

11
24j



UNAM

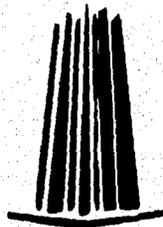
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA HIDRAULICO
EN LA DELEGACION IZTAPALAPA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO
EN INGENIERIA CIVIL
P R E S E N T A
CERVANTES JIMENEZ JAIME



ENEP Aragón

MEXICO, D.F.

JULIO 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Mi agradecimiento a las escuelas y a sus profesores:

Escuela primaria Estado de Sinaloa por la enseñanza y ejemplo en mis primeros años

Escuela secundaria Dionisia Zamora Pallares por los conocimientos y por inculcarme el deseo de superación

Colegio de Bachilleres N° 7 por sus conocimientos y gestos de bondad, la oportunidad que me dio al entrar a sus aulas, al ser la conexión con la universidad y por ser el lugar donde encontré mi gran amor

Universidad Nacional Autónoma de México en especial a la ENEP Aragón por la oportunidad de lograr ser lo que quiero y realizar uno de mis sueños infantiles y juveniles

Compañeros y amigos de ENEP Aragón, por compartir su experiencia

Ingeniero Gilberto García Santa María Gonzales por sus palabras y su gran apoyo

Mi eterno agradecimiento:

A mi Madre por su esfuerzo, apoyo, comprensión, ternura y ejemplo

A mi Padre por su enseñanza en la vida y por su ayuda para convertirme en hombre

A mis Hermanos y Hermanas por su gran paciencia, ayuda y amor

A mis Abuelas tronco de cuyo árbol provengo y que empiece a dar sus frutos, donde quiera que se encuentren

A mi Norma Elsa por su gran amor, paciencia, esfuerzo, valentía y por ser la compañera de mi vida

Dedicatoria especial para mis Hijos Oscar, Cuauhtémoc Alberto y Jaime Ignacio. Esperando les sirva de superación. Para ellos y por ellos, por ser el futuro de mi familia, de mi ciudad, de mi país y de mi mundo.

A Celia Ramírez y Alejandro Contreras por su comprensión

A todos los seres humanos que me han enseñado algo en el camino

A todos aquellos que han fallado al cumplir un objetivo, por su enorme capacidad para asimilarlo y sobre todo por el ánimo de volver a intentarlo

**Mi agradecimiento a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica,
en especial a la Dirección Técnica**

Mi agradecimiento a mis grandes amigos y grandes ingenieros:

**José Antonio Rodríguez Tirado por su ejemplo y valentía
José D. Gutiérrez Ramírez por su aportación en mi formación profesional
Rosendo Flores García por compartir sus conocimientos y su tiempo
Jaime Tinoco Rubí por ser el apoyo de muchos**

**Oscar Hernández López por su apoyo y ejemplo
Juan Carlos Guasch y S. por su apoyo
Rolando Rodríguez S. por su apoyo y por contribuir a enriquecer mi experiencia
profesional
M^a de los Angeles Suárez Medina por todo
Ruben Pineda Migueles por brindarme su mano
Luciano Abarca Duran por su amistad**

**A mis compañeros y amigos de la Unidad Departamental de Planes Hidráulicos
Delegacionales**

A mis amigos y compañeros de la Subdirección de Programación

A mis compañeros y amigos de la DGCOH

Realizar los objetivos y descubrir para que fuiste enviado al mundo son deberes de cada ser humano

Esfuerzo, constancia, dedicación y valentía para caminar por la vida y sentir que estas vivo y que eres capaz de lograr lo que te propones

Pide y se te dará
Toca y se te abrirá

El que quiera ver que vea
El que quiera escuchar que escuche
El que quiera actuar que actúe

Sueños y realidades para los hombres en este mundo

Somos semillas y posibilidades vayamos por la vida cumpliendo nuestra ruta y utilicemos lo que el creador nos a dado

Eres a imagen y semejanza de tu Dios

Gracias a Dios, Energía Creadora, Naturaleza, Ley que Rige el Universo, Mente Universal o como quiera que se llame (el nombre es lo de menos)

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA HIDRAULICO EN LA DELEGACION IZTAPALAPA

INTRODUCCION

I (1) MARCO FISICO-URBANO

II (2) SISTEMA HIDRAULICO

III (3) ASPECTOS GENERALES

IV (4) REPARACIONES DE LA RED

V (5) APLICACIONES DE LOS METODOS E INSTRUMENTACION

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INDICE

Introducción

1. Marco físico-urbano

1.1 Aspectos físicos

- 1.1.1 Ubicación geográfica
- 1.1.2 Límites delegacionales
- 1.1.3 Superficie
- 1.1.4 Características fisiográficas y meteorológicas
- 1.1.5 Características geológicas

1.2 Desarrollo urbano

- 1.2.1 Antecedentes históricos
- 1.2.2 Variación de la población en el tiempo
- 1.2.3 Distribución de población por sexo y edad
- 1.2.4 Población por nivel socioeconómico
- 1.2.5 Uso del Suelo
- 1.2.6 Características y zonas de uso del suelo
- 1.2.7 Proyección de población
- 1.2.8 Proyección del crecimiento urbano

2. Sistema hidráulico (esquema general de suministro de los servicios hidráulicos)

2.1 Agua potable

- 2.1.1 Captación, conducción e interconexión
 - 2.1.1.1 Acuíferos, pozos municipales y pozos particulares
 - 2.1.1.2 Acueductos
 - 2.1.1.3 Líneas de interconexión
 - 2.1.1.4 Líneas de conducción
 - 2.1.1.5 Subsistema de agua potable
- 2.1.2 Almacenamiento y bombeo
 - 2.1.2.1 Principales tanques operados por la DGCOH
 - 2.1.2.2 Plantas de bombeo
- 2.1.3 Potabilización del agua
 - 2.1.3.1 Procesos y calidad del agua
 - 2.1.3.2 Plantas potabilizadoras
- 2.1.4 Distribución
 - 2.1.4.1 Red primaria
 - 2.1.4.2 Red secundaria
 - 2.1.4.3 Tomas domiciliarias
 - 2.1.4.4 Garzas
- 2.1.5 Medición y reportes en el sistema de agua potable
 - 2.1.5.1 Estaciones medidoras de presión

2.2 Drenaje

- 2.2.1 Redes
 - 2.2.1.1 Red secundaria
 - 2.2.1.2 Red primaria

- 2.2.2 Cauces a cielo abierto
 - 2.2.2.1 Canales
 - 2.2.2.2 Cauces entubados
- 2.2.3 Bombeo y regulación
 - 2.2.3.1 Plantas de bombeo
 - 2.2.3.2 Lagunas de regulación
- 2.2.4 Drenaje semiprofundo
 - 2.2.4.1 Lumbreras
 - 2.2.4.2 Interceptores (túneles)
- 2.2.5 Medición pluvial
 - 2.2.5.1 Estaciones pluviográficas
- 2.3 Tratamiento de aguas residuales
 - 2.3.1 Plantas de tratamiento de aguas residuales
 - 2.3.2 Distribución
 - 2.3.2.1 Redes de distribución
 - 2.3.3 Aprovechamiento del agua residual tratada en la Delegación
 - 2.3.3.1 Usuarios y usos del agua
 - 2.3.3.2 Factibilidad de la dotación del servicio
 - 2.3.3.3 Garzas
- 2.4 Problemática en el suministro de los servicios hidráulicos
 - 2.4.1 Agua potable
 - 2.4.2 Colonias abastecidas por medio de carros-tanques
 - 2.4.3 Colonias con servicios intermitente
 - 2.4.4 Colonias con baja presión
 - 2.4.5 Colonias con mayor índice de fugas
 - 2.4.6 Colonias sin servicio (abastecimiento de carros tanque)
 - 2.4.7 Fugas de agua potable eliminadas en la delegación Iztapalapa durante el año de 1994
 - 2.4.8 Fugas de agua potable eliminadas en las redes primarias y secundarias en el Distrito Federal
- 2.5 Drenaje
 - 2.5.1 Colonias sin servicio
 - 2.5.2 Colonias con encharcamientos
- 2.6 Agua residual tratada
- 3 Aspectos generales
 - 3.1 Aspectos para optimizar la reparación de fugas
 - 3.1.1 Población en la localidad
 - 3.1.2 Levantamiento físico de la red hidráulica
 - 3.1.3 Operación de la red
 - 3.1.4 Padrón de usuarios
 - 3.1.5 Registro de macromedición
 - 3.1.6 Registro de fugas
 - 3.1.7 Diagnóstico de la situación actual
 - 3.1.8 Evaluación de fugas en tomas domiciliarias
 - 3.1.9 Tendencia de fugas en la red

- 3.1.10 Mayor incidencia de fugas
- 3.1.11 Cálculo de fugas en la red de distribución
- 3.2 **Detección y localización de fugas**
 - 3.2.1 Detección de fugas
 - 3.2.1.1 Equipos de detección de fugas
 - 3.2.1.2 Técnicas de distritos pitométricos
 - 3.2.1.3 Localización de fugas
 - 3.2.1.4 Presión diferencial
 - 3.2.1.5 Técnica de trazadores
- 3.3 **Reparación y control de fugas**
 - 3.3.1 Implantación permanente
- 3.4 **Organización técnica**
- 3.5 **Organización administrativa**
- 4. **Reparaciones de la red**
 - 4.1 **Esquema general de las fugas en la delegación Iztapalapa**
 - 4.1.1 Recepción y verificación de los reportes
 - 4.1.2 Envío de los reportes de fugas para proceder a su eliminación
 - 4.1.3 Control de reportes
 - 4.2 **Organización del personal, equipo, herramienta y material**
 - 4.2.1 Traslado a la zona de manobras
 - 4.2.2 Colocación de señalamientos y barreras de protección
 - 4.2.3 Cierre de válvulas e instalación eléctrica
 - 4.2.4 Corte y remoción de pavimentos
 - 4.2.5 Excavación
 - 4.2.6 Achique
 - 4.2.7 Protección de estructuras contiguas
 - 4.2.8 Identificación del elemento dañado
 - 4.3 **Reparación de fugas**
 - 4.3.1 Tubo
 - 4.3.2 Cople
 - 4.3.3 Juntas Gibault
 - 4.3.4 Caja de válvulas
 - 4.3.5 Tomas domiciliarias
 - 4.3.6 Cruceros
 - 4.4 **Comportamiento del elemento dañado**
 - 4.5 **Relleno**
 - 4.6 **Retiro del material sobrante producto de la excavación y el relleno**
 - 4.7 **Reposición de pavimento**

6. Aplicaciones de los métodos e instrumentación

6.1 Amplificadores y analizadores electrónicos

- 5.1.1 Correlación acústica
- 5.1.2 Unidad central
- 5.1.3 Método de búsqueda
- 5.1.4 Desventajas
- 5.1.5 Ventajas

6.2 Aparatos detectores de cables y tuberías enterradas

- 5.2.1 Método inductivo
- 5.2.2 Método galvánico
- 5.2.3 Precauciones en los aparatos detectores

6.3 La búsqueda del trazo de los cables y tuberías enterradas

- 5.3.1 Búsqueda sobre el terreno
- 5.3.2 Búsqueda por el método inductivo
- 5.3.3 Búsqueda en subsuelo recargado
- 5.3.4 Búsqueda por el método galvánico

6.4 Detección de las fugas en las redes enterradas mediante el método de correlación acústica

- 5.4.1 Principios para detección y localización de fugas
- 5.4.2 Unidad central
- 5.4.3 Método de operación
- 5.4.4 Detección de fugas en la Ciudad de México
- 5.4.5 Procedimiento
- 5.4.6 Eliminación de fugas
- 5.4.7 Programa de trabajo
- 5.4.8 Reportes de fugas
- 5.4.9 Formato de reporte diario
- 5.4.10 Reporte semanal
- 5.4.11 Control de fugas localizadas

6.5 Lucha contra el derroche

- 6.5.1 Pérdidas de agua

6.6 Componentes de las pérdidas de agua

- 6.6.1 Defectos de medición
- 6.6.2 Consumo sin medir
- 6.6.3 Necesidades propias del servicio de la red hidráulica
- 6.6.4 Volúmenes desviados
- 6.6.5 Derroche
- 6.6.6 Fugas

6.7 Medición

- 6.7.1 Medidores de agua
- 6.7.2 Aparatos creadores de presión diferencial
- 6.7.3 Un medidor debe de..

5.8 Elementos principales para hacer un diagnóstico adecuado para implantar y utilizar métodos e instrumentos

5.8.1 Preguntas que se deben formular en forma clara y concisa, para emitir un diagnóstico completo de las redes hidráulicas

5.8.2 Las pérdidas de agua tienen consecuencias importantes para los usuarios

5.8.3 Razón principal de realizar un diagnóstico de la red hidráulica

5.9 Contenido del diagnóstico

5.9.1 Instrumentos básicos

5.9.2 Operación

5.9.3 Consumo

5.9.4 Detección de medición

Conclusiones

Bibliografía

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivos fundamentales dar un panorama general del estado actual del sistema hidráulico de la delegación Iztapalapa, crear conciencia de las necesidades existentes, al personal involucrado de proporcionar el servicio de abastecimiento de agua potable y la importancia de utilizar sus recursos hidráulicos adecuadamente, dedicar tiempo a fomentar en la población infantil el ahorro del vital líquido ya que es el más importante para la vida humana y mitigar el colapso económico y social en los sectores más débiles debido a la carencia del líquido, desde el punto de vista económico.

El mercado físico urbano al que se hace referencia, engloba los aspectos generales de la población y su actividad económica, así como su crecimiento y su plan parcial de desarrollo.

Así mismo se menciona a detalle el sistema hidráulico de agua potable y drenaje que opera en Iztapalapa con su problemática respectiva.

Un tema no menos importante lo constituyen las fugas donde existen grandes pérdidas de agua; el enfoque que aquí se da, es el referente a su reparación con los elementos indispensables para lograr una óptima solución que propicie un mejor funcionamiento de las redes hidráulicas, al incrementar la presión a través de la disminución de las fugas de agua.

Es un requisito indispensable conocer de la reparación de fugas para optimizar los tiempos y mejorar los métodos empleados actualmente y así evitar tiempos muertos en su reparación para minimizar las pérdidas ocasionadas por las fugas; ligado a lo anterior se mencionan algunos métodos para la detección de fugas ocultas y las ventajas en su implantación con el consecuente ahorro de recursos.

1. MARCO FISICO-URBANO

1.1 Aspectos físicos

1.1.1 Ubicación geográfica

Geográficamente la delegación Iztapalapa se encuentra ubicada de la siguiente manera (figura 1.1):

Meridianos 98° 57' y 99° 08' longitud oeste y los paralelos 19° 16' y 19° 23' latitud norte.

1.1.2 Límites delegacionales *
(figura 1.2)

Tabla 1.1

Orientación	Delegación y/o Municipio	Avenida o calle limitante
Norte	Iztacaicó	Av. Playa Pie de la Cuesta, Río Churubusco, Río Colorado, Av. FC Río Frío, Apallaco y Canal de San Juan.
	Nezahualcóyotl, Edo. de México	Av. Texcoco.
Este	La Paz, Edo. de México	Av. Paseo de Tepezán, Autopista México-Puebla (límite aún no definido)
Sur	Tláhuac	Parteaguas de la Sierra de Santa Catalina, Av. Tláhuac, Buena Suerte y Dr. F. Cabrera.
	Xochimilco	Canal do Chalco.
Oeste	Coyoacán	Canal Nacional, La Viga, Ermita Iztapalapa y Río Churubusco
	Benito Juárez	Av. Plutarco Elías Calles.

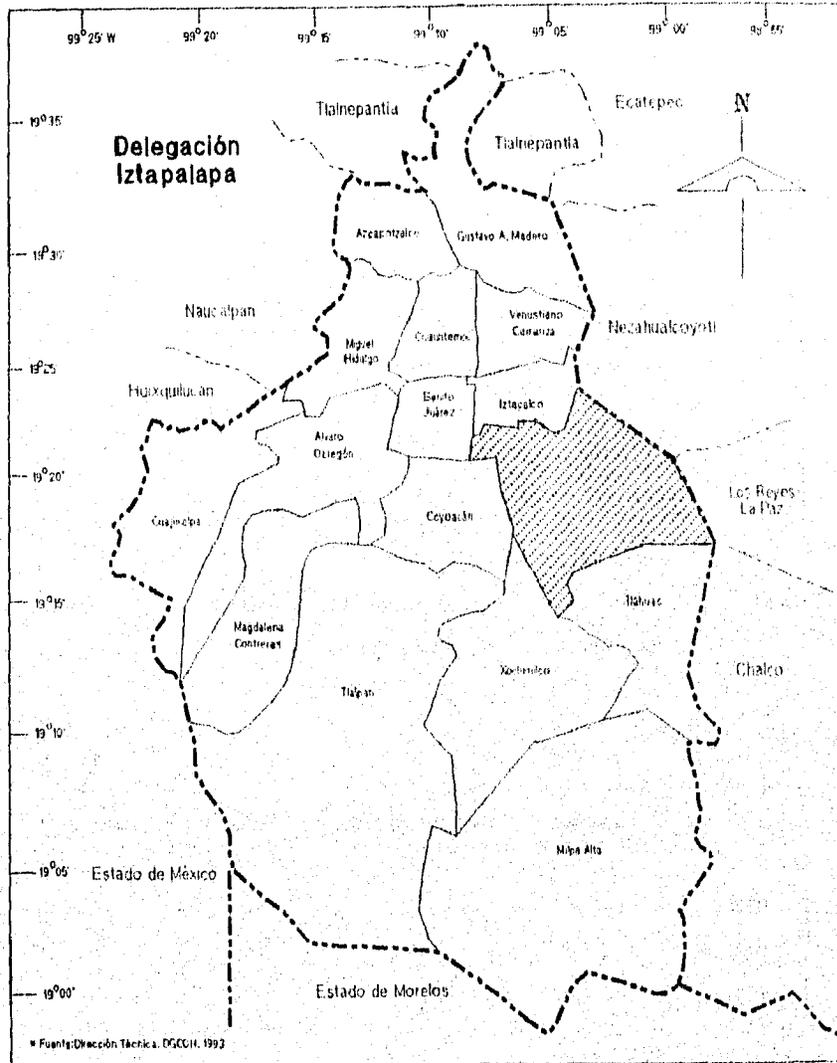
1.1.3 Superficie *

Tabla 1.2

Area	Extensión (km ²)	Porcentaje con respecto a la Delegación	Porcentaje con respecto al Distrito Federal
Urbana	108.8	92.8	7.2
Ecológica	8.7	7.4	0.8
Total	117.5	100.0	7.8

* Fuente: Dirección Técnica. DGCOH. 1994

Figura 1.1 Ubicación geográfica *



1.1.4 Características fisiográficas y meteorológicas

Zona geográfica:	Altiplano Mexicano
Altitud media:	2,240 msnm
Pendiente:	Zona urbana 5 por ciento y ladera de cerros 25 por ciento en promedio
Clima:	Templado y subhúmedo
Temperatura:	Mínima 8.3°C, media 16.7°C y máxima 25.3°C
Precipitación pluvial acumulada en 1994:	679.0 mm (Tabla 1.3 y gráfica 1.1)

Cobertura vegetal: áreas verdes con una superficie aproximada de 870 hectáreas repartidas en parques, jardines y camellones. Destacando por su importancia los parques: Nacional Cerro de la Estrella y Cuicláhuac; los deportivos Santa Cruz Moyuhualco y Francisco I. Madero; y finalmente los Panteones civiles de Iztapalapa y San Lorenzo Tezonco.

1.1.5 Características geológicas

La delegación Iztapalapa se ubica en las zonas geohidrológicas I, II y III, (figura 1.3).

La zona I comprende parte de las franjas de los lados norte y poniente de la Sierra de Santa Catarina.

En lo que respecta a la zona II, se localiza en la franja norte de Iztapalapa.

Por último, la zona III está definida entre las zonas geohidrológicas I y II ubicadas al norte y oriente de la Sierra de Santa Catarina.

En resumen la Delegación se asienta sobre tres tipos de suelo; el primero compuesto por arcillas suaves con alto contenido de humedad, típicas de la antigua zona del lago; el segundo compuesto por suelos de transición, constituidos por arcillas blandas con menor contenido de humedad e intercalaciones de lentes de arena y grava. Finalmente, basaltos, arenas y limos compactos característicos de la zona de lomeríos cuya estructura propicia una alta permeabilidad, facilitando la recarga del acuífero.

Precipitación pluvial mensual y anual (1962 - 1994)
 Dirección General de Estadística

Tabla 1.1

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1962	0.0	6.6	5.1	14.0	33.5	137.7	1,229	77	11.1	1.1	0.0	0.0	1,486.5
1963	11.7	7.1	3.7	0.3	17.4	55.6	1,027	225	74.3	53.2	6.3	1.1	1,575.7
1964	6.7	3.0	1.4	0.1	47.9	11.8	1,114	34.3	60.7	42.2	0.0	1.0	1,317.1
1965	3.6	1.1	4.5	41.0	37.2	56.4	74.7	77	143.0	110.0	6.7	0.0	1,055.3
1966	0.0	0.1	0.1	0.3	75.8	165.0	45.9	14.7	4.4	39.4	0	0.1	1,011.7
1967	0.0	0.0	2.1	1.2	24.1	106.1	1,117	30.2	74.3	30	1.0	0.0	1,637.0
1968	0.5	0.2	1.4	0.7	11.4	119.0	113.2	41.3	30.0	10.5	0.2	0.0	1,534.3
1969	1.4	0.7	1.7	14.8	11.4	147.0	162.1	10.7	1.1	10.3	1.1	1.1	1,127.0
1970	10.2	6.6	5.9	24.7	13.9	61.4	110.5	30.8	106.2	71.7	0.3	0.0	1,124.8
1971	5.0	1.2	0.1	0.1	10.0	226.6	102.1	1.2	14.3	110.7	1.0	0.2	1,053.2
1972	56.1	14.5	11.0	10.6	34.9	69.4	124.1	294.2	114.7	73.0	1.1	0.0	1,057.3
1973	0.2	2.0	4.7	1.1	0.0	110.9	110.8	10.5	33.9	0.1	11.0	0.0	1,144.2
Media	7.0	5.0	6.0	10.0	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	1,000.0
1994	13.9	0	2.0	2.2	20.7	112.7	103	15.0	128.4	62.4	0.0	1.1	1,224.4

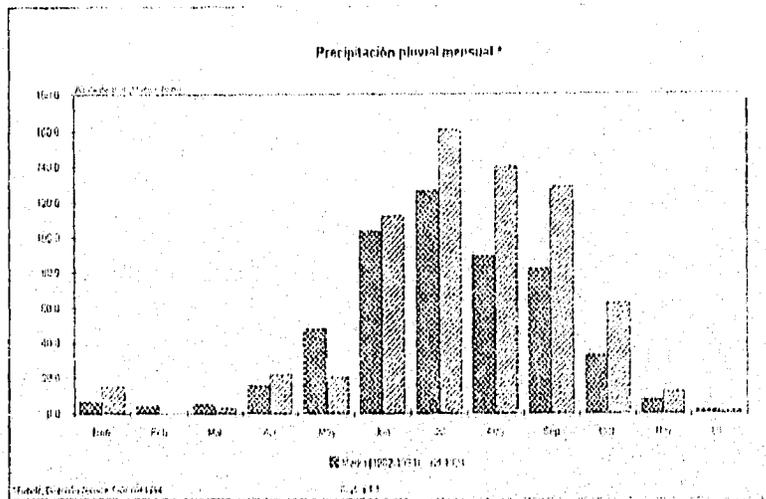
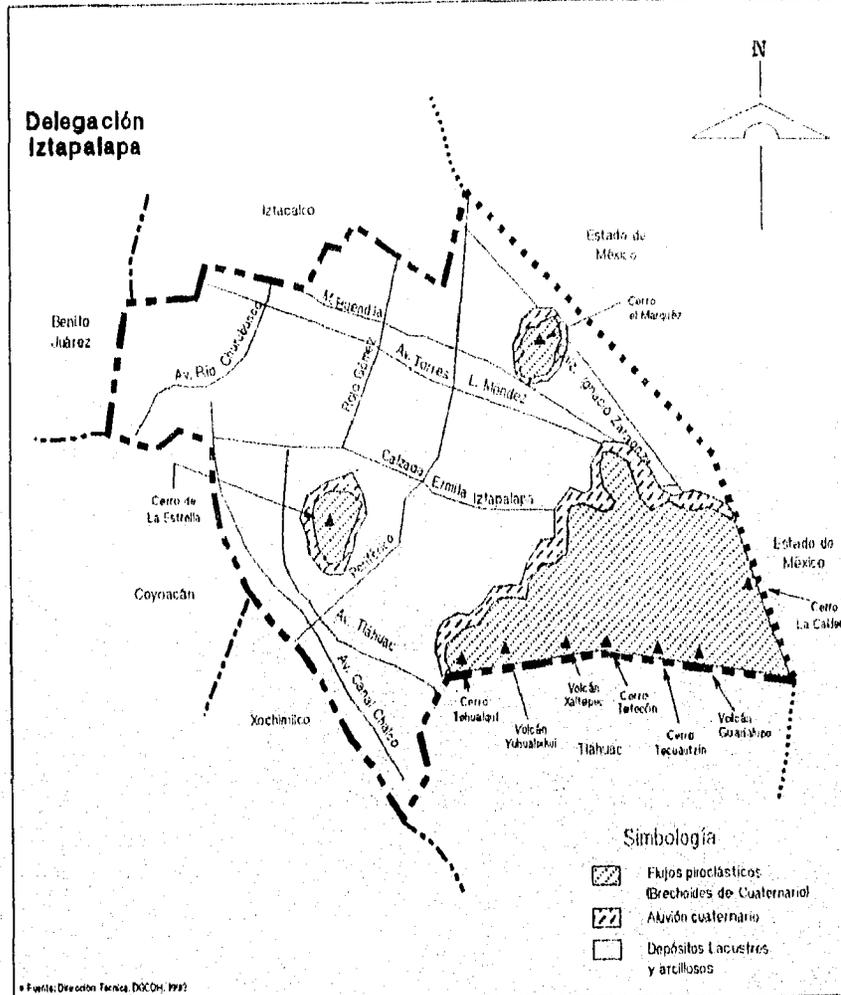


Figura 1.3 Características geológicas *



1.2 Desarrollo urbano

1.2.1 Antecedentes históricos

El nombre de Iztapalapa significa en lengua Nahuatl "Sobre las Lajas" y se le asignaba en la antigüedad a la ciudad lacustre, ubicada al pie del Cerro Huizachlepetl, conocido actualmente como Cerro de la Estrella, en el se escenificaba la ceremonia del fuego nuevo, mismo que se renovaba en ciclos de 52 años y se solemnizaba con la extinción total del fuego y el dramático acto de volver a encenderlo en la cumbre de la montaña.

En la época prehispánica, Iztapalapa fue una de las Villas Reales que rodeaban a la ciudad de Tenochtitlán por la parte sur y se contaba entre las poblaciones mejor urbanizadas en el entorno de la laguna, ya que se edificaron amplios palacios y templos; además entre las obras hidráulicas destacan por su importancia la construcción de canales, con compuertas y divisiones, utilizados para el riego de cultivos, por lo que era considerado importante centro abastecedor de alimentos para la ciudad de Tenochtitlán. Su desarrollo en la época colonial no fue muy importante, sino hasta mediados del siglo XIX, cuando Iztapalapa pasó a formar parte de la prefectura de Tlalpan.

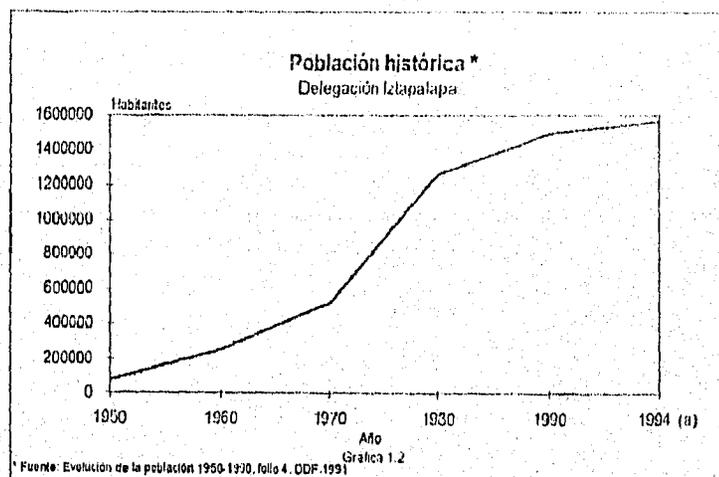
En el año de 1928, el Distrito Federal (D. F.) fue estructurado en su conformación política cambiando las municipalidades en 12 delegaciones. Pero fue hasta el 31 de Diciembre de 1972, cuando el Distrito Federal quedó constituido en 16 delegaciones políticas, siendo Iztapalapa una de ellas.

El proceso de crecimiento demográfico en Iztapalapa, tuvo como principal origen la ubicación de grandes extensiones de terrenos, los cuales, se fueron urbanizando convirtiéndose en pocos años en una de las mayores zonas receptoras de emigrantes del centro de la Ciudad de México y del país.

1.2.2 Variación de la población en el tiempo *

Tabla 1.4

Año	Número de habitantes	Habitantes en el Distrito Federal	Respecto al Distrito Federal
1950	70,621	3,050,442	2.5%
1960	254,255	4,870,876	5.2%
1970	522,095	6,674,185	7.6%
1980	1,262,354	8,330,400	14.3%
1990	1,480,489	8,235,744	16.1%
1994 (a)	1,567,811	8,812,239	17.8%



(a) Datos proyectados a partir del XI Censo General de Población y Vivienda 1990 (INEGI)

1.2.1 Distribución de población por sexo y edad - Delegación Iztapalapa

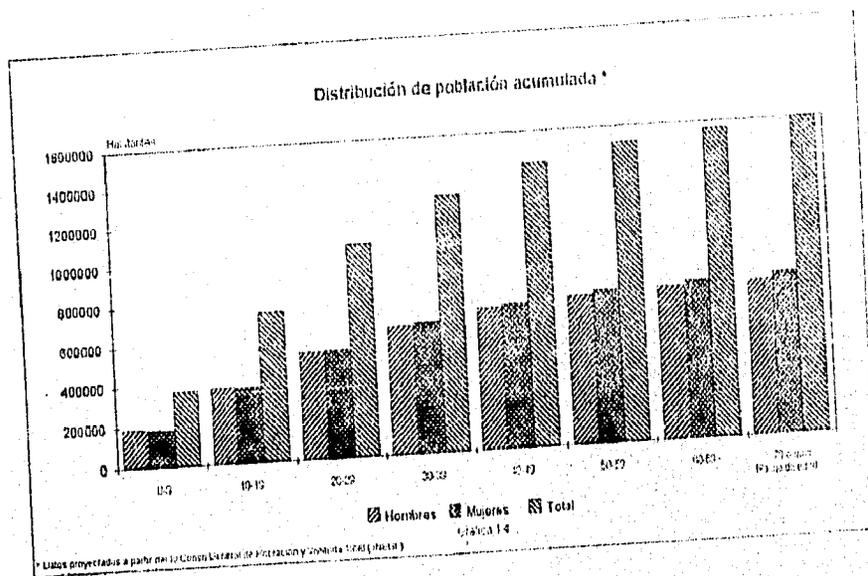
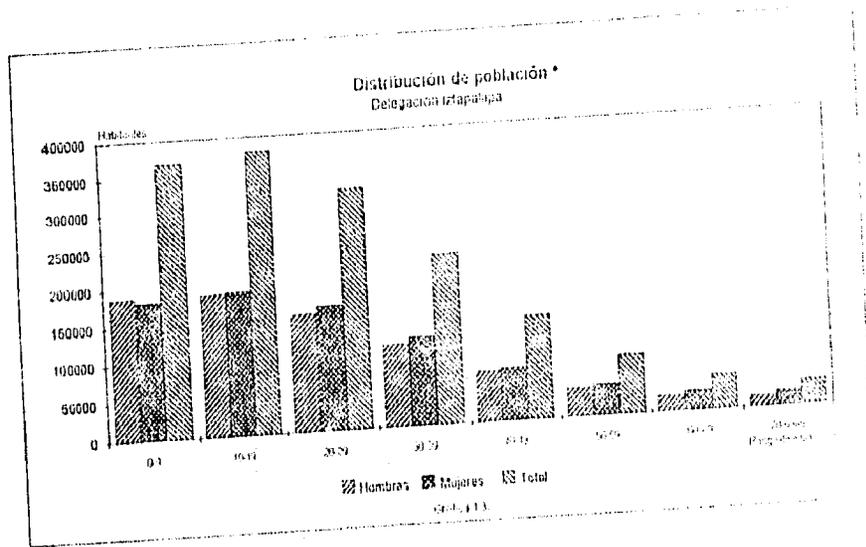
Tabla 1.5

Edad intervalo de años	Hombres						Mujeres					
	Por rango			Acumulado			Por rango			Acumulado		
	Número	Porcentaje respecto a:		Número	Porcentaje respecto a:		Número	Porcentaje respecto a:		Número	Porcentaje respecto a:	
		Sexo	Total									
0 - 9	187,539	24.0%	11.8%	187,539	24.0%	11.5%	181,350	22.4%	11.4%	181,950	22.4%	11.4%
10 - 19	169,630	24.3%	11.9%	377,969	49.3%	23.7%	181,481	22.9%	12.0%	373,241	46.9%	23.8%
20 - 29	156,695	20.6%	9.8%	533,255	69.2%	33.5%	177,463	22.4%	12.4%	550,704	68.8%	33.3%
30 - 39	147,759	19.6%	9.2%	681,014	89.0%	42.7%	177,353	22.4%	12.4%	728,057	90.8%	41.7%
40 - 49	137,156	18.1%	8.5%	818,170	107.1%	51.2%	70,037	8.9%	4.8%	798,207	100.0%	45.5%
50 - 59	97,312	12.8%	6.1%	915,482	119.9%	57.3%	41,147	5.1%	2.6%	757,363	94.4%	48.1%
60 - 69	50,585	6.7%	3.1%	966,067	126.6%	60.4%	25,818	3.2%	1.6%	783,186	97.6%	48.8%
70 o más	13,754	1.8%	0.9%	979,821	128.3%	61.3%	19,363	2.4%	1.2%	812,549	100.0%	51.0%
Total	781,418	100.0%	49.0%	1,562,836			812,549	100.0%	51.0%			

Tabla 1.6

Edad intervalo de años	Total					
	Por rango			Acumulado		
	Número	Total	Porcentaje	Número	Total	Porcentaje
0 - 9	365,359	23.2%	23.2%	365,359	23.2%	23.2%
10 - 19	381,321	24.4%	24.4%	750,710	47.7%	47.7%
20 - 29	322,088	20.7%	20.7%	1,072,798	68.4%	68.4%
30 - 39	297,295	19.1%	19.1%	1,370,093	87.5%	87.5%
40 - 49	137,156	8.9%	8.9%	1,507,249	96.4%	96.4%
50 - 59	78,455	5.0%	5.0%	1,585,704	101.4%	101.4%
60 - 69	46,404	2.9%	2.9%	1,632,108	104.3%	104.3%
70 o más	33,117	2.1%	2.1%	1,665,225	106.4%	106.4%
Total	1,562,836	100.0%	100.0%			

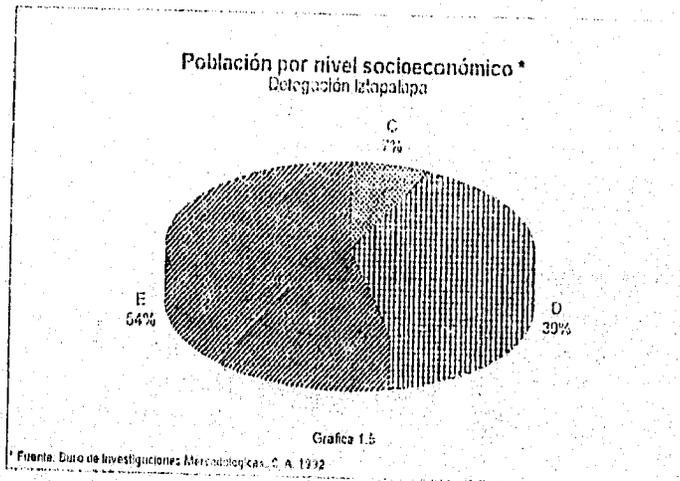
* Fuente: Censos proyectados a partir del XI Censo General de Población y Vivienda 1990 (INEGI) para el año 1994.



1.2.4 Población por nivel socioeconómico *

Tabla 17

Nivel	Profesión u oficio	Número de habitantes	Porcentaje
C	Profesionistas, comerciantes y empleados de nivel medio	109,703	7.0%
D	Obreros, albañiles, mecánicos, empleados de mostrador y artesanos	617,006	39.4%
E	Albañiles, peones, vendedores ambulantes y trabajadores domésticos	840,620	53.6%
Total		1,568,321	100.0%

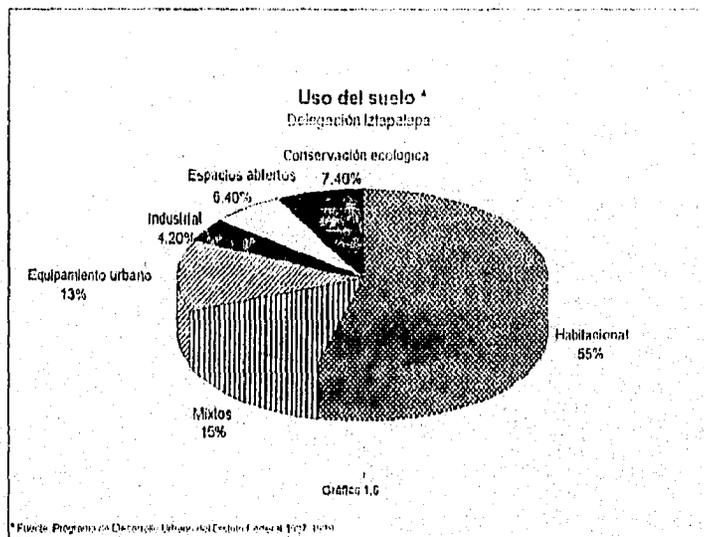


1.2.5 Uso del suelo *

El tipo de suelo que predomina en la Delegación, según el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (D.F.), es el habitacional, con densidades variables de 200 hab./ha hasta 900 hab/ha en tipo plurifamiliar densidades de 400 hab/ha en tipo unifamiliar, destinado a la actividad industrial se tiene solo el 4.2% (figura 1.4)

Tabla 1.8

Uso	Superficie (Km ²)	Porcentaje
Habitacional	63.50	54.0%
Mixtos	17.60	15.0%
Equipamiento urbano	15.30	13.0%
Industrial	4.90	4.2%
Espacios abiertos	7.50	6.4%
Conservación ecológica	8.70	7.4%
Total	117.50	100.0%



1.2.6 Características y zonas de uso del suelo

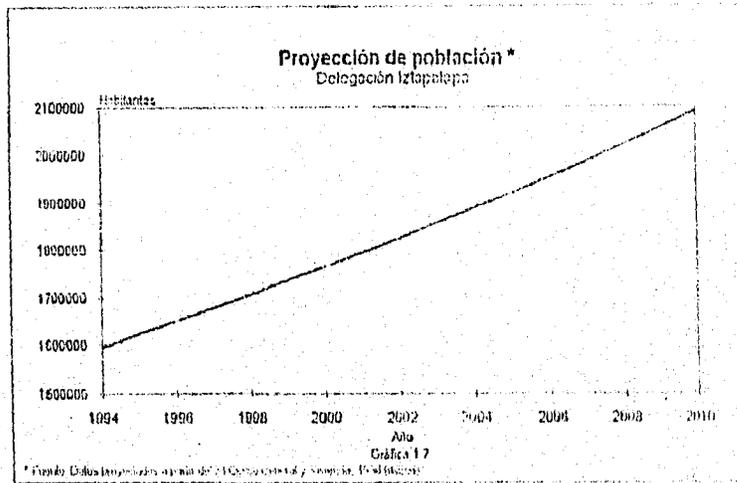
Tabla 1.9

Uso del suelo	Características	Colonias representativas
Mixto	Industria mezclada, servicios y habitacional con densidad de hasta 400 hab/ha.	Constitución de 1917, Los Angeles, Granjas Estrella y Campestre Estrella.
Habitacional	Con densidades de 200 hasta 800 hab/ha (tipo plurifamiliar) con densidades de hasta 400 hab/ha.	Reforma Educativa, Unidad Zaragoza, Constitución de 1917, Zacahuitzo, San Andrés Tetepilco, El Retoño, Apatlaco, Sector Popular y Héroes de Churubusco.
Equipamiento urbano	Servicios, salud, educación, cultura y administración.	Reforma Política, A. Obregón, Unidad Santa Cruz Meyehualco, San Lorenzo Tezonco, El Molino, Pasos de Churubusco, El Retoño y Apatlaco.
Industrial	Comunicaciones y transporte.	Tepalcates, Carretera México-Puebla, San Pedro, Gaylán, Los Ciprés, Santa Isabel, Esmeralda, Apatlaco y Otliz Tirado.
Espacios abiertos	Deportes y recreación.	El Paraiso, Colonial Iztapalapa, Ejidal Santa María Aztlahuacán, Constitución de 1917, El Molino y Sector Popular.
Conservación ecológica	Forestal restringido.	Sierra de Santa Catalina y Cerro de la Estrella.

1.2.7 Proyección de población *

Tabla 1.19

Año	Habitantes en la Delegación	Habitantes en el Distrito Federal	Respecto al Distrito Federal
1994	1,584,980	8,612,239	18.1%
1996	1,649,670	9,119,444	18.1%
1998	1,705,240	9,449,955	18.1%
2000	1,764,740	9,776,645	18.1%
2002	1,825,250	10,129,132	18.0%
2004	1,887,540	10,498,291	18.0%
2006	1,952,570	10,881,746	17.9%
2008	2,019,530	11,286,885	17.9%
2010	2,088,770	11,709,854	17.8%



1.2.8 Proyección del crecimiento urbano *

Tabla 1.11

Cantidad	Componente	Uso del suelo	Ubicación en la Delegación	Orientación
1	Centro urbano	Habitacional, servicios e industria aislada	Centro de Iztapalapa	Noroeste
3	Subcentro urbano	Habitacional, servicios y comercio (acciones de consolidación y mejoramiento)	Col. San Antonio Culhuacán	Oeste
			U. H. Ejército Constitucionalista	Norte
			Av. Canal de Garay	Sur
5	Corredor urbano	Habitacional, con servicios comerciales de todo tipo	Av. Tláhuac	Sur
			Calz. Ermita Iztapalapa	Centro
			Calz. La Viga	Oeste
			Av. Rojo Gómez	Oeste
			Calz. Ignacio Zaragoza	Norte
19	Centros de barrio	Habitacional y servicios de consumo	Col. Magdalena Atlixolpa	Noreste
			Col. Maza de Juárez	Centro
			U. H. Vicente Guerrero	Centro
			U. H. Guerrero	Centro
			Col. San Lorenzo Tezonco	Sur
			Col. Lomas San Lorenzo	Sur
			Col. Hank González	Centro
			Col. Lomas Santa Cruz (2)	Centro
			Col. Palmitas	Sureste
			Col. Tepetitlan	Sureste
			Col. Santa María Xalpa	Sureste
			U. Sta. Cruz Meychualco (3)	Centro
			U. Zaragoza (2)	Norte
U. H. Ermita Zaragoza	Este			
Col. Lomas de Santa Cruz	Este			

2. SISTEMA HIDRAULICO (ESQUEMA GENERAL DE SUMINISTRO DE LOS SERVICIOS HIDRAULICOS)

2.1 Agua potable

El nivel de cobertura de la delegación Iztapalapa es de 67 por ciento, abasteciéndose de agua potable por medio de los tanques Cerro de la Estrella y tanque Xaltepec, alimentados por el acueducto Chalco-Xochimilco, que recibe agua de la batería de pozos de Santa Catarina, Tiáhuac, Milpa Alta y Xochimilco; así como de los pozos profundos distribuidos en toda la Delegación (figura 2.1 y tabla 2.1); los acueductos que abastecen a Iztapalapa son:

El ramal Tetelco-Tecómilt se ubica en los pueblos, del mismo nombre, de las delegaciones Tiáhuac y Milpa Alta respectivamente. En Xochimilco, se localiza en el pueblo de San Gregorio Atlapulca, el ramal San Luis que al unirse con el ramal Tetelco-Tecómilt en la T de Santa María del Olívar, estructura en la que se registra la presión y el gasto, forman el acueducto Chalco-Xochimilco, el cual conduce su caudal hasta la planta de bombeo Cerro de la Estrella, en Iztapalapa.

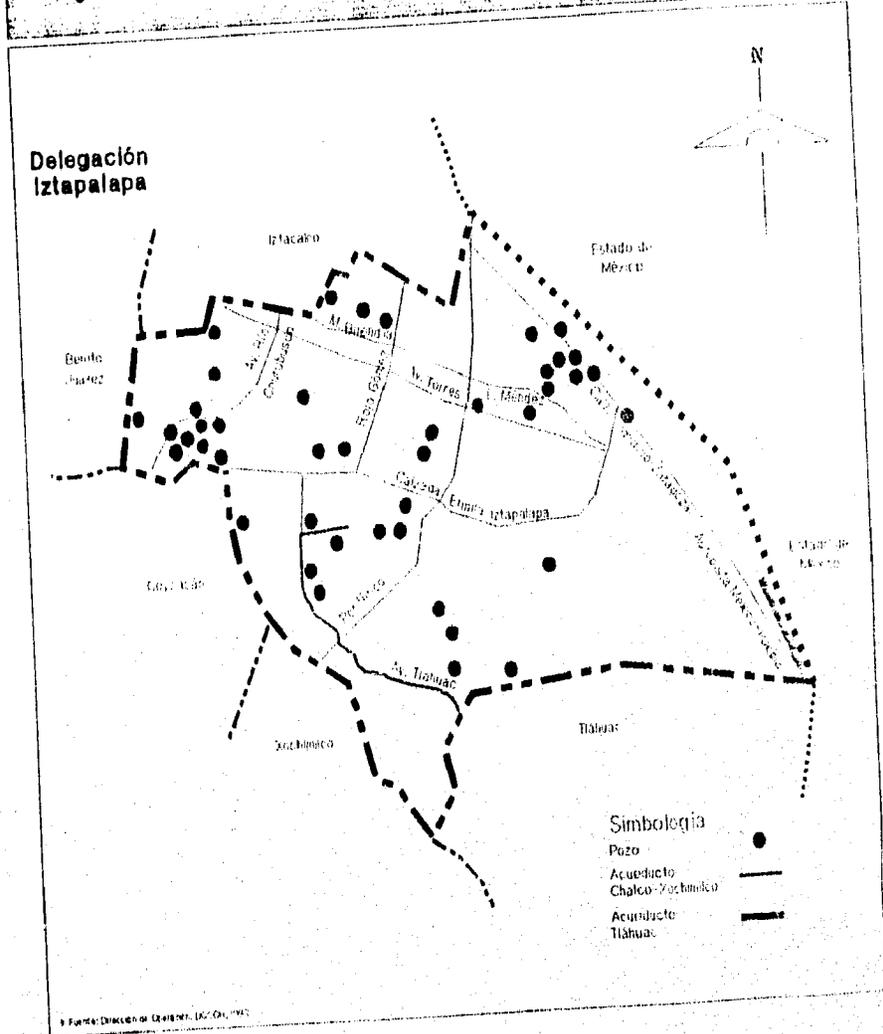
Existe otro acueducto importante en Tiáhuac a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CNA) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH), conocido con el nombre de Tiáhuac-Netzahuacoyotl y conduce su caudal al tanque La Caldera este tanque operado por la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS) del Estado de México, enviando su gasto al tanque La Caldera perteneciente a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOP), que distribuye por gravedad y por bombeo a la zona oriente de Iztapalapa (tabla 2.2).

Para abastecer a los asentamientos humanos ubicados en las inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina, en los cerros del Marqués y de la Estrella, existen líneas de interconexión las cuales se encuentran distribuidas en nueve subsistemas de distribución de agua potable y son: San Miguel Teotongo, Santiago Acahualtepec, Lomas de Zaragoza, El Paraiso, San Juan Xalpa, La Veracruzana, Valle de Luces, Granjas Estrella y Minas (tabla 2.3).

La regulación de agua potable se realiza por medio de tanques, la mayoría de ellos se ubican en las partes altas de la Delegación, lo cual facilita la distribución del agua por gravedad (tabla 2.5); la mayor parte de la distribución del caudal se realiza a partir de los tanques de almacenamiento La Caldera y Cerro de la Estrella. El flujo es por gravedad, utilizándose solamente rebombos para alimentar los subsistemas de distribución localizados en las zonas altas. Existen algunos pozos, tanques y rebombos con instalaciones automatizadas que permiten reiniciar la operación de un pozo o rebombero al ocurrir alguna interrupción en el suministro de energía eléctrica y verificar en el caso de pozos la dosificación de cloro, así como la variación de la temperatura en las bombas y los caudales y presiones en la tubería de descarga. Se cuenta además con un sistema de alarmas que detecta el acceso de personas ajenas a la instalación, así como el paro y arranque por niveles de los equipos de bombeo que envían agua a los tanques.

Adicionalmente para el uso industrial algunas empresas cuentan con la concesión de pozos de agua potable (pozos particulares) por parte de la Comisión Nacional del Agua (tabla 2.1 A).

Figura 2.1 Fuentes de abastecimiento *



2.1.1 Captación, conducción e interconexión

2.1.1.1 Acuíferos, pozos municipales y pozos particulares

El Valle de México se divide en las siguientes zonas geohidrológicas:

- I Lacustre
- II Transición (lacustre, tarango y andesita)
- IIA Transición (lacustre y tarango)
- IIB Transición (lacustre y basalto)
- III Basaltos
- IV Tarango
- V Andesitas

La delegación Iztapalapa, se ubica en las zonas geohidrológicas I, II y III. La zona I comprende las franjas de los lados norte y poniente de la Sierra de Santa Catarina, la profundidad de los pozos varía de 50 a 250 m y aportan un caudal que va de 70 a 110 l/s.

En lo que respecta a la zona II, se localiza en la franja norte de Iztapalapa, la profundidad de los pozos varía de 200 a 400 m y se obtienen caudales variables de 40 a 70 l/s.

Por último la zona III, está definida entre las zonas geohidrológicas I y II, ubicadas al norte y al oriente de la Sierra de Santa Catarina, en donde se localizan los cerros de la Estrella y el Peñón, región en la cual la extracción de agua se realiza en forma intensiva.

No.	Nombre	Ubicación	Caudal (l/s)	Área principal de servicio
1	Agrícola Oriental 2	Canal de Tezonile esq. Río Churubusco, Col. Paseos de Churubusco	15	Planta potabilizadora Marroquín y Rivera y red de distribución
2	Agrícola Oriental 4	Canal de Tezonile esq. Río Tlaxpan y Río Grande, Col. Paseos de Churubusco	69	Planta potabilizadora Marroquín y Rivera y red de distribución
3	Agrícola Oriental 5	Canal de Tezonile a 500 m aproximadamente de la Av. Rojo Gómez, Col. Paseos de Churubusco	58	Planta potabilizadora Marroquín y Rivera y red de distribución
4	Cerro de la Estrella 1	Gobernación esq. Vicente Guerrero (en el deportivo Cuahuacán), Col. Luis Echeverría	90	San Simón Cuahuacán
5	Cerro de la Estrella 2	Av. 11 entre Sabarín y Bilbao, Col. San Juan Xalpa	52	San Nicolás Tolentino y San Juan Xalpa
6	Carlos G. Gracidas	Carlos G. Gracidas y Luis Méndez, entre los parques Cuahuacán y Santa Cruz	13	Renovación y U. H. Vicente Guerrero
7	Fraccionamiento Banjidal	Sur 69-A, entre Av. Emiliano Zapata y Oriente 169, Col. Banjidal	52	Col. Banjidal
8	Granjas Estrella 1	Losbos esq. Losina, Col. Granjas Estrella	23	Tanque Granjas Estrella y Col. Granjas Estrella
9	Granjas Estrella 2	Boulevard Capri No. 103, Col. Granjas Estrella	37	Col. Granjas Estrellas y Lomas Estrella
10	Granjas San Antonio	Culturas prehispánicas entre calle 8 y calle 10, Col. Granjas San Antonio	52	Col. Granjas San Antonio y Barrio Santa Bárbara
11	Iztapalapa 1	Aldama esq. Ayuntamiento, Barrio de la Asunción	58	Col. Iztopalapa (Centro)
12	Iztapalapa 2	Calz. Ermita Iztopalapa esq. Av. Ermita, Barrio San Lucas	71	Barrio San Lucas y Col. Santa Isabel Industrial
13	Iztapalapa 6	Prolongación Anillo Periférico esq. Luis Méndez	58	Unidad Vicente Guerrero
14	Los Reyes Iztopalapa	Cuahuacán esq. Ahuizotl, Col. Ampl. Los Reyes	36	Los Reyes Cuahuacán y Ampliación Los Reyes
15	Panteón Civil 1	Av. San Lorenzo (interior del Panteón Civil), Col. San Nicolás Tolentino	77	Col. Paraje San Juan
16	Panteón Civil 2	Av. San Lorenzo (interior del Panteón Civil), Col. San Nicolás Tolentino	78	Col. Paraje San Juan

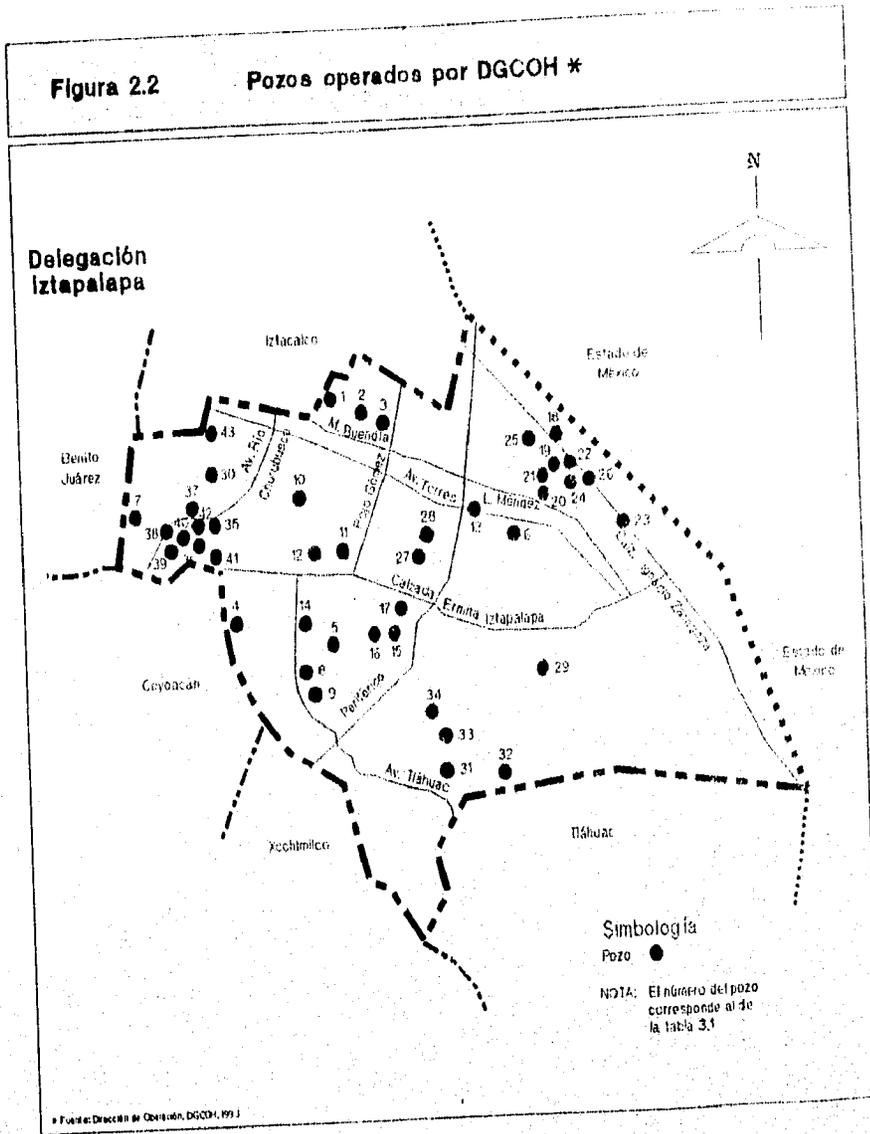
No.	Nombre	Ubicación	Caudal (l/s)	Área principal de servicio
17	Panteón Civil 3	Av. San Lorenzo (interior del Panteón Civil), Col. San Nicolás Tolentino	79	Col. Paraje San Juan
18	Peñón 1	Calz. I. Zaragoza esq. Balbuena, Col. San Lorenzo Xicolencall	46	Col. San Lorenzo Xicolencall
19	Peñón 2	Alamos esq. Justina, Col. Santa Martha Acatilla	78	Col. Paraje San Juan
20	Peñón 3	Cándido Aguilar esq. López Mateos, Col. Santa Martha Acatilla	56	Acueducto Peñón
21	Peñón 4	Av. Lerdó de Tejada esq. Cándido Aguilar, Col. Santa Martha Acatilla	68	Acueducto Peñón y Col. Zona Urbana Ejidal Santa Martha Acatilla
22	Peñón 5	Calz. Ignacio Zaragoza esq. calle 1, Col. Z. U. Ejidal de Santa Martha	54	Zona Urbana Ejidal Santa Martha Acatilla y Acueducto Peñón
23	Peñón 6	Calz. Ignacio Zaragoza esq. calle 1, Col. José María Morelos	36	Acueducto Peñón, U. H. Ejército de Oriente y Z. U. E. Santa Martha Acatilla
24	Peñón 7	Félix Gutiérrez y Cinculo de Zarota, U. H. Ejército de Oriente	78	Acueducto Peñón y U. H. Ejército de Oriente
25	Peñón 8	Calz. Acamajucil (interior de la E. N. E. P. Zaragoza), Col. Alvaro Obregón	81	Acueducto del Peñón y Col. Alvaro Obregón
26	Peñón 9 **	Batalla de Angostura esq. Garza González, Col. Alvaro Obregón	22	Col. Alvaro Obregón, tanque Paraiso y rebombos CIA-1
27	Purísima Iztapalapa 3	San Felipe de Jesús esq. F. C. Atlixco, Col. Albarada	48	Col. Purísima, Progresista y Barrio San Miguel
28	Purísima Iztapalapa 7	Av. Purísima esq. San Felipe de Jesús, y calle B, Col. La Purísima	57	Col. Purísima, Progresista y Barrio San Miguel
29	Santa Cruz Moyehualco 2 **	Reforma Administrativa esq. Reforma Social, Col. Reforma Política	47	Planta palabizadora Roberto Gayol
30	San Juanico Iztapalapa	Juárez entre San Juanico y Plaza Juárez, Col. San Juanico Nextipac	39	Col. San Juanico Nextipac
31	San Lorenzo Tezonco **	Los Deposorios entre Francisco Selazar y José María Vallejo, Col. San Lorenzo Tezonco	33	Pueblo San Lorenzo Tezonco
32	Santa Catalina 9	Al oriente del Panteón Civil de San Lorenzo Tezonco	26	Acueducto Chalco-Xochimilco
33	Santa Catalina 10	Barda nor-poniente del Panteón Civil de San Lorenzo Tezonco	17	Acueducto Chalco-Xochimilco
34	Santa Catalina 11 **	Los Deposorios entre San Lorenzo y Baltazar E. Roca (interior del deportivo San Lorenzo)	61	Pueblo de San Lorenzo Tezonco
35	Sector Popular 1	Camejón de Atlixco del Toro entre Sur 107 y Sur 107-A, Col. Sector Popular	43	Col. Sector Popular

Continuación tabla 2.1

No.	Nombre	Ubicación	Caudal (l/s)	Área principal de servicio
36	Sector Popular 2	Camellón de Rodolfo Ueigli entre Sur 103-A y Sur 105, Col. Sector Popular	44	Col. Sector Popular y Ecuadrón 201
37	Sifón	Cirujanos No 19 entre Vicente Guerrero y Av. Río Churubusco, Col. Sifón	49	Col. Sifón
38	Unidad Modelo 1	Retorno 111 de Río Churubusco esq. andador Retorno 101 de Calzada de La Viga, Col. U. Modelo	65	Col. Unidad Modelo
39	Unidad Modelo 2	Av. U. Modelo entre Retorno 204 y Exhacienda de Guadalupe, U. H. Modelo	56	Col. Unidad Modelo
40	Unidad Modelo 3	1er. Retorno Profonq Emiliano Zapata esq. 1er. Retorno 507, U. H. Modelo	50	Col. Unidad Modelo
41	Viga 1	Camellón Central de la Viga casi esq. Calz. Ermita Iztapalapa, Col. Mexicalzingo	22	Col. Cacahu y Héroes de Churubusco
42	Viga 2	Camellón Central de la Viga casi esq. Retorno 301, Col. Unidad Modelo	43	Col. Sector Popular y Unidad Modelo
43	Viga 3	Calz. La Viga esq. Calz. San Juanico, Col. San Juanico Nextipac	53	Col. San Juanico
44	San Sebastián Tecolotilla	Padre Aceves entre Federico González Garza y Manuel Gandura, Deportivo San Sebastián	26	Pueblo San Sebastián Tecolotilla
45	Purísima Iztapalapa 2	Quetzal (interior del deportivo La Purísima), Ampliación Barrio San Miguel	48	Barrio San Miguel
Total			2,244	

* Fuente: Dirección Técnica DGCOH. 1994
 ** Instalación automatizada
 ☉ Planta potabilizadora a pie de pozo

Figura 2.2 Pozos operados por DGCCH *



Pozos particulares *

Tabla 2.1 A

No.	Propietario	Ubicación	Caudal (l/s)
1	Baños Manolita, S. A. de C. V.	Agustín Yañez No. 1360, Col. Sector Popular	12
2	Esther de la Vega	Calzada de la Viga No. 1238, Col. El Triunfo	1
3	Fermic, S. A. de C. V.	Lebrija No. 873, Col. Granjas Estrella	68
4	Industrias JLC, S. A.	San Lorenzo Tezonco No. 201, Col. San Nicolás Tolentino	110
5	Inmobiliaria Ezco, S. A.	Reforma No. 400, Col. San Nicolás Tolentino	1
6	Johnson y Johnson de México, S. A.	Ermita Iztapalapa No. 557, Col. Granjas Esmeralda	44
7	Papelería Iruña, S. A.	Av. Tláhuac No. 5921, Col. El Verget	443
8	Transportes Eléctricos del Distrito Federal	Municipio Libre No. 402, Col. San Andrés Tetepitco	289
9	Cartones Superfinos, S. A.	Tulyehualco No. 4749, Col. San Nicolás Tolentino	15
Total			960

* Fuente: Comisión de Aguas del Distrito Federal, 1993.

2.1.1.2 Acueductos *

Tabla 2.1

Acueducto	Ubicación		Diámetro (cm)	Longitud (m)		Abastecen a
	Calle	Colonia		Total	En la Delegación	
Chalco-Xochimilco	Calz. Tláhuac y 5 de Mayo	Vergel, U. Habitacional Benito Juárez, Lomas Estrella, Santa María Tomatlán, Culhuacán, y Los Reyes	183	25,000	9,250	P.B. Cerro de la Estrella
Tláhuac-Netzahualcóyotl (Operado por GAVM)	Márgen derecho del Canal de Chalco, eje 10 Sur y lado izquierdo de la autopista México-Puebla	Santa Catarina, Selene y Zona agrícola de Zapolitán	122	14,000	1,600	Tanque La Caldera (GAVM)

* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH, 1994
 GAVM, Gerencia de Aguas del Valle de México.

2.1.1.3 Líneas de interconexión*

Estructura que conecta	Ubicación		Diámetro (cm)	Longitud (m)
	Calle	Colonia		
Red primaria de 122 cm de diámetro a la red secundaria de 30 cm de diámetro a la Av. Rojo Gómez.	Av. Rojo Gómez 5 de mayo	Barrio San Pablo	122	430
Pozo Unidad Modelo II a la línea de 122 cm		Unidad habitacional Modelo	30	313
Canal de Garay-San Lorenzo	Canal de Garay y San Lorenzo	Paraje San Juan	30	1,073
Canal de Garay-Benito Juárez	Canal de Garay y Benito Juárez	Paraje San Juan	122	911
Acueducto Chalca-Xochimilco a Ermita Iztlapalapa	Calzada Ermita Iztlapalapa		122	3,600

Estructura que conecta	Colonia	Diámetro (cm)	Longitud (m)
Tanque rebombote CIA 2-Tanque reb. T CIA 3	Santiago Acahualtepec y Xalpa	30	443
Tanque rebombote CIA-Tanque TIAS	Santiago Acahualtepec y Xalpa	15	1,560
Tanque rebombote CIA 3-Tanque Huecapopol	Lomas de la Estancia	10	310
Bombeo Pozos	Lomas de Zaragoza	30	120
Bombeo Pozos-Tanque La Hera	Parajo Buenavista	30	1,700
Tanque La Hera-red secundaria de Cnl. Xalpa	Xalpa	30	950
Tanque Calvario-Tanque TIA 7	La Veracruzana	10	550
Bombeo CIA-Tanque TIA 1	San Juan Xalpa	30	630
Pozo Pañón 9-Rebombeo CIA 4	Alvaro Obregón y El Paisito	15	50
Bombeo CIA 4-Tanque TIA 4	El Paisito	15	550
Pozos Agrícola Oriental-planta Agrícola Oriental	Agrícola Oriental	51	1,100
Tanque La Caldera Red primaria y secundaria	San Miguel Teolongo y Santiago Acahualtepec	122	2,322
Bombeo CIA 8A-Tanque rebombote CIA 8	San Miguel Teolongo (Sección Mercedes)	30	500
Tanque rebombote CIA 8-Tanque reb. CIA 9	San Miguel Teolongo (Sección Yaullica)	30	600
Tanque rebombote CIA 8-Tanque R-12	San Miguel Teolongo (Sección Yaullica)	30	505
Tanque rebombote CIA 9-Tanque TIA 10	San Miguel Teolongo (Sección Yaullica)	30	770
Tanque rebombote CIA 9-Tanque R-12	San Miguel Teolongo (Sección Yaullica)	30	580
Tanque rebombote CIA 10-Tanque R-11	San Miguel Teolongo (Sección Yaullica)	30	770
Bombeo CIA 6-Red secundaria	Lomas de Zaragoza	30	380
Bombeo CIA 6-Tanque TIA 6	Lomas de Zaragoza	30	1,580
Bombeo CIA 2-Red secundaria	San Miguel Teolongo	30	325
Bombeo CIA 2-Tanque rebombote CIA 2	Santiago Acahualtepec	30	1,324
Tanque rebombote CIA 2-Tanque reb. CIA 3	San Miguel Teolongo	30	2,190
Rebombeo Valle de Lucas 1-Tanque Valle de Lucas 2	Valle de Lucas	30	600
Rebombeo Pozos-Red secundaria de las Cel. Buenavista, Tecuatlán y Tenorios	Buenavista, Tecuatlán y Tenorios	30	2,850
Pozo Purísima 2-Red primaria de 122 cm de diámetro	Purísima	30	95
Rebombeo Xalpaingo-Rebombeo Cerro de la Estrella	Varias colonias del oeste de Ixtapalapa	50 122	600 900
Tanque Xalpapec-Rebombeo Pozos	Buenavista, San José y Referida Política	51	1,785
Tanque Cerro de la Estrella-Tanque El Calvate	Ampliación Santuario y Santa María del Monte	15	2,000
Tanque de regulación-Tanque reb. CIA 3	Huecapopol (Santiago Acahualtepec 3ª sección)	8	310
Bombeo Quetzacoatl-Tanque Xalpapec	Amado Narváez y pendiente del Volcán Xalpapec	91	2,700
Pozo Pañón 1-Red secundaria	San Lorenzo Xicoloncatt	30	250

* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH, 1994

2.1.1.5 Subsistemas de agua potable

SUBSISTEMAS DE AGUA POTABLE EN LA SIERRA DE SANTA CATARINA

Subsistema San Miguel Teotongo

Ubicado al este de la Delegación se alimenta por medio de la línea de conducción primaria de 122 cm de diámetro, que sigue el trazo de la autopista México-Puebla, su gasto proviene del tanque circular La Caldera, a través de la primera planta de bombeo CIA-8, envía su caudal al tanque rebombado TCIA-9 que distribuye a presión al tanque TIA-10 y por gravedad, al tanque de regulación R-12, el tanque TIA-10 suministra su gasto por gravedad al tanque de regulación R-11. Por último de los tanques R-11 y R-12 se distribuye por gravedad a la red secundaria de la colonia San Miguel Teotongo y sus secciones Yautitica, La Loma y Mercedes.

Subsistema Santiago Acahualtepec

Se localiza al este de la Delegación y recibe el caudal proveniente del tanque La Caldera a través de una línea de conducción de 122 cm de diámetro, el cárcamo CIA-2 es el primer bombeo del subsistema, enviando su caudal al tanque y cárcamo TCIA-2 donde se regula y se rebomba hacia el tanque y cárcamo TCIA-3, el cual envía su gasto a presión a los tanques TIA-5 (Las Cabras) y Huecampool; los tanques y cárcamos distribuyen a la red secundaria de las colonias Santiago Acahualtepec, Xalpa, Tenorios, Lomas de la Estancia y Huecampool.

Subsistema Lomas de Zaragoza

Se alimenta de la línea de 122 cm de diámetro proveniente del tanque La Caldera, la planta de bombeo CIA-6 da inicio a este subsistema y envía su caudal al tanque TIA-6 que distribuye por gravedad a la red secundaria de la colonia Lomas de Zaragoza.

Subsistema Las Minas

Se ubica al este de la Delegación inicia con la planta de bombeo Pozos que envía, por una línea de 30 cm de diámetro, por la parte norte su caudal al rebombado La Era que abastece al tanque Minas, con lo que suministra agua al norte de la Delegación y por la parte sur alimenta al tanque rebombado TCIA-2 que envía por un lado al tanque Huecampool y al tanque TIA-5 y por otro al tanque Miravalle, que abastece por gravedad al tanque Corrales, beneficiando las colonias Palmitas, Tenorios, Xalpa, Miravalle y Corrales.

SUBSISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CERRO PEÑÓN VIEJO

Subsistema El Paraíso

Se ubica al norte de la Delegación, en la parte alta del Cerro del Marqués, también conocido como Peñón Viejo. El pozo Peñón 4, envía su caudal por una línea de 107 cm de diámetro, descarga a la planta de bombeo CIA-4, enviando a presión su caudal al tanque TIA-4 que distribuye por gravedad a la red secundaria de las colonias Paraíso, Morelos y Alvaro Obregón.

SUBSISTEMAS DE AGUA POTABLE EN EL CERRO DE LA ESTRELLA

Subsistema San Juan Xalpa

Localizado en la zona central de la Delegación, en la parte alta del Cerro de la Estrella, los tanques del mismo nombre abastecen por una línea de 122 cm de diámetro a la planta de bombeo CIA-1 que suministra al tanque TIA-1, de donde por gravedad envía su caudal al tanque Amanecer Bellavista; que a su vez y por gravedad a la U. H. Amanecer Bellavista y a las colonias San Juan Xalpa y ampliación San Juan Xalpa.

Subsistema La Veracruzana

Es abastecido por los tanques Cerro de la Estrella del tanque y cárcamo TCIA-7 y suministra al tanque TIA-7, que distribuye por gravedad a la red secundaria de las colonias La Veracruzana, ampliación Veracruzana, Santa María del Monte y El Molino.

Subsistema Valle de Lucas

La planta de bombeo Valle de Lucas 1, recibe la aportación de los tanques Cerro de la Estrella a través una línea de conducción de 30 cm de diámetro de los tanques Cerro de la Estrella. El rebombao Valle de Lucas 2 proporciona agua a presión por medio de una línea de conducción al tanque Valle de Lucas 3, aportando a la red secundaria de las colonias Valle de Lucas, El Mirador y Los Reyes.

Subsistema Granjas Estrella

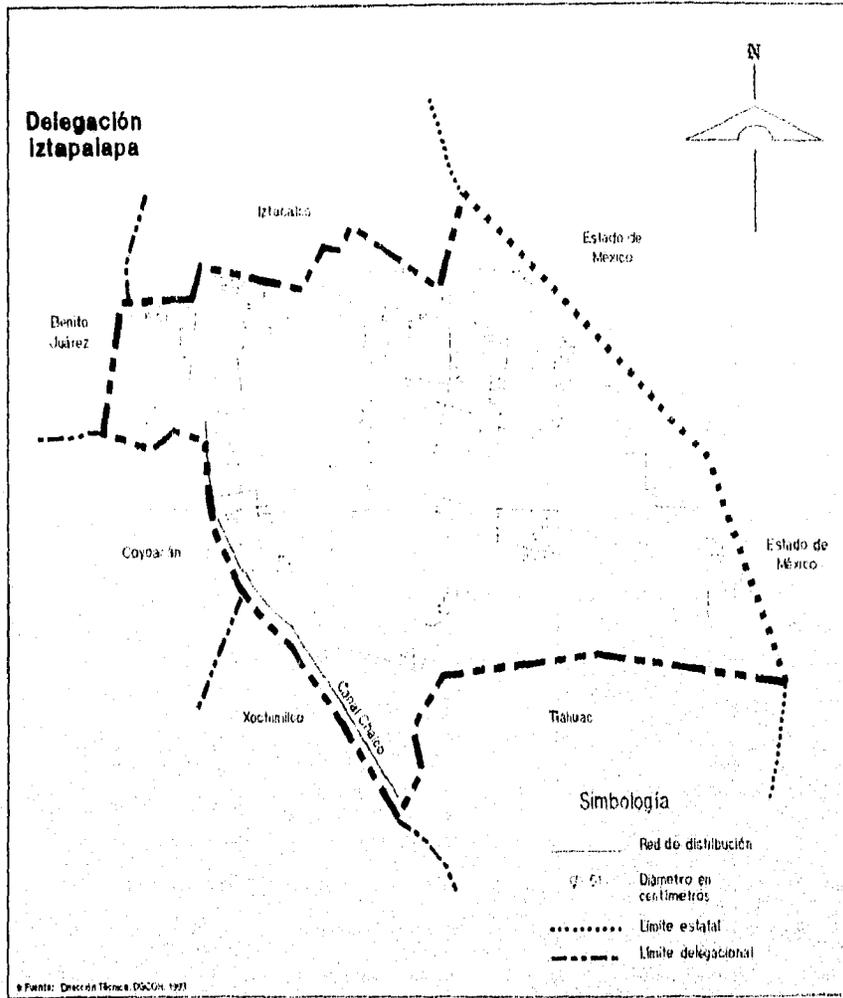
Inicia con la descarga del caudal del pozo Granjas Estrella 1 al tanque de almacenamiento Granjas Estrella, el cual distribuye por gravedad a la red secundaria de las colonias Campestre Estrella y Granjas Estrella.

Notas:

Pozos (tabla 2.1)

Tanques, Tanque rebombos y rebombos (tablas 2.5 y 2.6)

Figura 2.3 Red primaria de distribución *



2.1.2 Almacenamiento y bombeo

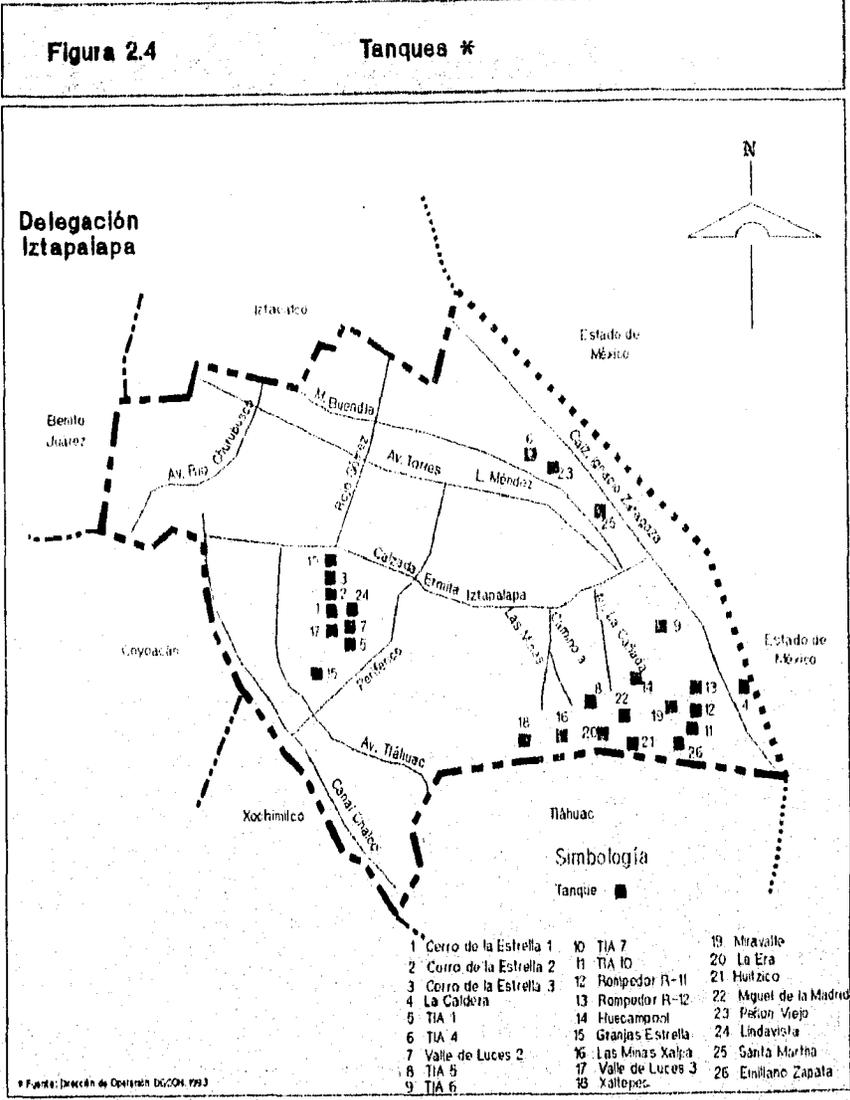
2.1.2.1 Principales Tanques *

Tabla 2.5

No.	Nombre	Ubicación	Capacidad (m³)	Tirante Máximo (m)	Elevación (mam)	Red de agua de	Destinatario
1	Cerro de la Estrella ** (3 tanques)	5 de Mayo esq. Moxtaizuma pueblo Los Reyes	150,000	5.8	2300	La torre de distribución Cerro de la Estrella	Línea de 122 cm de diámetro
2	La Calavera **	Km 20 de la Autopista México-Puebla, Cerro de la Calavera, Col. Ampliación Emiliano Zapata	50,000	5	2300	Tanque La Calavera (TAVM) y pozos del Ramal Santa Catalina	Tanque Miguel de la Madrid y sus Col. San José Acahualtepec, Paraje Zacaletpec, Huitzo Lomas de Zaragoza y Emiliano Zapata
3	TIA-1 **	Nautla esq. Nogal, Col. San Juan Xalpa	1,000	3	2310	Rebombeo CIA-1	Col. San Juan Xalpa y Ampliación San Juan Xalpa
4	TIA-4 ** (Paraiso)	Náiz esq. Olimpiadas de 1968, Col. Paraiso	100	2.8	2310	Rebombeo CIA-4	Col. El Paraiso, Ampl. Paraiso y Álvaro Obregón
5	Amanecer Bellavista	U. H. Amanecer Bellavista, Col. San Juan Xalpa	2500		2320	Tanque TIA-1	U. H. Primavera Bellavista
6	Valle de Luces 2	5 de Mayo s/n, Col. Valle de Luces	100	2.5	2330	Línea del bombeo Valle de Luces	Col. Valle de Luces, Luis Echeverría, Mirador y parte de Culhuacán
7	TIA-8 (Las Cabezas) ** (Fuera de operación, temporalmente)	Francisco Villa s/n (por Camacho), Col. Xalpa	100	2	2380	Rebombeo TCIA-3	Col. Fenicias, Xalpa y Teotitlán
8	TIA-6 **	15 de Septiembre esq. Monera, Col. Iztlahuacán	500	5.3	2280	Rebombeo CIA-6	Col. Lomas de Zaragoza
9	TIA-7 (La Veracruzana) **	Estrella esq. calle ahornado, Col. Santa María del Monte	200	3	2355	Rebombeo TCIA-7	Col. Santuario, Sta. María del Monte y Barrio San Miguel y U. H. La Mora
10	TIA-10 **	Morelos esq. Primavera, Col. San Miguel Teotongo	300	2	2448	Rebombeo TCIA-9	Col. San Miguel Teotongo
11	Rompedor (R-11) **	Morelos esq. Primavera, Col. San Miguel Teotongo	100	2.4	2380	Tanque TIA-10 y rebombeo TCIA-9	Col. San Miguel Teotongo
12	Rompedor (R-12) **	Primavera, Col. San Miguel Teotongo	100	2.4	2340	Rebombeo TIA-10	Col. San Miguel Teotongo
13	Huecampool **	Santa Cruz esq. Huecampool, Col. Lomas de la Estancia	50	1.5	2380	Rebombeo TCIA-3	Col. Huecampool y Lomas de la Estancia
14	Las Minas ** (Xalpa)	Camino a las Minas, Predio Mazatepec, Col. Xalpa	1,300	4	2370	Rebombeo La Era	Col. Buenavista y Tenorios
15	Valle de Luces 3	Morelos s/n, Col. Valle de Luces 2a. Sección	1,000	4.5	2300	Reb. Valle de Luces 2	Col. Fuego Nuevo y El Mirador
16	Xaltepec	Al poniente de las faldas del volcán Xaltepec	8,000	4.5	2200	Rebombeo Quetzalcóatl (Delegación Tlahuac)	Rebombeo Pozos y Col. Lomas de Sta. Leticia, Lomas de Santa Cruz y Consejo A. Moctezuma
17	Miravalle	Atacomulco esq. Av. Revolución, Col. Miravalle	500		2452	Tanque rebombeo TCIA-2	Col. Miravalle, San Pablo y U. H. Lomas de la Estancia, M. de la Madrid y Tanque Corriente
18	La Era	La Era entre Sauzea y Pino, Col. Tenorios	500	4.5	2340	Rebombeo Pozos	Tanque Minas y Col. Xalpa y Conchos
19	Huitzo (TCIA-13)	Glaciola esq. Nardo, Col. Huitzo	500		3350	Rebombeo Miguel de la Madrid	Col. Huitzo y Peñón Viejo
20	Miguel de la Madrid (TCIA-12)	Av. de las Torres esq. Lirio, Col. Potrero	500		2340	Rebombeo La Calavera	Tanque Huitzo y Col. Apolocalco y Campestre Potrero
21	U. H. Peñón Viejo	Al suroriente de las faldas del cerro del Peñón Viejo, U. H. del Marqués	2100		2320	Rebombeo del Peñón Viejo	U. H. del Marqués el suroriente del cerro del Peñón Viejo
Total			218,450				

* Fuente: Dirección de Operación, DGOH-1994

** Instalación automatizada



2.1.22 Plantas de bombeo *

Tabla 2-6

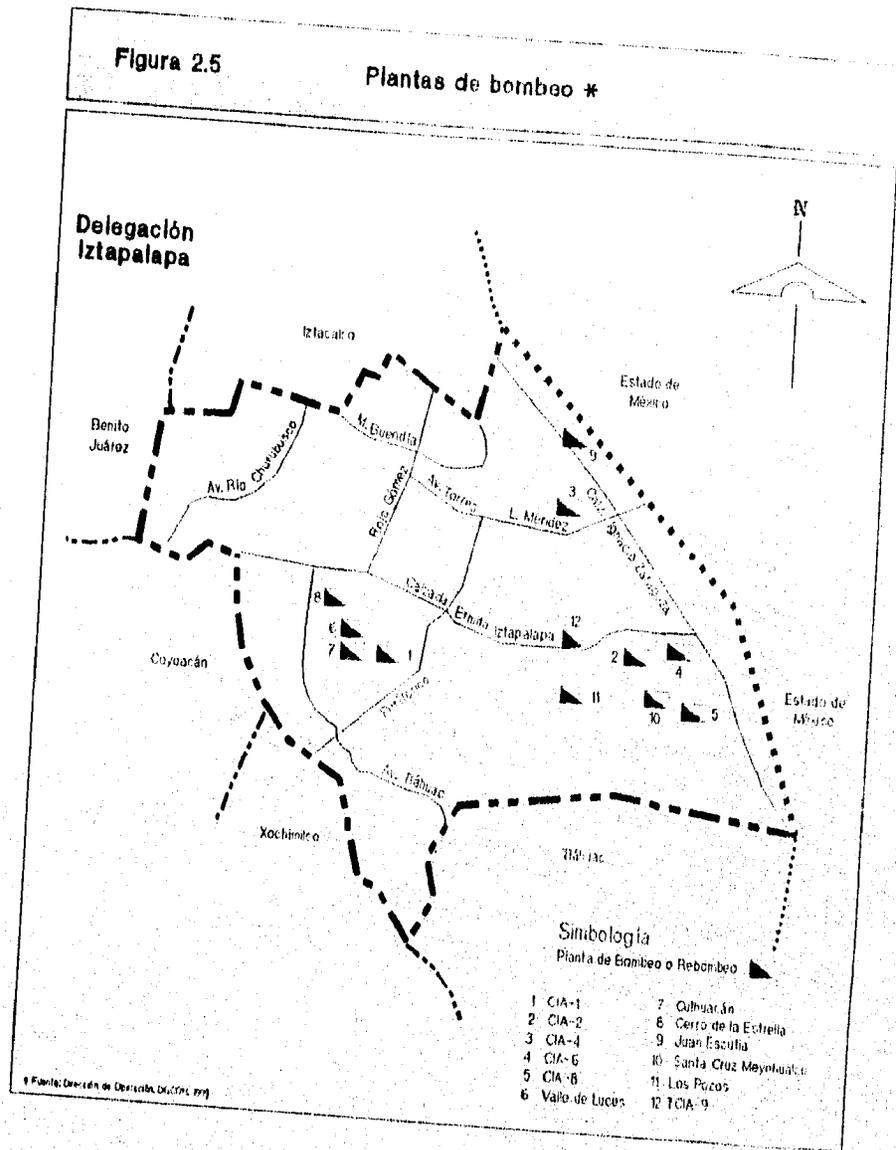
No.	Nombre	Ubicación	Rede de agua de	Emesa aguas de	Capacidad (lt)
1	CIA 1 **	Najda esq calle 11, Col. San Juan Xalpa	Línea de conducción de 122 cm de diámetro de los tanques C de la Estrella pozo C de la Estrella 2	Tanque TIA 1 y Col. San Juan Xalpa	100 Tanque 500 m ³
2	CIA 2 **	Av. de las Torres esq. Octavo Surtes, Col. Santiago Acahualtepec	Línea de conducción de 122 cm de diámetro del tanque La Caldera	Tanque rebombos CIA-2, Col. Parque Zedillo y Santa Martha Acuña	260 Tanque 1300 m ³
3	CIA 4 **	Carza González esq. Cuetzal Col. El Paraíso	Pozo Poñón 9	Tanque TIA-4 y Col. Abasco Obregón	50 Tanque 100 m ³
4	CIA 6 **	Calzada Ermita Iztapalapa, frente a la escalera de Mujeres, Col. Lomas de Zaragoza	Línea de conducción de 122 cm de diámetro del tanque La Caldera	Tanque TIA-6 y Col. Lomas de Zaragoza	120 Tanque 50 m ³
5	CIA 8 **	Berilo Juárez esq. Hank González Col. San Miguel Teolongo	Línea de conducción de 122 cm de diámetro del tanque La Caldera	Tanque rebombos CIA 8	154
6	Valle de Lucos 1	Morelos esq. Neptuno, Col. El Mirador	Tanques Cerro de la Estrella	Tanque rebombos Valle de Lucos 2	40
7	La Caldera (CIA-11)	Km 20 de la autopista México-Puebla, Cerro de la Caldera, Col. Emiliano Zapata	Tanque La Caldera (CAVM)	Tanque Reb CIA-12, reb CIA-2 y rebombos CIA 8	70
8	Cerro de la Estrella	Av. 5 de Mayo esq. Moctezuma, Col. Ampliación Los Reyes	Acueducto Chalco Xochimilco	Torre de distribución de los Tanques Cerro de la Estrella	4,750
9	Juan Escutla	Juan de la Luz Enriquez esq. 5a. Cda de Juan de la Luz Enriquez, Col. Vocaciones	Acueducto de los pozos del Peñón	Col. Vocaciones y Juan Escutla	40 Tanque 100 m ³
10	Santa Cruz Meyhualcán	Carz Ermita Iztapalapa esq. Emilio P. Navarrete s/n, Col. Santa María Aztlahuacán	Tanques Cerro de la Estrella	Col. Santa María Aztlahuacán	60
11	Los Pozos **	Av. Los Pozos esq. Reforma Política, Col. Reforma Pública	Línea de conducción de 51 cm de diámetro, Tanque Xaltepec	Tanques La Era, CIA-2 y Col. Reforma Pública	450
12	CIA 9 **	Pomaveta esq. Bugambilia, Col. San Miguel Teolongo	Tanque rebombos CIA 9 y tanque R-11	Col. San Miguel Teolongo e Iztahuacán y tanque TIA-10	175 Tanque 500 m ³
13	Miguel de la Madrid (CIA-12)	Av. de las Torres s/n, Col. Miguel de la Madrid	Tanque La Caldera	Tanque Huixtlan	40 Tanque 500 m ³
14	CIA 2 **	Ocofe esq. Cda. Ocofe, Col. Santiago Acahualtepec	Rebombos CIA-2	Col. Santiago Acahualtepec, Xalpa y planta de bombeo CIA-3	284 Tanque 1300 m ³
15	CIA-3 **	Cometa esq. Luna, Col. Santiago Acahualtepec	Tanque rebombos CIA-2	Col. Xalpa, Miguel de la Madrid, y tanque TIA-5	163 Tanque 500 m ³
16	CIA-7 **	Estrella esq. Campamento, Col. El Santuario	Rebombos Veracruzana	Col. Santa María del Monte, Santuario, El Marlo, Ampl. Flores Magón y tanque TIA-7	300
17	CIA-5 **	Av. Las Torres esq. Lázaro Cárdenas, Col. San Miguel Teolongo	Planta de bombeo CIA 8	Col. San Miguel Teolongo, sección Mercedes y Tanque rebombos CIA-8	297 Tanque 300 m ³
Total					7,348

* Fuente: Dirección de Operación DCOCH, 1994

** Instalación automatizada

Figura 2.5

Plantas de bombeo *



2.1.3 Potabilización del agua *

2.1.3.1 Procesos y calidad del agua

Las plantas potabilizadoras someten el agua extraída de los pozos profundos a diferentes procesos de potabilización, cuando estos tienen agua de mala calidad (dureza y alto contenido de sales minerales) con el objeto de garantizar la calidad del agua suministrada a la población. Se mencionan a continuación los procesos y las plantas potabilizadoras.

Tabla 2.7

Proceso en la Planta experimental Santa María Aztahuacán	Propósito
1 Regulación	Regular y proveer el agua a tratar en cualquier proceso para su operación durante una hora.
2 Tratamiento Químico	Como clarificador: reducción de color y turbidez. Como ablandador: reducción de calcio y magnesio.
3 Nitrificación-Desgasificación	Remoción de nitrógeno amoniacal, ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos volátiles.
4 Recarbonatación	Estabilización de las aguas controlando el PH para que no resulten agresivas.
5 Filtración	Remoción de sólidos en suspensión.
6 Ozonación	Remoción de materia orgánica por oxidación con ozono.
7 Adsorción por Carbón Activado	Remoción de materia orgánica oxidada y en su caso de materia orgánica productora de color, olor y sabor.
8 Intercambio Iónico	Remoción de sólidos disueltos (sales).
9 Desinfección	Eliminación de bacterias, desactivación de virus y mantener un cloro residual.
10 Osmosis Inversa	Eliminación de sólidos disueltos (sales).

Tabla 2.7 A

Proceso en la planta potabilizadora Ing. Roberto Gayol (Santa Cruz)		Propósito
1	Regulación	Disponer del caudal extraído del pozo Santa Cruz Meyehualco 2.
2	Desgasificación	Eliminación de gases, agregando aire.
3	Agregar peróxido	Eliminación de olores, el agua se mezcla con el peróxido.
4	Filtración rápida	Filtración en arena sílica logrando remoción de sólidos en suspensión.
5	Desinfección	Aplicación de hipoclorito de sodio, para evitar el surgimiento de microorganismo.
6	Distribución	Suministrar el caudal potabilizado a la red.

Tabla 2.7 B

Proceso en la planta potabilizadora Ing. M. Marroquín y Rivera (Agrícola Oriental)		Propósito
1	Regulación	Disponer del caudal extraído de los pozos Agrícola Oriental.
2	Clarificar	Reducción de color y turbidez.
3	Filtración rápida	Filtración en arena sílica logrando remoción de sólidos suspendidos.
4	Desinfección	Aplicación de hipoclorito de sodio, para eliminar microorganismos.
5	Distribución	Suministro del caudal potabilizado a la red.

* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH, 1994

2.1.3.2 Plantas potabilizadoras

Agua potable

Tabla 2.8

No.	Nombre	Ubicación		Capacidad (l/s)		Recibe Agua de:	Envía Agua a:
		Calle	Colonia	Instalada	Operación		
1	Ing. M. Marroquín y Rivera (Agrícola Oriental) **	Av. Javier Rojo Gómez esq. Av. Fc. de Río Frío.	Alfonso Ortiz Tirado	240	105.00	Batería de pozos Agrícola Oriental 2, 4 y 5	Red de distribución de las Col. Alfonso Ortiz Tirado, El Rodero y Agrícola Oriental.
2	Ing. Roberto Gayol (Santa Cruz Meyehualco) **	Reforma Administrativa esq. Reforma Social.	Reforma Polillica	63	65.00	Pozo Santa Cruz Meyehualco 2	Red de distribución de las Col. Santa Cruz Meyehualco y U. H. Vicente Guerrero
3	Santa María Azahuacán (Tipo Experimental)	Palma esq. Primavera.	Santa María Azahuacán	1	0.75	Pozo Ixtapalapa 11 (Santa María Azahuacán)	A la red de distribución de la Col. Santa María Azahuacán. (con los resultados obtenidos se mejorará la operación de las plantas Agrícola Oriental y Santa Cruz Meyehualco).
TOTAL				304	170.75		

* Fuente: Dirección de Operación, DGOH, 1994

** Instalación automatizada

2.1.4 Distribución

Para que los usuarios tengan agua potable, es necesario realizar una adecuada distribución del caudal que ingresa a la Delegación, por esta razón, se tiene en operación las redes primaria y secundaria de agua potable.

2.1.4.1 Red primaria

La red primaria distribuye el agua potable mediante 115 Km de tubería con diámetro variable de 51 a 183 cm, y su función es la de captar el agua que le suministran los sistemas de abastecimiento para descargar a la red secundaria. En la tabla 2.9 se muestran algunos de sus diámetros y longitudes.

Tabla 2.9

Diámetro (cm)	Longitud (Km)
183	7.6
122	53.1
91	8.2
78	2.9
51	28.1

2.1.4.2 Red secundaria

Existen 1,895 Km de red secundaria constituida por diámetros menores a 51 cm y tienen la función de conducir el agua suministrada por la red primaria a los usuarios, a través de las tomas domiciliarias.

Tabla 2.10

Diámetro (cm)	Longitud (Km)
48	0.8
41	0.6
36	1.4
31	248.8
15	262.0
10	1,078.4

2.1.4.3 Tomas domiciliarias

Se considera como toma domiciliaria a las conexiones que van de la red secundaria al domicilio del usuario, en la actualidad existen 155,250 tomas domiciliarias de 1.27 cm, de diámetro registradas en la Delegación.

2.1.4.4 Garzas *

A las tomas ubicadas junto a un tanque y en ocasiones conectadas directamente a la red secundaria y que sirven para abastecer a los carros cisterna, se les da el nombre genérico de garza.

Tabla 2.10 A

Garza	No. de Garzas	Ubicación	Diámetro (cm)	Altura (m)
Vocacional No. 7 (Reb.)	2	Calz. Ermita Iztapalapa esq. Lázaro Cárdenas. Col. Santa Ma. Aztahuacán	8	4.0
Purísima (Pozo)	1	Av. Purísima entre Sur 2 y Sur 4, Col. Purísima	10	4.0
Purísima (Pozo)	2	Av. Purísima entre Sur 2 y Sur 4, Col. Purísima	15	4.0
CIA-8 (Rebombeo)	2	Av. Ermita Iztapalapa frente a ex-cárcel de Mujeres, Col. Santiago Acahualtepec	10	3.5
CIA-8 A (Rebombeo)	2	Av. Ermita Iztapalapa frente a ex-cárcel de Mujeres, Col. Santiago Acahualtepec	10	3.5
CIA-8 B (Rebombeo)	1	Av. Benito Juárez esq. Av. Central, Col. San Miguel Teotongo	8	3.5

* Fuente: Dirección de Operación. DGCOH. 1994

2.1.5 Medición y reportes en el sistema de agua potable

2.1.5.1 Estaciones medidoras de presión *

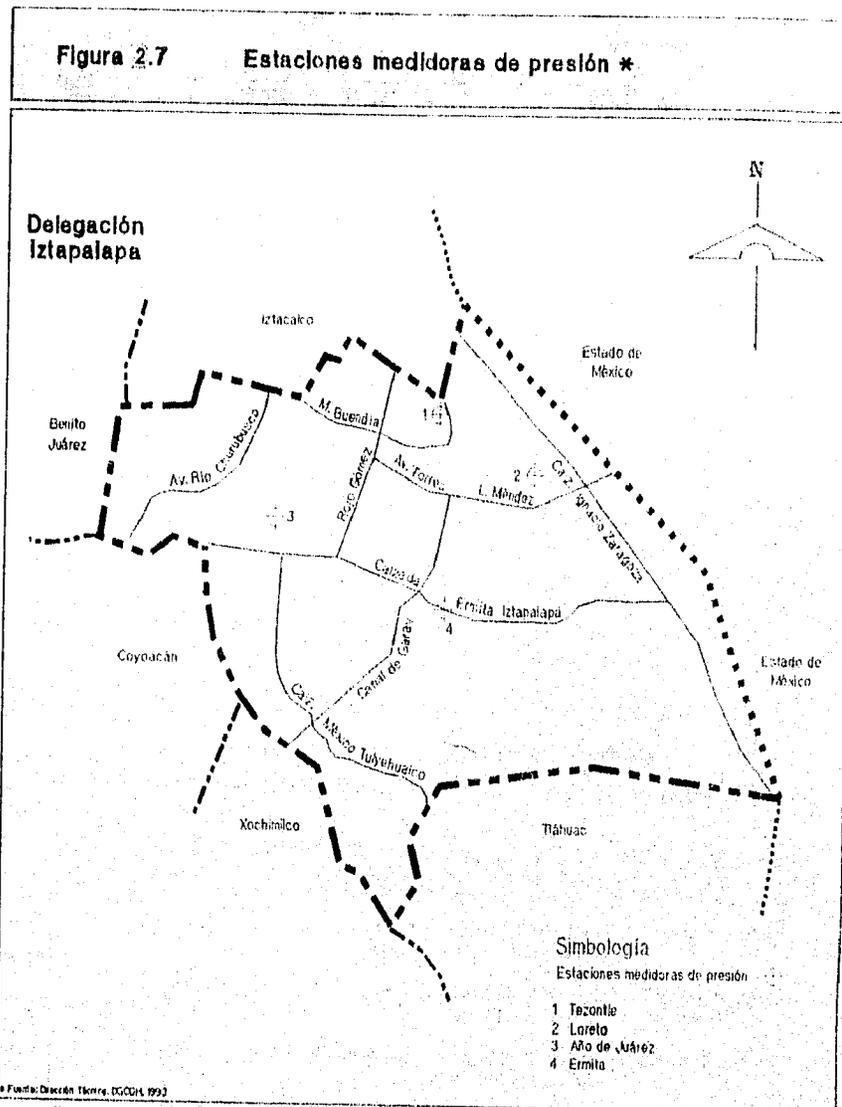
Línea proveniente del Tanque Cerro de la Estrella de 122 cm de diámetro, instalaciones atomizadas.

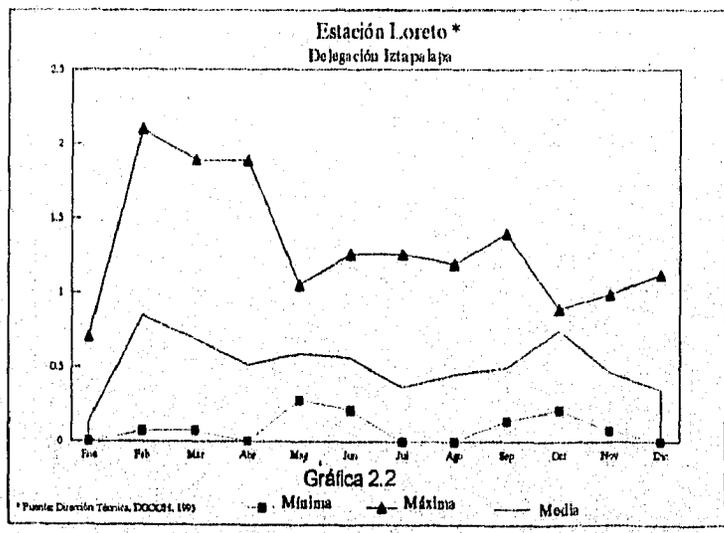
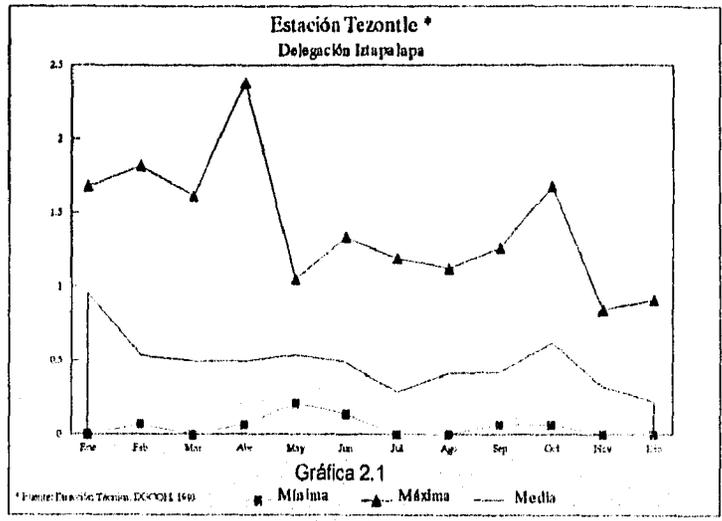
Tabla 2.11

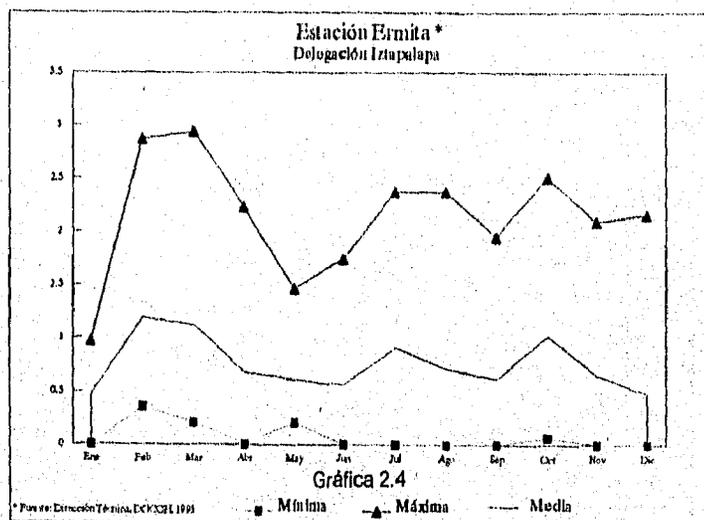
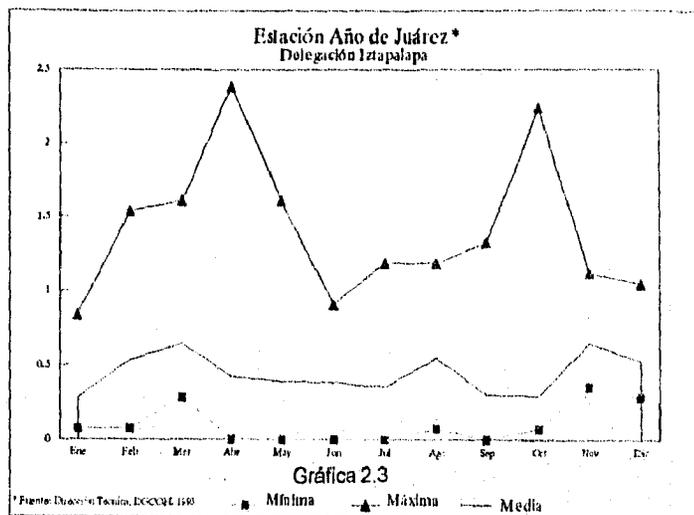
No.	Nombre	Ubicación	Presión media en 1994 (Kg/cm ²)
28 (1)	Tezontle	Av. Canal de San Juan casi esq. Av. Universidad, Col. Tepalcates	0.810
29 (2)	Fuente de Loreto	Fuente de Loreto esq. Garcilazo, U. H. Ejército de Oriente	0.994
30 (3)	Año de Juárez	Año de Juárez esq. Ermita Iztapalapa, Col. Granjas San Antonio	0.883
31 (4)	Ermita	Ermita Iztapalapa esq. Amado Nervo, U. H. Colonial Iztapalapa	0.830

* Fuente: Dirección Técnica. DGCOH. 1994.

Figura 2.7 Estaciones medidoras de presión *







2.2 Drenaje

tzapafapa cuenta con el 97 por ciento de nivel de servicio. El sistema de drenaje tiene como finalidad, desalojar las aguas residuales y pluviales que se generan en la Delegación con un sentido de escurrimiento de oriente a poniente, para ello existe un sistema de drenaje integrado por la red primaria o colectores (tabla 2.12 y figura 2.8), red secundaria, conductos a cielo abierto, cárcamos de bombeo y lagunas de regulación.

2.2.1 Redes

2.2.1.1 Red secundaria

La red secundaria de drenaje la constituyen tuberías con diámetro menor a 0.91 m, y reciben las descargas de agua residual directamente de las casas de los usuarios.

- Longitud 1,646 Km.

2.2.1.2 Red primaria

La red primaria la integran colectores con diámetro mayor o igual a 0.91 m, y reciben las aguas negras de la red secundaria.

- Longitud 275 Km.

Colectores principales *

Tabla 2.12

Nombre del sistema	Ubicación		Diámetro (m)	Longitud (m)		Estructura a la que Descarga
	Calle	Colonias		Total	En la delegación	
Iztacalco Sur	Andrés Molina Enríquez	Zacahuizco, San Andrés Tetepitico, Banjal, Sinatel, El Prado, Cacama, Esmeralda, Unidad Modelo y El Retoño	3.15		3,100	Planta de bombeo Churubusco
Emilio Carranza Lateral Churubusco A Presidente Veinte Oriente 160 Ramal Cascada Oriente 142 Ramales diversos	Emilio Carranza Lateral Churubusco A Presidente Veinte Oriente 160 Ramal Cascada Oriente 142	San Andrés Tetepitico, El Retoño	0.78	1,650	1,650	Colector Río Churubusco
				3,200	3,200	
			1.52	1,100	1,100	Colector Av. 5
			0.61-2.44	800	800	
			0.76	850	850	Colector Av. 5
			1.07	300	300	
1.70	1,400	1,400	Colector Av. 5			
			450	450		
Iztapalapa II	Av. Jalisco, Av. Santa Cruz Meyehualco, Felipe Ángeles	Santa María Aztahuacán, U. H. Santa Cruz Meyehualco, Pasajes de Churubusco, Vicentina y Guadalupe del Moral	0.61-3.15	0,929	0,929	Planta de bombeo Central de Abasto II
Felipe Ángeles Luis Manuel Rojas Rojo Gomez Ramales diversos	Felipe Ángeles Luis Manuel Rojas Rojo Gomez					Iztapalapa II
Ejército del Oriente	Batallón Ligero de Toluca	Paraíso, Unidad Ejército de Oriente y San Lorenzo	2.44	4,300	4,300	Río Churubusco
Renovación	Genaro Estrada	Renovación y U. H. Vicente Guerrero	2.51	2,440	2,440	Laguna de Regulación Mayor y Luminera 6 del Colector Semiprofundo Iztapalapa
Ampliación Las Torres	Caiz. Zaragoza y Av. Las Torres	Santa Martha Acalitla	2.44	1,115	1,115	Colector Iztapalapa II
Renovación Santa Cruz	Santa Cruz Meyehualco	Unidad Santa Cruz Meyehualco y Zona Urbana Ejidal Santa Ma. Aztahuacán	1.52	645	645	Colector Renovación
Año de Juárez	Año de Juárez	Valle del Sur, Los Reyes Cuahuacán, Minerva, Progreso del Sur y Granjas San Antonio	0.91-2.13	6,100	6,100	Colector Iztapalapa I
Taxqueña Moctezuma Campesinos Ramales diversos	Taxqueña Moctezuma Campesinos	Pueblo Cuahuacán Granjas San Esmeralda	1.22	300	300	Colector Año de Juárez
			1.52	850	850	
			0.91	1,100	1,100	
				3,450	3,450	
Ampliación Kennedy	Kennedy	Ampliación Las Águilas	2.13	625	625	Planta de bombeo El Safado
Canal de San Juan	Canal de San Juan	Tepalcates	1.83	1,800	1,800	Planta de bombeo Km 6 1/2
Luis Manuel Rojas	Luis Manuel Rojas	Vergel, Valle de San Lorenzo, López Portillo, Presidentes de México y Constitución de 1917	1.22-1.83	6,500	6,500	Colector Iztapalapa II
Sabadel Ramales diversos			1.07	1,000	1,000	Colector Luis Manuel Rojas
				1,000	1,000	

Continuación tabla 2.12

Nombre del sistema	Ubicación		Diámetro (m)	Longitud (m)		Estructura a la que Descarga:
	Calle	Colonias		Total	En la delegación	
Justo Sierra I	José E. Franco, Antonio Aguilar y Calle 27	Comuna de Santo Domingo, Desarrollo Urbano Quetzalcoatl, Lomas, Pueblo y Unidad Santa Cruz Meyxhualco	1.07-1.83	3,390	3,390	Colector Renovación Santa Cruz
Manuel Cañas	Manuel Cañas y Calle 27	Mixcoatl y Desarrollo Urbano Quetzalcoatl	1.07-1.83	3,567	3,567	Colector Renovación Santa Cruz
Quetzalcoatl I	Luis Fernández y Calle 71	Desarrollo urbano Mixcoatl, Las Peñas, Ampl. Pueblo y Unidad Santa Cruz Meyxhualco	0.61-1.83	1,232	1,232	Colector Renovación Santa Cruz
Teotongo I	Lateral Calz Ignacio Zaragoza	Popular Ermita Zaragoza y Santa Martha Acatitla	0.91-1.83	2,308	2,303	Planta de bombeo El Salado
Teotongo II	Lateral Autopista México-Puebla	San Miguel Teotongo, Emiliano Zapata	0.61-1.83	7,693	7,693	Colector Teotongo I
Felipe Angeles	Luis Méndez	Santa María Aztahuacán	1.52	1,900	1,900	Colector Las Torres
Iztapalapa I	Hidalgo, Vicente Guerrero y Mariano Escobedo	Cruza los barrios del centro de la Delegación	0.91-1.52	5,100	5,100	Río Churubusco
Colón General Anaya Ramales diversos	Colón		0.76	800	800	
	General Anaya		0.76	800	800	
				2,150	2,150	
Justo Sierra II	Av. Justo Sierra	Reforma Política y Ejidal Santa María Aztahuacán	0.91-1.52	1,637	1,637	Colector Felipe Angeles
Voceadores	Lino Merino	Juan Escutia y Voceadores	1.22	4,500	4,500	Colector Oriente
Lucio Blanco	Lucio Blanco	Santa Martha Acatitla y Edén	1.22	2,650	2,650	Colector las Torres
Zaragoza Norte	Zaragoza	Juan Escutia y Voceadores	1.22	2,450	2,450	Colector Oriente
Zaragoza Sur	Zaragoza	Tepalcates, U. H. Guelatao, U. Cabeza de Juárez y Paraiso	1.22	2,450	2,450	Colector Oriente
Avenida 5	Avenida 5	Hojas San Antonio, Héroes de Churubusco, Escuadrón 201 y Sector Popular	1.22	2,000	2,000	Planta de bombeo Escuadrón 201
Oriente 150	Oriente 150	Escuadrón 201	0.76	1,100	1,100	Colector Av. 5
Oriente 154	Oriente 154	Escuadrón 201	0.76	1,150	1,150	
Oriente 160-A	Oriente 160-A	Escuadrón 201	0.76	1,100	1,100	
Oriente 168	Oriente 168	Escuadrón 201	0.91	1,100	1,100	
Oriente 172-A	Oriente 172-A	Escuadrón 201	0.91	600	600	
Rojo Gómez	Av. Javier Rojo Gómez	Barrios San Pablo y San Pedro, Ortiz Tirado y Leyes de Reforma	0.61-1.22	3,195	3,195	Colector Iztapalapa II
Pozos	Pozos y Reforma Política	Buenavista y Reforma Política	0.91-1.22	1,700	1,700	Colector Justo Sierra II

Nombre del sistema	Ubicación		Diámetro (m)	Longitud (m)		Estructura a la que Descarga
	Calle	Colonias		Total	En la delegación	
Lomas Estrella	Luisiana y Paseo Bizancio	Lomas Estrella y U. Longinos Barrios	1.07	1,497	1,497	Canal Nacional-Canal de Chalco
México-Tulyahuaco	Av. Tlahuac	Año de Juárez y San Lorenzo Tezonco	1.07	1,698	1,698	Colector Canal de Garay
Palmitas	Reforma Social, Reforma Administrativa y 21 de Marzo	Palmitas y Reforma Política	1.07-1.22	976	976	Colector Fozos
Sicilia Sur Bualbeck Ramales diversos	Sicilia	Lomas Estrella	1.07	1,650	1,650	Canal Nacional
			0.78	650	650	
				350	350	
Zona Urbana INDECO	Fuente de Loreto, Querétaro y México	U. H. Ejército de Oriente, Alvaro Obregón y U. H. Constitucionalista	0.91-1.07	5,200	5,200	Luzbrera 6 del Colector Semiprofundo Iztapalapa
Benito Juárez Batallón Ligero de Toluca Ramales diversos	Benito Juárez y Batallón Ligero de Toluca	U. H. Ejército de Oriente	1.52	1,400	1,400	Semiprofundo Iztapalapa
			1.07	1,500	1,500	
				1,300	1,300	
Parleón	Interior del Parleón San Lorenzo	Lomas de San Lorenzo y pueblo San Lorenzo Tezonco	0.91	1,125	1,125	Colector Ejido
Carlos L. Gracidas	Carlos L. Gracidas (Genaro Estrada)	Jacarandas y U. H. Vicente Guerrero	0.6-1.07	1,440	1,440	Colector Iztapalpa II
Ermita Iztapalapa Manuel Acuña Avenida 12	Ermita Iztapalapa, Manuel Acuña, M. Rojas, Fce. J. Mujica, C. Aguilar, Ricardo Flores M. y Revolución Social	U. H. Vicente Guerrero	0.78-0.91	2,230	2,230	Colector Carlos L. Gracidas y Avenida 12
			0.78	654	654	
			0.8-1.52	2,904	2,904	
El Molino		El Molino	0.61-1.07	3,149	3,149	Colector Diagonal de los Olivos
Colectores del sur: Cuauhtémoc Zepala Camino a la Turba Benito Juárez Río Balsas	Cuauhtémoc, Zapala, Camino a la Turba, Benito Juárez, Río Balsas, Río Lena y Av. Nueva	López Portillo, Valle de San Lorenzo, Jardines de San Lorenzo, El Rosario y La Esperanza	0.61-1.07	700	700	Camino a la Turba Camino a la Turba Canal Chalco
			0.61-1.07	900	900	
			0.61-1.07	1,500	1,500	
			0.61-1.07	1,400	1,400	
			0.61-1.07	1,100	1,100	
			0.81-0.78	600	600	
Paraje San Juan	Puente Ramírez, Av. Canal de Garay y Anillo Periférico	Paraje San Juan y Los Angeles Apanoaya	0.61-2.44	3,900	3,900	Colector Iztapalpa II

* Fuente: Dirección de Operación, DSGOH, 1994

2.2.2 Cauces a cielo abierto**2.2.2.1 Canales**

El canal de Chalco situado al sur-oeste de Iztapalapa forma límite con la delegación Xochimilco tiene una longitud total de 11 Km y en la demarcación se tienen 5 Km (tabla 2.13).

El canal Nacional situado al oeste de la Delegación es el límite con Coyoacán, tiene una longitud dentro de Iztapalapa de 3 Km y una longitud total de 8.5 Km (tabla 2.13).

2.2.2.2 Cauces entubados

El Río Churubusco drena las aguas del sur-poniente del Valle de México, aportadas por los afluentes de los ríos Magdalena, San Ángel, Tequilasco, Barranca del Muerto y Mixcoac, a través de 13 plantas de bombeo de las cuales cinco están dentro de la demarcación. Este Río opera desde 1879 totalmente entubado, sus características más importantes se observan en la tabla 2.14.

En la Ciudad de México el funcionamiento hidráulico de los colectores es diseñado para trabajar por gravedad, pero desafortunadamente en Iztapalapa el funcionamiento es afectado por la poca pendiente y los hundimientos diferenciales y regionales que se presentan en el Valle de México, por lo que se ha requerido utilizar equipos de bombeo para evacuar las aguas residuales y pluviales que estos conducen (tabla 2.15).

Los hidrogramas de escurrimiento registrados en las estaciones pluviométricas se deben a las lluvias intensas y de corta duración, fenómeno muy notorio en las zonas urbanas, originando que la red de drenaje y las plantas de bombeo sean insuficientes, por tal motivo se han construido cuatro lagunas de regulación, cuyas características se mencionan en la tabla 2.16.

El gasto de la planta de bombeo Renovación es descargado en el Colector Semiprofundo Iztapalapa, que pertenece al Sistema General de Desagüe, y tiene un diámetro de 3.20 m, su objetivo es el de conducir las aguas negras y pluviales acumuladas en las lagunas de regulación Menor y Mayor de Iztapalapa, incorporando además en su recorrido las aguas residuales de los colectores San Juan y Central de Abastos para descargarlas mediante la planta de bombeo Central de Abastos II al Río Churubusco, mientras tanto la planta de bombeo el Salado eleva el gasto de los colectores Teolongo I y II así como las aguas del colector Texcoco para descargarlas a la Laguna de regulación el Salado, de donde se regula el caudal y se envía al colector Kennedy (en el Estado de México), tablas 2.17 y 2.18.

Canales *

Tabla 2.13

No.	Nombre	Ubicación	Recibe agua de	Descarga a:	Longitud (Km)	
					Total	En la Delegación
1	Chalco	Inicia en la delegación Tláhuac y forma parte del límite delegacional entre Xochimilco e Iztapalapa	Tláhuac, Xochimilco y el sur de Iztapalapa.	Laguna de regulación Ciénega Grande (en Xochimilco)	11.0	5.0
2	Nacional	Se origina en el río San Buenaventura, en la confluencia con el Canal de Chalco y forma límite natural de la Delegación con Coyoacán	Río San Buenaventura, la Ciénega Grande y el Canal de Chalco	Río Churubusco por medio del Cárcamo de bombeo Miramontes II	8.5	3.0

Cauces entubados *

Tabla 2.14

Río	Longitud	Sección	Diámetro (cm)
Churubusco	5,750	Circular	368
Churubusco Oriente	1,930	Circular	152

Capacidad aproximada de conducción 120 m³/s.

* Fuente: Dirección de Operación, DGGOH, 1994.

2.2.3 Bombeo y regulación

2.2.3.1 Plantas de bombeo *

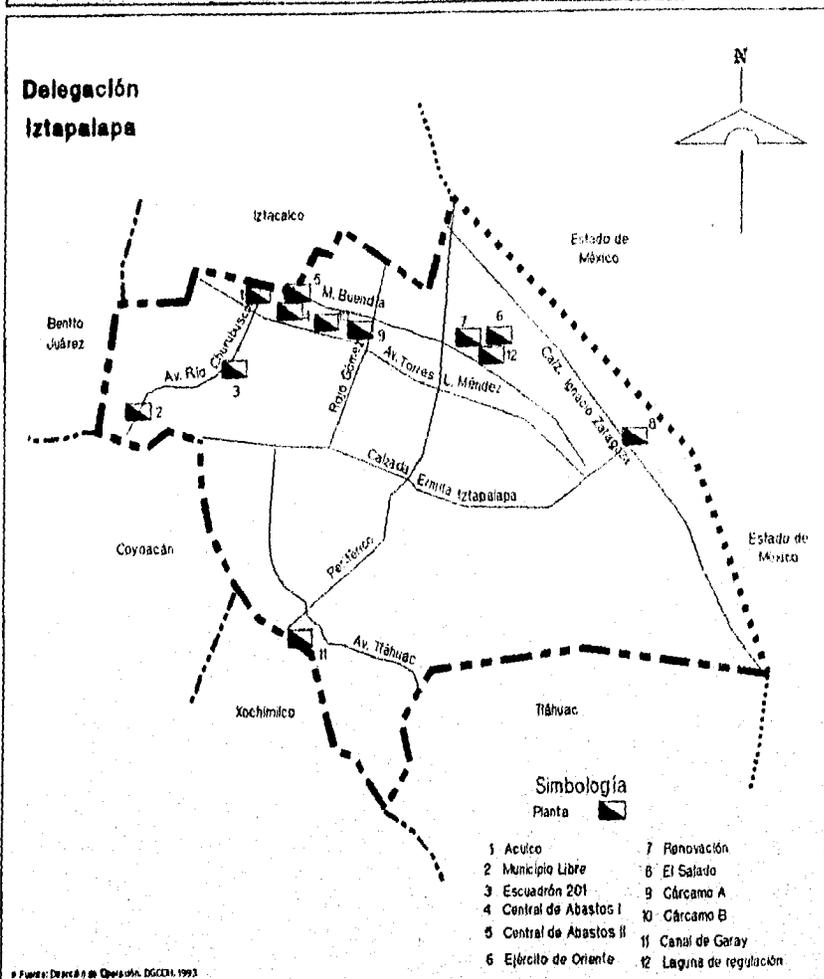
Tabla 2.15

No.	Nombre	Ubicación	Recibe agua de	Envía agua a	Capacidad (m ³ /s)
1	Aculco **	Av. Río Churubusco, No. 128 esq. Apaliaco, Col. San José Aculco.	Col. San José Aculco	Río Churubusco y Planta de Tratamiento Cerro de la Estrella	40.00
2	Municipio Libre	Av. Municipio Libre esq. Av. Río Churubusco, U. H. Modelo	Colector Municipio Libre	Río Churubusco	8.00
3	Escuadrón 201	Av. Río Churubusco esq. Calle 1a., Col. Granjas San Antonio.	Colector Avenida 5	Río Churubusco	4.50
4	Central de Abastos I	Río Churubusco esq. Circuito Abarolero, Central de Abasto.	Colector Río de Antigua y colector Iztapalapa 2	Río Churubusco	16.00
5	Central de Abastos II **	Río Churubusco esq. Circuito Abarolero, Central de Abasto.	Colector Semiprofundo Iztapalapa y colector Central de Abasto	Río Churubusco	20.00
6	Unidad Ejército **	Queztl, entre Av. Batallón Zacapoxilla y Av. Zapadores de Morelia, U. H. Ejército de Oriente.	Colector Batallón Ligero de Toluca y colector Santa Martha-Ejército de Oriente	Laguna de Regulación Menor de Iztapalapa y colector Zona Urbana Indeco	9.69
7	Laguna de regulación Mayor	Av. Guelatao casi esq. Eje 5 Sur, Col. Álvaro Obregón	Colector Zona Urbana INNECO	Laguna de Regulación Mayor de Iztapalapa	12.00
8	Cárcamo A	Río Churubusco esq. 5 Sur, Col. Zapata Vela	Red interna de drenaje de la Central de Abastos	Río Churubusco	4.00
9	Cárcamo C	Acceso norte, dentro de la Central de Abastos, Col. Ejidos de Iztapalapa	Red interna de drenaje de la Central de Abastos	Río Churubusco	4.00
10	El Salado	Prol. Octavio Paz entre Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Texcoco, U. H. La Colmena	Colector San Miguel Teotongo I, Las Torres, Francisco César Morales y Francisco Villa	Colector J. F. Kennedy	20.00
11	Canal de Garay	Av. Canal Chalco esq. Peñférico, Col. López Portillo.	Colector Televisa y colector Mirasolus	Canal Chalco	6.80
12	Renovación	Eje 5 Sur entre Guelatao y Cadena Azul, U. H. Cabeza de Juárez.	Colector Renovación	Semiprofundo Iztapalapa y Laguna Mayor de Iztapalapa	10.00
13	Cárcamo La Colmena	Av. Texcoco esq. Prol. Octavio Paz, U. H. La Colmena.	U. H. La Colmena	Laguna de regulación El Salado	2.00
TOTAL					156.99

* Fuente: Dirección de Operación, DGOCH, 1994

** Instalación automatizada.

Figura 2.9 Plantas de bombeo *



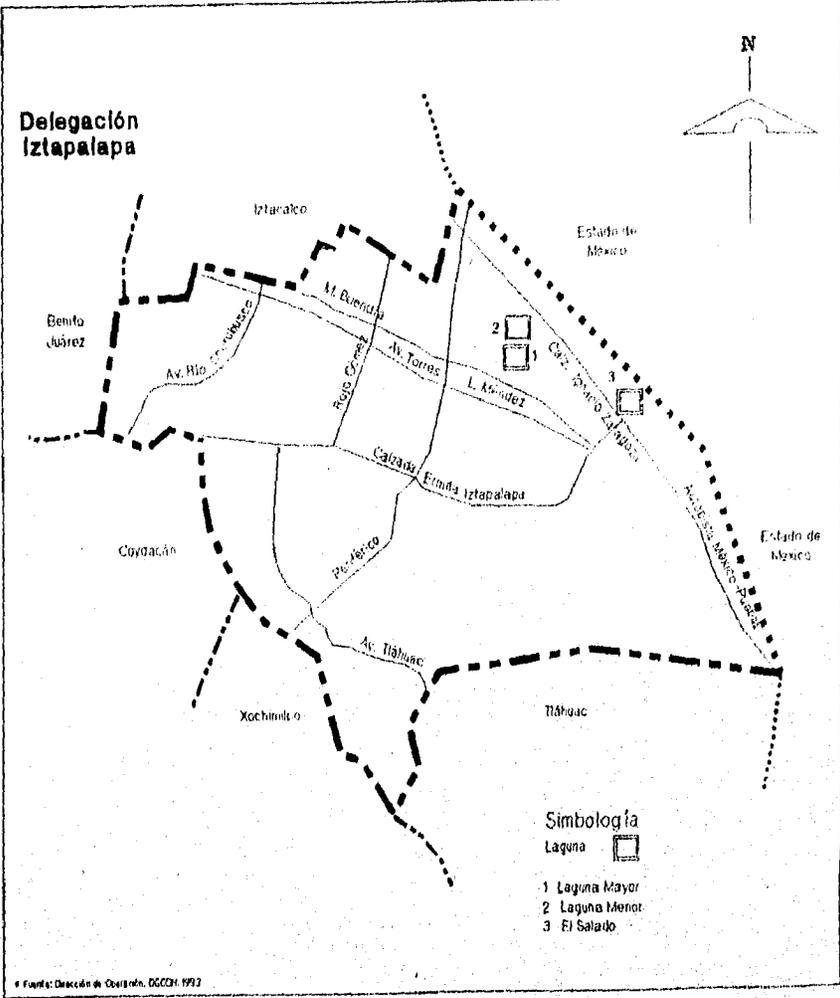
2.2.3.3 Lajunas de regulación *

Tabla 2.16

No	Nombre	Ubicación	Capacidad (m³)	Superficie (ha)	Descarga a	Zonas beneficiarias
1	Laguna Mayor Iztapalapa **	Av. Guadalupe esq. Barriguelo Andrade, Col. Ejército de Agua Prieta	236,000	11.8	Lumbrera 6 del Colector Semiprofundo Iztapalapa	Unidad Ejército de Oriente, Santa Cruz Mexehualco, U. H. Vicente Guerrero y Renovación
2	Laguna Menor Iztapalapa **	Enrique Costel esq. Emilio Arcánaga Vidaurieta U. H. Cabeza de Juárez	36,000	1.8	Lumbrera 6 del Colector Semiprofundo Iztapalapa	U. H. Ejército de Oriente y Col. El Palmar
3	El Galajo	Prof. Octavio Paz entre Av. Texcoco y Calz. Ignacio Zaragoza y U. H. La Colmena	500,000	10.95	Estructura de descarga de la laguna y estructura de control del colector Kennedy	Col. Santa Martha Acatlán, U. H. Ermita Zaragoza Las Águilas y Manantiales (en el Estado de México)
4	Santa María Aztahuacán (La Quebradora)	Ermita Iztapalapa y Camino a las Minas, Col. Santa María Xalpa	90,000			Santa María Xalpa y Santa María Aztahuacán
TOTAL			862,000	23.65		

* Fuente: Dirección de Operación DGCCH. 1994
 ** Instalación automatizada

Figura 2.10 **Lagunas de regulación ***



2.2.4 Drenaje semiprofundo

Tabla 2.17

2.2.4.1 Lumbrias*

Nombre	Ubicación		Sección Circular Diámetro (m)	Profundidad (m)	Observaciones
	Calle	Colonias			
Colecta Semiprofunda Iztapalapa**	Se inicia en L-6, capta las aguas de la Laguna de regulación Mayor				
L-6	Eje 5 Sur, lado noroeste de la Laguna Mayor de regulación	Ranocanari	9.0	11.60	Acceso y conexión
L-5	Eje 5 Sur	U. H. Frontes	9.0	13.15	Acceso
L-4	Posilisco oca. Av. Leyes de Reforma	Leyes de Reforma	9.0	14.30	Acceso y conexión
L-3	Av. Leyes de Reforma entre calles 17 y 19	Leyes de Reforma	9.0	14.67	Acceso
L-2	Eje 5 Sur esq. Río de la Antigua	U. H. Real del Monte	9.0	14.85	Acceso
L-1	Eje 5 Sur entre las nos. Chumbusco y Carrizal	Zona Residencial Pasos de Chumbusco	9.0	14.45	Símbolo de conexión con la planta de bombeo Central de Abasco II
L-0	Eje 5 Sur entre las nos. Chumbusco y Carrizal	Zona Residencial Pasos de Chumbusco	12.5	15.00	Funciona como cámara de bombeo
Semiprofundo Canal Nacional- Canal de Chalco					
L-6	Paseo Sicilia casi esq. Nimas	Granjas Escuela	9.0		Acceso, en proceso constructivo
L-7	Canal de Chalco oca. Puñalón	López portillo	9.0		Acceso, en proceso constructivo

** Cuando operen las interceptores Oriente (en operación), Oriente-Oriente (en proceso constructivo) y Oriente-Sur (en proceso constructivo), las aguas conducidas por el colector serán captadas por la Lumbria 4 y se invertirá el flujo en las lumbrias 1 y 4 operando por gravedad (para eliminar la planta de bombeo Central de Abasco II)

L = Lumbria
* Fuente: Dirección de Operación, DGCCH, 1994

2.2.4.2 Interceptores (lunetas) *

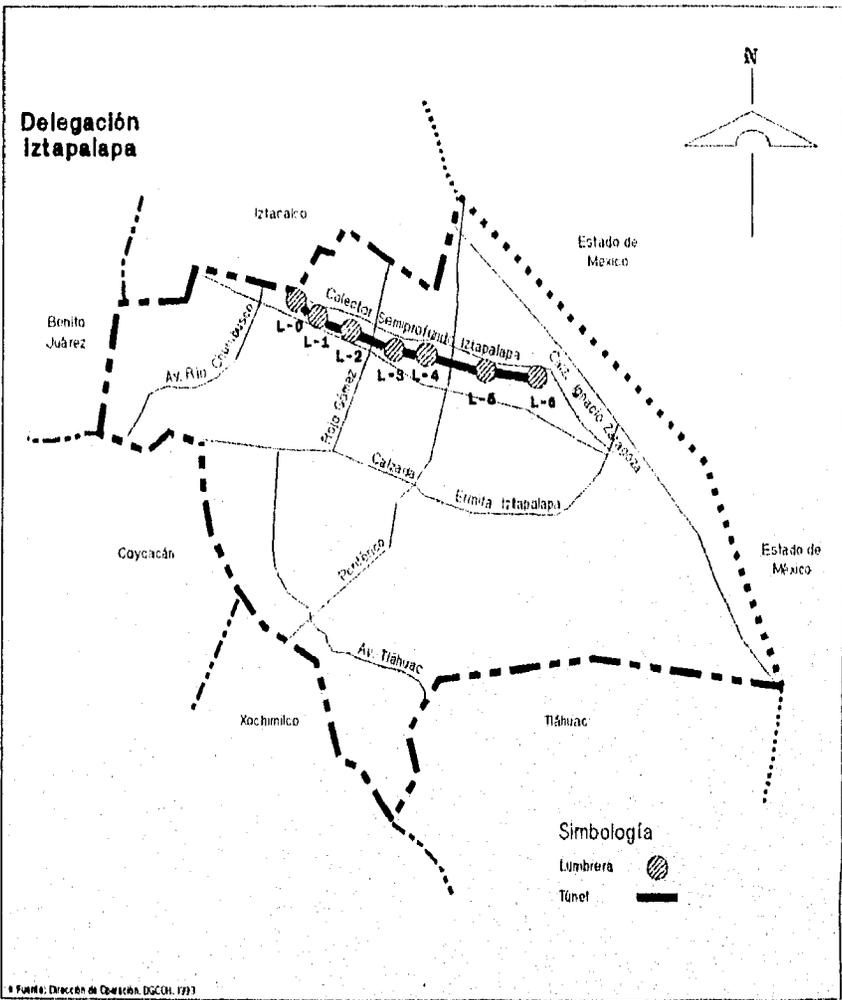
Continúa

Tabla 2 18

Nombre	Ubicación		Diámetro (m)	Longitud (Km)	Estructura a la que Descarga:
	Calle	Colonias			
Colector Semiprofundo Iztapalapa	Eje 5 Sur	Frentes, Leyes de Reforma, Zona Urbana Ejidal Iztapalapa, U. H. Real del Monte y Zona Residencial Paseos de Churubusco.	3.20	5.3	Planta de bombeo Central de Abastos II
Colector Semiprofundo Canal Nacional- Canal de Chalco **	Margen del Canal de Chalco	Lomas Estrella y López Portillo.	3.20		Interceptor Oriente y Planta de bombeo Miramontes II
Interceptor Oriente	Ameases, Av. 5 y Eje 3 Oriente	Culhuacán, Minerva, Cipres, El Sifón y Magdalena Alzateca.	5.00	5.1	Continúa al norte hacia la delegación Iztacalco
Interceptor Oriente - Sur **	Periférico Oriente	Puente Blanco, Presidentes, Los Angeles, Barrio San Miguel, Leyes de Reforma y Tepalcates.	5.00	7.3	Continúa al oeste hacia la delegación Iztacalco
Interceptor Oriente - Oriente **	Calz. Gral. Ignacio Zaragoza y Av. Toxoco	Tepalcates, Voceadores y Santa Martha Acafritia.	5.00	4.1	Interceptor Oriente - Sur

* Fuente: Dirección de Operación DGOCH. 1994
 ** En Proceso constructivo

Figura 2.11 Drenaje semiprofundo *



2.2.5 Medición pluvial
2.2.5.1 Estaciones pluviográficas

Para determinar la magnitud de las precipitaciones pluviales que se presentan en la región se llenen las fuentes de medición y sus registros, en la tabla 2.10 se muestran las estaciones pluviográficas consideradas para Iztapalapa (figura 2.12).

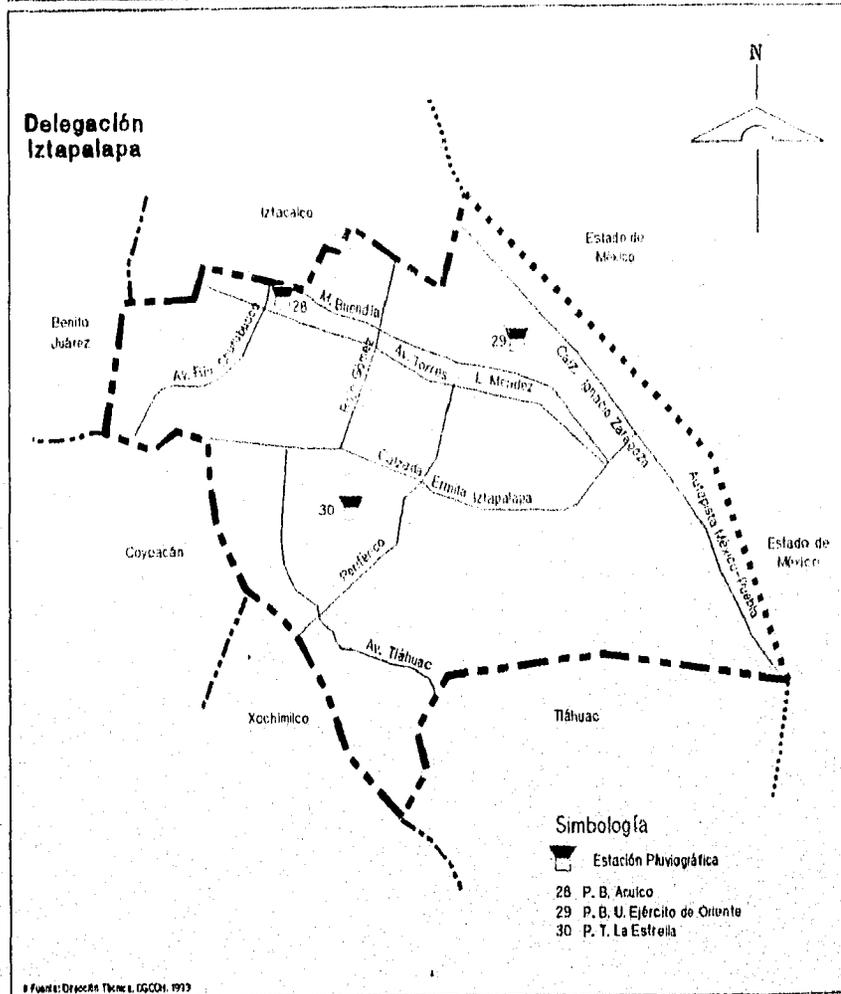
Tabla 2.10

No.	Nombre de la estación	Ubicación	Altura de precipitación acumulada 1994.(mm)
28	Planta de bombeo Aculco	Río Churubusco esq. Apalaco, Col. San José Aculco	771.6
20	Planta de bombeo Ejército de Oriente	Quezatl entre Batallón de Zacapoaxtla esq Zapadores de Morelia, U. H. Ejército de Oriente	609.3
30	Planta de Tratamiento Cerro de la Estrella	Av. San Lorenzo s/o, Col. San Juan Xalpa	745.2

* Fuente: Dirección de Operación. DGCOH. 1994

Figura 2.12

Estaciones pluviográficas *



2.3 Tratamiento de aguas residuales

Ante la demanda de agua en usos en donde no se requiere la calidad de potable, se ha buscado optimizar el manejo y distribución del agua residual tratada mediante la sustitución de agua tratada por agua potable para el riego de áreas verdes y procesos industriales y de servicios, con lo cual se logra un uso racional del vital líquido, en cuanto al nivel de cobertura se refiere este es del 85 por ciento.

Para el tratamiento del agua residual, en Iztapalapa se tiene la planta Cerro de la Estrella, la cual entró en operación en 1971, el proceso de tratamiento es el secundario a base de lodos activados; el caudal procesado por esta planta tiene aplicaciones en el riego de áreas verdes, procesos industriales y de servicios en Iztapalapa, además el gasto excedente se envía a las delegaciones Xochimilco y Tláhuac, se emplea para el riego agrícola y el mantenimiento del tirante de agua en los canales de la zona chinampera.

Es importante mencionar que la fuente de suministro de la planta de tratamiento se realiza por la planta de bombeo Aculco, a través de una línea de 183 cm de diámetro y longitud aproximada de 8.55 km, abastece a la planta de tratamiento, con capacidad de 4,000 l/s; su operación está en función de las épocas de estiaje y lluvias, ya que en estiaje opera casi a su máxima capacidad; mientras que en época de lluvias disminuye su caudal.

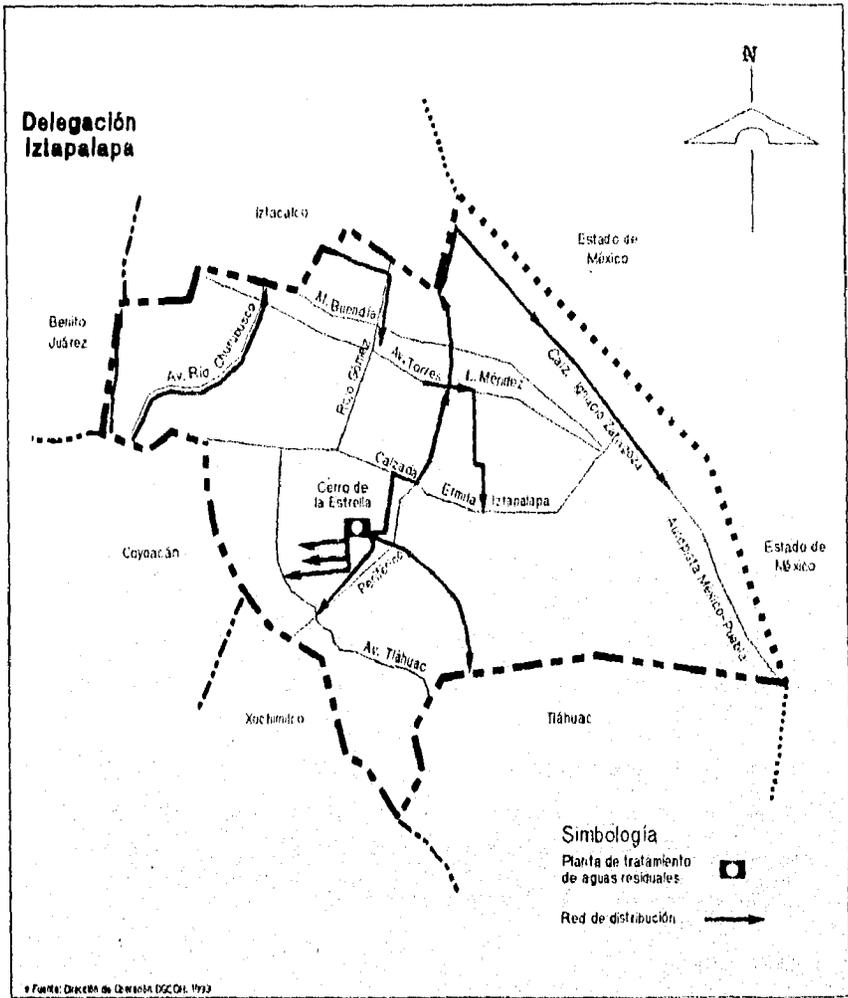
2.3.1 Plantas de tratamiento de aguas residuales *

Tabla 2.20

No.	Nombre	Ubicación		Capacidad (l/s)		Recibe agua de:	Envía agua a:	Observaciones
		Calle	Colonia	Instalada	Operación			
1	Cerro de la Estrella	Av. San Lorenzo s/n, casi esq. con Estrella	San Nicolás Tolentino	4000	Variable entre 2,800 y 3,000	Planta de bombeo Aculco	Áreas verdes y zona industrial Iztapalapa, zona agrícola y chinampera de Tláhuac, Xochimilco y Edo. de México, camiones de la Celz. Gral. J. Zaragoza y Sierra de Santa Catarina (recarga artificial del acuífero)	Se adecua para realizar tratamiento terciario El caudal es variable debido a las temporadas de lluvia y estiaje Existe una planta experimental de tratamiento terciario

* Fuente: Dirección de Operación, DGCQH, 1994

Figura 2.13 Infraestructura principal de agua residual tratada *



2.3.2 Distribución

2.3.2.1 Red de distribución*

La red de distribución de agua residual tratada en Iztapalapa la constituyen aproximadamente 67 km de tubería con diámetro variable de 10, 15, 30, 50, 91 y 183 cm.

Tabla 2.21

Diámetro (cm)	Longitud (Km)
10.0	7.7
15.0	8.5
30.0	11.0
51.0	3.5
91.0	5.0
122.0	7.0
183.0	5.0

Adicionalmente se realiza el reparto de agua residual tratada por medio de pipas, a los usuarios o áreas donde se carece de red de distribución.

2.3.3 Aprovechamiento del agua residual tratada en la Delegación

2.3.3.1 Usuarios y usos del agua

El agua residual tratada se utiliza para: riego de áreas verdes de los camellones jardinados de las avenidas Río Churubusco, Carlos L. Gracidas, Luis Méndez, Canal de San Juan, Purísima, Anillo Periférico y la Calz. Ignacio Zaragoza, entre los más importantes; los deportivos Santa Cruz Meyehualco, Cd. Deportiva Francisco I. Madero, U. Deportiva Iztapalapa, los parques Santa Cruz Meyehualco y Cullíahuac; y la zona industrial de Iztapalapa de donde se pueden mencionar las colonias Progreso del Sur, Esmeralda, Minerva, Los Cipreses, Granjas San Antonio, Guadalupe del Moral, Granjas Estrella y San Juan Xalpa. Así como en los establecimientos dedicados al lavado de automóviles.

2.3.3.2 Factibilidad de dotación del servicio

Los usuarios potenciales de agua residual tratada son: El parque ecológico Cerro de la Estrella, El Cerro del Marqués, El Volcán Yuhualizqui (como áreas de recarga del acuífero) y los bordos de la laguna de regulación El Salado (para evitar la erosión de los mismos), además de una mayor cobertura en la zona industrial (para recuperar el caudal de agua potable que actualmente se usa en actividades donde no se requiere del agua con la calidad de potable).

2.3.3.3 Garzas

Para el riego de áreas verdes que no cuenta con red de distribución, existen garzas para el abastecimiento de pipas.

Figura 2.14 Principales consumidores de agua tratada *

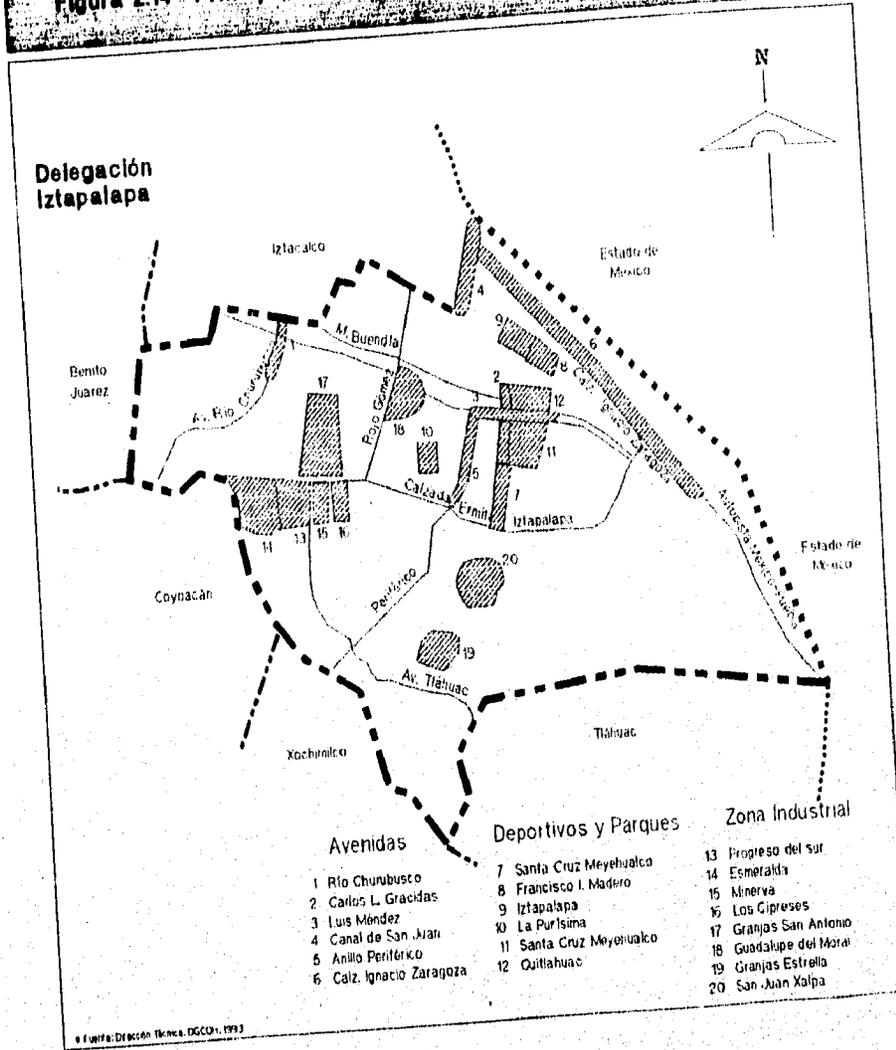
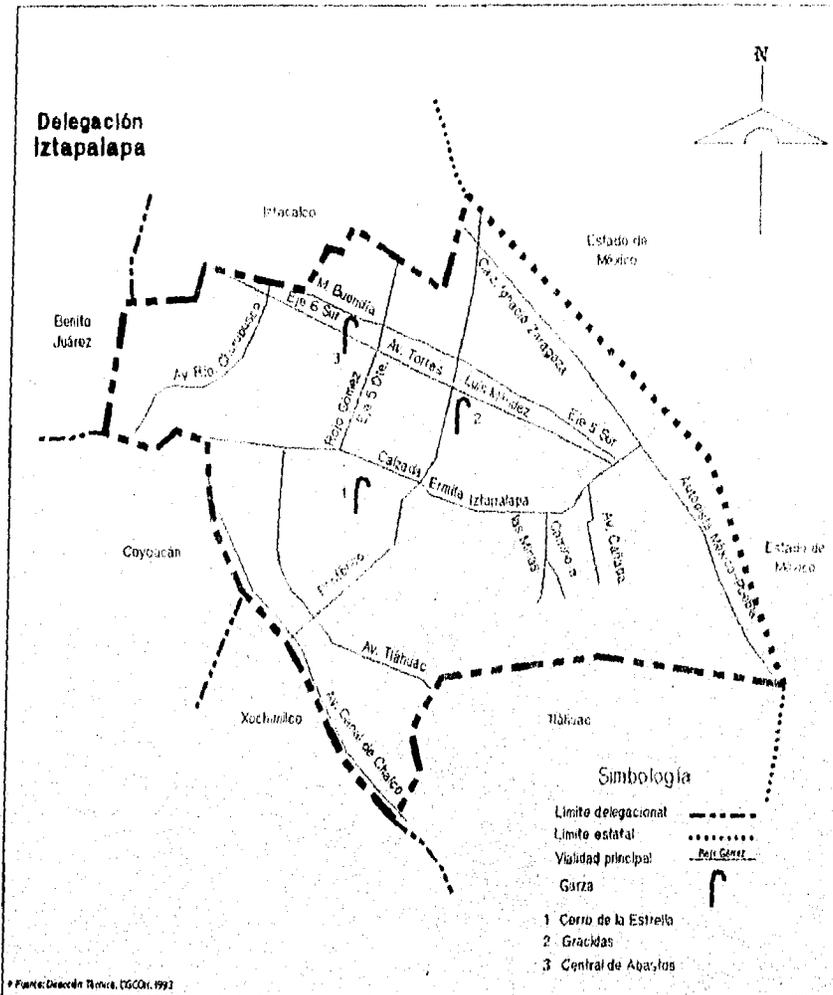


Figura 2.15 Garzas *



2.4. Problemática en el suministro de los servicios hidráulicos

2.4.1 Agua potable

Iztapalapa en poco tiempo ha tenido un incremento poblacional acelerado, esto ha ocasionado que la infraestructura de agua potable, sea insuficiente principalmente en la zona sur-oriente y en las partes altas de la demarcación. Sin embargo, a pesar de contar con un nivel de cobertura aceptable, existen deficiencias en el servicio.

Parte de la zona oriente de Iztapalapa no cuenta con infraestructura hidráulica, por lo que es abastecida de agua potable por medio de carros tanque, debido principalmente a que las zonas se localizan arriba de la cota de servicio y en algunos casos son asentamientos irregulares. Existe además un reparto ocasional a las colonias, edificios públicos y unidades habitacionales cuando se presentan eventualidades en la red o en las estructuras de abastecimiento (tabla 2.23).

La opción para complementar el servicio de agua potable en las colonias donde el caudal es insuficiente o existe baja presión es conveniente realizar tandeos, para suministrar el agua potable por horas o días de la semana a diversas zonas, mediante la apertura y cierre de válvulas (tabla 2.24).

Así mismo existen bajas presiones en la mayoría de las colonias en la Delegación, siendo las más notorias las presentadas al sur de la Calz. Ermita Iztapalapa (tabla 2.25).

En cuanto a la calidad del agua potable esta es variable y se debe principalmente a la extracción excesiva del acuífero y se presenta en gran parte de Iztapalapa. Además los tinacos y cisternas no tienen mantenimiento adecuado y se recomienda lavarlo cada 6 meses.

En relación a las fugas en la red de distribución, estas se pueden presentar por: la antigüedad de las tuberías, los asentamientos del subsuelo ocasionado por la sobreexplotación del acuífero, estos asentamientos, aunados a las cargas continuas del tránsito pesado sobre las tuberías que no cumplen con el colchón mínimo han provocado dislocaciones y fracturas en las redes (tabla 2.26).

En lo referente a las plantas potabilizadoras; la operación de la planta Ing. Roberto Gayn, esta condicionada por la operación del pozo Santa Cruz Meyehualco 2; mientras que la planta Ing. Manuel Marroquín y Rivera se ve afectada por la baja eficiencia de los pozos Agrícola Oriental.

Otro de los problemas en la operación del sistema de agua potable se presenta al existir fallas prolongadas en las instalaciones electromecánicas de pozos o plantas de bombeo o cuando el caudal destinado a la Delegación es menor al normal como ocurre en la época de estiaje.

2.4.2 Colonias abastecidas por medio de carros-tanque *

El reparto de agua potable se efectúa a gran parte de las colonias de la delegación de Iztapalapa debido a que algunas carecen de la infraestructura necesaria, en la tabla siguiente se mencionan las colonias abastecidas en mayor cantidad por carros cisterna.

Tabla 2.23

Colonia	Orientación en la Delegación
1 Miravalle	Sureste
2 Cillali	Este
3 San Pablo I	Sureste
4 Lomas de la Estancia	Sureste
5 Miguel de la Madrid	Este
6 Ampliación Zapata	Sureste
7 Buenavista	Sureste
8 Apolocalco	Este
9 Xalpa	Sureste
10 San Juan Xalpa	Oeste
11 Campestre Polero	Sur
12 San Antonio	Sur
13 Telecón	Sur
14 Lomas de Bellavista	Sureste
15 Predio Francisco Villa	Sur

* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH, 1994.

2.4.3 Colonias con servicio intermitente *

Problemática de agua potable

Tabla 2.24

Colonia	Orientación en la Delegación
1 Pueblo Santiago Acahualtepec 1ª y 2ª. Ampl.	Este
2 Xalpa	Sureste
3 Lomas de la Estancia	Suroeste
4 Miguel de la Madrid	Este
5 Tenorios	Suroeste
6 Ixtlahuacán (zonas bajas y centro)	Este
7 San Miguel Teotongo	Este
8 Fuego Nuevo I y II	Suroeste
9 El Mirador	Suroeste
10 Alvaro Obregón (zona alta y zona baja)	Noreste
11 El Paraíso y ampliación Paraíso	Noreste
12 El Manto	Oeste
13 Palmitas	Sureste
14 Lomas El Manto	Oeste
15 Ampliación Veracruzana	Oeste
16 Estado de Veracruz	Oeste
17 Veracruzana	Oeste
18 Plan de Iguala	Oeste
19 Reforma Política	Sur
20 12 de Diciembre	Oeste
21 Valle de Luces 1ª, 2ª y 3ª sección	Oeste
22 Ampliación Zapata	Este
23 Cihali	Suroeste

* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH, 1994.

2.4.4 Colonias con baja presión *

En la Delegación ha disminuido el caudal y la presión, como causa probable se tiene, el decremento en el gasto del Acueducto Chalco-Xochimilco, debido al aumento de la población en la delegación Xochimilco.

Tabla 2.25

Colonia	Orientación en la Delegación
1 Juan Escutia	Norte
2 Ejército de Oriente	Norte
3 Santa Martha Acatlilla Sur	Este
4 ** La Era	Oeste
5 ** Las Peñas	Sur
6 U. H. Ermita Zeragoza	Este
7 Los barrios de la cabecera delegacional	Centro
8 Leyes de Reforma	Norte
9 Sideral	Oeste
10 Margarita Masa de Juárez	Norte
11 U. H. Cabeza de Juárez (Secciones 6, 7, 8, 9 y 10)	Norte

** Cuando baja la presión en la planta de bombeo Cerro de la Estrella, baja en la red de las colonias.
* Fuente: Dirección de Operación, DGCOH. 1994.

2.4.5 Colonias con mayor índice de fugas *

Tabla 2.26

Colonia	Calles	Orientación en la Delegación
1 Santa Martha Acalitla	Emiliano P. Campa, Enrique Aguirre B, Calz. Ignacio Zaragoza, Manuel Calero, Salvador Escalante, Elisa Acuña, República Federal, Cirilo Aranas, Paulino Martínez, Cesar Elpidio Canales y Emilio Madero.	Noreste
2 El Manto	Peras, Circonito, Anciano, Barranca del Zapote y Juárez.	Centro
3 Lomas de San Lorenzo	Av. Reforma, Jacarandas, Cda. de la Cruz, Flor da Mayo y Prol. Reforma.	Sur
4 José López Portillo	Canal de Garay, Calle 4, Calle 3, Calle 11 y Av. Las Torres.	Sureste
5 San Lorenzo Tezonco	Río Nilo, Av. Zapata, Av. Tláhuac, Av. Ignacio Aldama y Av. Cuauhtémoc.	Sur
6 Juan Escutia	Pablo García, Lino Merino, Canal Benilo Zenea, Santa Teresa y Calzada I. Zaragoza.	Norte
7 Progresista	Divina Comedia, Abelardo Rodríguez, Fco. I. Madero y Av. Carranza.	Centro
8 Consejo Agrarista Mexicano	Fernando Benítez, Av. López Portillo y Pino.	Sureste

2.4.6 Colonias sin servicio (abastecimiento por carros tanque) *

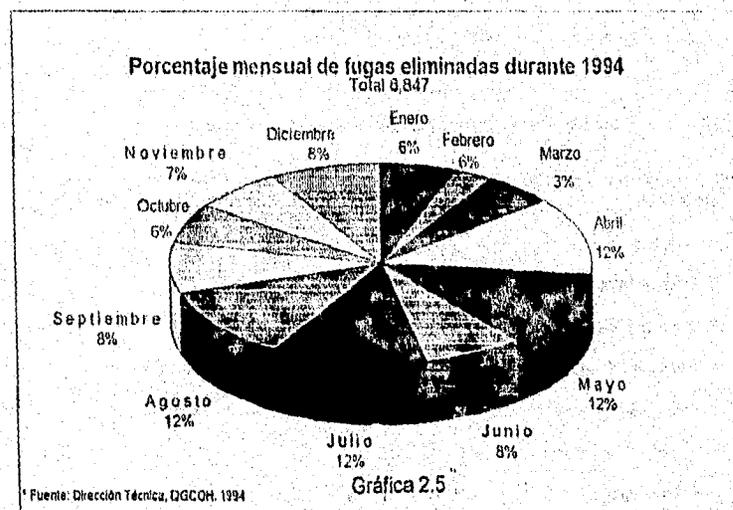
Tabla 2.27

Colonia	Orientación en la Delegación
1 San Antonio	Sur
2 Parajes Tetecón	Sur
3 Predios Xalpa	Sur
4 Buenavista (parte alta)	Sureste
5 Lomas de Bellavista	Sureste
6 Predio Francisco Villa	Sur
7 Flores Magón	Oeste

* Fuente: Dirección de Operación. DGCOH. 1994

2.4.7 Fugas de agua potable eliminadas en la delegación Iztapalapa durante el año 1994 *
 Tabla 2.76 A

Mes	Cantidad
Enero	404
Febrero	207
Marzo	378
Abril	846
Mayo	831
Junio	544
Julio	802
Agosto	794
Septiembre	560
Octubre	440
Noviembre	473
Diciembre	670
Total	6,847



2.4.8 Fugas de agua potable eliminadas en las redes primarias y secundarias en el Distrito Federal *

Tabla 2.27

Delegación	Año			
	1990	1991	1992	1993
Alvaro Obregón	2,028	4,457	7,108	6,738
Azcapotzalco	1,397	1,294	1,482	1,686
Benito Juárez	1,302	2,784	2,072	1,544
Coyoacán	996	2,878	3,032	3,745
Cuajimalpa	94	336	513	803
Cuauhtémoc	1,000	2,589	1,789	1,865
Gustavo A. Madero	4,287	5,256	4,190	3,731
Iztacalco	435	1,258	1,143	1,136
Iztapalapa	5,546	9,931	9,945	7,054
Magdalena Contreras	145	463	704	1,801
Miguel Hidalgo	734	1,914	2,137	2,071
Milpa Alta	20	35	219	60
Tláhuac	130	416	709	2,625
Tlalpan	1,340	1,324	1,779	2,403
Venustiano Carranza	730	2,321	2,428	2,800
Xochimilco	222	543	702	820
TOTAL	20,464	37,789	39,952	40,682

* Fuente: Dirección de Servicios a Usuarios. DGCDH. 1993

2.5 Drenaje

Para satisfacer los servicios de drenaje se tienen que afrontar y resolver diversos problemas, tales como:

Incrementar la infraestructura de drenaje en zonas de reciente creación y de irregularidad en la tenencia de la tierra.

La mayoría de los domicilios en donde no se tiene red de drenaje, cuentan con fosa séptica para la descarga de aguas negras, en algunos casos se desalojan las aguas residuales y pluviales a la vía pública.

Algunas colonias de la zona su-oriental de Iztapalapa no cuentan con infraestructura primaria y secundaria de drenaje para dar salida a las aguas generadas en la zona; así como la pendiente pronunciada del terreno que provoca una concentración rápida de las aguas pluviales y residuales; además del azolve en los colectores de las partes bajas (tabla 2.28).

Los encharcamientos en época de lluvias, inciden principalmente en las partes bajas aledañas a los cerros de La Estrella, El Marqués y la Sierra de Santa Catarina, sitios en que los escurrimientos pluviales causan encharcamientos y arrastre de azolve afectando también vialidades importantes como Ermita Iztapalapa, además, en lugares donde no existe el servicio o es insuficiente, o en su defecto la red se encuentra azolvada (tabla 2.29).

El funcionamiento de las redes secundaria y primaria es por gravedad por lo que su operación depende de sus características geométricas e hidráulicas, y por tanto se requiere de una importante labor de mantenimiento. En este sentido se tienen programadas acciones tales como limpieza de coladeras pluviales, atarjeas, colectores, vías rápidas y desazolve de los canales de Chalco, Nacional y el Río Churubusco, aún cuando se lleva a cabo la acción de mantenimiento, algunos conductos han resultado afectados por los hundimientos del subsuelo, provocando que trabajen en contrapendiente.

Los problemas más frecuentes en los pozos de visita son:

Retiro (de forma ilícita) de tapas metálicas en los Barrios de Iztapalapa, las colonias Vicente Guerrero, Progresista, Constitución de 1917 y las avenidas de Ermita Iztapalapa y Rojo Gómez; los ejes viales 5 y 6 Sur, lo que ocasiona desajustes en el tránsito vehicular y el azolve de la tubería.

La falta de pavimentación en calles donde el drenaje ha sido instalado, provoca que los pozos de visita se azolven por introducción de tierra a los mismos.

La renovación de las tapas de los pozos de visita, regillas y coladeras pluviales en calles y avenidas importantes.

El inadecuado uso de los pozos de visita por peatones y vecinos, quienes depositan basura en su interior provocando el taponamiento de los conductos.

2.5.1 Colonias sin servicio *

Tabla 2.28

Colonia	Orientación en la Delegación
1 Buenavista (Proceso)	Sureste
2 Ampl. Emiliano Zapata (Proceso)	Este
3 Lomas de la Estancia (Proceso)	Sureste
4 Predios de Santa María Xalpa	Este
5 Hultzico	Sureste
8 Potrero de la Luna	Sureste
7 Miravalle (Proceso)	Sureste

2.5.2 Colonias con encharcamientos *

Tabla 2.29

Colonia	Calles	Orientación en la Delegación
1 Santa Martha A.	Cayetano Andrade y Caiz. I. Zaragoza.	Noreste
2 Barrio San Miguel	Av. Gavilán esq. Mina.	Centro
3 Constitución de 1917	Marcelino Dávalos, Eliseo Céspedes, G. Ugarte, Cándido Aguilar, Periférico, Heberto Jara y López Lira.	Centro
4 El Molino	Canal de Chalco y Piraña.	Sur
5 U. H. Benito Juárez	Av. 11 entre Av. Tláhuac y Canal Chalco.	Sur
6 La Esperanza o U. H. Girasoles	Av. de las Torres Esq. Canal de Garay.	Sur
7 Lomas Esmeralda	Siracusa entre Av. Tláhuac y Canal de Chalco.	Suroeste
8 Los Angeles	Varias	Oeste
9 Cabeza de Juárez	Varias	Norte
10 Av. Tláhuac entre Ermita Iztapalapa y Ejido.		Sur
11 Av. Ermita Iztapalapa entre Periférico e I. Zaragoza.		Norte
12 Av. Texcoco entre Periférico y Av. Profr. Octavio Paz.		Este
13 Anillo Periférico entre Calzada I. Zaragoza y Canal de Chalco.		Sur

* Fuente : Dirección de Operación. DGCOH. 1994

2.6 Agua residual tratada *

La planta de tratamiento Cerro de La Esirella, tiene problemas con la variedad en cantidad y tipo de las descargas vertidas al sistema de drenaje ya que se ha detectado la presencia de sustancias tóxicas (metales pesados, compuestos inorgánicos y sustancias radioactivas, entre otras), cuyas cantidades exceden el límite considerado como permisible para el tratamiento con lodos activados. Además se incrementa el riesgo potencial de contaminación por el uso de esas aguas y afectan tanto al ser humano como al medio ambiente.

La recarga artificial de acuífero es otro problema, debido a la importancia de mantener una calidad adecuada en la recarga lo que implica una vigilancia estricta y constante, de otra manera se corre el riesgo de contaminar las fuentes internas de abasto de agua potable.

La necesidad de sustituir agua residual tratada por agua potable en usos donde no se requiere de la calidad de potable es una preocupación constante, por tal motivo, es importante mencionar las colonias que representan usuarios potenciales.

Tabla 2.30

Colonia	Orientación en la Delegación
1 Cacarma	Este
2 Ejidos de Iztapalapa	Norte
3 Mexicalzingo	Oeste
4 Progreso del Sur	Oeste
5 La Esmeralda	Este
6 Av. Año de Juárez	Oeste
7 Calzada de la Viga	Oeste
8 Calzada Rojo Gómez	Oeste

* Fuente: Dirección de Operación. DGCOH, 1994.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 Aspectos para optimizar la reparación de fugas

En la delegación Iztapalapa se tiene un alto porcentaje de fugas de agua, siendo el mayor de la Ciudad de México, y se debe principalmente a que algunas colonias se encuentran en la zona de transición, a la explotación excesiva de los mantos acuíferos, a la manipulación de válvulas por personas no autorizadas y a la deficiencia en la calidad, instalación y transporte de tuberías.

Para un adecuado sistema de reparación se hace necesario implementar un programa eficiente y eficaz (que ayude a minimizar los tiempos de la reparación de fugas y que disminuya la carencia en el suministro del vital líquido principalmente en la zona oriente de la Delegación, beneficiando a un número importante de habitantes), además de disminuir el costo de las mismas con la implantación de este sistema se podría destinar los recursos ahorrados en la ampliación de la red hidráulica y el mantenimiento a equipos e instalaciones.

Para mejorar la programación en la reparación de elementos dañados y disminuir las fugas, se implementará un control de pérdidas que establezca el estado físico y operacional del sistema. Para implantar un programa de detección y control de pérdidas, es indispensable conocer las funciones de: control operacional, mantenimiento de unidades operacionales, control de fugas y macromedición y además básicamente para organizar y manejar el catastro de redes hidráulicas, el padrón de usuarios y para la planificación de actividades de campo, se necesita obtener o generar la información siguiente:

3.1.1 Población en la localidad

Se refiere al número de habitantes de una población, que hace uso del servicio de agua potable.

3.1.2 Levantamiento físico de la red hidráulica

Como producto final lo integran los planos y fichas técnicas (puede haber varios con distinto nivel de detalle) y en ellos se ubican de manera gráfica los elementos de la red hidráulica, así como para referir sus características físicas: diámetro, tipo de material de las tuberías y su profundidad, el estado de deterioro de las válvulas, cruceros tipo, cotas del terreno y la ubicación de cajas de válvulas, pozos de agua potable, tanques de almacenamiento, plantas de bombeo, etc.

3.1.3 Operación de la red

En el ciclo planificado de actividades mediante las cuales se determino el funcionamiento cualitativo y cuantitativo de los componentes de un sistema de distribución de agua potable, se consideran necesarios los siguientes datos:

- Elevación (cota) de los tanques de almacenamiento de agua potable.
- Secciones de presión de la red.
- Programas de tandeo en la Delegación.
- Programa de mantenimiento preventivo.
- Manual de procedimientos para atención de emergencias.

3.1.4 Padrón de usuarios

El padrón de usuarios es el registro de las tomas de agua conectadas al sistema público de distribución de agua potable, mismo que debe estar actualizado y ordenado de tal manera que permita conocer: la localización, clase y tipo de usuario, características del micromedidor instalado y los consumos registrados periódicamente, evitar en lo posible las tomas clandestinas, registrándolas para percibir mayores recursos y que un organismo regule el cobro, la operación, construcción y mantenimiento de redes, instalaciones y distribución final a través de las Delegaciones.

3.1.5 Registro de macromedición

Conjunto de datos de equipos, sistemas y actividades permanentes para obtener, procesar, analizar, sistematizar y divulgar las rutinas del sistema de abastecimiento, relativas a mediciones de caudales, volúmenes, presiones y niveles de agua, horarios, diarios, mensuales y anuales. La macromedición se utiliza para las actividades siguientes:

- Medición de volúmenes y caudales de agua producidos por las fuentes de abastecimiento.
- Medición de presiones y niveles de agua en puntos críticos.
- Cálculo de dotación real
- Evaluación de las condiciones reales de funcionamiento hidráulico de la red.
- Estimación de volúmenes de agua perdidos por fugas

3.1.6 Registros de fugas

Para conocer la red hidráulica se realizan reportes, una vez reparada la tubería, conteniendo el número de fugas reparadas por el personal de la DGCOH y la Delegación; en los reportes se incluyen todos los datos de variables físicas que estén directamente relacionadas con las causas que originan la aparición de las fugas. Dichas variables pueden ser: presión, tipo de material, profundidad a que se encuentran instaladas las tuberías, material de relleno, tipo de recubrimiento en la superficie y edad de la instalación.

3.1.7 Diagnóstico de la situación actual

Recopilada la información, se procede a realizar un análisis estadístico de fugas, estableciendo los parámetros correspondientes a la tendencia de ocurrencia, índices y patrones de falla y reparación de fugas.

3.1.8 Evaluación de fugas en tomas domiciliarias

El volumen que se pierde por fugas en tomas domiciliarias, se obtiene mediante dos muestreos estadísticos: uno que sirve para determinar los porcentajes de tomas con fuga en cada sector en que se divide el sistema, y se lleva a cabo mediante la inspección de tomas y el otro que sirve para determinar el gasto medio por fuga por toma domiciliaria, así como sus estadísticas de ocurrencia.

3.1.9 Tendencia de fugas en la red

En base a los datos de los últimos años, de reportes y reparación de fugas que se hayan presentado en la red principal y en las tomas domiciliarias, se puede tener un análisis cualitativo de la tendencia de las fugas; mediante la elaboración y análisis de las gráficas.

- Distribución de fugas, sobre un plano con la infraestructura hidráulica de la Delegación se marcarán sectores con diferentes intervalos de fugas.
- Número de fugas por cada año, según el material de las tuberías donde ocurrió la fuga, diámetro, la ubicación de la misma y material de relleno.

3.1.10 Mayor incidencia de fugas

De acuerdo a la base de datos de los registros de reparación de fugas de la DGCOH y de la Delegación se establecen los lugares en la red primaria y secundaria y bajo las condiciones de trabajo (hidráulica y tipo de materiales) en que ocurren las fugas en el sistema de distribución. Se compara y se agrupan las colonias en que ocurrió la mayor incidencia, para tratar de determinar las causas.

3.1.11 Cálculo del volumen de agua perdido por fugas en la red de distribución

El cálculo del volumen perdido por fugas en red primaria, V_r , se estima a partir de los resultados de mediciones en zonas aisladas, llamados Distritos Pitométricos (DP). Dicho volumen, V_r , se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$V_r = CT - (CD + CND + VIt)$$

donde:

CT = Consumo total medido (m^3), a la entrada del DP, en un período de tiempo especificado (24 o 48 hrs. etc).

CD = Consumo doméstico total (m^3), en el mismo período de tiempo, se calcula multiplicando el número de habitantes, por el consumo doméstico real.

CND = Consumo total (m^3), en un mismo período de tiempo, registrado con medidores instalados a los usuarios no domésticos y que han sido previamente calibrados.

VIt = Volumen de fugas en tomas domiciliarias.

El volumen de pérdidas en la red es la diferencia entre el volumen abastecido y el consumido por los usuarios más el volumen de fugas en tomas domiciliarias en cada Distrito Pitométrico (recientemente se estableció este método en la Delegación).

3.2 Detección y localización de fugas

3.2.1 Detección de fugas

Se han desarrollado varias técnicas para detectar fugas, tales como: medición en sectores, sondeos, monitoreo de presiones en la red, análisis de cartas gráficas de registros obtenidos en 24 horas, quejas y reportes de usuarios de hundimientos diferenciales y regionales, aunque el mayor número de fugas, se detecta principalmente por afloramiento.

Si la fuga no es visible se puede detectar determinando si existe variación de caudal entre dos puntos seleccionados en la red, mediante sensores de flujo que cuantifiquen el gasto que pasa por una tubería.

3.2.1.1 Equipos de detección de fugas

Para confirmar la existencia de una fuga, se puede colocar algún detector de fugas en la toma domiciliaria.

Los tipos de equipos detectores de fugas no visibles se clasifican de la siguiente manera:

- Equipos mecánicos.
- Equipos electrónicos directos.
- Equipos electrónicos indirectos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Métodos de detección de fugas**Localizadores de válvulas y tubos**

Los localizadores de válvulas y tubos son instrumentos especiales para localizar objetos metálicos de tamaños pequeño y mediano que se encuentren enterrados a profundidades de hasta 1.5 m. Estos instrumentos se usan para localizar dispositivos y conductos metálicos enterrados a poca profundidad, depende el tamaño de la tubería.

El rango de detección varía debido a los diferentes tipo de suelo o del metal involucrado, por el tamaño forma y área externa del objeto metálico enterrado. Estos localizadores tienen la desventaja de que no sólo ubican la tubería de agua sino que también detectan cualquier conductor metálico existente en el lugar (cables de teléfono o cables de energía eléctrica), por tal razón se habrá de tener cuidado especial para que no existan fallas en los datos obtenidos. Estos equipos nos darán una aproximación de la dirección de la tubería de agua.

Equipos mecánicos

La característica principal de los equipos mecánicos es la de funcionar como un esletoscopio médico. El operador de este equipo debe tener la experiencia necesaria para identificar sonidos graves y agudos, ya que de esto depende la eficiencia del equipo. Normalmente el equipo mecánico se usa en tramos cortos de tubería y por las noches para evitar alteraciones (ruido) en la detección de la fuga.

Equipos electrónicos directos

Son equipos más completos que los mecánicos y sus componentes principales son: micrófono de piso, amplificador y filtros de frecuencias. Permite al operador inspeccionar la red de distribución sin mayores inconveniente en su uso. Su manejo es bastante sencillo ya que indica la existencia y la ubicación de la fuga por la intensidad de las vibraciones que estas emiten.

Las señales pueden captarse por medio de los audífonos y por un indicador de carátula. La fuga se localiza cuando la señal recibida es más alta al colocar el micrófono de piso en varios puntos sobre alguna tubería.

Existe el inconveniente de efectuar un recorrido largo por las líneas de distribución, ya que la inspección se hace a cada metro y medio; sin embargo, son bastante útiles en la detección y localización de fugas en zonas domiciliarias.

3.2.1.2 Técnicas de distritos pitométricos

Consiste básicamente en aislar sectores de la red, donde se realizan mediciones de los volúmenes abastecido y consumido por los usuarios en cada sector, durante un período de tiempo establecido, y con los datos obtenidos, se calculan índices de consumo que determinan cuales tienen mayor incidencia de fugas.

3.2.1.3 Localización de fugas

Consiste en ubicar con precisión el punto de la red donde se presenta la fuga, cuando ésta no es visible es necesario recurrir a las técnicas empíricas de localización o bien auxiliarse de aparatos que capten el sonido generado por el agua al escapar a presión de una tubería, causando vibraciones en el punto de escape. El sonido es muy importante ya que se produce en un rango de frecuencia comprendido entre 350 y 2000 ciclos por segundo. La transmisión del sonido esta en relación al tipo de material en el cual se busca y es directamente proporcional a la densidad del material transmisor; los suelos arenosos secos, transmiten mejor las vibraciones en tanto que los saturados absorben gran cantidad del sonido.

3.2.1.4 Presión diferencial

La posición de una fuga puede determinarse a través de las diferencias de presión en la red, para el caso específico de las tomas domiciliarias, se puede establecer el gradiente de presión hacia ambos lados de la toma que se inspecciona. Si en la toma inspeccionada se observa una presión menor comparada con las adyacentes, se determina que existe fuga y se suspende el suministro de agua al usuario y se verifica.

En cuanto a las pérdidas de presión, estas deben ser relativamente altas para ser registradas con manómetros Bourdon y entonces se hace necesario utilizar manómetros diferenciales con un líquido adecuado.

3.2.1.5 Técnicas de trazadores

Los métodos con trazadores consisten en introducir a la tubería una sustancia que sea fácilmente detectada; esta se introduce a la tubería en pequeñas cantidades y se compara con la que se encuentra en el afloramiento y después de un intervalo de tiempo, se puede inferir el volumen de agua perdida por la fuga en la red.

3.3 Reparación y control de fugas

La reparación de fugas en la red primaria o secundaria, se trabajará en seco, coordinándose con personal de la DGCCH y de la delegación Iztapalapa para la apertura y cierre de válvulas.

Donde existen servicios públicos se abastecerá temporalmente por medio de pipa.

La organización de los trabajos de fugas contempla las actividades siguientes:

- Reconocimiento de la zona.
- Recopilación de la información.
- Ubicación de bodega y campamento.
- Planeación de rutas.
- Ubicación de fugas.
- Eliminación de fugas.
- Llenado de formatos.
- Informes.

3.3.1 Implantación permanente

Se debe organizar al personal encargado del sistema de distribución de agua, con el fin de sistematizar la metodología hasta lograr que las pérdidas de agua sean menores a un porcentaje para el cual, técnica y económicamente las pérdidas se consideren mínimas. En algunos países se considera un valor del 8 %, de la cantidad total entregada a la red de distribución, como porcentaje mínimo del gasto perdido por fugas.

3.4 Organización técnica

La organización técnica se estructura para permitir la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos del sistema de abastecimiento de agua potable.

Las fugas se producen por diferentes causas y se presentan de manera inesperada, lo que hace necesario contar con todas las facilidades para la reparación, como herramientas, material y transporte para proceder a la reparación inmediata y oportuna del daño producido.

Nunca deberá adoptarse la práctica exclusiva del mantenimiento de reparación de daños, ya que con la ampliación de la red, el mantenimiento se complica y absorbe las divisiones de operación y mantenimiento, obligándolos cada día a intervenciones más numerosas y desordenadas para atender la reparación emergente de los daños y no quede tiempo para mejorar sus planteamientos generales y sistemas de operación, para mejorar el método de trabajo y así poder evaluar los resultados. Una alternativa de solución es el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo, consiste en programar todas las acciones en forma de calendario, sin esperar daños en las instalaciones para evitar que se presenten estos hasta que el elemento haya cumplido su vida útil.

La organización técnica también deberá contemplar el diseño y operación de la red en un rango hidráulico de funcionamiento óptimo, zonas de ampliación posibles de la red y una sustitución programada de piezas cuando estas hayan cumplido su vida útil.

3.5 Organización administrativa

La organización administrativa forma parte integral de las actividades, ya que así se plantean las metas y objetivos de trabajo; consiste en el método de trabajo, las principales funciones administrativas son:

- Planeación: es la exigencia de señalar fines a la acción humana, a través de la decisión de los objetivos que deberán obtenerse y se integra por objetivos, políticas, procedimientos y programas.
- Las metas: son los objetivos por alcanzar, es decir, los fines a cuya consecución se encamina la actividad en forma organizada.
- Políticas: son los medios para alcanzar los objetivos. Se les llama también "planes de acción" y constituyen afirmaciones generales o declaraciones que guían y canalizan el pensamiento en la adopción de decisiones, por parte de los colaboradores.
- Procedimientos: son los medios para realizar las políticas. También son planes, pues llevan consigo la selección de una línea de acción y se aplican a actividades futuras. Los procedimientos son auténticas guías para la acción y detallan la manera exacta en que debe ser realizada una actividad, su esencia es la secuencia cronológica.
- Programas: son un conjunto de políticas y procedimientos apoyados en presupuestos operativos necesarios, destinados a funcionar según una línea de acción.

4. REPARACIONES DE LA RED

4.1 Esquema general de las fugas en la delegación Iztapalapa

Las actividades extras y la presencia de tiempos muertos hacen que los trabajos normales para la eliminación de fugas se vean afectados, por ejemplo: si la pieza por cambiar no se tiene en existencia. Si bien estos trabajos forman parte del proceso de ejecución, pueden ser programados y realizados conforme se requieran, con lo que se logran reducir los tiempos de reparación en beneficio de los habitantes de la Ciudad de México y específicamente en la delegación Iztapalapa.

4.1.1 Recepción y verificación de los reportes

Existen diferentes organismos que reciben los reportes, quejas y denuncias que la población emite sobre el suministro de los servicios hidráulicos del Distrito Federal.

En función de su naturaleza, el centro de información distribuye los reportes al Área correspondiente.

En Iztapalapa se reporta el mayor número de fugas a lo largo del año, se revisa si las fugas no han sido reportadas con anterioridad y si la ubicación es correcta, usando el número de fólio y auxiliándose del guía roji para su ubicación, si la ubicación es dudosa, se llama al teléfono de quien la reporta para rectificar algunos datos.

Para definir las características de las tuberías se utilizan planos escala 1:10,000 y 1: 2,000 que contienen información del diámetro y ubicación de las cajas de válvulas.

4.1.2 Envío de los reportes de fugas para proceder a su eliminación

Los reportes de redes primarias (conductos mayores o iguales a 50 cm de diámetro), son enviados a los diferentes sistemas operativos de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), en tanto los de las redes secundarias (diámetros inferiores de 50 cm), se turnan al personal de la Delegación para su eliminación. Sin embargo, cuando la fuga en red secundaria ocasiona problemas graves de viabilidad, o por alguna razón la Delegación no cuenta con los recursos humanos y materiales para realizar la eliminación, en forma ágil y oportuna, esta anomalía es canalizada por algún sistema operativo de la DGCOH para su atención.

4.1.3 Control de reportes

Los reportes se integran a una base de datos que contiene: la ubicación de la fuga, el centro de atención a usuarios al que se reporta, diámetro, material y fecha en que se recibe. En este mismo control se lleva la relación de las fugas solucionadas y las pendientes de atender para darles el seguimiento correspondiente.

4.2 Organización del personal, equipo, herramienta y material

El centro de información ha turnado el reporte al sistema operativo (DGCOH) o a la delegación de Izlapalapa y se programan los trabajos de acuerdo a las características de la fuga.

La programación contempla los siguientes puntos:

- Determinación de las características de la fuga.
- Definición del personal, equipo, herramienta y material a emplear.
- Ruta a seguir.
- Ubicación de la fuga en campo.
- Eliminación de la fuga.
- Llenado de los formatos respectivos para el control de las ordenes de trabajo.

La determinación de la cuadrilla (personal y materiales) esta en función del diámetro en que se requiere eliminar la fuga de agua, la mayoría se presenta en tuberías de asbesto-cemento de 4" (10.2 cm), 6" (15.2 cm), 8" (20.3 cm) y 12" (30.5 cm) de diámetro y tomas domiciliarias, que son las más comunes. Para diámetros de 14" (35.6 cm), 16" (40.6 cm) y 18" (45.7 cm), se recomienda agregar el personal, equipo, herramienta y material complementario que se requiera. Así como en las fugas presentadas en la red primaria mayores de 20" (50.8 cm) el equipo necesario para realizar el trabajo en el menor tiempo posible, restablecer el servicio y evitar mayores pérdidas del vital líquido.

4.2.1 Traslado a la zona de maniobras

El traslado se realiza inmediatamente después de haber programado los trabajos o al día siguiente en el primer turno.

En algunas fugas donde el agua aflora a la superficie, se ha observado que ésta tiende a tomar diferentes salidas y estas se presentan principalmente cuando las tuberías se alojan en calles y/o avenidas con pendientes ligeramente pronunciadas, pero sobre todo, si la carpeta asfáltica es de gran espesor.

El jefe de la cuadrilla para ubicar las fugas, realiza sondeos o pide ayuda a la oficina de detección de fugas con el propósito de definir el lugar preciso en donde se ubica.

4.2.2 Colocación de señalamientos y barreras de protección

Los señalamientos y barreras de protección servirán para delimitar la zona de trabajo, evitar algún percance y no ocasionar problemas viales y peatonales.

Por lo cual deberán colocarse y mantenerse durante el proceso de la eliminación de la fuga de agua, avisos de reparación, barreras adecuadas, linternas rojas e intermitentes o antorchas (en su caso) y los veladores y bandereros necesarios hasta que se reanude el tránsito normal.

El vehículo con torreta (con luces intermitentes) es necesario cuando se trabaja en vialidades de tránsito intenso y se deben coordinar las acciones con la Secretaría de Seguridad Pública, con el fin de evitar accidentes, el material producto de la excavación, equipo, herramienta y todo aquello que obstruya el tránsito. Se deben colocar donde no entorpezcan las maniobras y señalarlo por medio de barreras, transiconos y avisos con luces. Y al finalizar los trabajos se deberá notificar de inmediato a la Delegación para que retire el material producto de la excavación.

4.2.3 Cierre de válvulas e instalación eléctrica

Para realizar esta actividad solo el personal de la DGCCH y de la Delegación están autorizados para manipular las válvulas, como lo indica el Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal. Con el fin de verificar la ubicación de cajas, así como el equipo y número de válvulas que deberán cerrarse, se llevará un plano con las redes hidráulicas de la zona y/o se enviará al personal con mayor experiencia.

En ocasiones será necesario achicar o realizar limpieza en las cajas de válvulas, antes de proceder a operarlas. Para este fin se utilizará bomba eléctrica o de gasolina, bota de plástico, barreta, cortadora, pico, dos palas, martillo neumático y manguera para desaguarse.

En paralelo a la actividad mencionada, se realiza la instalación eléctrica con el propósito de poder realizar la operación de bombeo, trabajos de soldadura y colocación de alumbrado, principalmente. Para ello se requiere de dos personas, cable, escalera de aluminio, pinzas, guantes y cascos.

4.2.4 Corte y remoción de pavimentos

En vialidades importantes es común encontrar capas de gran espesor de concreto asfáltico, concreto hidráulico y/o concreto armado, lo cual ocasiona problemas básicamente durante el corte.

Cuando el pavimento es de concreto armado, el corte debe realizarse de tal forma que se deje libre el acero de refuerzo en todo el perímetro de la cepa. Este acero servirá para obtener una buena liga y proporcionar apoyo al armado del nuevo pavimento.

En los casos antes señalados deberá emplearse martillo neumático y cortadora con disco para concreto.

Si el pavimento no presenta algunas de las características anteriores, entonces el corte se realizará con martillo neumático, pico, barreta y pala.

El pavimento producto del corte podrá ser utilizado como barrera de protección durante la excavación.

4.2.5 Excavación

Se realiza a mano y procediendo con precaución de tal manera que no se dañen las estructuras contiguas encontradas (tuberías adicionales de agua potable, líneas de teléfono, ductos de gas, tuberías de drenaje, agua tratada, ductos de combustible y cables de energía eléctrica, entre otras), o la misma tubería donde se localiza la fuga.

Las dimensiones y forma de la cepa dependerán del espacio requerido para maniobrar en la zona averiada y de las características del terreno. Tomando en cuenta que deben aumentarse de 30 a 40 cm más ancho y de 15 a 20 cm de profundidad abajo del tubo. También debe procurarse que los taludes del corte se aproximen a la vertical, hasta donde las condiciones de seguridad lo permitan. Esta actividad podrán desarrollarla dos personas con la ayuda de palas, picos y barretas.

4.2.6 Achique

Se desaloja el agua hasta dejar un tirante que permita llevar a cabo los trabajos de reparación. Se utilizan bombas de gasolina y/o eléctricas (beceros) de 2" (5.1 cm), 3" (7.6 cm) y 4" (10.2 cm) de diámetro, manguera de succión y descarga o en su defecto, si el gasto es muy pequeño se emplean botes de plástico de 19 litros. Para realizar esta actividad se requieren dos personas (el agua producto del achique deberá descargarse a la coladera pluvial o pozo de visita más cercano).

4.2.7 Protección de estructuras contiguas

Las estructuras pueden ser de energía eléctrica, teléfonos, gas, agua potable, drenaje o agua residual tratada entre otras.

Debido al riesgo que representa dañar alguna de estas estructuras, para protegerlas se recomienda emplear además de madera, acero y/o concreto. Para el desarrollo de esta actividad son necesarias dos personas.

4.2.8 Identificación del elemento dañado

El elemento por reemplazar se obtiene del material existente que el vehículo transporta, en caso contrario se pide en el almacén.

Los materiales utilizados durante la fuga tienen que ser repuestos una vez de regreso al centro operativo de trabajo.

4.3 Reparación de fugas

La mayor incidencia de fugas se tiene en tuberías de diámetros de 4" (10.2 cm), 6" (15.2 cm), 8" (20.3 cm), 10" (25.4 cm) y 12" (30.5 cm), debido a que en el sistema hidráulico de la Ciudad son las más abundantes y además de ellas se derivan las tomas domiciliarias.

La red está conformada aproximadamente en un 90% de tuberías de asbesto-cemento y es donde la mayor cantidad de fugas se presentan. Del 10% restante algunas zonas se encuentran en las partes altas de los cerros y se utiliza polietileno por ser material flexible y proporcionar pequeños cambios de dirección lo cual facilita su instalación en material rocoso.

Los componentes de la red en los que se presentan las fugas se describen a continuación:

4.3.1 Tubo

En las uniones de tuberías se presentan las fugas en el sentido de la sección longitudinal y transversal por deficiencias en la compactación del material de relleno, fuerzas sísmicas o por asentamiento del terreno.

En fisuras o rupturas la eliminación de la fuga se realiza colocando coples de reparación, o un tramo corto unido en sus extremos con dos coples o en su caso juntas Gibault con carrete, esto último es lo más recomendable en tuberías de asbesto-cemento, ya que ofrece las siguientes ventajas:

- Facilidad en el montaje e instalación.
- Permite una mayor flexibilidad, comparado con el cople de asbesto-cemento.
- Permite la dilatación de los tubos, ya que estos se colocan con una separación de 1 cm.
- Las piezas de la junta son móviles y ligeras.

Debido a que el diámetro exterior del tubo cambia según la clase y el fabricante, es recomendable que después de excavar y descubrir la parte averiada se obtenga el diámetro exterior del tubo utilizando flexómetro o en su caso con un alambre con la finalidad de instalar el diámetro correcto y juntas Gibault apropiadas.

4.3.2 Cople

Cuando la fuga se presenta en el cople de unión, primero se deberá remover el cople con cincel y martillo. Ya que de otra forma no es posible quitarlo porque se encuentra pegado a los tubos, después se cortan los tubos a la altura de la espiga y se instala un carrete.

Cuando se requiere cambiar varios tubos, situación no frecuente, es recomendable utilizar carretes para unirlos, inclusive entre tubos nuevos, debido a que no siempre se llena el espacio para colocar coples y se recomienda tomar las debidas precauciones, el tubo deberá de ser de la misma clase, por ejemplo, si la tubería es de 4" (10.2 cm) de diámetro y clase A-7, el cople será de las mismas características.

4.3.3 Juntas Gibault

Si la fuga se presenta en la unión de tuberías de diferente espesor, inicialmente se desprende la junta Gibault, posteriormente se coloca otro tubo del mismo espesor y se une con una junta nueva.

Otra forma en que puede presentarse la fuga es cuando la pieza se encuentra deteriorada o rota, en este caso es conveniente cambiar la pieza.

4.3.4 Caja de válvulas

En las válvulas normalmente los estoperos son los que fallan, y en ocasiones también los usillos son rotos por los usuarios cuando se presenta carencia de agua, como en los sismos de 1985.

Para llevar a cabo la reparación de válvulas, inicialmente se realiza el desmonte de la misma. Si se complica el desprendimiento de tornillos, conviene utilizar: soplete, tarraja o arco y segueta para cortar; en caso contrario, con llave steelson es suficiente. Posteriormente se procede a desmontarla (de preferencia afuera de la caja de válvulas), con el propósito de detectar la parte averiada y realizar el cambio correspondiente. Cuando la válvula se encuentra muy deteriorada, lo recomendable es sustituirla.

4.3.5 Tomas domiciliarias

Las fugas en las tomas se presentan en su mayoría debido a que el material cuando se instala es de dudosa calidad, no se tienen especificaciones técnicas para esos materiales y/o muchas tomas son realizadas por los mismos usuarios y en el mejor de los casos el material rebasa su vida útil. Existe un gran número de tomas conectadas a la red, lugar en el que se presenta el mayor porcentaje de fugas y se localizan en diferentes partes de la toma como: abrazadera de inserción, sujetador o conector, tubo o ramal y en la llave de banquetea.

Es común que se presente una fuga en el ramal, si es de plomo y la instalación es muy antigua.

Si se utiliza ramal de plástico, será con espiga adaptador para fijarse a presión. Su inserción en la tubería alimentadora, en caso de requerirse, deberá hacerse con rosca cónica en la tubería, colocándose sellador líquido en el macho de la llave al hacer la inserción.

En tuberías de asbesto-cemento se empleará abrazadera de fierro fundido con empaque de hule para fijar y hacer la inserción.

Para reparar el ramal o tubería entre la conexión y el cuadro, si es de cobre o plomo, las uniones del tramo añadido se harán mediante soldadura o tuerca unión de bronce. En el segundo caso serán bridados (los extremos del tubo).

El tipo de tubo a utilizar en estas conexiones es el "K" para cobre y "AA" para plomo, conforme a las especificaciones de Association Steel Technical and Materials (ASTM). Si se trata de tubo galvanizado, las uniones se harán con rosca poniendo en ellas sellador líquido. Cuando el ramal es pequeño y la avería muy grande, es recomendable cambiarlo completamente e instalar tubería de PVC o fierro galvanizado.

En caso de sustituir la llave de banquetea deberá ser de bronce de cono invertido, esmerilado en su propio asiento, con conexiones de tuerca presión para tubo de cobre o plomo y con roscas hembras si existe el tubo galvanizado para la toma.

4.3.6 Cruceos

Las fugas ocurren generalmente por aplastamiento debido al tránsito vehicular o hundimientos del subsuelo. En estos casos hay que cambiar empaques en las uniones y algunas veces piezas especiales dañadas. En tuberías de asbesto-cemento no se presentan las fugas con frecuencia, debido que las piezas especiales son de fierro fundido.

4.4 Comportamiento del elemento dañado

Después de finalizar los trabajos de la reparación, se abrirán las válvulas verificando que no exista fuga alguna; esta prueba no debe ser mayor a 30 minutos.

4.5 Relleno

El relleno y compactación se realiza en dos etapas, comenzando con el "encamado" y "acostillado", que consista en proporcionar el apoyo adecuado y continuo al tubo. En este caso deberá usarse material seleccionado (tepalcate exento de piedras y capas sucesivas de 10 cm de espesor), compactándose con equipo neumático (ballarina) y pisones de costilla.

En la segunda etapa se efectúa el relleno hasta completar el ensayo de la zanja, en capas de 30 cm y con la humedad necesaria. También se utiliza ballarina y pisón de piso.

4.6 Retiro del material sobrante producto de la excavación y el relleno

El material sobrante, producto de la excavación se deberá retirar en el menor tiempo posible, a fin de que el área de trabajo quede completamente limpia a satisfacción del personal encargado de la supervisión (Interna).

Para facilitar el control de lo realizado en cada reparación o instalación, es muy importante que se llenen los formales o reportes correspondientes, con la finalidad de llevar a cabo la actualización de los planos de redes hidráulicas y enterar al centro de información para notificar la terminación de los trabajos realizados al usuario y al medio de difusión que amablemente reportó la fuga.

Al finalizar los trabajos, la supervisión de la eliminación de fugas envía un reporte a la delegación Iztapalapa para que a su vez realice la reposición del pavimento.

4.7 Reposición de pavimento

La reposición del pavimento se encuentra a cargo de la oficina de bacheo de la Delegación pero es responsabilidad de la cuadrilla que eliminó la fuga dejar bien compactada la superficie y lista para que se coloque el nuevo pavimento.

ELIMINACION DE FUGAS EN TUBOS DE A-C DE 4" (10.16 cm), 6" (25.4 cm) Y 12" (30.48 cm) DE DIAMETRO

ELIMINACION DE FUGAS EN TUBO DE A-C DE 4" (10.16 cm), 6" (15.24 cm), 10" (25.4 cm) Y 12" (30.48 cm) DE DIAMETRO

Problema	Solución	Personal	Equipo	Herramienta	Materiales
Fisura transversal	Cortar en la fisura para colocar abrazaderas, junta Gibaut o cople	Cuadrilla base: Jefe de cuadrilla Electricista Fontanero Ayudante de fontanero Peón Chofer	Equipo base: Apoyo Plano de la red escala 1:10,000 Seguridad (para 5 elementos) Casco Overol Guantes	Herramienta base: Cierre de válvulas 3 Mnerales 2 Pericos N. 10 1 Gancho de varilla de 3/8"	Materiales: Material base: Instalación eléctrica 10 m de cable eléctrico Protección de estructuras contiguas 2 Vigas de acero 8po 1" 2 Polines de 4" x 4" 10 m de soga 2 Adornos de lámina de acero
Fisura longitudinal	Cortar el tramo cañado y sustituirlo por otro, uniéndolo por medio de junta Gibaut o cople		Botas con cascoño de acero Botas de hule Transporte 1 Camioneta de 3.5 toneladas	2 Pinzas Romper pavimento 2 Cuchas 2 Merros Excavación 2 Barridos 2 Zapapicos 2 Pales cuadrados 2 Pales de punta Eliminación de fuga 2 Llaves Steelson 1 Juego de cincoales 2 Merros o muellos 1 Juego de llaves estrechas 1 Juego de llaves medias Arco y sierra Sopleta de gasolina con soldadura y pasta 1 metro de trazo 1 Flexómetro 1 Lima plana o escocina 1 Martillo de boltz 1 Berbiquí 1 Juego de brocas 2 Cepillos metálicos 1 Juego de desarmadores 1 Limón 3 Emboquilladores para tubo de cobre 1 Juego de pinzas 2 Punzones Relleno y compactado 2 Pales cuadrados	Eliminación de fuga Abrazaderas de inserción de 4", 6", 10" y 12" de diámetro Gasolina y aceite Anticorrosivo para tornillos Cordón grafitado 3 Collarines de 12" de diámetro Coples de asbesto-cemento de 4", 6", 8" y 12" de diámetro Cuchas de madera Empaques de plomo de 4", 6", 8", 10" y 12" Gomas cuadradas y redondas de diámetro 4", 6", 8", 10" y 12" Juntas Gibaut de 4", 6", 8", 10" y 12" de diámetro con gomas cuadradas y redondas Pegamento Llaves de tanques de 1/2", 3/4" y 1" de diámetro Llaves de inserción con diámetro de 1/2", 3/4" y 1" Sal de amoníaco Soldador Soldadura de estaño Tornillos para bridas de 4", 6", 8", 10" y 12" de diámetro Tubos de asbesto-cemento con diámetro 4", 6", 8", 10" y 12" en clase A-5, A-7, A-10 y A-14 Tubos de fierro galvanizado de 1/2", 3/4" y 1" de diámetro Tuerca unión con diámetro de 1/2", 3/4" y 1" Relleno y compactado Tapetas
Agrujero o magulladura	Utilizar abrazadera de fierro fundido, junta Gibaut o cople		Señalamiento para protección 4 Tablones informativos 2 Cabañetes de desvío 1 Estrechamiento asimétrico 1 Barrera portátil 5 Conos de protección y desvío 2 Banderas para señalizaciones manuales 2 Lámparas de destello 1 Tablero luminoso	2 Llaves Steelson 1 Juego de cincoales 2 Merros o muellos 1 Juego de llaves estrechas 1 Juego de llaves medias Arco y sierra Sopleta de gasolina con soldadura y pasta 1 metro de trazo 1 Flexómetro 1 Lima plana o escocina 1 Martillo de boltz 1 Berbiquí 1 Juego de brocas 2 Cepillos metálicos 1 Juego de desarmadores 1 Limón 3 Emboquilladores para tubo de cobre 1 Juego de pinzas 2 Punzones Relleno y compactado 2 Pales cuadrados	
Ruptura de la campana	Cambiar el tubo		Instalación eléctrica 1 Escalera de aluminio Rompedor de pavimento 1 Martillo eléctrico Achique 1 Bomba de gasolina de 3" 1 Bomba eléctrica (becerro) de 3" 2 Botas de plástico de 19 litros Manguera para succión y deslajo de agua Eliminación de fugas 1 Cortador para tubo de cobre 1 Cortador para asbesto-cemento entre 3" y 6" 1 Cortador para asbesto-cemento entre 6" y 12" 1 Cascan Relleno y Compactado 1 Pistón de costilla 1 Pistón de mano 1 Escarima	2 Llaves Steelson 1 Juego de cincoales 2 Merros o muellos 1 Juego de llaves estrechas 1 Juego de llaves medias Arco y sierra Sopleta de gasolina con soldadura y pasta 1 metro de trazo 1 Flexómetro 1 Lima plana o escocina 1 Martillo de boltz 1 Berbiquí 1 Juego de brocas 2 Cepillos metálicos 1 Juego de desarmadores 1 Limón 3 Emboquilladores para tubo de cobre 1 Juego de pinzas 2 Punzones Relleno y compactado 2 Pales cuadrados	

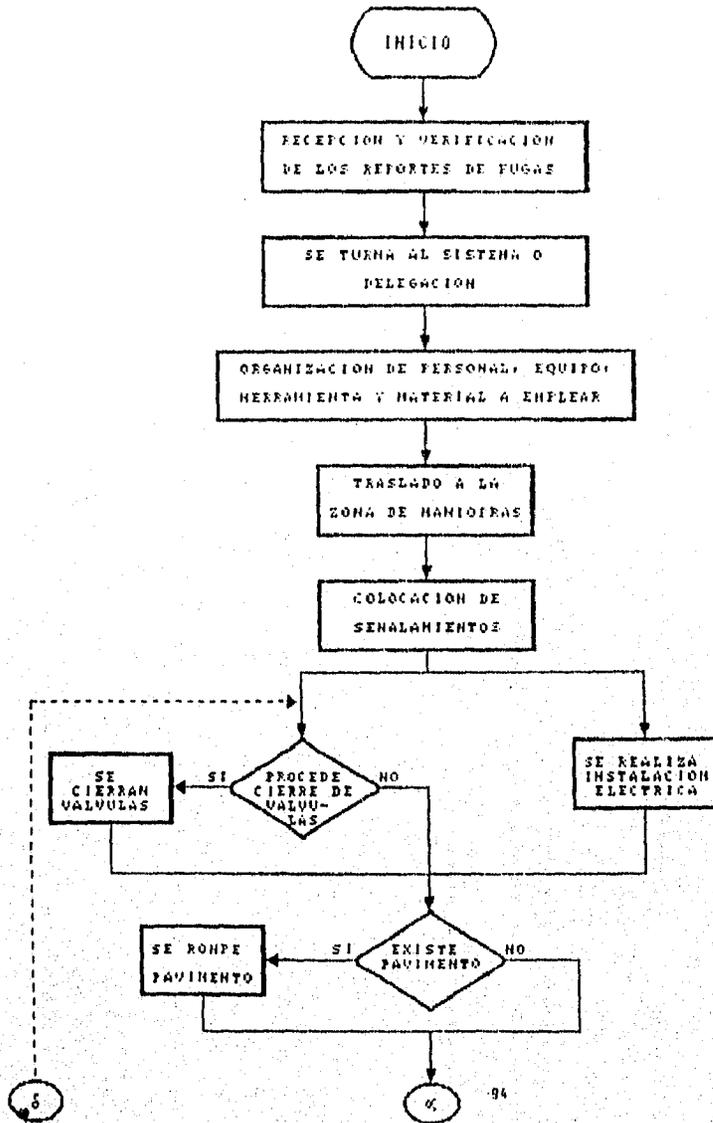
ELIMINACIÓN DE FUGAS EN TUBO DE A-C DE 4" (10.16 cm), 6" (15.24 cm), 10" (25.4 cm) Y 12" (30.48 cm) DE DIAMETRO

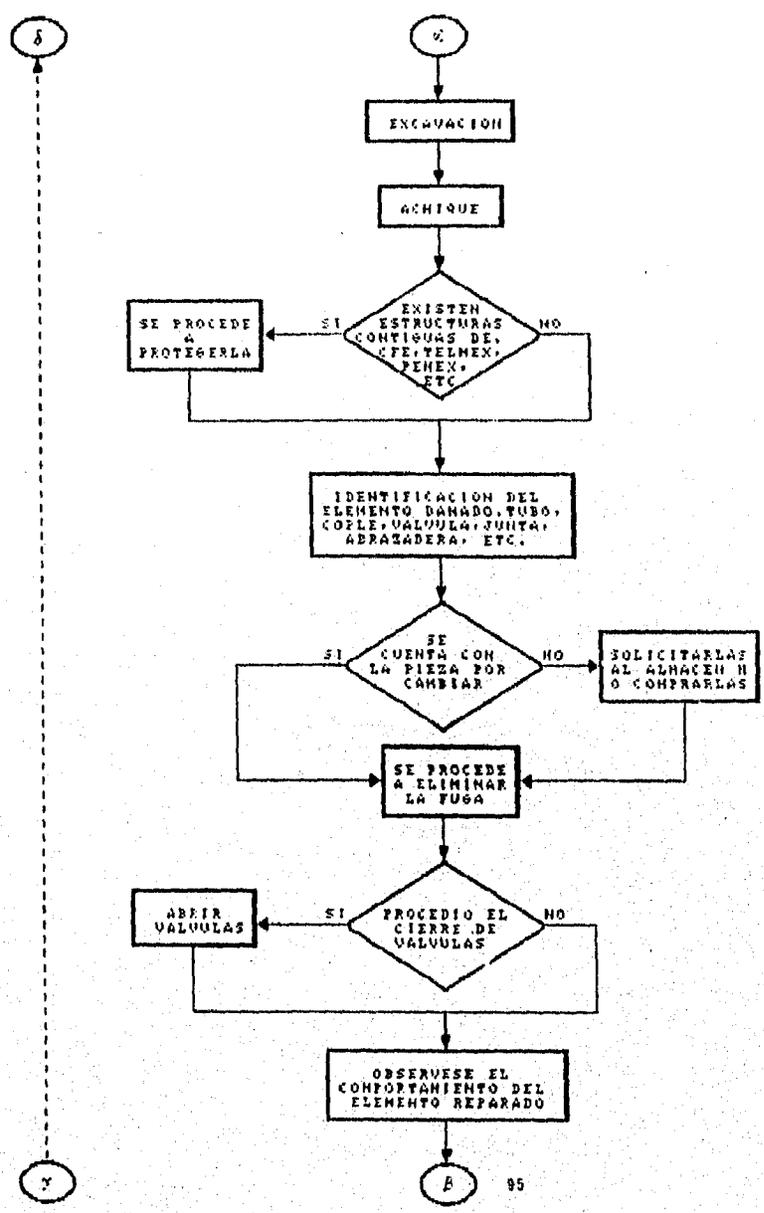
Problema	Solución	Personal	Equipo	Herramienta	Materiales
Acarreo de material sobrante 1 Camión de volteo de 6 m3					
COPLIE					
Fisura transversal	Cambiar copie	Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
Fisura longitudinal	Cambiarlo				
Agujero o megaladura	Sustituir copie				
JUNTA GIBAULT					
Unión de tuberías diferente espesor	Colocar otro tubo del mismo espesor y unirlo mediante junta Gibault nueva	Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
Deterioro de la pieza	Sustituir junta				
Rota o mal instalada, uniendo tubería con extremidad de fierro fundido	Cambiar pieza o ajustar				
ABRAZADERA					
Deterioro de abrazadera	Cambio de abrazadera	Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
Fuga en el empaque	Cambiar empaques				
VALVULA					
valvula rota o desgastada	Cambiar valvula				
Estopero roto o desgastado	Cambiar estopero				
Uso de roto o desgastado	Cambiar uso				
EMPAQUE					
Roto o desgastado	Cambiar empaque	Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
TOMA DOMICILIARIA					
Ramal roto o fisurado		Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
Abrazadera rota o mal instalada	Cambiar abrazadera				
Conector y/o tuerca unión, roto o mal instalada	Conectar y/o cambiar tuerca				
Llave de banquetes, fuga por empaque o roto	Cambiar empaque o Llave				
TUBO					
Fisura transversal	Cortar en la fisura y colocar abrazadera, junta Gibault o copie	Cuadrilla base	Equipo base	Herramienta base	Material base
Fisura longitudinal	Cortar el tramo dañado y sustituirlo, unir con junta Gibault o copie	Complementario Operador de grua Ayudante de operador Cuadrilla de soldadores Operador de retroexcavadora Sobrestante	Complementario Equipo para corte de tubería de 14", 16" y 18" de diámetro Grua de 5 toneladas Soldadora autógena o eléctrica Retroexcavadora	Herramienta base	Complementario Abrazadera de inserción Coples de asbesto-cemento Empaques de plomo Gomas cuadradas y redondas Juntas Gibault con gomas cuadradas

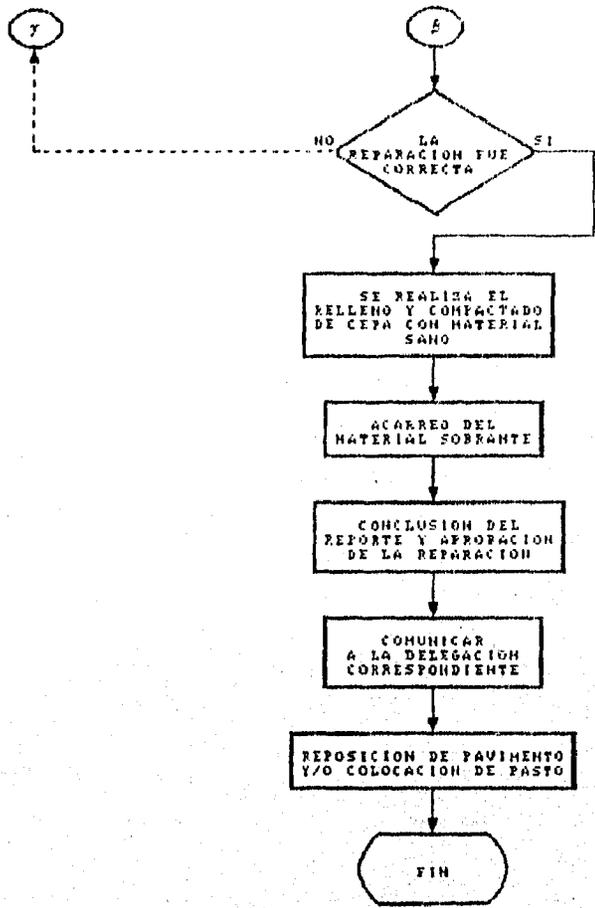
ELIMINACION DE FUGAS EN TUBO DE A-C DE 4" (10.16 cm), 6" (15.24 cm), 10" (25.4 cm) Y 12" (30.48 cm) DE DIAMETRO

Problema	Solución	Personal	Equipo	Herramienta	Materiales
Ruptura de la campana	Cambiar el tubo				Materiales y redondas. Tornillos para bridas. Tubos de asbesto-cemento en clases A-5, A-7, A-10 y A-14. Collarines
COPE					
Fisura transversal	Cambio	Complementario y cuadrilla base	Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario
Fisura longitudinal	Cambiar cople				
Agujero o magulladura	Cambio				
JUNTA GIBAUT					
Unión de tuberías de diferente espesor	Colocar otro tubo del mismo y unirlo mediante junta Gibaut nueva	Complementario y cuadrilla base	Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario
Deterioro de la pieza	Cambiarla				
Ruptura o mal instalada, uniendo tubería con extremidad de fierro fundido	Cambio o ajuste				
ABRAZADERA					
Deterioro de abrazadera	Sustitución	Complementario y cuadrilla base	Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario
VALVULA					
Fuga en el empaque	Cambiarlo	Complementario y cuadrilla base	Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario
Valvula rota o desgastada	Cambio		Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario
Estopero roto o desgastado	Sustituirlo				
Usillo roto o desgastado	Cambiar usillo				
EMPAQUE					
Roto o desgastado	Sustitución	Complementario y cuadrilla base	Equipo base y complementario	Herramienta base	Material base y complementario

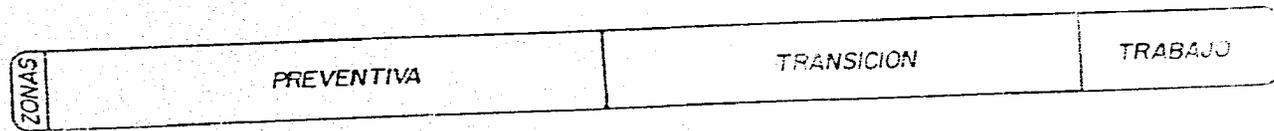
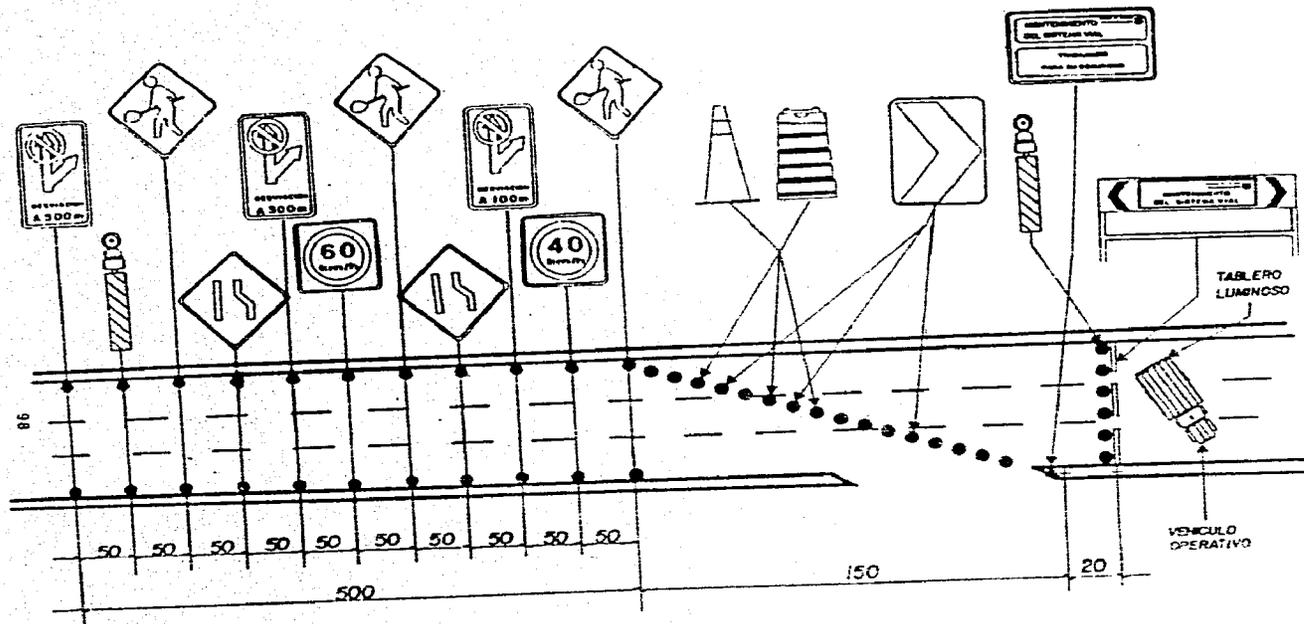
PROCEDIMIENTO A SEGUIR
PARA LA ELIMINACION DE UNA
FUGA

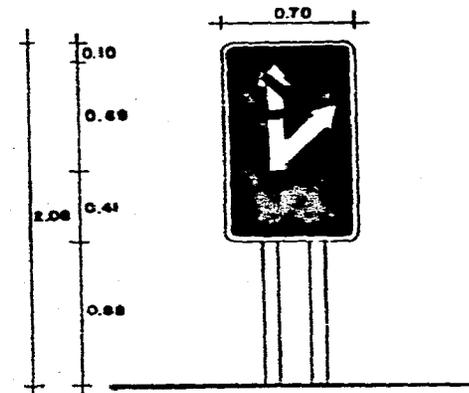
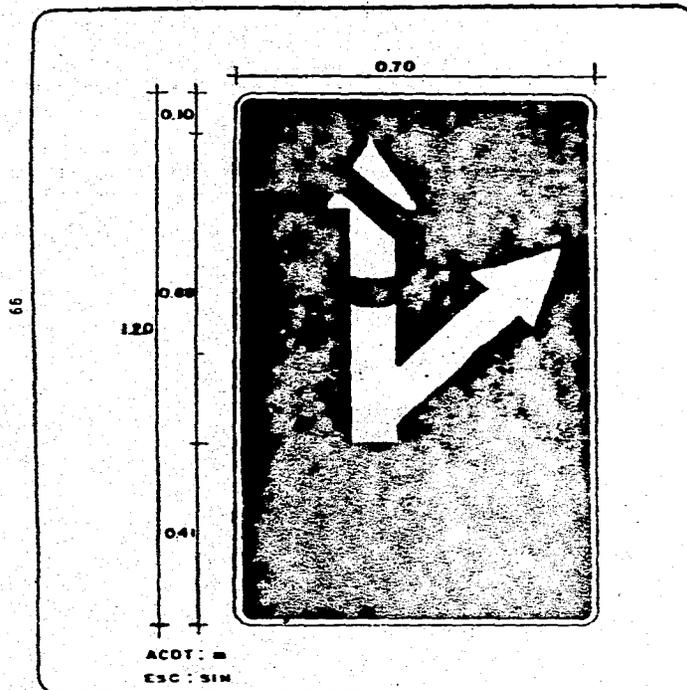






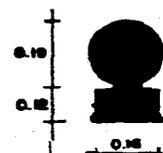
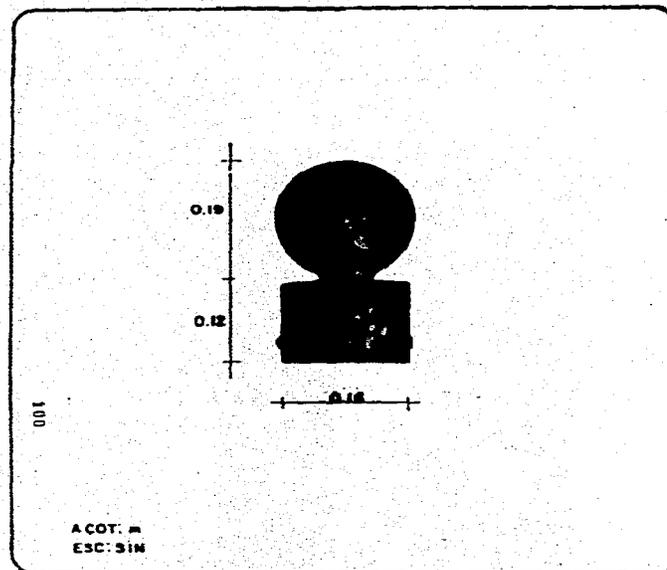
SEÑALAMIENTOS PARA PROTECCION DE OBRA
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISPOSITIVOS





CABALLETE DE DESVIO

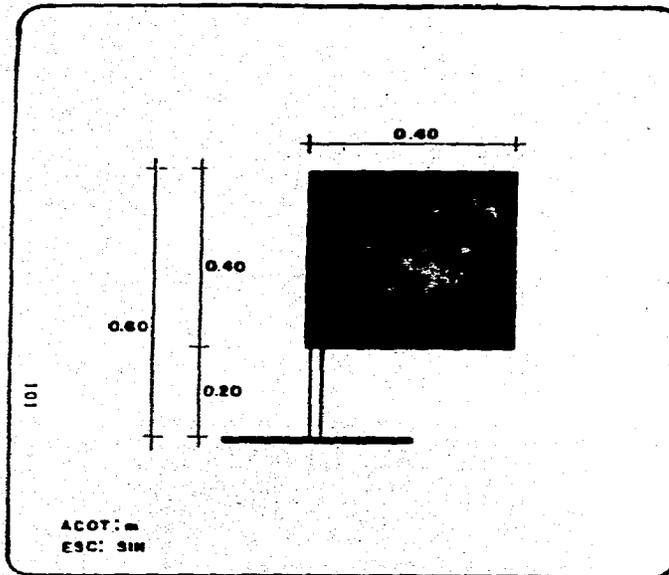
SEÑAL RECTANGULAR DE 0.70 x 1.20 m FABRICADA EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 16 FONDO EN LACA NARANJA, - CIRCULO EN SCOTCHLITE COLOR ROJO ALTA INTENSIDAD. FLECHAS, LEYENDA Y FILETE EN SCOTCHLITE COLOR BLANCO ALTA INTENSIDAD, EL SOPORTE SE FABRICA CON TUBULAR DE 2" x 2" PINEADO EN ESMALTE COLOR BLANCO.



LAMPARA DE DESTELLO

SON DELENTE DIRECTA CON DOBLE VISTA. FUNCIONAN CON BATERIAS DE 12 VOLTS. EMITEN DESTELLOS. EL COLOR DE LA LUZ INTERMITENTE ES AMARILLA, SE COLCAN SOBRE BARRERAS O SEÑALES DE TAMBOS. EL RITMO DE DESTELLO SERA DE 60 POR MINUTO.

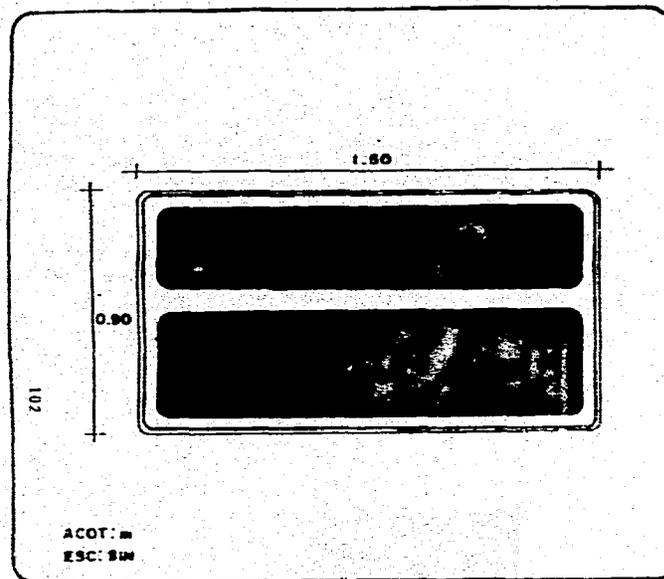
CLAVE: PO - 11.1 , SEGUN C.G.T.



BANDERA PARA SEÑALES MANUALES

SEÑAL FABRICADA EN TELA O PLÁSTICO DE FORMA CUADRADA DE COLOR ROJO BRILLANTE Y QUE USAN LOS BANDEREROS DURANTE LAS JORNADAS DIURNAS PARA HACER SEÑALES DE ALTO, DESPACIO Y SIGA, ASA DE MADERA DE 60 a 90 cm DE LARGO

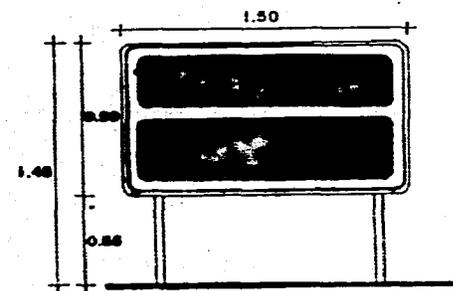
CLAVE: PO - 11, SEGUN C.G.T.



TABLERO INFORMATIVO

SERIAL RECTANGULAR DE 0.90x1.50 m FABRICADA EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 16, CON FONDO EN SCOTCH-LITE COLOR BLANCO GRADO INGENIERIA, FONDO DE LOGOTIPOS CON TINTA SERIGRAFICA TRANSPARENTE COLOR NARANJA, FONDO DE LEYENDAS CON TINTA SERIGRAFICA TRANSPARENTE EN COLOR AMARILLO, LEYENDAS LOGOTIPOS Y FILETE EN TINTA SERIGRAFICA COLOR NEGRO, EL SOPORTE DE ESTA SERIAL SE FABRICA EN TUBULAR DE 2" x 2" PINTADA EN ESMALTE BLANCO.

CLAVE : PO - 19, SEGUN C.G.T.



Tablones de señalamiento externo
Características físicas: Lámina negra
esmaltada a fuego, color del fondo
blanco. Sujeta a dos postes
metálicos. Medidas: 1,50 x 1,00 m.
Impresión en serigrafía.

103

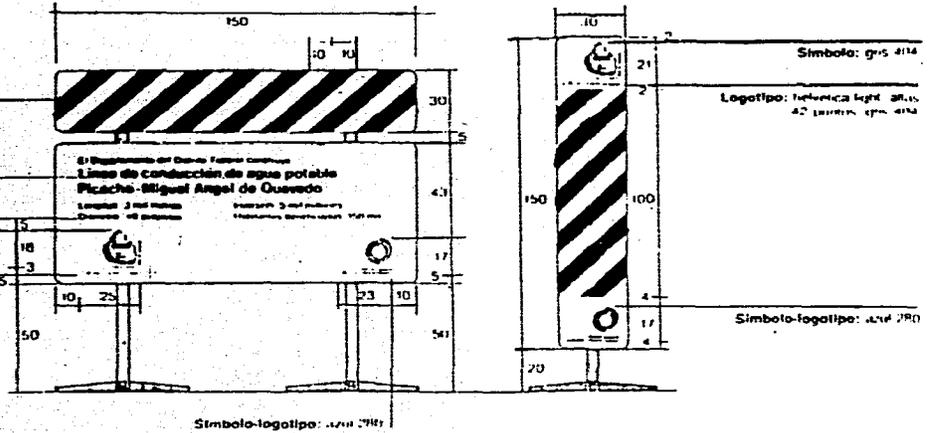
Franjea: a 45°
negro sobre fondo amarillo 109 o
naranja 811 sobre fondo blanco

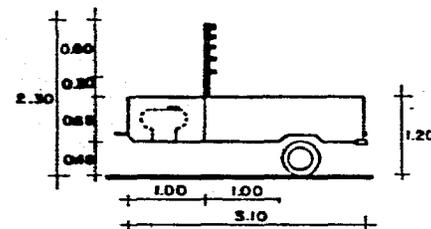
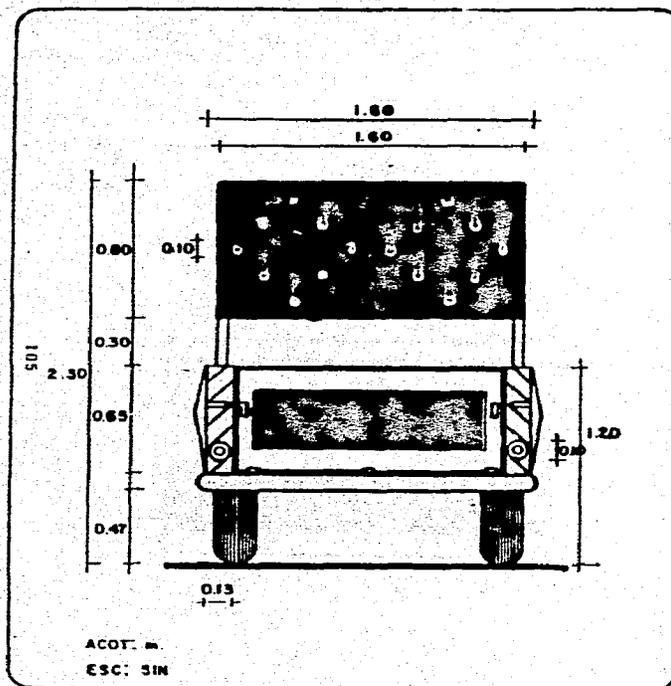
Títulos: helvética medium,
atas y bajas. 144/168 puntos,
negro

Textos: helvética light, atas y bajas
120/140 puntos negro

Símbolo: gris 404

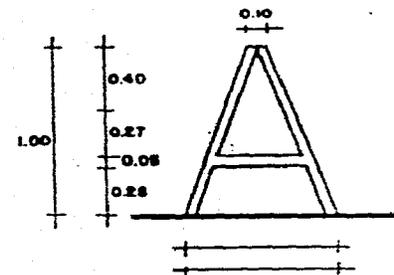
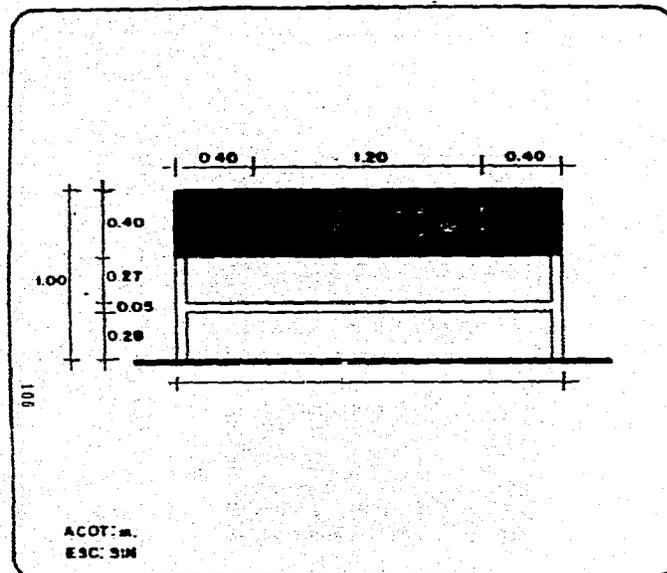
Logotipo: helvética light, atas,
42 puntos, gris 404





TABLERO LUMINOSO COLOCADO SOBRE REMOLQUE

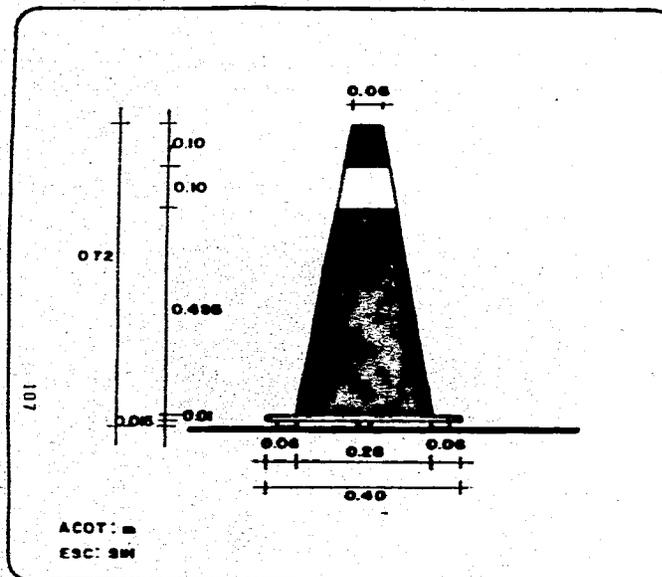
TABLERO LUMINOSO FABRICADO EN LAMINA NEGRA CAL 16, CON INSTALACION DE PLAFONES TIPO COMERCIAL. CON RELEVADOR ESPECIAL PARA FUNCIONAR, INTERMITENTEMENTE COMO FLECHAS IZQUIERDAS-DERECHAS, MONTADO SOBRE LOS REMOLQUES PARA OPERATIVO.



BARRERA PORTATIL

SERAL RECTANGULAR DE 0.40 x 2.00 m² EN LAMINA -
CAL. 16, FONDO EN SCOTCHLITE AMARILLO GRADO INGE-
NERIA, LOGOTIPO CON TINTA SERIGRAFICA COLOR
NARANJA Y TINTA NEGRA, FILETE LEYENDA Y FLECHAS
EN TINTA SERIGRAFICA COLOR NEGRO, EL SOPORTE ES
DE P.T.R. DE 2" x 2" PINTADO DE BLANCO.

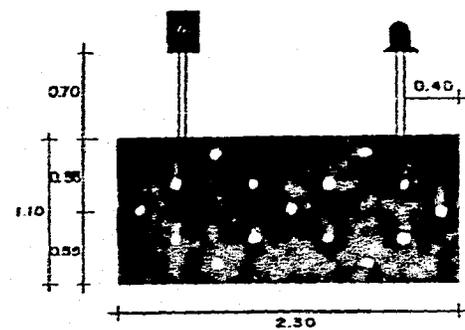
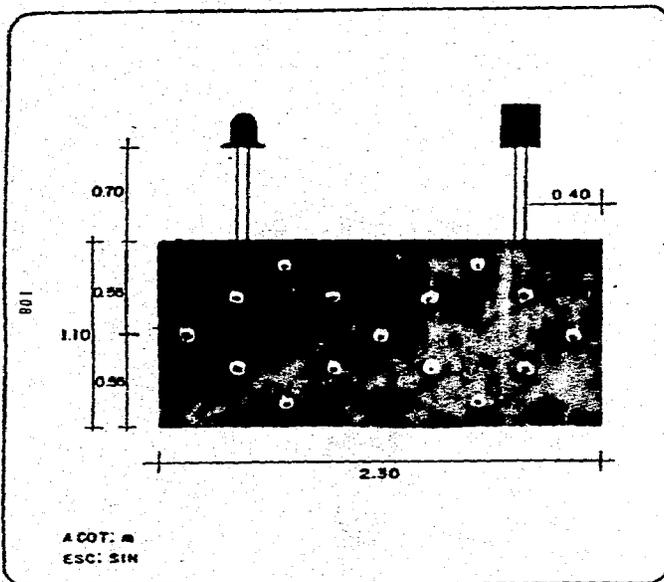
CLAVE: PO - 10.1, SEGUN C.G.T.



CONO PARA PROTECCION Y DESVIO

CONOS FABRICADOS EN PLASTICO RESISTENTE AL IMPACTO
 COLOR NARANJA, CON UNA FRANJA DE 10 cm DE ALTURA
 EN SCOTCHLITE COLOR BLANCO GRADO INGENIERIA.

CLAVE: PO - 11, SEGUN C.G.T.



T A B L E R O L U M I N O S O

TABLERO LUMINOSO REALIZADO CON LAMINA NEGRA CAL. 16 Y 15. PLAFONES TIPO COMERCIAL CON RELEVADOR ESPECIAL PARA FUNCIONAR EN FORMA INTERMITENTE, INDICANDO FLECHAS IZQUIERDAS O DERECHAS MONTADO

TORRETAS (DOS) CON REJA DE PROTECCION.

5. APLICACIONES DE LOS METODOS E INSTRUMENTACION

Los aparatos detectores de fugas de agua, en su mayoría son detectores operacionales y se basan en la amplificación y en el análisis de las vibraciones captadas en la superficie del suelo por medio de dispositivos conectados a la red.

Los aparatos detectores se clasifican en tres generaciones:

- Amplificadores mecánicos (para fontaneros), se compone por un captador, receptor y receptor acústico y visual; por ejemplo HIDROSOL.
- Los amplificadores electrónicos, se forman por captadores, aparato receptor y auriculares, son aparatos muy sensibles, y se debe tener una precaución excesiva durante y después de utilizarlos por ejemplo el TRIFONO y el ACUAFONO (figuras 5.1 y 5.2).

Los amplificadores y analizadores electrónicos, se describen a continuación:

5.1 Amplificadores y analizadores electrónicos

5.1.1 Correlación acústica

El método de correlación acústica se basa en 3 propiedades del ruido producido por una fuga.

La primera propiedad está relacionada con su producción:

- El ruido de la fuga puede ser calificado de "aleatorio" representado por una variable $b(t)$, función del tiempo t , que las magnitudes $B(t)$ y $B(t-t)$ para todo el valor de t son independientes, sin ninguna correlación, es decir que entre ellas no, existe ninguna similitud.
- La propagación del ruido de la fuga se realiza a una velocidad igual de una y otro lado del punto de origen de la fuga.
- La permanencia en el tiempo, parece eminente sin embargo para un periodo largo (del orden de más de 10 segundos) contrariamente a la mayoría de ruidos parásitos.

Para encontrar una semejanza entre las señales que resulten del ruido de la fuga en dos puntos diferentes de la tubería, es necesario someter uno de ellos a una serie defasada temporal y poder identificar el desfase que compensa exactamente la diferencia de los tiempos de propagación del punto de fuga a dos puntos de acceso a la tubería.

El resultado del tratamiento, realizado por un correlacionador, da simultáneamente la detección de la fuga (se puede encontrar una semejanza) y su ubicación (la localización del desfase ha permitido encontrar esta semejanza).

La combinación de las tres propiedades permite detectar y localizar la fuga a distancia (100 a 400 m).

El equipo está compuesto de los captadores para recoger las vibraciones de la tubería, generadas por la fuga. Los captadores acelerométricos son parecidos a los aparatos detectores electrónicos tradicionales.

De los dos amplificadores asociados a los captadores, el conjunto captador-amplificador está instalado sobre una caña cuyo extremo está provisto de un instrumento semejante a la llave de maniobra del operador.

EL TRIFONO

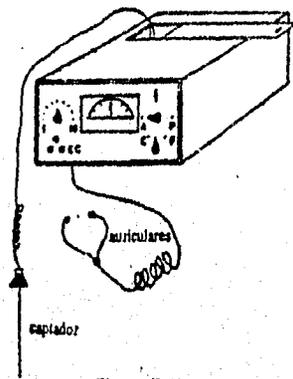


Figura 5.1

EL ACUAFONO

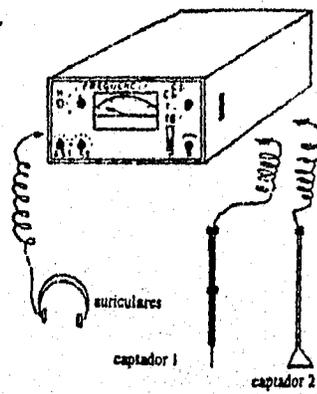
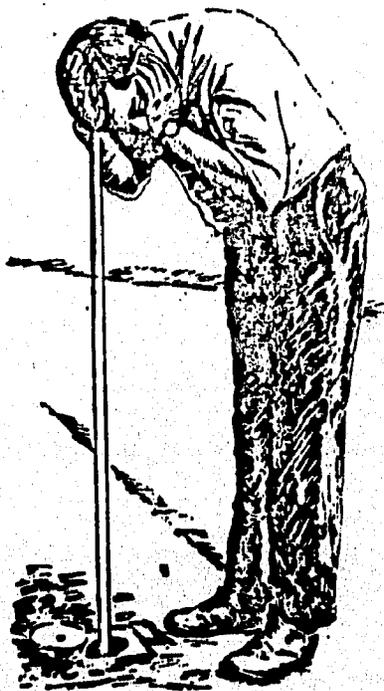
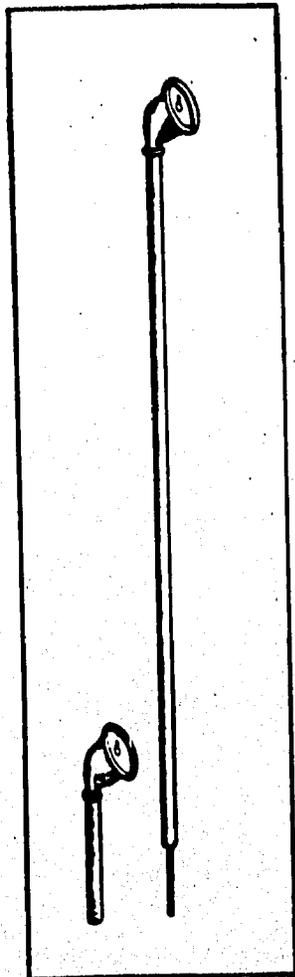


Figura 5.2



Varilla de Sonda (Mikrófono - Pallatino)

Figura 5.3

Dos conexiones entre los captadores y la unidad de tratamiento, conexiones aseguradas por cables, o por medio de radio sobre dos canales diferentes.

Filtros para ruido parásito periódico o incluso de un componente periódico del ruido de la fuga, se utiliza un dispositivo que permite seleccionar para el tratamiento de intercorrelación la banda de tránsito más ancha posible; al mismo tiempo que elimina todo componente periódico. El método es independiente de los problemas de potencia mientras la forma de las señales sea reconocible.

5.1.2 Unidad central

El periférico asociado al correlacionador; una tabla trazadora u osciloscopio que da la visualización de la función de intercorrelación.

5.1.3 Método de búsqueda

Los dos conjuntos captadores preamplificadores son conectados a dos puntos de la red, generalmente distantes de 100 a 200 m, a través de grifos (válvulas), el cable de conexión une cada conjunto con el correlacionador. En caso de fuga aparecerá sobre la pantalla de un osciloscopio o de una cinta impresora la imagen de un pico máximo de intercorrelación.

La distancia de la fuga al captador más próximo se puede calcular manualmente con el arreglo de la distancia de propagación propia de la tubería sometida a prueba, y con el arreglo de la distancia entre captadores y el tiempo de desfase T , dependiendo del tipo de correlacionador.

El operador con experiencia y buen nivel técnico puede obtener excelentes resultados con este aparato, en la detección de fugas.

5.1.4 Desventajas

- No detecta grandes fugas, poco ruidosas.
- No se conoce el caudal de la fuga.
- No recomendable en tubería de PVC.
- No se recomienda para distancias mayores a 300 m entre dos cajas de válvulas.
- Colocación de cables muy largos (40 a 50 % del tiempo).

5.1.5 Ventajas

- Búsqueda de fugas en los extremos de la carpeta asfáltica.
- Si se trabaja durante el día, el ruido no afecta el resultado.
- Precisión de la detección (si la ubicación de la tubería es buena aproximadamente 1 m).
- El cansancio del operador es mínimo.

El método es conveniente para la ubicación exacta después de una detección sistemática con métodos clásicos seguida de una localización precisa de las tuberías: se considera un instrumento de acabado.

5.2 Aparatos detectores de cables y tuberías enterradas

-Los aparatos comunes permiten la localización de cables y tuberías metálicas con exclusión de otro tipo de tuberías, como las tuberías de asbesto-cemento, concreto armado o plástico; ya que estos materiales son malos conductores de la electricidad.

5.2.1 Método Inductivo

Un emisor de ondas hertzianas se regula sobre una frecuencia portadora de 10,000 períodos/seg., modulada por un sonido continuo o discontinuo que se puede regular entre 800 y 1200 períodos/seg., emite un campo a través de una antena de cuadro como las antenas de radiometría.

Para buscar una tubería o un cableado basta con explorar el sector inducido por pasos sucesivos transversales con una antena de cuadro conectada a un aparato receptor acordonado en la misma longitud de onda del emisor.

El campo emitido es captado por el receptor y se obtiene un corte completo a cada paso transversal del cable o de la tubería buscada (figura 5.4).

5.2.2 Método galvánico

El aparato emisor es un generador electrónico de corriente alterna y baja frecuencia regulada entre 400 y 600 períodos/seg.

Al conectar eléctricamente las dos salidas del emisor a dos puntos (más de 30 m) de la tubería o del cable que se intenta buscar, se obtiene un campo con una frecuencia igual como si se propagase a lo largo de la tubería o de los cables, en el interior y de ambos lados de los puntos de conexión con distancias variables que pueden alcanzar varios centenares de metros.

Se requiere una exploración del trazo, mediante pasos sucesivos transversales con una antena de cuadro conectada con un aparato receptor con la misma frecuencia que la del emisor.

El emisor del método Galvánico tiene generalmente una potencia de salida superior a 10 vatios a diferencia del método Inductivo que es cercana o inferior a 1 vatio (figura 5.5).

5.2.3 Precauciones en los aparatos detectores.

- El detector debe ser almacenado en un lugar protegido del calor, de la humedad y del tránsito del personal.
- Solo un especialista puede efectuar su reparación en caso de no ser posible enviar el detector al fabricante, para su mantenimiento correctivo.
- No se debe colocar en medio de otros aparatos al transportarse, para evitar golpes.
- Las pilas o baterías deben ser verificadas antes de ser usadas y se deben quitar del aparato, cuando no se utilice durante un período prolongado (mayor a un mes).

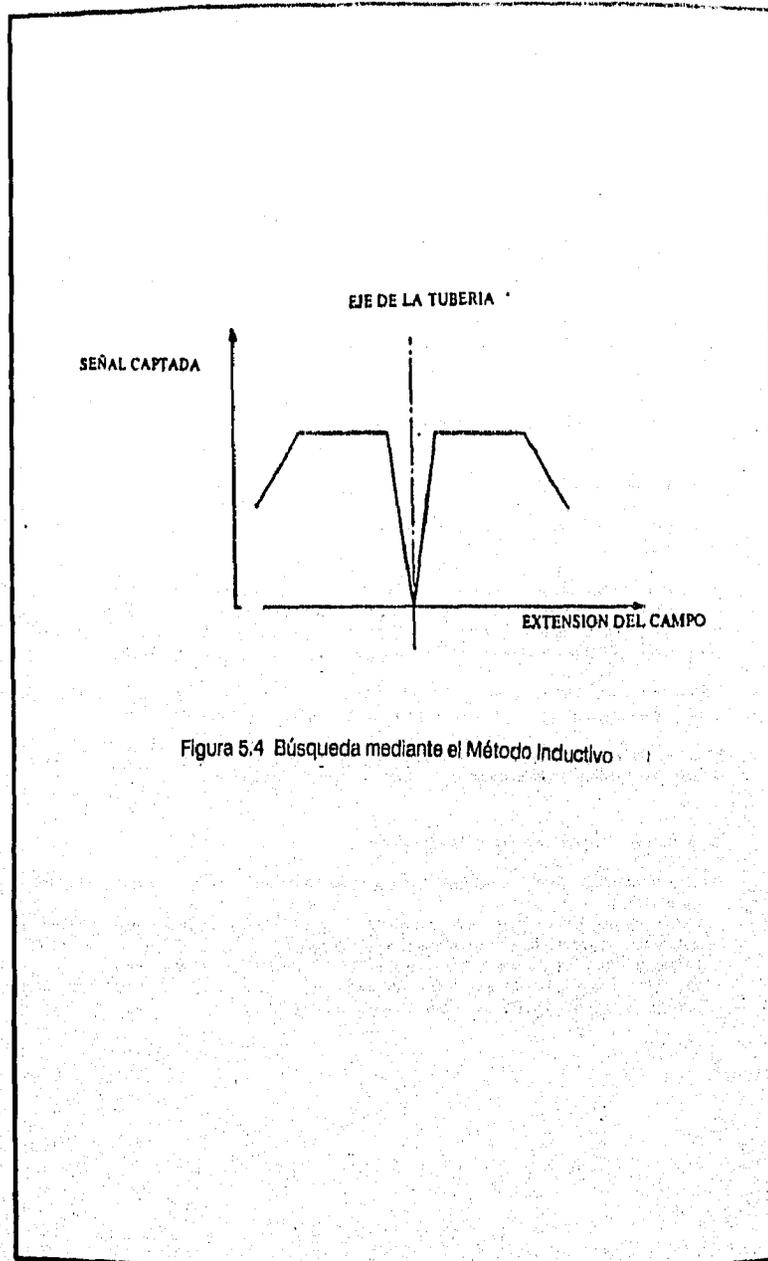


Figura 5.4 Búsqueda mediante el Método Inductivo

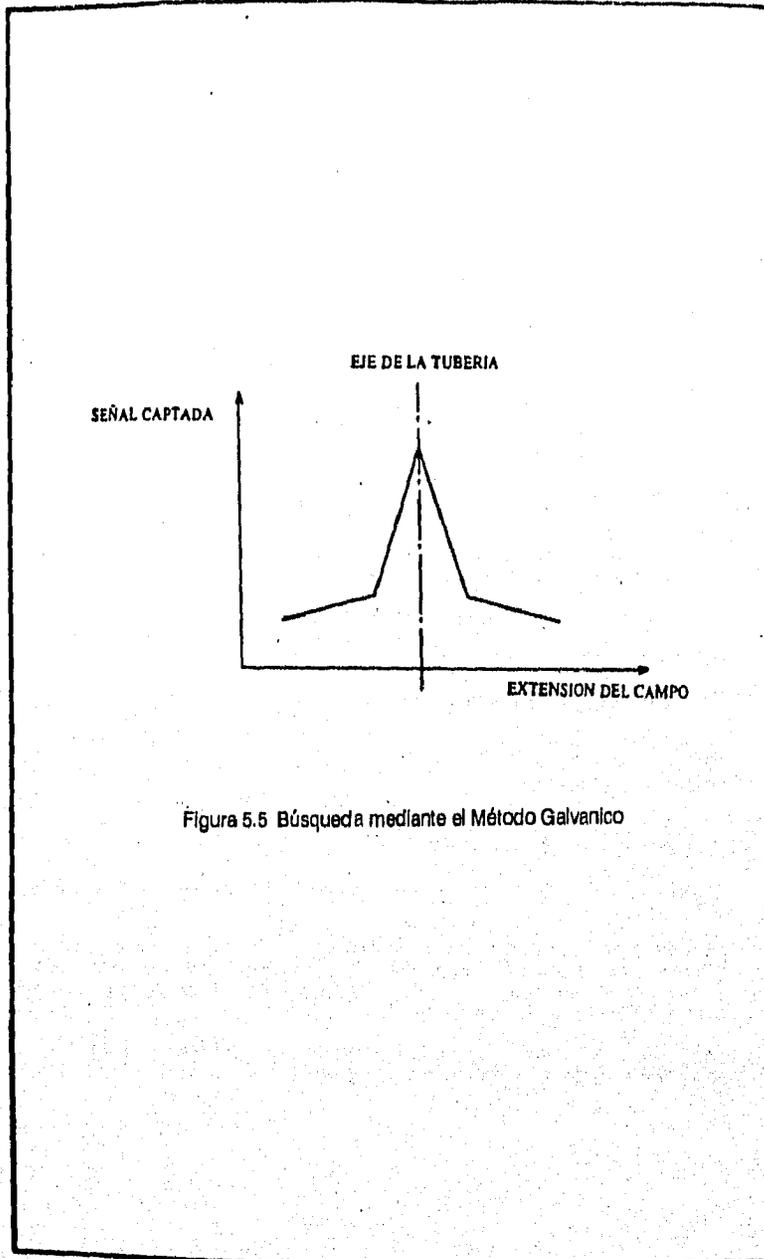


Figura 5.5 Búsqueda mediante el Método Galvanico

5.3 La búsqueda del trazo de cables y tuberías enterradas

Antes de empezar a realizar la búsqueda de un trazo de cable o de tubería, es necesario recordar que las posibilidades de error son importantes incluso con el método Galvánico, si la urbanización es tal que varios cables o tuberías pueden estar paralelos o cruzarse sobre el recorrido que nos interesa.

Por lo tanto, antes de comenzar una búsqueda es necesario obtener el máximo de información sobre la ocupación del subsuelo que hay que inspeccionar.

- Consultar archivos (planos de instalación y proyectos).
- Preguntar a los técnicos con mayor experiencia sobre las obras (instalaciones y reparaciones) realizadas en la zona.
- Consultar los servicios de una red subterránea diferente a la búsqueda así como a empresas que trabajen en diferentes redes.
- Recurriendo con mucha precaución a la memoria de los habitantes del lugar.
- Inspeccionando el terreno a fin de localizar todos los indicios visibles susceptibles de confirmar el trazo que será obtenido con el aparato como grifos, válvulas de compuertas, grifos de empalmes, ventosas, etc. esto en lo referente al agua, y los contactos para la electricidad.

5.3.1 Búsqueda sobre el terreno

Los detectores electrónicos permiten localizar las tuberías metálicas y los cables; en cambio para localizar las tuberías de asbesto-cemento, plástico (PVC, polietileno alta y baja densidad), de concreto armado, etc se utiliza pico o pala o algún otro método.

Al instalar la red en la zanja se coloca a lo largo y por encima de la tubería, un enrejado metálico o una cinta (chapa metálica cubierta con plástico). Si se tuvo la precaución de colocar el enrejado o la cinta, se conocerá fácilmente el trazo de la tubería.

El aparato receptor es utilizado para los métodos inductivo y Galvánico.

Los detectores de fugas sirven de captadores, solo hay que maniobrar un conmutador y el aparato pasa de la función amplificador de vibraciones (ruido de las fugas de agua) a la función completa del radio receptor.

5.3.2 Búsqueda por el método inductivo

Se empieza por lo más sencillo, cuando se tiene la certeza que existe solo una red en la zona de exploración.

El operador coloca al emisor en el sitio adecuado y luego busca el trazo de la tubería desconocida en la zona inducida por medio del receptor provisto de la bobina. Este método no es valido para la zona urbana en donde se requiere un segundo operador para colocar el emisor y protegerlo contra los peligros de la circulación de vehículos y peatones.

El emisor se coloca en medio del arroyo en el que debe encontrarse la tubería por localizar, esforzándose en orientar, en la dirección del trazo supuesto, su antena de cuadro y en ponerlo en marcha.

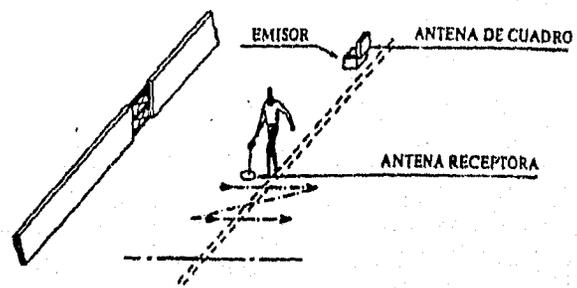


Figura 5.6 Método inductivo, emplazamiento del emisor con relación a la tubería.

A 5 o 6 m del emisor el operador con el receptor en posición de funcionamiento, efectuará un recorrido transversal de una orilla a la otra del arroyo para interceptar la tubería.

De un extremo al otro de la catla, se podrá oír el sonido del emisor en los auriculares, antes de interceptar la tubería, se producirá un claro aumento de la intensidad.

Cuando la señal se vuelve imprecisa, se deberá acercar el emisor al último punto definido a fin de proseguir la detección más lejos. Verificar siempre que la succión de los puntos obtenidos sobre el trazo de la tubería por buscar intercepte los elementos con secciones visibles. En caso contrario no se producirá una atenuación de la señal captada por la T. Se deberá obtener información antes de iniciar una búsqueda sobre el terreno si se quieren evitar olvidos, errores o simplemente pérdidas de tiempo.

Para localizar las piezas especiales se coloca el emisor cerca del medidor del usuario, en el sentido de la salida y definir su trazo hasta la conexión.

Las uniones en zonas urbanas tienen longitudes cortas entre la conexión y el contador haciendo extremadamente difícil la búsqueda con el método inductivo. La distancia mínima requerida es de 5 a 6 m, entre el emisor y el receptor.

5.3.3 Búsqueda en subsuelo recargado

El operador que utiliza este método debe contar con gran experiencia y con mucha concentración. Al determinar la localización de tuberías en la red de la zona seleccionada, se deben tener presente 3 reglas:

- Si el emisor se coloca erróneamente, entre un cable y una tubería, se detectará la sección más pequeña (cable).
- Se obtiene un trazo inexacto, si se sitúa el emisor entre dos tuberías con distancia inferior a 2 m.
- Se tendrá un trazo correcto de la tubería más cercana al emisor.

Conocidas las tres reglas se prosigue de la manera siguiente:

La exploración comienza por el lado en que a sido colocado el emisor a más de 6 m. del extremo del arroyo; localizando una primera tubería, se coloca al lado opuesto y se confirma otra tubería si existiera.

Colocar entre las dos tuberías el emisor y se localiza una tercera y si se diera el caso, se continúa mediante una exploración transversal (figura 5.7).

5.3.4 Búsqueda por el método galvánico

El emisor galvánico se puede utilizar de dos maneras.

- Por conexión de las dos salidas directamente sobre dos puntos de tuberías.
- Debido a la conexión de las salidas sobre un punto de tubería y un punto de tierra.

El contacto de las salidas del emisor con la tubería se realiza fijando una pinza "dientes de cocodrilo" proporcionadas con el aparato, sobre el tubo en la llegada del medidor del usuario.

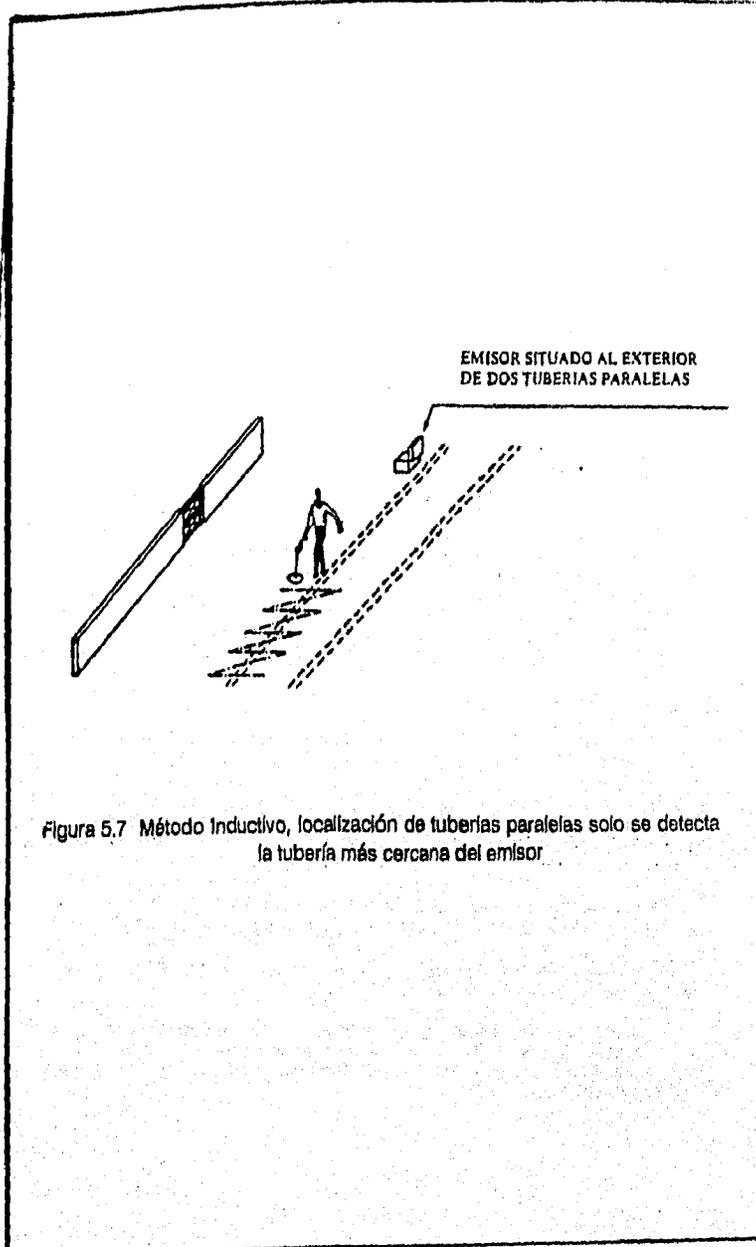


Figura 5.7 Método Inductivo, localización de tuberías paralelas solo se detecta la tubería más cercana del emisor

Sobre el extremo de la tubería de salida de una válvula. La toma de tierra se obtiene hincando en el suelo húmedo un tubo de cobre o de fierro galvanizado por ejemplo fijando encima la pinza.

Si se desea efectuar una búsqueda correcta hay que evitar introducir los hilos de conexión de tierra en la tubería, a lo largo del trazo por determinar (figura 5.8 y figura 5.9).

Los puntos del trazo de la tubería o del cable son obtenidos en el momento de una máxima recepción de la señal o mínima si la antena de cuadro se gira 90° respecto a su eje, a diferencia del método inductivo, se puede trabajar cerca del emisor disminuyendo, no obstante la potencia de recepción y también se puede seguir, en principio el trazo de las tuberías transversales o de los empalmes particulares sin cambiar la posición del emisor.

La superficie de difusión de la emisión es sin embargo muy variable con arreglo de la naturaleza del terreno, a la sección de las tuberías y a la ocupación del subsuelo. Se deben tomar precauciones si aparece la emisión sobre otra tubería paralela.

Para terminar la descripción del procedimiento de búsqueda por el método Galvánico es necesario tomar en cuenta:

- Equilibrio de Impedancia, para realizarlo basta con colocar el conmutador múltiple en la desviación máxima de la aguja sobre el aparato de medida del receptor puesto en marcha para este voltaje.
- Pinza de Inducción, algunos aparatos tienen una pinza especial para inducir un cable o una tubería sin que haya contacto eléctrico. Sirve principalmente para localizar los polos eléctricos en el interior de un cable eléctrico o de telecomunicaciones (figura 5.10).
- Profundidad de la Tubería, con el movimiento de la bobina de búsqueda (posición a 45°) en sentido transversal con relación a la tubería se obtiene de nuevo el máximo o cero y basta con medir la distancia entre la bobina y el trazo de la tubería para obtener la profundidad de la parte superior de la tubería. Este instrumento es ineficaz en subsuelos donde existen otras líneas y/o tubos.

5.4 Detección de las fugas en las redes enterradas mediante el método de Correlación Acústica

El correlacionador, aparato de detección de fugas mediante correlación acústica, es uno de los instrumentos que ha permitido obtener resultados con rendimientos superiores al 80 %, proporcionando una solución fiable y eficaz en el campo de la detección y de la localización de las fugas.

La detección de fugas por correlación acústica ha demostrado superioridad (desde hace más de 10 años en otros países) frente a otros sistemas tradicionales de audición (figura 5.11).

El análisis de los ruidos emitidos por una fuga es el principio fundamental de un correlacionador, las características importantes son las siguientes:

- La propagación del ruido de la fuga, se realiza a una velocidad constante en un medio homogéneo (tuberías y fluidos) y en tuberías del mismo diámetro.
- La permanencia del ruido de la fuga contrariamente a la mayoría de los ruidos parásitos.
- Su carácter aleatorio.

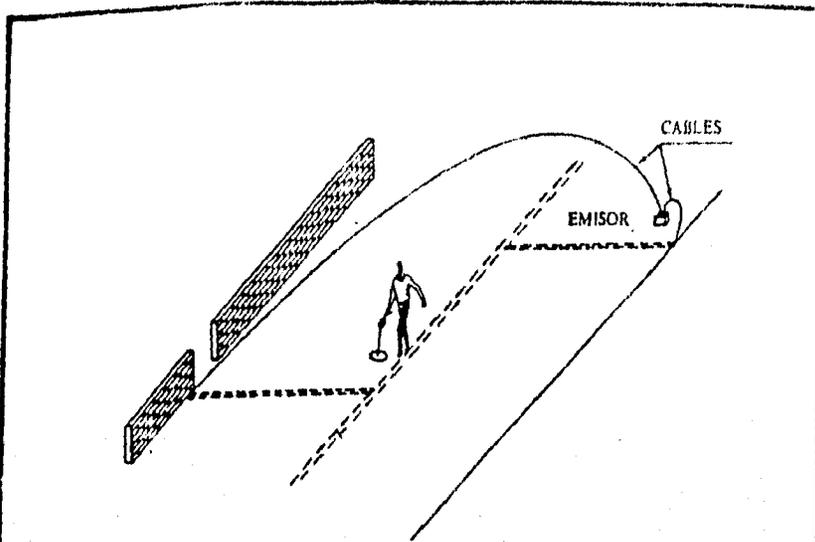


Figura 5.8 Método Galvanico, método de conexión del emisor sobre dos puntos de la tubería

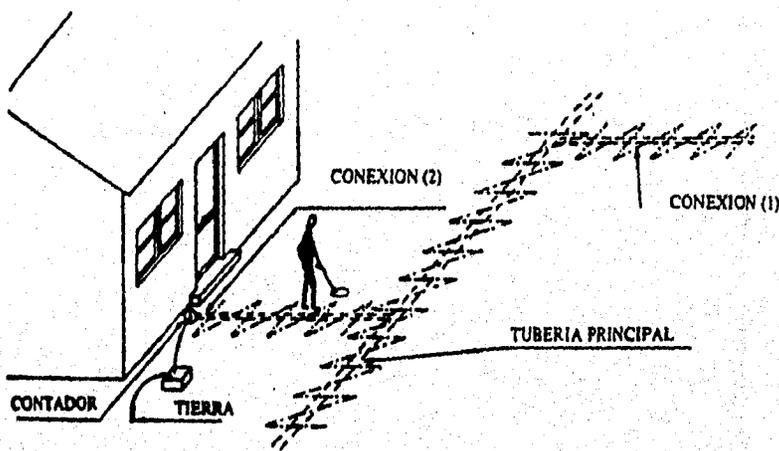


Figura 5.9 Método Gaivanico, conexión del emisor sobre un punto de la tubería y sobre un punto de tierra

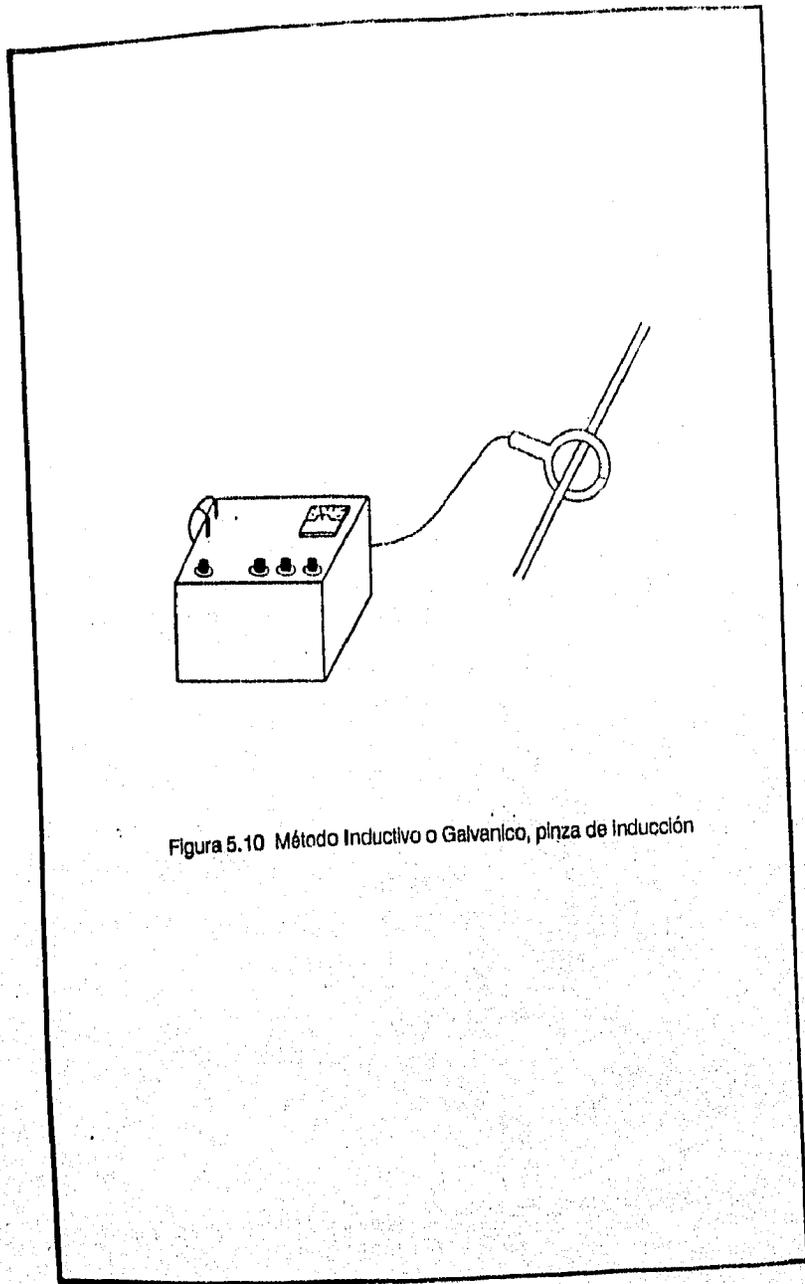


Figura 5.10 Método Inductivo o Galvanico, pinza de Inducción

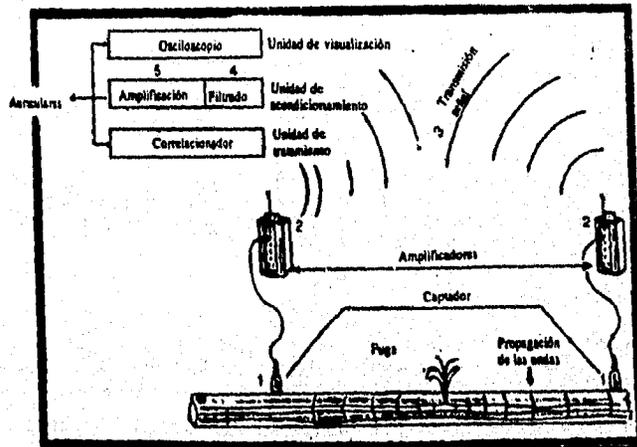
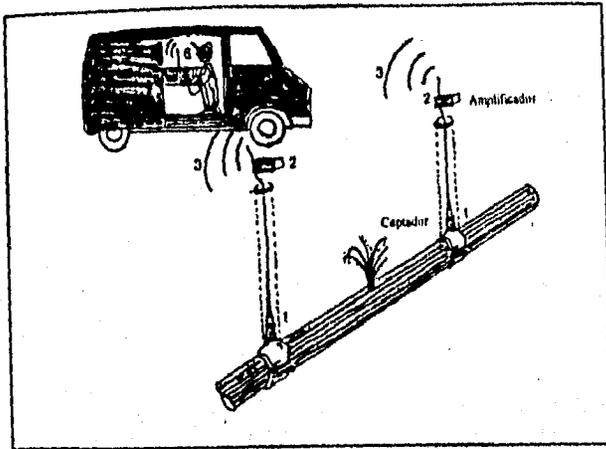


Figura 5.11 Método de Correlación Acústica

5.4.1 Principios para detección y localización de fugas

Un correlacionador permite determinar al mismo tiempo la presencia de fugas y su localización sobre una gran distancia, en todo tipo de tuberías (metálico, plástico, cemento, etc.) y en todo tipo de fluido. Con arreglo de estos diferentes parámetros y a las presiones de funcionamiento, la distancia de detección pueda variar de 100 m a 2 Km.

Un correlacionador está formado esencialmente, por dos captadores, dos amplificadores y por una unidad central.

La función de los captadores, verdaderos "oídos" electrónicos, es recoger los ruidos que se propagan dentro de una tubería. Captar las vibraciones (frecuencia) generadas por una fuga a lo largo de una tubería o al interior de ésta (figura 5.12).

La electrónica numérica y la conversión analógica/numérica permiten hoy en día calcular la función de correlación en tiempo real. Existen 3 tipos de captadores, los que a continuación se mencionan:

- Los acelerómetros: son unos captadores piezoeléctricos, con preamplificador interior de una mayor sensibilidad. Están formados de dos cerámicas pretensadas y de un circuito híbrido.

Se utilizan generalmente en tuberías metálicas (hierro colado, acero, etc) con un diámetro inferior a 0.8 m. Han sido concebidos para trabajar en medianas y altas frecuencias (100 a 5000 Hz) y abarcan 80 % de las aplicaciones.

- Los hidrófonos: son también captadores piezoeléctricos, con una sola cerámica y sin preamplificador. Se utilizan en las tuberías no metálicas (PVC y polietileno de alta densidad) o en las tuberías metálicas de gran diámetro. En general, se adaptan particularmente mejor a las bajas frecuencias (inferiores a 250 Hz). Se especifica el campo de aplicación de estos tipos de captadores.

- Los micrófonos: son captadores de tipo micrófono con electret. Se utilizan únicamente sobre gases, independientemente de la naturaleza de la tubería.

Los amplificadores del tipo CAG (Central Automático de Ganancia) con un prefiltrado integrado de las señales.

Su función consiste en amplificar las señales que provienen de los captadores, en prefiltrados y en transmisoras mediante un tratamiento a la unidad central, por cables o por radio. Actualmente la transmisión por cables ha sido prácticamente abandonada en beneficio de la transmisión hertziana, pues presenta una mayor flexibilidad de utilización.

5.4.2 Unidad Central

Es un verdadero ordenador, forma el centro piloto del sistema. Por un lado procesa toda la información transmitida por la cadena "captadores-amplificadores" desempeña el papel de aparato de control encargado de los parámetros y datos necesarios para la búsqueda de fugas.

Las unidades centrales tienen sistemas fijos, transportables (en un vehículo) o portátiles. Además una cierta cantidad de opciones como las impresoras, fichas, memoria, etc. pueden ser incorporadas a la unidad central a fin de facilitar su utilización. La elección de una u otra configuración será determinada con arreglo a las aplicaciones a las que serán destinadas.

- Sistemas fijos utilizados en la vigilancia permanente de las redes críticas en donde es prioritario el aspecto de la seguridad de los bienes o de las personas.
- Servo-controladas por órganos de seguridad cierre automático de las válvulas de compuertas, alarmas, etc.
- Sistemas transportables, son utilizados para la búsqueda sistemática de fugas (preventiva y/o correctiva) y para las líneas importantes. Se adaptan bien a la búsqueda de fugas en las redes de distribución de agua de ciudades de mediano y gran tamaño. Representa este sistema el 70 % de las aplicaciones actuales.
- Sistemas portátiles se utilizan para búsquedas puntuales y aplicaciones ocasionales. Se adaptan particularmente a las necesidades de los pequeños municipios o a las pequeñas compañías que no poseen recursos económicos necesarios para invertir en grandes sistemas. Estos aparatos representan una parte muy pequeña en el mercado.

5.4.3 Método de Operación

Una vez en campo, el operador dispone de dos captadores sobre la tubería, de una y otra parte de la fuga supuesta (figura 5.13). Introduce en la unidad central los parámetros necesarios para realizar los cálculos:

- La distancia entre los captadores está en función de la velocidad de propagación del sonido, el material y espesor de la tubería.

La unidad central mide el retraso de las señales recibidas (zona de frecuencias) que corresponden a una fuga, detectada por el análisis de los espectros de ruido propagados en la tubería. Electrónicamente la función matemática de correlación permite esta operación.

La localización de las fugas se realiza mediante un cálculo sencillo que utiliza tres parámetros, la velocidad de propagación del sonido en la tubería (V), la distancia entre los captadores (D) y el retraso entre el tiempo de llegada del ruido de la fuga a los captadores (t₁-t₂). La convección indica la posición de la fuga en relación al captador de referencia y la distancia (d) entre el punto de fuga y este captador, se expresa entonces mediante la fórmula siguiente:

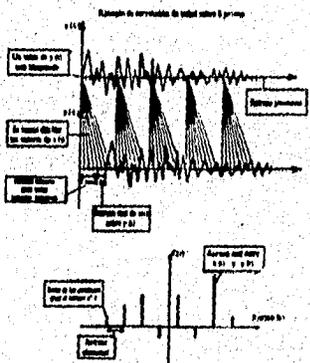
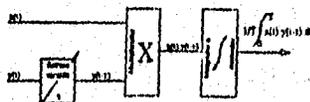
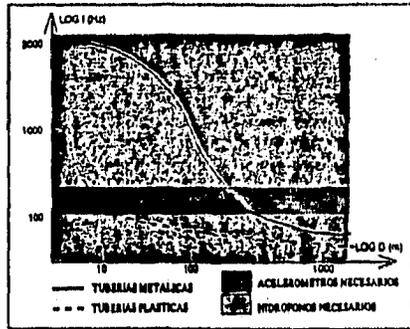


Figura 5.12 La correlación acústica, la electrónica y la conversión analógica/numérica permiten hoy día calcular la función de correlación en tiempo real.



Zona de utilización de los acelerómetros y de los hidrófonos

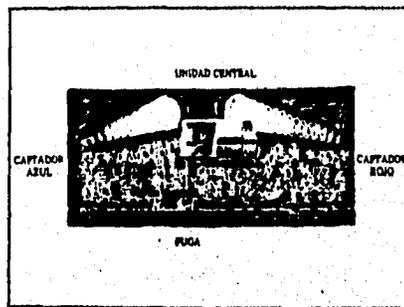


Figura 5.13 Método de operación

El correlacionador recurre a una tecnología relativamente, compleja y variada y a los sectores de la vibración de la electrónica, de la transmisión radio y de la informática y su calidad depende de sus componentes.

Los resultados de este tipo de aparato han evolucionado particularmente en los últimos años, sin embargo la eficiencia en la búsqueda y localización de fugas esta vinculada con la experiencia y responsabilidad del operador para obtener un resultado final adecuado y el éxito de la acción (figura 5.15).

5.4.4 Detección de fugas en la Ciudad de México

La oficina de detección de fugas no visibles del Área Técnica de la DGCOH es la encargada de la detección de fugas no visibles en el Distrito Federal (D. F.).

Las practicas para el control de fugas, no se pueden aplicar en cualquier sistema hidráulico, sino existen condiciones particulares, las técnicas de detección utilizadas se mencionan enseguida:

- Pasivo.- consiste en observar donde aflora el agua.
- Control de presión.- se realiza por medio del manipulo de válvulas para una o dos manzanas con la finalidad de localizar una fuga, por medio de la diferencia de presiones.
- Auditivo.- se utiliza equipo y personal especializado, con rendimiento hasta de 15 Km por semana. En promedio se realizan 2,000 Km anuales.
- Distritos Pitométricos.- se hace variar la presión en la red de una colonia para determinar el lugar de la fuga.
- Sectores de medición.- se secciona una colonia en dos o tres partes para observar la presión existente en la red.

La técnica de rastreo de fugas que utiliza la DGCOH, es de tipo auditivo, con equipo Correlador de ruido de fuga y verificación con amplificador electrónico de audición. Estos equipos son apoyados por un detector de metales para ubicar las tuberías.

5.4.5 Procedimiento

- Preparación de planos, equipos y herramienta.- se recopila lo necesario para obtener información de la zona en la que se hará la detección.
- Traslado al sitio de detección.- mediante camionetas y previa determinación de la ruta.
- Revisión de presiones en la red.- se realiza lecturas en las tomas domiciliarias de los usuarios.
- Revisión de trazo de líneas de la red.- mediante las tapas de las cajas de válvulas o el detector de metales.
- Armar el equipo de detección.- consiste en organizar y conectar los equipos Aquascope (equipo personal) o el Microcorr (equipo utilizado por brigada).
- Abanderar zona de trabajo.- como protección para el personal de detección.
- Inspeccionar la red.- realizar un recorrido por la zona y observar a detalle.
- Verificar fugas detectadas.- mediante el equipo personal.
- Marcar el sitio.- determinado el punto exacto se escribe la leyenda: fuga DGCOH.
- Levantar catastro.- obtener los datos de la línea de agua donde se detecto la fuga.
- Reportar las fugas.- se manda información a los centros encargados de la reparación.
- Coordinar la reparación de la fuga.- proporcionar los datos de la línea de agua el personal encargado de repararla y realizar su eliminación.
- Elaborar reporte.- datos de la línea como material, distancia a paramentos en forma longitudinal y transversal, así como su localización.

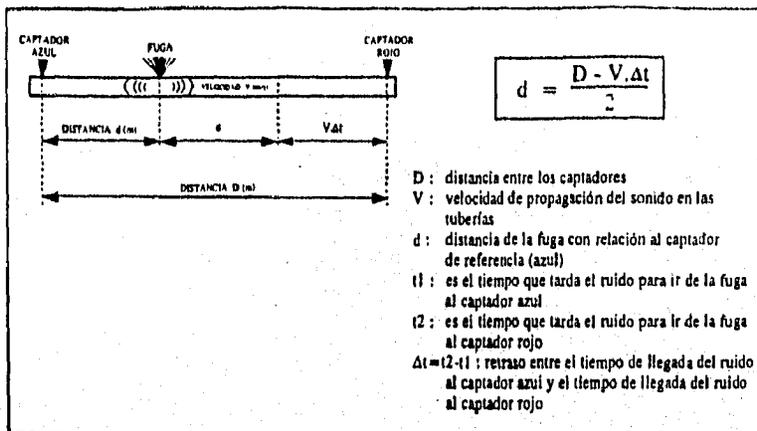
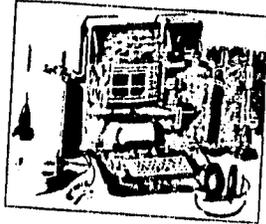
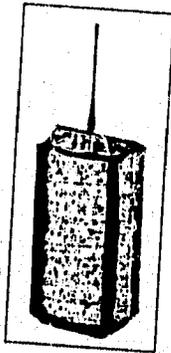


Figura 5.14 Localización de la fuga



El correlacionador DF 5000



Amplificador



El correlacionador DF 500

Figura 5.15

5.4.6 Eliminación de fugas

La Dirección de Operación se encarga de eliminar fugas reparando tuberías de red primaria de 183 cm (72").

La Dirección de Servicios a Usuarios se encarga de reparar tuberías de 30.5 cm (12") hasta 1.27 cm (1/2") y los Departamentos de Operación Hidráulica Delegacional a través de las oficinas de agua y saneamiento de 30.5 cm (12") hasta 1.27 cm (1/2").

Coordinación de la DGCOH y sus 8 sistemas operativos de agua potable:

Norte
Centro
Oriente
Poniente
Sur Tlalpan
Sur Tecomilt
Sur Coyoacán
Sur Xochimilco

Los sistemas son responsables de solucionar los problemas presentados en la red primaria de agua potable, reciben las ordenes de trabajo para eliminar las fugas reportadas a su jurisdicción.

Para las 16 delegaciones políticas existe un departamento por cada una, encargándose de solucionar los problemas de fugas y fallas de agua.

Protección y vialidad presta servicio de apoyo durante los trabajos diurnos y nocturnos de detección y eliminación de fugas, apoyando en el cierre de calles, desvío de tráfico y protección contra el vandalismo por el equipo de detección de fugas.

5.4.7 Programa de trabajo

Las actividades de detección de fugas no visibles en red primaria, se iniciaron en 1985, incrementando gradualmente esta actividad.

A partir de marzo de 1992 se inició un programa de detección de fugas no visibles para inspeccionar la totalidad de la red del Distrito Federal (D.F.), el cual se inició en la red de la delegación Milpa Alta.

Considerando los recursos existentes y la experiencia de los operadores de los equipos, se programa la conclusión de la totalidad de la red para finales de 1996, sin embargo con un entrenamiento adecuado del personal nuevo, se logrará optimizar los recursos mejorando el rendimiento.

5.4.8 Reportes de fugas

Se integra con tres tipos de formatos y dos gráficas formatos de medición de presiones en el cual se indica la presión, la hora y ubicación.

Levantamiento de catastro de fugas, el número de estos, dependerá del número de fugas detectadas, contiene fecha, carácter de la fuga, ubicación, croquis, líneas subterráneas que cruzan y sus profundidades.

5.4.9 Formato de reporte diario

Este se elabora al final de cada jornada, uno por brigada, contiene todos los datos de las actividades realizadas y la firma del responsable, onterando al jefe de oficina quien aprueba el reporte.

Se realizan dos gráficas diarias como apoyo a los reportes diarios, en la primera se observa el número de fugas localizadas, eliminadas y gasto rescatado por día, así como el número de fugas acumuladas por mes. También se indica la zona de trabajo inspeccionada y la fecha.

En la segunda gráfica diaria se indican los datos acumulados hasta la fecha de elaboración de la gráfica, de los datos: fugas localizadas, fugas eliminadas y gastos rescatado en l/s.

5.4.10 Reporte semanal

Contiene un cuadro de datos de lo que se ha revisado en el año, comparado con lo programado y se expresa el avance en porcentaje, de igual forma se compara lo realizado durante el periodo semanal contra lo programado.

En la misma página de datos se registra el número de fugas visibles localizadas durante el recorrido en el año y en el periodo semanal, así como el número de fugas eliminadas en el año y solucionadas durante la semana, las que son comparadas con el número de fugas localizadas y se evalúa el porcentaje de fugas suprimidas, igualmente se procede para evaluar el porcentaje de fugas no visibles detectadas y eliminadas.

Anexo al cuadro de datos se muestra una hoja con las notas más sobresalientes de la semana y una gráfica de avance de Kilómetros de rod inspeccionados con equipo de ultrasonido.

Semanalmente se elaboran dos gráficas más: una gráfica contiene el número de fugas localizadas durante la semana comparado con el número de fugas localizadas durante el periodo correspondiente del año anterior, y la otra gráfica semanal muestra los gastos de caudales rescatados por los periodos mensuales comparado con los registros del año anterior.

5.4.11 Control de fugas localizadas

Este reporte es muy importante desde el punto de vista de evaluación del tiempo de solución de las fugas localizadas, contiene un número progresivo que es el folio con que se registra en el archivo de detección de fugas, una columna de claves que depende del diámetro y tipo de fugas, fecha de localización, ubicación referenciando el número de lineamiento oficial más cercano al sitio de la fuga, referencia entre calles, colonia y delegación complementando la información con la fecha de solución, personal que realizó la reparación de la tubería y el gasto rescatado en el conducto.

**GRAFICAS OBTENIDAS POR LA OFICINA DE DETECCION DE
FUGAS NO VISIBLES**

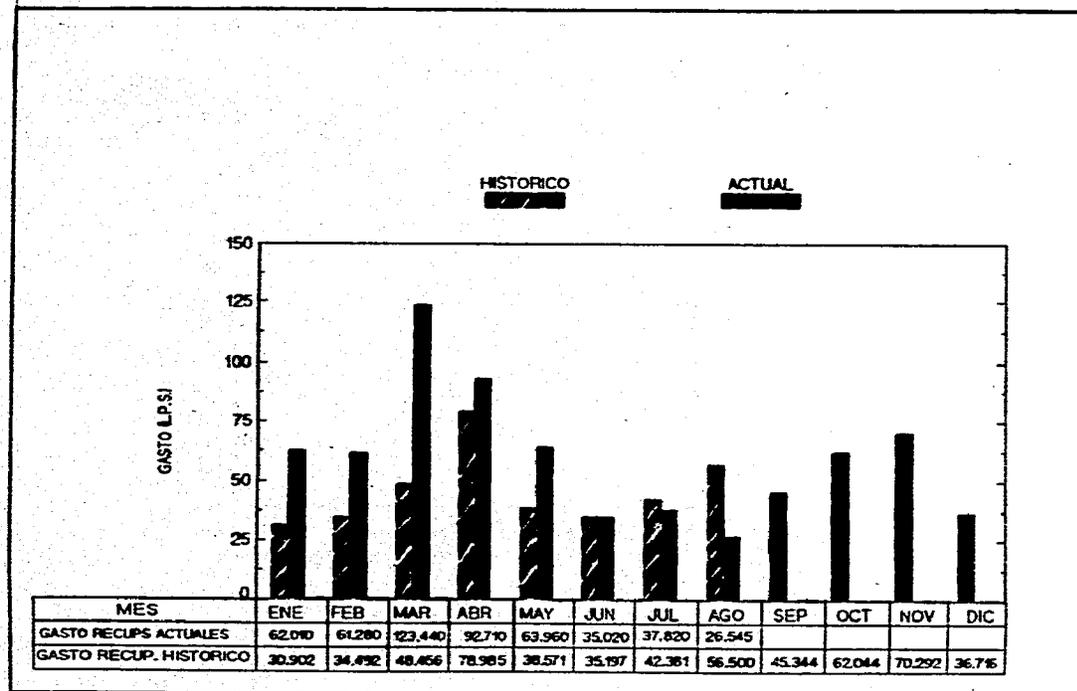
**(DGCOH)
1993**

GRAFICA SEMANAL DE FUGAS LOCALIZADAS
 SEMANA No. 34
 DEL 19 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO DE 1993

HISTORICO ACTUAL

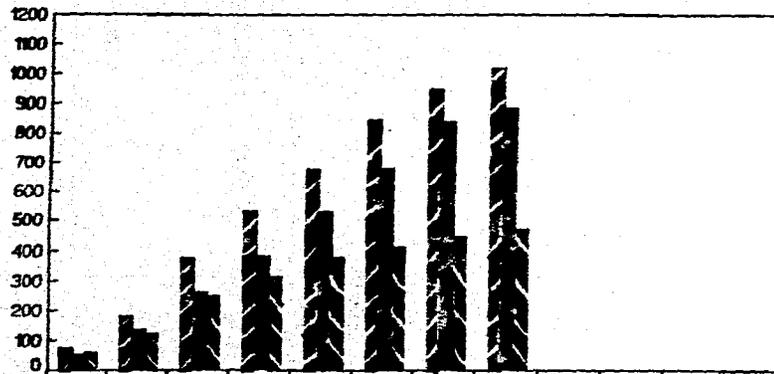


SEMANA	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
No. DE FUGAS ACTUALES	18	39	39	34	42	36	31	34	30	25	18	12	21	25	27
No. DE FUGAS HISTORICO	29	26	27	24	42	28	23	24	22	29	27	14	19	19	13

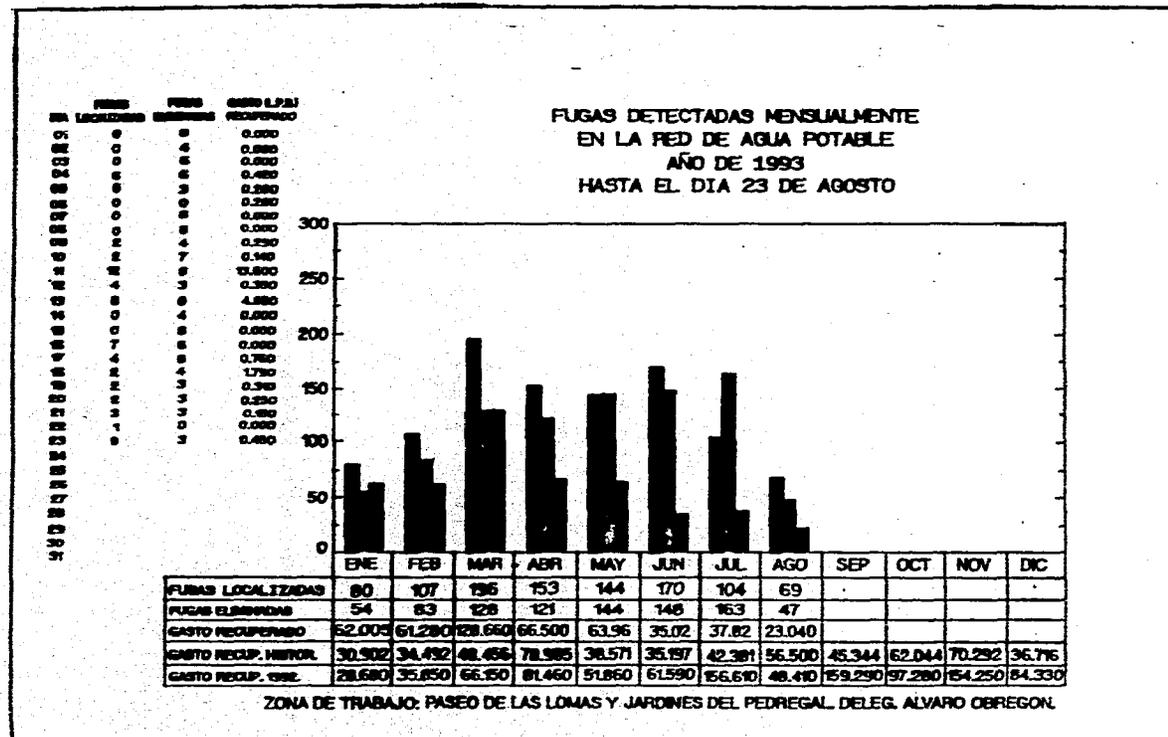


FUGAS DETECTADAS ACUMULADAS MENSUALMENTE
HASTA EL DIA 23 DE AGOSTO DE 1993

FUGAS LOCALIZADAS
FUGAS ELIMINADAS
GASTO LPS RECUPERADO



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FUGAS LOCALIZADAS	80	187	363	536	665	890	994	1023				
FUGAS ELIMINADAS	54	137	265	388	459	678	841	888				
GASTO RECUPERADO	62,006	123,288	251,945	398,445	572,475	817,425	1,055,245	1,278,265				



5.5 Lucha contra el derroche

Es necesario disponer de una metodología de estudio que permita la aplicación de una buena administración de las infraestructuras existentes y de los recursos hidráulicos. Un diagnóstico de redes y una lucha contra el derroche, para obtener elementos técnicos y económicos que permitirán a las autoridades obtener una mayor optimización y rentabilidad de sus redes de agua potable.

5.5.1 Pérdidas de agua

Al rendimiento primario le corresponde la pérdida de agua siguiente:

Perdida de agua = V derrochado + V fugas + V desviaciones + V defecto de medición + V servicio de la red + V consumidores sin medición.

Al rendimiento neto le corresponde la pérdida de agua en distribución:

Perdida de agua en distribución = V derrochado + V fugas + V desviados + V defecto de medición

A los rendimientos hidráulicos les corresponde la pérdida de fuga = V derrochado + V fugas

El volumen de las pérdidas de agua del rendimiento primario corresponde a la diferencia entre los volúmenes puestos en distribución y los volúmenes contabilizados.

A las pérdidas de agua que corresponden a los otros rendimientos restaremos sucesivamente los volúmenes consumidos sin medir y servicio de la red y luego los volúmenes defecto de la medición o los desvíos.

La estimación de estos volúmenes no es siempre sencilla, ya que la pérdida de agua refleja la suma de varios componentes.

5.6 Componentes de las pérdidas de agua:

5.6.1 Defecto de medición

- Inexactitud de los medidores, debido a su mal funcionamiento.
- Error en la lectura de los indicadores, al efectuar la medición, existen diversos factores, la posición en que se efectúa, la apreciación de quien realiza la lectura (factores humanos).

5.6.2 Consumo sin medir

- Tomas contra incendio.
- Limpieza de las calles y riego de zonas verdes.

5.6.3 Necesidades propias del servicio de la red hidráulica

- Limpieza de tuberías y estructuras

5.6.4 Volúmenes desviados

- Tomas de agua clandestinas.
- Manipuleo de los indicadores.

5.6.5 Derroche

- Desbordamiento de los depósitos.
- Válvulas mal calibradas.

5.6.6 Fugas

- Defecto de estanqueidad de la red.
- Roturas de las tuberías y sus piezas especiales.

5.7 Medición

Es casi imposible administrar correctamente una red si los puntos de extracción, entrada y entrega final, no tienen medidores.

- A menudo los medidores instalados funcionan mal, están descompuestos o están bloqueados.
- Diferentes tipos de aparatos de las redes.

5.7.1 Medidores de agua

- Volumetría.
- Velocidad con turbina (con chorro simple o múltiple).
- Velocidad con hélice (axial o vertical).
- Combinado.
- Proporcional.

5.7.2 Aparatos creadores de presión diferencial

En la Ciudad de México actualmente estos medidores se instalan con transmisión de lectura remota (elámbrica o inalámbrica).

- Caudalímetros electromagnéticos
- Caudalímetros con ultrasonidos.

La selección del medidor es algo muy importante pues un aparato demasiado complicado, poco fiable o inadaptado, es ineficaz.

Los ámbitos de medida (grandes o pequeños caudales), la periodicidad de las medidas, los inconvenientes de la instalación y la capacitación técnica del personal son otros elementos complementarios que han de tenerse en cuenta.

5.7.3 Un Medidor debe de

- Indicar con precisión el gasto circulante.
- Resistir las variaciones de presión.
- Perturbar lo menos posible el flujo.
- Ser fiable el mayor tiempo posible con un mantenimiento mínimo.

Se ha de tener claro que un contador de la producción de agua es un instrumento de trabajo que permite controlar y administrar el servicio de la red con mayor facilidad.

5.8 Elementos principales para hacer un diagnóstico adecuado para implantar y utilizar métodos e instrumentos

Las principales etapas del diagnóstico son:

Actores públicos	Toma de conciencia de la necesidad de una red bien administrada	Decisión política
Fase de peritaje y de estudio	Conocer la estructura física de la red Conocer el funcionamiento de la red	Diagnóstico
	Rehabilitación y renovación de la red. Búsqueda de fugas	Operaciones a corto plazo
Operador y Actores públicos	Balace después de las fugas Esquema directivo Optimización de la gestión Motivación de los usuarios y de los operadores	Operaciones a mediano o largo plazo

5.8.1 Preguntas que se deben formular en forma clara y concisa, para emitir un diagnóstico completo de las redes hidráulicas

- ¿ Se conoce bien la red? ¿se encuentran actualizados los planos?
- ¿ Cuáles recursos son disponibles en calidad y cantidad?
- ¿ Se encuentran protegidas?
- ¿ Existe un margen de seguridad?
- ¿ Cuáles son las quejas de los usuarios?
- ¿ Existen fugas? ¿cuánto cuestan?
- ¿ Es necesario reforzar el sistema? ¿donde y cuándo?
- ¿ El cobro es real?
- ¿ Cuánto cuesta su operación?
- ¿ Es adecuada la operación en el servicio del agua?
- ¿ Es apropiada la formación y capacitación del personal?

5.0.2 Las pérdidas de agua tienen consecuencias importantes para los usuarios

- Pérdida de presión en las tomas domiciliarias.
- Se introduce agua contaminada en la red en caso de fugas, sobre toda durante la limpieza.
- Son causa de deformación del suelo (problemas de vialidad), debido a que las fugas son raramente visibles y en consecuencia ejercen acción sobre un largo período de tiempo.
- Ocasionan un sobredimensionamiento de las instalaciones, incluso unos gastos de refuerzo injustificados y mayores costos de inversión.
- Los costos de explotación también serán superiores a causa de los gastos energéticos suplementarios y de la utilización de productos de tratamiento en excedencia.

5.0.3 Razón principal de realizar un diagnóstico de la red hidráulica

Es aproximarse a la situación real, para lograrlo se debe tener una idea lo más completa y fiel posible de la red, base indispensable para elaborar una estrategia de explotación que mejore los rendimientos técnicos y financieros que permita poner de relieve la rentabilidad de la operación.

Para ello se requiere un conocimiento:

- De la topología de la red.
- Del volumen y de la estructura del consumo.
- Del funcionamiento general de la red y especialmente de la calidad y de la fiabilidad de la operación.

Deberá apoyarse en un trabajo de campo, investigaciones y de campañas de difusión.

El análisis de las reclamaciones de los usuarios y el mantenimiento de las redes hidráulicas proporcionan a menudo valiosa información.

Se obtendrá información para:

- Reparar y rehabilitar la red o una sustitución
- Estrategia de explotación con objeto de mejorar el servicio prestado a los usuarios y funcionamiento de cada uno de los componentes de la red.
- Elaborar un programa de las inversiones futuras jerarquizando los trabajos según su grado de urgencia y su costo.

5.9 Contenido del Diagnóstico

5.9.1 Instrumentos básicos

Los planos de las redes hidráulicas.

Para administrar bien una red, es necesario conocerla. Actualizar los documentos con datos lo más preciso posible y realizar:

- Un Informe por cada trabajo importante (estación de achicamiento o de bombeo, planta de tratamiento, aparatos de expulsión, depósitos), con ficha, con resumen de sus principales características, planos de comprobación, instrucciones para el funcionamiento y una lista de los principales incidentes.

- Un Informe de los planos de tuberías preferentemente enlazadas, con un formato idéntico que contiene: Planos generales con las principales instalaciones.

- Planos escala 1: 2,000 o 1: 2,500 para zonas urbanas y rurales respectivamente a partir de los planos del catastro de redes hidráulicas que indiquen; diámetro, material, edad y profundidad de las tuberías así como los elementos hidráulicos más importantes (válvulas de compuerta, expulsoras de aire y uniones) con una simbología de identificación sencilla.

- Ubicación topográfica con relación a puntos permanentes (fijos).

- Lista de intervenciones preprogramadas (¿cómo aislar un sector? ¿qué válvulas deben cerrarse? ¿cuáles maniobras están prohibidas?).

Para lograrlo se recurre a planos existentes, la experiencia de los operadores, información de campo y los materiales de las tuberías.

Con los planos se puede dividir la red en sectores de trabajo. Al finalizar el diagnóstico se debe seguir actualizando los planos.

Las técnicas de cartografía han evolucionado por medio de los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora).

5.9.2 Operación

La operación y el volumen extraído son necesarios para:

Enumerar los recursos movilizables y disponibles en término de:

- Potencialidad (volumen que puede ser movilizable y volumen no explotado).
- Calidad (tratamiento, perímetros de protección reglamentarios).

Vulnerabilidad, (conocimiento de los riesgos de contaminación accidental y medio de prevenirlos).

Conocer las entradas como: captaciones, pozos, tanques, plantas de bombeo y plantas potabilizadoras.

- A través de un conjunto de planos y de instrucciones para el funcionamiento, actualizadas.
- Mediante su capacidad.

Tomar en cuenta las variaciones estacionales del medio natural (variación del nivel freático y caudal reservado).

Seguir la evolución de la producción mensual y anual.

Los medidores deben ser colocados sistemáticamente sobre cada aparato de producción (Se incluyen los depósitos, con su lectura de nivel).

Aplicaciones de los métodos e instrumentación

- Un informe por cada trabajo importante (estación de achicamiento o de bombeo, planta de tratamiento, aparatos de expulsión, depósitos), con ficha, con resumen de sus principales características, planos de comprobación, instrucciones para el funcionamiento y una lista de los principales incidentes.
- Un informe de los planos de tuberías preferentemente enlazadas, con un formato idéntico que contiene: Planos generales con las principales instalaciones.
 - Planos escala 1: 2,000 o 1: 2,500 para zonas urbanas y rurales respectivamente a partir de los planos del catastro de red de hidráulicas que indiquen; diámetro, material, edad y profundidad de las tuberías así como los elementos hidráulicos más importantes (válvulas de compuerta, expulsoras de aire y uniones) con una simbología de identificación sencilla.
 - Ubicación topográfica con relación a puntos permanentes (fijos).
 - Lista de intervenciones preprogramadas (¿cómo aislar un sector? ¿qué válvulas deben cerrarse? ¿cuáles maniobras están prohibidas?).

Para lograrlo se recurre a planos existentes, la experiencia de los operadores, información de campo y los materiales de las tuberías.

Con los planos se puede dividir la red en sectores de trabajo. Al finalizar el diagnóstico se debe seguir actualizando los planos.

Las técnicas de cartografía han evolucionado por medio de los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora).

6.9.2 Operación

La operación y el volumen extraído son necesarios para:

Enumerar los recursos movilizados y disponibles en término de:

- Potencialidad (volumen que puede ser movilizado y volumen no explotado).
- Calidad (tratamiento, perímetros de protección reglamentarios).

Vulnerabilidad, (conocimiento de los riesgos de contaminación accidental y medio de prevenirlos).

Conocer las entradas como: captaciones, pozos, tanques, plantas de bombeo y plantas potabilizadoras.

- A través de un conjunto de planos y de instrucciones para el funcionamiento, actualizadas.
- Mediante su capacidad.

Tomar en cuenta las variaciones estacionales del medio natural (variación del nivel freático y caudal reservado).

Seguir la evolución de la producción mensual y anual.

Los medidores deben ser colocados sistemáticamente sobre cada aparato de producción (Se incluyen los depósitos, con su lectura de nivel).

- Un informe por cada trabajo importante (estación de achicamiento o de bombeo, planta de tratamiento, aparatos de expulsión, depósitos), con ficha, con resumen de sus principales características, planos de comprobación, instrucciones para el funcionamiento y una lista de los principales incidentes.

- Un informe de los planos de tuberías preferentemente enlazadas, con un formato idéntico que contiene: Planos generales con las principales instalaciones.

- Planos escala 1: 2,000 o 1: 2,500 para zonas urbanas y rurales respectivamente a partir de los planos del catastro de redes hidráulicas que indiquen; diámetro, material, edad y profundidad de las tuberías así como los elementos hidráulicos más importantes (válvulas de compuerta, expulsoras de aire y uniones) con una simbología de identificación sencilla.
- Ubicación topográfica con relación a puntos permanentes (fijos).
- Lista de intervenciones preprogramadas (¿cómo aislar un sector? ¿qué válvulas deben cerrarse? ¿cuáles maniobras están prohibidas?).

Para lograrlo se recurre a planos existentes, la experiencia de los operadores, información de campo y los materiales de las tuberías.

Con los planos se puede dividir la red en sectores de trabajo. Al finalizar el diagnóstico se debe seguir actualizando los planos.

Las técnicas de cartografía han evolucionado por medio de los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora).

5.9.2 Operación

La operación y el volumen extraído son necesarios para:

Enumerar los recursos movilizados y disponibles en término de :

- Potencialidad (volumen que puede ser movilizado y volumen no explotado).
- Calidad (tratamiento, perímetros de protección reglamentarios).

Vulnerabilidad, (conocimiento de los riesgos de contaminación accidental y medio de prevenirlos).

Conocer las entradas como: captaciones, pozos, tanques, plantas de bombeo y plantas potabilizadoras.

- A través de un conjunto de planos y de instrucciones para el funcionamiento, actualizadas.
- Mediante su capacidad.

Tomar en cuenta las variaciones estacionales del medio natural (variación del nivel freático y caudal reservado).

Seguir la evolución de la producción mensual y anual.

Los medidores deben ser colocados sistemáticamente sobre cada aparato de producción (Se incluyen los depósitos, con su lectura de nivel).

5.9.3 Consumo

El consumo puede aparecer como la última etapa de una red de distribución y es necesario conocerlo para:

- Ajustar la producción con la demanda.
- Optimizar el rendimiento de la red.
- Asegurar la facturación.

Conociendo el consumo se puede:

- Conocer el número de usuarios y la evolución del consumo anual (o período para cada una de las lecturas del medidor).
- Distinguir a los grandes consumidores, temporales y permanentes.

Asegurarse de que cada usuario cuenta con un medidor de agua.

Determinar la curva diaria del consumo para conocer el máximo que determina la producción, el almacenamiento y el consumo nocturno de los caudales.

El gasto consumido se repartirá en sectores homogéneos en forma equitativa.

5.9.4 Defectos de medición

Consumos públicos (edificios públicos, piscinas, escuelas, estadios y baños públicos), limpieza de calles y riego de áreas verdes.

Fugas debido a construcciones o al proporcionar los servicios públicos, para evaluar y reducir las fugas de la red es necesario tener una idea precisa del volumen que consigue salir realmente, aunque se pueden encontrar en ciertos documentos, las indicaciones lo suficientemente precisas para evaluar los consumos que no han sido medidos.

Los volúmenes circulantes a través de los contadores sin ser registrados son importantes, se mencionan cuatro causas:

- Medidores inutilizables (bloqueados).
- Medidores inadaptados a los caudales que deben registrar.
- Medidores inexactos a causa de averías internas.
- Medidores insensibles a pequeños gastos, es decir a caudales de fugas de las instalaciones de los usuarios (fugas del wc particularmente).

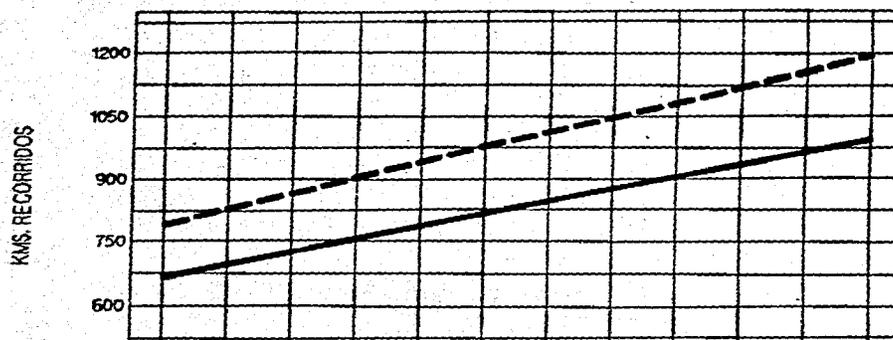
**TECNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS POR LA DGCOH
PARA LA DETECCION DE FUGAS NO VISIBLES**

DEL 19 DE AGOSTO AL 25 DE AGOSTO DE 1993

PROGRAMADO

AVANCE REAL

SEMANA No: 34



SEMANA	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
AVANCE PROGRAMADO	665.000	695.000	725.000	755.000	785.000	815.000	845.000	875.000	905.000	935.000	965.000	995.000
AVANCE REAL	39.360	40.165	36.755	37.235	36.120	36.980	35.295	34.530	34.628	37.960	36.775	38.224
AVANCE ACUMULADO	790.099	830.224	866.979	904.214	940.334	977.314	1012.609	1047.239	1081.867	1119.827	1156.602	1194.826

141

SECRETARIA

TECNICA DE RASTREO DE FUGAS : AUDITIVO

EQUIPO UTILIZADO: CORRELADOR DE RUIDO DE FUGA

RENDIMIENTO POR BRIGADA: 2.5 MEJORADA

$$L = 20W/TD$$
$$DT = \frac{L \cdot VTD}{2}$$

L = DISTANCIA ENTRE SENSORES
DT = DISTANCIA DEL PUNTO DE FUGA
AL SENSOR MAS CERCANO.
V = VELOCIDAD DE PROPAGACION DEL
SONIDO A TRAVES DE LA TUBERIA.
TD = TIEMPO DE RETRASO DE LA
SEÑAL AL SENSOR MAS LEJANO.

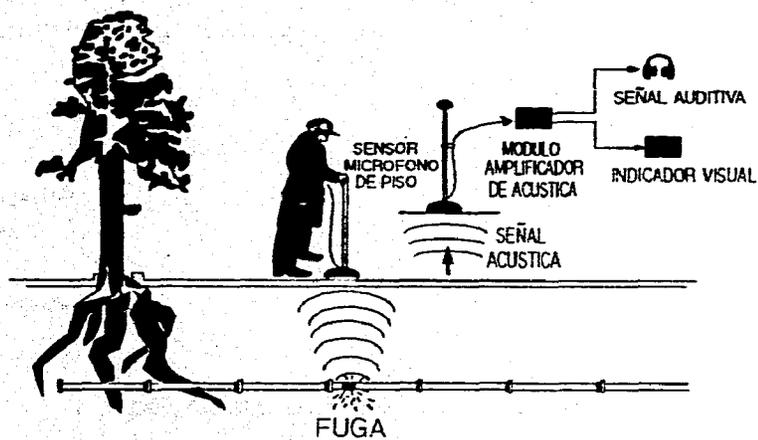
991



TECNICA DE RASTRO DE FUGAS: AUDITIVO

EQUIPO UTILIZADO: AMPLIFICADOR ELECTRONICO DE AUBICION

RENDIMIENTO POR BRIGADA: 2.0 KM/SEMANA



TECNICA DE RASTREO DE FUGAS : AUDITIVO

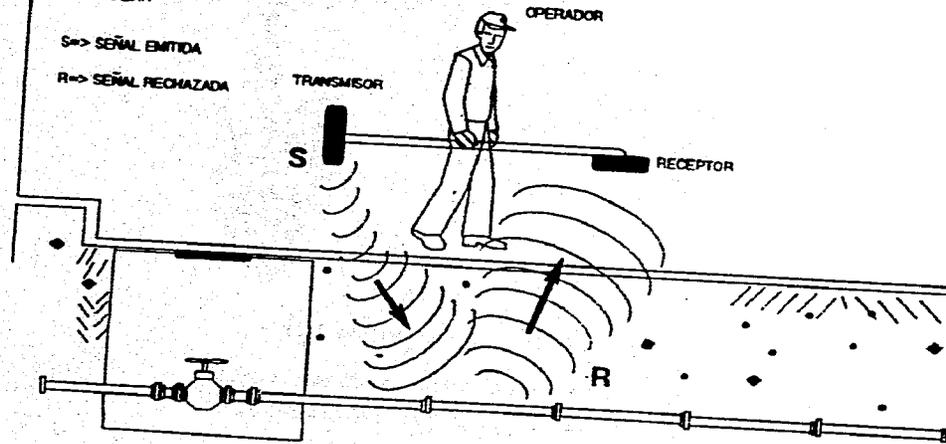
EQUIPO UTILIZADO: DETECTORES DE METALES

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

TIPO RADAR

S=> SEÑAL EMITIDA

R=> SEÑAL RECHAZADA



CONCLUSIONES

La delegación de Iztapalapa es la mayor en población de las 16 del Distrito Federal (D. F.) y es una de las más grande en áreas verde y urbana, por esa razón el crecimiento poblacional ha saturado los servicios y su reserva ecológica se encuentra amenazada por la población.

El problema de las fugas en la red de agua potable es importante en la Delegación debido a que es la de mayor carencia de agua potable y su ahorro representa una mejora en la distribución del caudal, una mejor planeación y construcción de redes de agua potable además de un mejoramiento en la calidad de vida de la población de la Delegación y particularmente de las zonas sur-oriente y oriente de Iztapalapa.

La falta de conciencia de la población en el sentido de utilizar el recurso adecuadamente y la falta de respeto hacia las estructuras hidráulicas existentes, cuando se carece de agua potable.

Las soluciones técnicas se encuentran bajo una serie de presiones de todo tipo.

Se siguen comercializando los terrenos de reserva ecológica, debido a una mala planeación en el crecimiento urbano, lo que propicia problemas de tenencia de la tierra.

En la construcción y edificación se carece de una cultura para respetar las áreas mínimas de infiltración al acuífero, dedicadas a jardines y parques.

A recuperar o al menos conservar su área ecológica se garantiza una infiltración en sus mantos acuíferos, ya que se tiene una serie de pozos que aportan un volumen importante para la delegación Iztapalapa y otras delegaciones con las que limita. Además de que es importante la recarga del acuífero del centro de la Ciudad de México.

El reparto de agua potable con pipas es uno de las soluciones más comunes para el abastecimiento del vital líquido, pero se encuentra todavía por abajo de ser una solución óptima, además de que no se captan recursos económicos con los que se podría dotar a las comunidades de este servicio.

La falta de decisión para implantar el Reglamento del servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y vigilar su seguimiento ocasiona que la población no se entere que existen normas que rigen la calidad de los servicios de agua potable y drenaje.

El subsidio desmedido, la falta de conciencia de los usuarios y una deficiente educación o cultura del agua, como se conoce actualmente, hacen de Iztapalapa una de las delegaciones más conflictivas en todos los aspectos.

Varios organismos intervienen en el cobro, planeación, construcción y distribución del agua potable en la Ciudad de México.

La implantación de métodos modernos y la utilización de equipos e instrumentos de vanguardia, para evitar caudales no medidos y perdidos se hace cada día más urgente.

Bibliografía :

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH)
Plan hidráulico de la delegación Iztapalapa
Grupo Editorial Códice S. A. de C.V.
México, D. F.
Versión 1989

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH)
Plan hidráulico de la delegación Iztapalapa
Documento Interno
México, D. F.
Versiones 1990, 1991, 1992, 1993 y 1994

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
Control de fugas, manual de agua potable y alcantarillado
Apuntes del curso
1992

Departamento del Distrito Federal (DDF)
Evolución de la población 1950 a 1990
México, D. F.
1991
Folio 4

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI)
XI Censo de Población y Vivienda

Departamento del Distrito Federal (DDF)
Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal
México, D. F.
1987-1988

Departamento del Distrito Federal (DDF)
Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal
México, D. F.
1987

Comisión de Agua del Distrito Federal (CADF)
Pozos particulares
Documento interno
México, D. F.
1993

Bibliografía

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH)
Manual de eliminación de fugas en redes secundarias
Documento interno
México, D. F.
1990

Officine International de l'eau
Dominar las pérdidas de agua sobre una red de agua potable
Apuntes del curso
México, D. F.

Officine International de l'eau
Rendimiento en las redes
Apuntes del curso
México, D. F.

Buro de Investigaciones Mercadológicas S. A de C.V. (BIMSA)
Mapa mercadológico del área metropolitana de la Ciudad de México
México, D. F.
1992