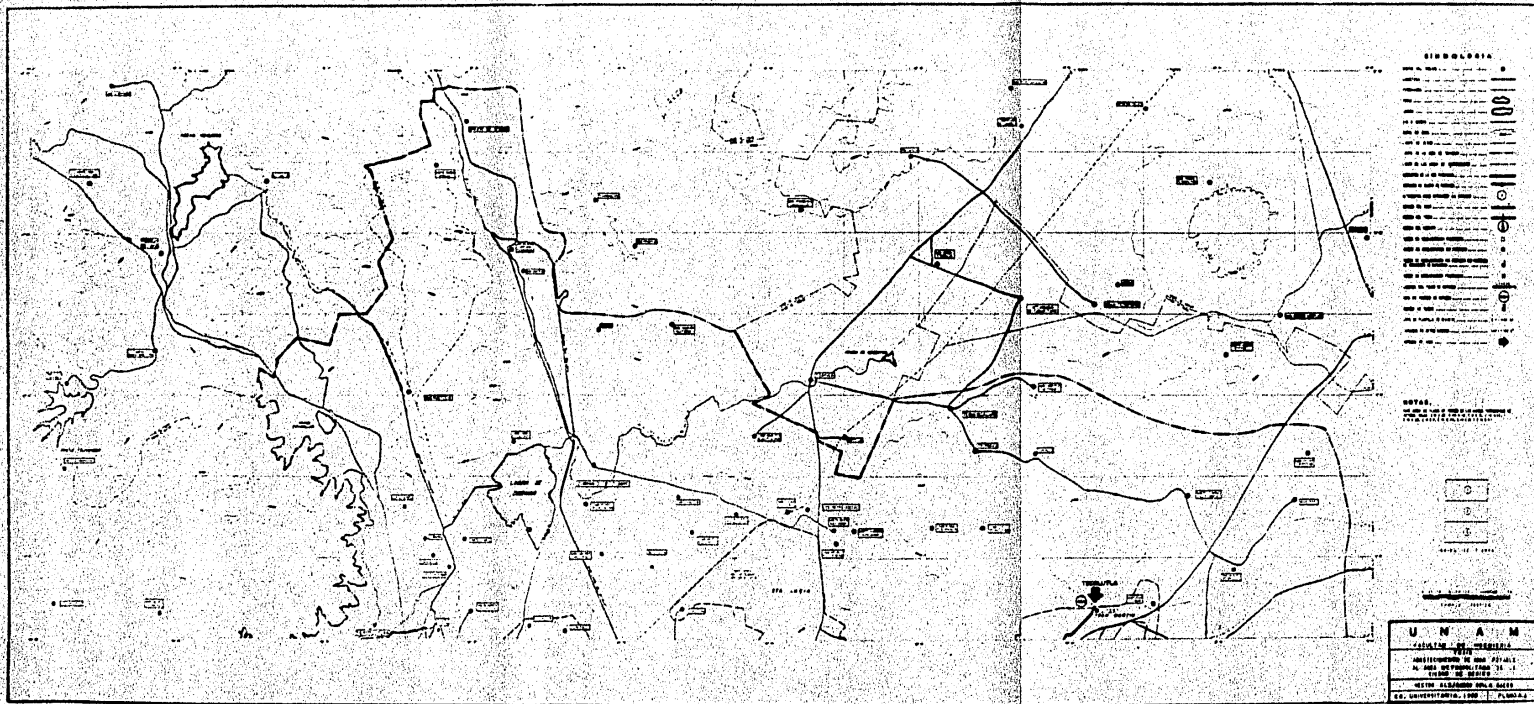


NOTAS

1. EL DISEÑO DE ESTE DISEÑO ES UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNAM  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 EN INGENIERIA Y CIENCIAS  
 EN AREA METEOROLOGICA DE LA  
 CIUDAD DE MEXICO  
 SISTEMA DE INFORMACIONES Y  
 DE INVESTIGACIONES EN PLANEACION



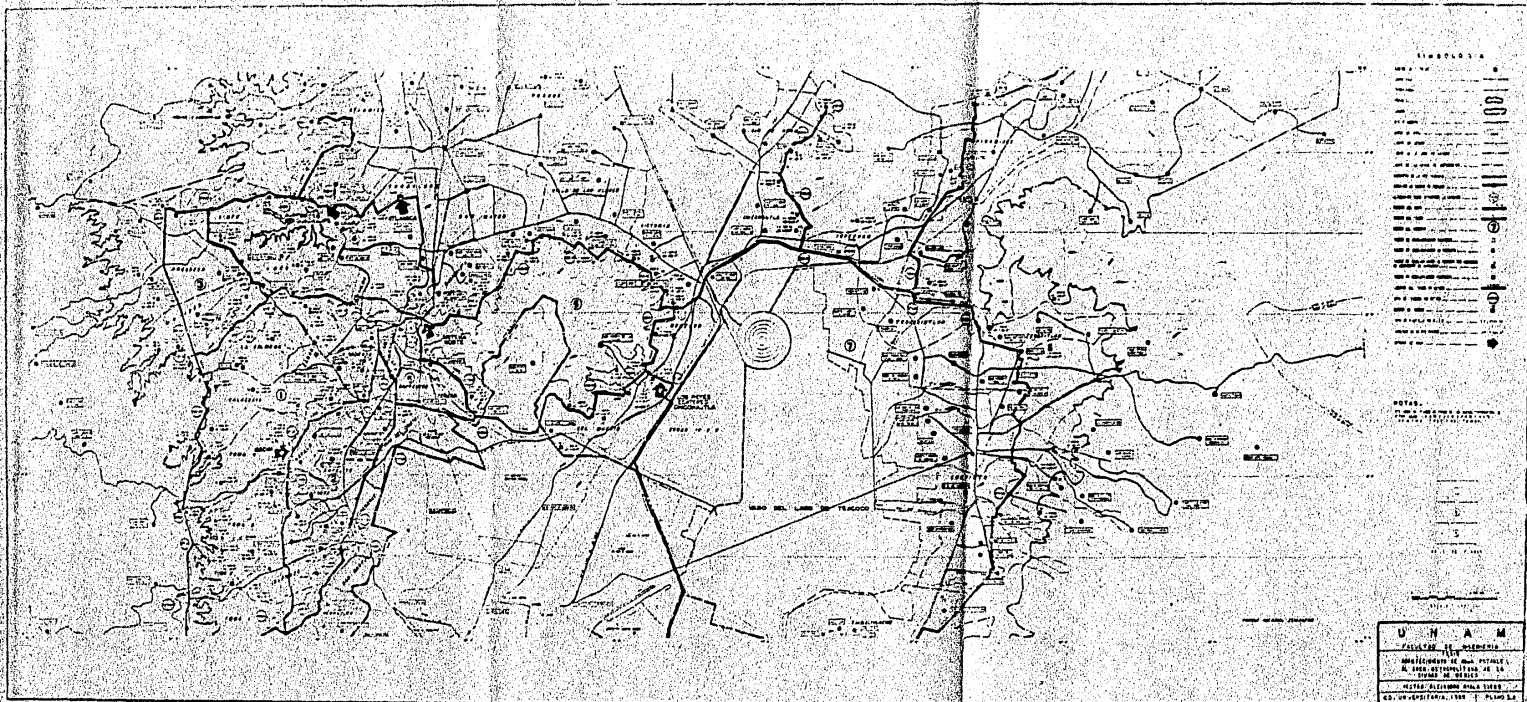
### SIDABUNIA

- ▶ ГОРА
- ▶ ВЪЗВЕЩАЮЩАЯСЯ ПЛОЩАДЬ
- ▶ ПЛОЩАДЬ
- ▶ ДОЛИНА
- ▶ РЕКА
- ▶ ОЗЕРО
- ▶ ДОРОГА
- ▶ ЖЕЛ. ДОРОГА
- ▶ КАНАЛ
- ▶ ВОДОСТОК
- ▶ ПЕРЕКРЕСТ
- ▶ ПЕШОПЪТ
- ▶ ПЛАНИНА
- ▶ РАВНИНА
- ▶ РАДИАЦИЯ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ
- ▶ ВОЗДУШНО-КАНАЛНА СЪВЪЗ

NOTA:  
DOKUMENTI IZ OBLASTI VOJNOY SILE  
DOPOLNENIYI IZ VOENNOY PRAKTIKI



U N A M  
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿՈՄԱՆԴԱՅԻՆ ԱՐԿԻՎ  
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՊՐԵՑԷԴԱՆԱԿ  
ԿԵՆՏՐԱԼԻ ԿԵՆՏՐՈՆԻ ԱՐԿԻՎ  
ԵՄ. ՏԱՎՈՒԾԻՄԱՆ 1992 Վ. ՔԱՐՏԱԿ



- LEYENDA
- 1. Carreteras principales
  - 2. Carreteras secundarias
  - 3. Caminos
  - 4. Rios
  - 5. Arroyos
  - 6. Cerros
  - 7. Montañas
  - 8. Límites municipales
  - 9. Límites de cantones
  - 10. Límites de departamentos
  - 11. Límites de países
  - 12. Límites de fincas
  - 13. Límites de predios
  - 14. Límites de parcelas
  - 15. Límites de lotes
  - 16. Límites de solares
  - 17. Límites de terrenos
  - 18. Límites de predios
  - 19. Límites de parcelas
  - 20. Límites de lotes
  - 21. Límites de solares
  - 22. Límites de terrenos
  - 23. Límites de predios
  - 24. Límites de parcelas
  - 25. Límites de lotes
  - 26. Límites de solares
  - 27. Límites de terrenos
  - 28. Límites de predios
  - 29. Límites de parcelas
  - 30. Límites de lotes
  - 31. Límites de solares
  - 32. Límites de terrenos
  - 33. Límites de predios
  - 34. Límites de parcelas
  - 35. Límites de lotes
  - 36. Límites de solares
  - 37. Límites de terrenos
  - 38. Límites de predios
  - 39. Límites de parcelas
  - 40. Límites de lotes
  - 41. Límites de solares
  - 42. Límites de terrenos
  - 43. Límites de predios
  - 44. Límites de parcelas
  - 45. Límites de lotes
  - 46. Límites de solares
  - 47. Límites de terrenos
  - 48. Límites de predios
  - 49. Límites de parcelas
  - 50. Límites de lotes
  - 51. Límites de solares
  - 52. Límites de terrenos
  - 53. Límites de predios
  - 54. Límites de parcelas
  - 55. Límites de lotes
  - 56. Límites de solares
  - 57. Límites de terrenos
  - 58. Límites de predios
  - 59. Límites de parcelas
  - 60. Límites de lotes
  - 61. Límites de solares
  - 62. Límites de terrenos
  - 63. Límites de predios
  - 64. Límites de parcelas
  - 65. Límites de lotes
  - 66. Límites de solares
  - 67. Límites de terrenos
  - 68. Límites de predios
  - 69. Límites de parcelas
  - 70. Límites de lotes
  - 71. Límites de solares
  - 72. Límites de terrenos
  - 73. Límites de predios
  - 74. Límites de parcelas
  - 75. Límites de lotes
  - 76. Límites de solares
  - 77. Límites de terrenos
  - 78. Límites de predios
  - 79. Límites de parcelas
  - 80. Límites de lotes
  - 81. Límites de solares
  - 82. Límites de terrenos
  - 83. Límites de predios
  - 84. Límites de parcelas
  - 85. Límites de lotes
  - 86. Límites de solares
  - 87. Límites de terrenos
  - 88. Límites de predios
  - 89. Límites de parcelas
  - 90. Límites de lotes
  - 91. Límites de solares
  - 92. Límites de terrenos
  - 93. Límites de predios
  - 94. Límites de parcelas
  - 95. Límites de lotes
  - 96. Límites de solares
  - 97. Límites de terrenos
  - 98. Límites de predios
  - 99. Límites de parcelas
  - 100. Límites de lotes

NOTAS

1. Escala: 1:50,000

2. Proyección: UTM

3. Datum: WGS 84

4. Fuente: Datos de campo y aerofotogrametría

5. Fecha: 1985

6. Autor: Instituto Geográfico de Honduras

7. Edición: 1985

**U M A M**

INSTITUTO GEOGRÁFICO DE HONDURAS

REPUBLICA DE HONDURAS

ESTADO DE HONDURAS

ED. DE HONDURAS, 1985 - PLANO 12

