



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

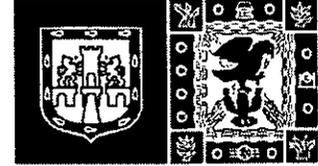
INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Del 31 de Agosto al 13 de Septiembre de 2006

APUNTES GENERALES

CI - 178

Instructor: Ing. Jorge Luis Grajales Escarpulli
Delegación Tlalpan



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

**“INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TUBERÍA DE
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO”**

Duración del Curso: 20 Horas

**Periodo total de impartición del Curso:
Del 31 de Agosto al 13 de septiembre de 2006.**

**Nombre del Capacitador:
Ing Jorge Luis Grajales Escarpulli**

ÍNDICE

	Página
1. Generalidades	3
2. Características	8
3. Materiales de fabricación	14
4. Instalación	15
a) Propiedades de flujo	15
b) Consideraciones de diseño	16
c) Uniones	17
d) Consideraciones de operación	17
e) Consideraciones de instalación	19
f) Riesgos y contingencias	36
g) Diseños de sistemas	36
5. Mantenimiento	37
Bibliografía	47

INTRODUCCIÓN

Los sistemas hidráulicos urbanos son elementos que permiten a la autoridad de una ciudad prestar los servicios de abastecimiento de agua potable, recolección, transporte y alejamiento de las aguas residuales y tratamiento de las aguas servidas mediante un sistema de saneamiento, para lo cual requieren diversas etapas para su concepción, realización física y prestación directa del servicio. Estas etapas son planeación, diseño o proyecto, construcción, operación y mantenimiento.

Al concluir el curso los asistentes deberán tener un conocimiento básico de los siguientes aspectos.

Evolución histórica de la infraestructura hidráulica urbana.- para comprender la importancia de la prestación de este servicio a la comunidad.

Características básicas de los sistemas hidráulicos urbanos.- para comprender todos los elementos que integran estos sistemas y que están relacionados entre si.

Procedimientos de construcción.- conocer los fundamentos técnicos de la construcción de estos sistemas y la importancia del control de calidad del proceso.

Procedimientos de operación.- conocer los fundamentos técnicos de la operación de estos sistemas y la relevancia de el control y documentación de estos procedimientos.

Procedimientos del mantenimiento.- conocer los fundamentos técnicos del mantenimiento de estos sistemas y la importancia de estas acciones en la vida útil y en los costos totales de la infraestructura.

OBJETIVO DEL MÓDULO II

Que los participantes reconozcan cómo instalar y darle mantenimiento a la tubería de alta densidad.

se tiene el concepto de sistemas hidráulicos urbanos compuestos por el suministro de agua, el sistema de alcantarillado sanitario, el sistema de drenaje pluvial y el saneamiento.

Antecedentes del abastecimiento del agua en el Valle de México

La ciudad de México antigua Tenochtitlan en sus orígenes, en el siglo XIV, empleaba un sistema de acueductos para llevar agua de manantial desde el sur de la Cuenca de México hasta la ciudad situada en tierra ganada al lago de la cuenca lacustre del valle.

En la época colonial los españoles reconstruyeron estas conducciones que llevarían agua desde los manantiales hasta mediados del siglo XIX.

En 1846 se descubre el agua subterránea y se inicia la explotación del subsuelo mediante pozos, provocando que los manantiales se secan dando inicio a la consolidación de los estratos arcillosos de la cuenca, generándose el hundimiento característico en la ciudad sobre todo en las 6 primeras décadas del siglo XX.

Existen estimaciones de que el hundimiento en los últimos cien años alcanzó un promedio de 7.5 metros en la zona metropolitana, que afectó de manera significativa a las edificaciones y sistemas de tuberías en la ciudad. Ante esta situación en la década de los 40, se construye el sistema Lerma para complementar el abastecimiento a la Ciudad de México. En 1941 se inició la construcción de un acueducto de 15 kilómetros, para trasladar agua desde los pozos de la cuenca del río Lerma, sobre el parteaguas con la Sierra de las Cruces.



FIGURA 2 OBRAS DEL SISTEMA LERMA.-CONSTRUCCIÓN DE LA GALERÍA DE CAPTACIÓN EN ALMOLOYA DEL RÍO, EDO. DE MÉXICO

En 1981 la explotación se realizaba mediante 1,366 pozos que incluían el área urbana y la cuenca del valle de Lerma, aportándose el 68 % del acuífero del Valle de México.

En estas fechas la infraestructura hidráulica se complementaba con 282 km de conducción mediante tuberías de gran diámetro, 174 tanques de regularización 540 km de tuberías de red primaria y 11,700 km de red secundaria.

La característica principal de este valle es que es una cuenca natural cerrada, por lo que se busca dar salida a las aguas excedentes provenientes de la precipitación. La primera obra para cumplir este objetivo es el túnel de Nochistongo que se termina en 1608, pero que se inutiliza por derrumbes a pocos meses de su conclusión.

4.- 1626 – 1631. Se presentan inundaciones en la ciudad de México, con el fallecimiento de 30,000 personas aproximadamente.

5.- 1789. El túnel de Nochistongo es transformado en tajo o canal, después de 160 años de construcción, lográndose dar salida permanente a las aguas del río Cuautitlán.

6.- 1856. Se aprueba e inicia la construcción de Gran Canal de Desagüe y del túnel de Tequisquiac.

7.- 1900. Se terminan las obras iniciadas en 1856, con lo que se logra una segunda salida de las aguas de la cuenca cerrada del valle de México.

8.- 1940 – 1946. Se construye un nuevo túnel en Tequisquiac con lo cual se presentaba la tercera salida de la cuenca del Valle de México comunicándola con la cuenca del río Moctezuma, afluente del río Pánuco que desagua en el Golfo de México a la altura del Puerto de Tampico.

9.- 1930 – 1951. El alcantarillado de la ciudad de México se fue haciendo inadecuado por dos aspectos relevantes:

a.- resulta insuficiente por el crecimiento urbano registrado, y

b.- se presentan problemas de operación por el hundimiento de la ciudad.

10.- 1952 – 1958. Se inicia la construcción de obras para evitar las inundaciones como nuevos colectores y plantas de bombeo.

11.- 1958-1964. Se construye el interceptor poniente y la planta de bombeo Aculco.

12.- 1971. El 9 de noviembre de 1971 se crea la Comisión Técnica de Supervisión para las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal.

13.- 1975. Se pone en funcionamiento el Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Se programan etapas subsecuentes de este sistema.

14.- 1994. Se inicia la participación del sector privado en la administración de los sistemas hidráulicos del Distrito Federal, teniendo como actividades relevantes, el levantamiento de las redes existentes, la modernización del sistema de medición del consumo y la implantación de programas de detección de fugas.

- 1.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- 2.- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- 3.- SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.
- 4.- SANEAMIENTO.-

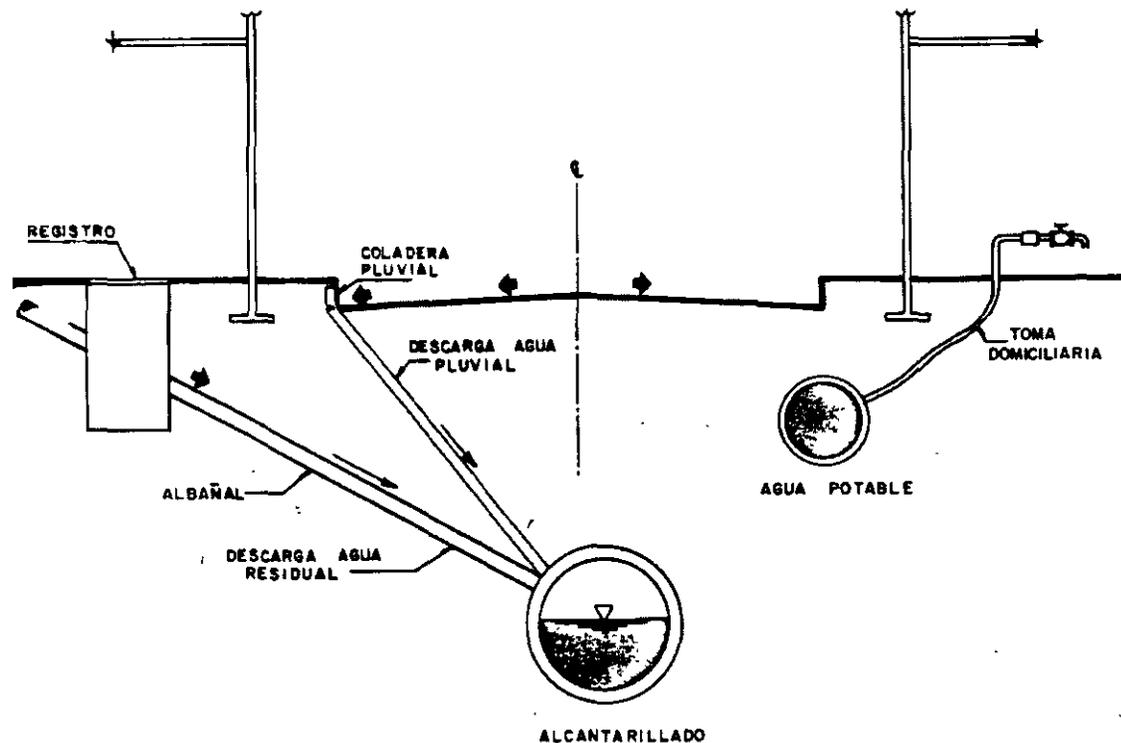


FIGURA 4 ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS URBANOS

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.-

El sistema de abastecimiento de agua tiene la finalidad de suministrar un volumen de agua a una localidad, en cantidad y calidad para satisfacer las necesidades de sus habitantes.

La cantidad del agua a suministrar estará en función directa del número de habitantes a atender. La calidad deberá ser potable, es decir que las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua no estén en una concentración tal que afecten al ser humano.

Los elementos que integran el sistema de suministro de agua a una localidad son:

1. CAPTACIÓN
2. CONDUCCIÓN
3. REGULARIZACIÓN
4. DISTRIBUCIÓN

7. ELEMENTOS DE CRUCE

- f. SIFONES
- g. PUENTE CANAL
- h. TÚNELES

8. CONECTORES

- i. JUNTAS
- j. CODOS
- k. TEE O YEE

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.- REGULARIZACIÓN.-

Este elemento permite adecuar lo que entra a la ciudad, a través de conducciones y bombes con lo que sale hacia los habitantes de la localidad.

Los tipos principales de esta componente del sistema son:

- 1. TANQUES SUPERFICIALES
- 2. TANQUES ELEVADOS

Adicionalmente se cuenta con la fontanería de entrada y salida al tanque. En la entrada se tienen dispositivos de control para cerrar el acceso del agua al tanque en el momento que alcanza sus niveles máximos de diseño.

En la salida se tienen válvulas de seccionamiento para permitir reparaciones en la línea de alimentación hacia la red.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.- DISTRIBUCIÓN.-

Esta componente permite poner el agua a disposición del usuario dentro o cerca de su domicilio. En una zona urbana el agua se entrega dentro del domicilio, en una red de una localidad semi urbanizada sería hasta un sitio cercano mediante un hidrante o toma pública.

Los elementos principales que integran este sistema son:

- 1. CONDUCTOS (TUBERÍAS)
- 2. CAJAS DE VÁLVULAS
- 3. VÁLVULAS
- 4. CRUCEROS
- 5. TOMAS DOMICILIARIAS

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.- POTABILIZACIÓN.-

Es el elemento del sistema de suministro de agua que permite mejorar la calidad del agua antes de ser entregada al usuario por el sistema de conductos.

Los procesos básicos de potabilización serían.

- 1. Sedimentación
- 2. Floculación
- 3. Filtrado
- 4. Cloración

Una de las características que tiene este sistema es que su tamaño no está relacionado con el número de habitantes de la localidad. Es decir los factores que determinan la necesidad de este servicio de alcantarillado son:

1. MAGNITUD DE LA PRECIPITACIÓN
2. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN
3. ÁREA DE LA CUENCA
4. PENDIENTE DE LA CUENCA
5. PERMEABILIDAD DEL SUELO

Las principales componentes del sistema son:

CONDUCTOS

1. ATARJEAS PLUVIALES.
2. SUBCOLECTORES PLUVIALES.
3. COLECTORES PLUVIALES.
4. EMISOR PLUVIALES.

ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

5. POZOS DE VISITA
6. CAJAS DE VISITA
7. PLANTAS DE BOMBEO
8. TANQUES DE TORMENTA
9. POZOS DE ABSORCIÓN
10. ESTRUCTURAS DE DESCARGA

CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES PRIMARIA Y SECUNDARIA

Los elementos que integran el sistema de suministro de agua a una localidad son **captación, conducción, regularización, distribución y potabilización.**

De estos elementos los correspondientes a la distribución se pueden definir como una red hidráulica. Desde el punto de vista de muchos organismos operadores e instituciones.

- v. Fierro Fundido,
- vi. Fierro Galvanizado,
- vii. Vinilo Flexible,
- viii. PAD (Polietileno de Alta Densidad).

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LAS TUBERÍAS EN SISTEMAS HIDRÁULICOS.

1. Economía.
2. Resistencia a presión interna.
3. Durabilidad.
4. Resistencia a la corrosión.
5. Rugosidad de la superficie interior.
6. Junteo.
7. Facilidad de reparación.
8. Mantenimiento de la calidad del agua.

4) INSTALACIÓN

a) PROPIEDADES DEL FLUJO

Proceso de erosión y sedimentación en tuberías.

En las redes hidráulicas se tiene como fluido de trabajo el agua, en el caso del abastecimiento; el agua es potable y limpia, con una cantidad mínima de partículas en suspensión. En el caso del alcantarillado se trata de agua residual o pluvial con una menor calidad y con gran cantidad de sedimentos.

La capacidad de arrastre del agua depende de la velocidad que presente, en velocidades altas el agua erosiona cauces y tuberías levantando las partículas que encuentra a su paso, incorporándolas en forma de mezcla con el agua que se transporta.

C) UNIONES

Las tuberías se fabrican con una longitud que depende de los siguientes factores:

- Tipo de material
- Procedimientos de fabricación
- Moldes y equipo de fabricación
- Facilidad de transporte
- Normas nacionales e internacionales.

Para poder integrar un sistema de tuberías se requiere tener juntas o uniones, que pueden ser de 2 tipos;

- Mecánicas
- Por fusión

Las características de estas juntas se especifican en las consideraciones de instalación,

D) consideraciones de operación

Operación de las redes.

La operación de redes comprende acciones externas que buscan el funcionamiento óptimo de la infraestructura. En la operación no se busca modificar la naturaleza de las instalaciones o equipos, sino únicamente tener acciones que permitan el funcionamiento adecuado de acuerdo a las condiciones físicas y a la demanda del servicio de los habitantes de la localidad.

Se considera operación a toda la infraestructura incluyendo aquella que no es red como tanques y conducciones, pero que interactúa con el funcionamiento de la red.

La organización eficiente de la operación deberá comprender las siguientes etapas:

1. Elaboración de normas y manuales de operación.
2. Elaboración de programas de operación
3. Selección y capacitación del personal.
4. Elaboración de registros de operación
5. Interpretación de registros de operación
6. Seguimiento de registros de operación
7. Archivos técnicos de operación

ACTIVIDADES RELEVANTES DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL Y MODERNIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE

1. INSPECCIÓN DEL SISTEMA
2. MOVIMIENTO Y REVISIÓN DE VÁLVULAS
3. DETECCIÓN DE FUGAS

Sistemas de Información Geográfica.-

Plataforma gráfica.- Se establece empleando un programa de dibujo en sistemas de computo en base a vectores.

Planos: elementos con atributos gráficos

Base de datos.- Listado de atributos o características.

Base de datos relacional.-

Establece una relación dinámica y univoca entre las listas de la información.

Equipo de operación

Medidores de presión manómetros

Medidores de consumo

Equipo para levantamiento de redes

Equipo de seguridad

Equipo de limpieza

Inspecciones especiales

E) Consideraciones de instalación.-

Procedimiento constructivo.

La construcción es la realización física de un proyecto. La definición de las actividades que comprende una obra se define como procedimiento constructivo.

El proceso de construcción tiene dos vertientes:

1.-Actividades normalizadas.- existen actividades que se realizan de manera rutinaria en todas las obras. Las diferentes instituciones involucradas en la construcción han definido de acuerdo a sus necesidades el método y características de cada actividad, determinándose las especificaciones o normas de construcción para este fin.

2.- Actividades del residente.- existen otras actividades que se requiere modificar en campo, atendiendo a condiciones especiales encontradas en obra como obstáculos, tipo de terreno considerado en el proyecto, falta de previsión del proyectista en cuanto al proceso constructivo entre otras.

En este caso deberá justificarse ampliamente la decisión del ingeniero residente por dos aspectos: que la modificación mejore el resultado de la obra, y que su impacto económico en el presupuesto sea razonable, para no encarecer innecesariamente el proyecto y para no tener conflictos con supervisión y contraloría.

En zonas donde exista vegetación y una cubierta de tierra donde se realizan labores agrícolas o crecimiento de plantas, deberá primeramente quitarse la maleza en un ancho mayor de las zanjas para permitir tener un área de maniobras suficiente de acuerdo al tamaño de la tubería. Adicionalmente se retirará la capa de tierra que pudiera contener raíces de pequeño tamaño, para dejar el terreno preparado para el trazo de la red.

2.- TRAZO DE LA RED.

Limpieza y trazo de la red. En los sitios donde no exista pavimento, deberán retirarse las piedras y se trazará el ancho de la zanja con cal. En tramos de reparación de tuberías o construcción de tramos pequeños podrá simplificarse el procedimiento de trazo.

En proyectos nuevos donde se indique en el plano las coordenadas de construcción deberá reconstruirse este trazo. Se revisarán las referencias del trazo realizado por el topógrafo para el proyecto para ubicar los puntos de referencia más importantes.

3.- RUPTURA DE PAVIMENTOS.

En áreas urbanas se realizará el corte, ruptura y remoción de pavimentos previamente a la excavación de las zanjas. Algunos de los materiales que pueden presentarse en esta actividad son: concreto hidráulico, concreto asfáltico, adocreto, y piedra.

4.- ZANJADO.

La excavación de las cepas comprende las actividades a cielo abierto, necesarias para la remoción y extracción de materiales en el terreno formando en el proceso zanjas estables que permitan alojar las tuberías.

Las dimensiones de la zanja son profundidad y ancho y están definidas por las normas de proyecto de acuerdo al tipo de suelo, tipo de tubería y tráfico vehicular. Este último aspecto es relevante por la transmisión del peso de los vehículos sobre los estratos superficiales del suelo donde se colocará la tubería.

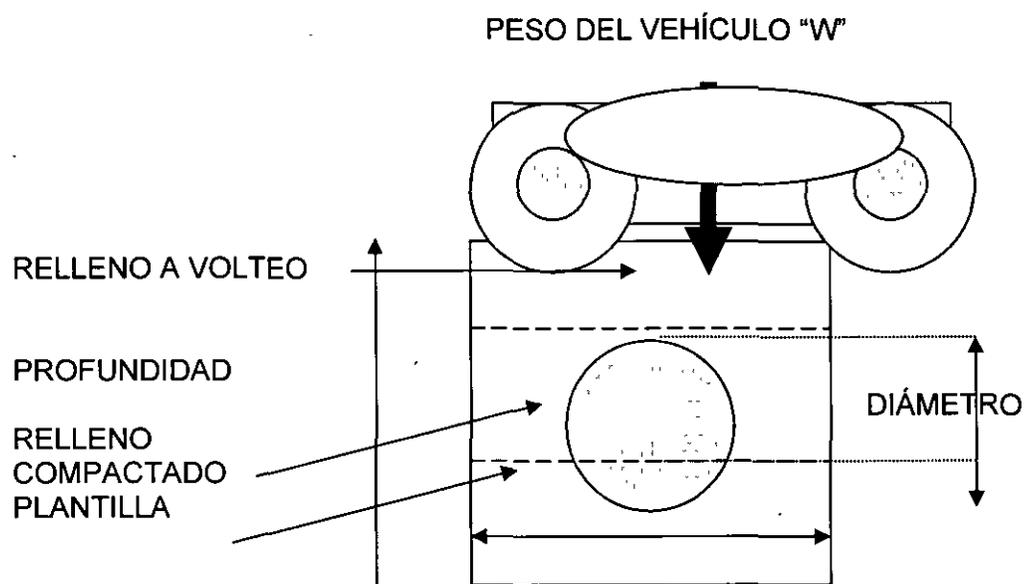


FIGURA 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS

En el caso de los sistemas de alcantarillado se tienen tuberías de concreto prefabricada de junta hermética, polietileno de alta densidad (PAD) lisa exterior o interiormente y polietileno de alta densidad (PAD) corrugada exteriormente.

CARACTERÍSTICAS DE LA RED PRIMARIA.-

Las redes de agua y alcantarillado se dividen por su importancia en red primaria y secundaria. A nivel internacional en Latinoamérica se denomina red primaria de agua a las tuberías que van de tanques de regularización a plantas de bombeo o potabilizadoras. En México se clasifica por el diámetro, se consideran primarias a aquellas cuyo diámetro es de 0.51 m o mayor y secundarias las menores a 0.51 m.

En el caso de alcantarillado es coincidente la clasificación nacional con la latinoamericana, considerando red primaria a los diámetros de 60 cm. o mayores y la secundaria para menores a 60 cm.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.-

La construcción de redes primarias generalmente se realiza por parte de las autoridades estatales o de la conurbación, ya que al ser de mayor diámetro sus costos son altos. Los materiales empleados en estas instalaciones de agua potable son tuberías de concreto presforzado, acero y polietileno de alta densidad. En el caso de alcantarillado las tuberías primarias serían de concreto prefabricado o polietileno de alta densidad.

Los trabajos más comunes para autoridades locales en los municipios y delegaciones son conexiones a redes primarias.

El procedimiento de construcción será fundamentalmente el mismo en las acciones como:

- 1.- DESMONTE Y DESPALME.
- 2.- TRAZO DE LA RED.
- 3.- RUPTURA DE PAVIMENTOS.
- 4.- ZANJADO.
- 5.- RELLENOS DE ZANJAS
- 6.- REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.
- 7.- SEÑALIZACIÓN VIAL Y DE SEGURIDAD.

La variante principal será la instalación de las tuberías que dependerá del material que se utilice.

I.4.3.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.- TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PAD).

A continuación se describe lo relativo a tuberías de polietileno de alta densidad por considerar que es el material que se empleará más comúnmente en las redes urbanas en los próximos años.

El polietileno en la tecnología de fabricación de tuberías permite adicionar negro humo, sustancia que le da un color negro y le da resistencia a la intemperie, sobre todo una protección contra los daños que pudiera causar su exposición a los rayos ultravioleta del Sol.

Todas las tuberías termoplásticas son sensibles a los cambios de temperatura. Su comportamiento define que conforme la temperatura aumenta, la resistencia de la tubería a esfuerzos prolongados disminuye y viceversa. Estas tuberías en conducciones y redes de distribución no se ven sometidas a incrementos notables de temperatura.

Las tuberías de este material presenta una alta resistencia a los agentes químicos que pudieran atacarla, llegando inclusive a ser usada por ciertos ramos de la industria. Los terrenos agresivos por su composición o con agua salobre no afectan a este material.

Como la tubería plástica no es conductora de electricidad no se presenta la corrosión por electrólisis, ni favorece en crecimiento de microorganismos, ni presenta incrustación por elementos presentes en el agua que se transporta.

Las características de estas tuberías, por el tipo de unión, resistencia química, rugosidad, y durabilidad reducen la posibilidad de fugas en los sistemas hidráulicos, reduciendo los costos de mantenimiento y de afectaciones presentes en fugas de agua. Esto permite racionalizar recursos en el mantenimiento que de cualquier manera se requiere en un sistema hidráulico.

En los sistemas de alcantarillado es el polietileno un material de origen petroquímico cuya característica sobresaliente es contar con una excelente resistencia contra ataques de fluidos ácidos y alcalinos.

Asimismo permite reducir costos de construcción ya que permite tener rapidez en su instalación con personal calificado. El bajo peso facilita extraordinariamente: el transporte, el manejo en obra y su instalación.

En los sistemas de alcantarillado se tienen la posibilidad de usar tubería termofusionada o corrugada con juntas. La segunda es más usada por su mayor rigidez que en los sistemas de drenaje permite respetar de mejor manera las pendientes de proyecto.

Cuando sea necesario hacer una transición entre diferentes tuberías como polietileno y otros materiales se dispone de uniones mecánicas como son adaptadores brindados y de compresión.

ASPECTOS RELEVANTES DE LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO (PEAD - PAD) ENTERRADAS.

TRAZO

Un aspecto importante de estas tuberías es el trazo, ya que por la flexibilidad de la tubería se pueden dar deflexiones directamente con la tubería dentro de cierto rango en función del diámetro.

En el trazo que permita la posterior excavación de la zanja deberá realizarse con estas curvaturas, con esto se evita dejar cambios de dirección a 90° como en otros materiales como asbesto cemento.

DIAMETRO NORMAL DE TUBERÍA		ZONA SUB-URBANA			ZONA URBANA		
mm.	PULG.	ANCHO	PROF.	VOL.xm.	ANCHO	PROF.	VOL.xm
25	1-4	.30m	.30m	.900m	.30m	.60m	.180m
150	6	.35	.35	.122	.35	.65	.227
200	8	.40	.40	.160	.40	.70	.280
250	10	.45	.45	.202	.45	.75	.337
300	12	.50	.50	.250	.50	.80	.400
350	14	.55	.55	.302	.55	.85	.467
400	16	.60	.60	.360	.60	.90	.540
450	18	.65	.65	.422	.65	.95	.617
600	24	.80	.80	.640	.80	1.10	.880
900	36	1.10	1.10	1.21	1.10	1.40	1.54

FIGURA 7.- DIMENSIONES DE LAS ZANJAS TIPO

Las condiciones y características de la zanja se justifican en el análisis estructural correspondiente para evitar la deformación de la tubería.

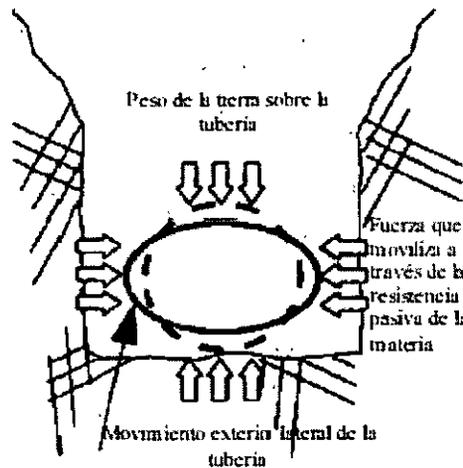


FIGURA 8.- EMPUJES EN LAS ZANJAS.

JUNTEO DE TUBERÍAS DE POLIETILENO

La unión de tuberías de polietileno PAD, se puede realizar mediante uniones de transición y uniones permanentes.

Las uniones de transición son de tipo mecánico y son para diámetros pequeños como en red secundaria.

Las uniones permanentes son por termofusión, esta es una de las características más importantes de la tubería de polietileno de alta densidad y alto peso molecular. La termofusión, permite un sistema de unión con una hermeticidad total, formándose un tramo continuo monolítico, y una junta más resistente que la misma tubería. Esto es debido a que fortalece su orientación molecular al llevarse a cabo este procedimiento.

HERRAMIENTAS REQUERIDAS

- Carro de fusión a tope (alineador)
- Calentador según diámetro.
- Caja Portacalentador
- Escuadrador Universal
- Manual de Instalación*
- Reloj o Cronómetro
- Indicador de Temperatura
- Adaptadores Varios Diámetros

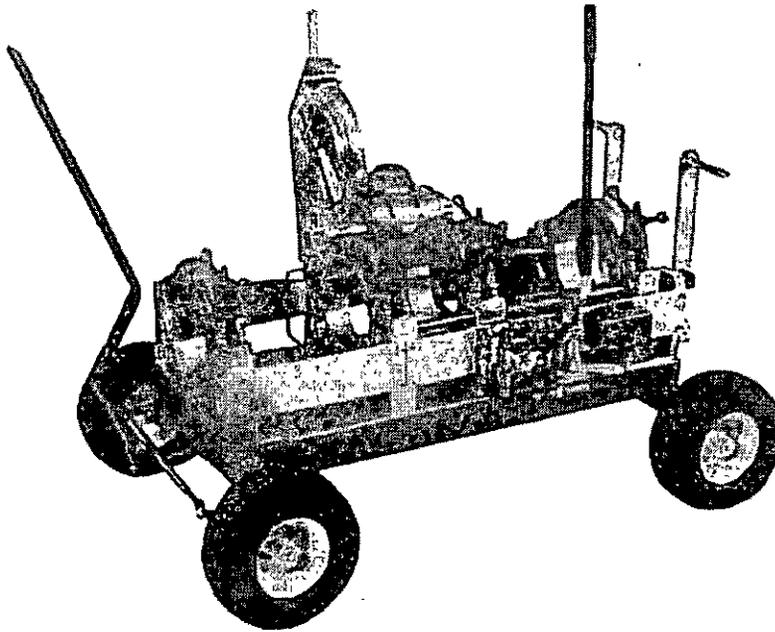


FIGURA 10 CARRO DE FUSIÓN

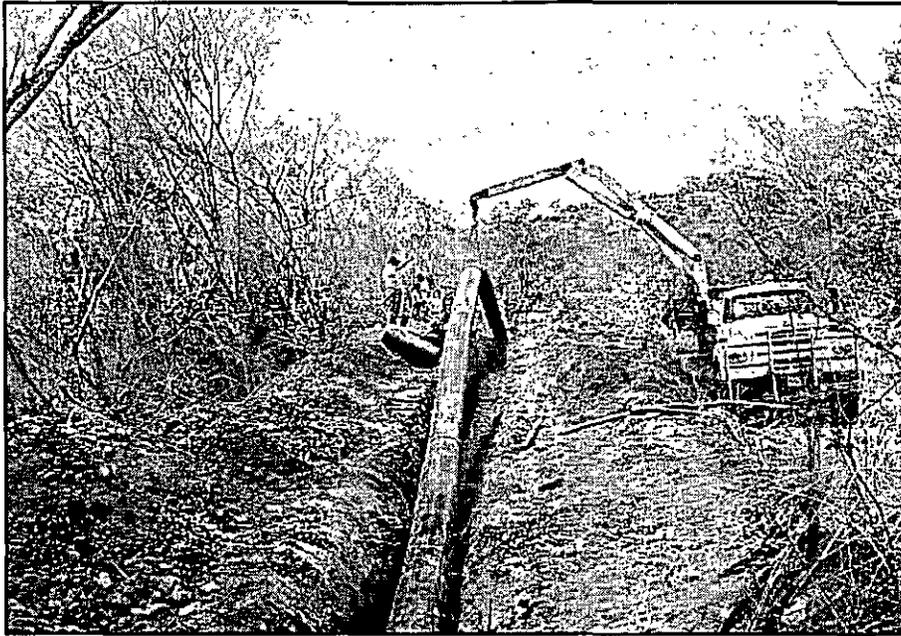


FIGURA 13 COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA EN LA ZANJA.



FIGURA 14 TUBERÍA COLOCADA EN LA ZANJA.

RELLENO DE LA ZANJA

La tubería unida por termofusión se colocará en el fondo de la zanja, y una vez realizada la prueba hidrostática, se procede a rellenar la zanja cubriendo la tubería. Para los rellenos puede utilizarse material producto de excavación, separando únicamente las piedras con aristas agudas que pudieran quedar en contacto con la tubería, esto se logra cribando el material. En caso que el material de la excavación no es apto para ser compactado se podrá, previa autorización, utilizar material de banco.



FIGURA 16 INSTALACIÓN DE VALVULAS.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO CORRUGADO PARA DRENAJE.

JUNTEO.

Es conveniente aclarar que la tubería corrugada se fabrica en tramos con uniones espiga campana.

PROCEDIMIENTO

1.- COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA.-

Aloje la Tubería en la zanja, tomando los tramos siempre a dos tercios.



FIGURA 17 COLOCACIÓN EN LAS ZANJAS.



FIGURA 20 RELLENO DE ZANJAS SOBRE LA TUBERÍA

5.- COMPACTACIÓN DE ZANJAS.-

La zanja debe tener un ancho apropiado para que se pueda compactar desde el acostillado.

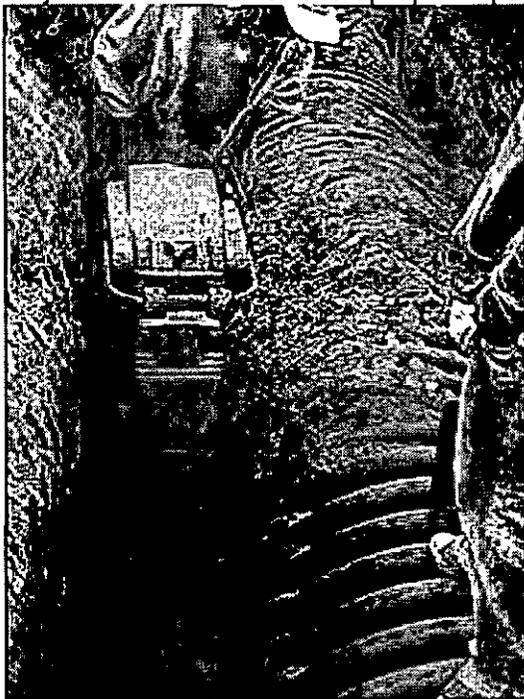


FIGURA 21 COMPACTACIÓN DE ZANJAS.

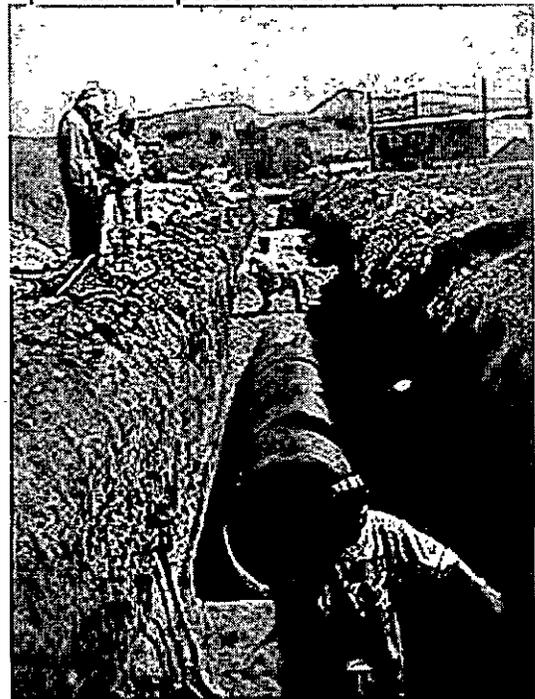


FIGURA 22 TREN DE TRABAJO TUBERÍAS PAD.

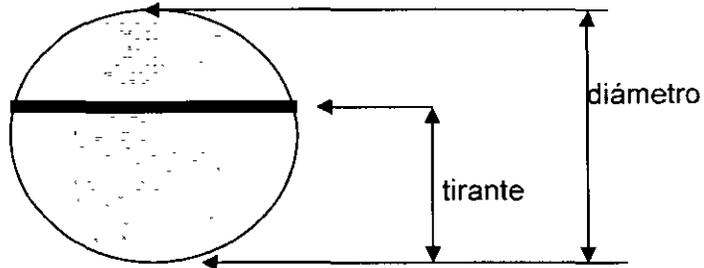


FIGURA 24 TUBERÍA PARCIALMENTE LLENA.

5.- MANTENIMIENTO

Introducción al mantenimiento de redes hidráulicas.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede definirse como el conjunto de acciones que permiten la revisión periódica de las instalaciones. Como resultado de este proceso deberán:

1. Mantener en costos razonables la operación de los sistemas.
2. Prevenirse daños a la infraestructura.
3. Detectarse fallas operativas.
4. Prolongar la vida útil de las estructuras y equipos.
5. Evitar el colapso del servicio
6. Evitar afectaciones sociales, económicas y políticas por la interrupción del servicio.

Tipos de mantenimiento

Por lo general en la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, se atiende de emergencia un problema que se presenta cuando la afectación del servicio hace necesaria una acción para corregir un desperfecto. Esto es, se aplica un mantenimiento de tipo correctivo.

Dentro de las acciones de mantenimiento se pueden diferenciar dos clases:

- mantenimiento preventivo
- mantenimiento correctivo
- mantenimiento combinado

Mantenimiento preventivo.-

Este tipo de mantenimiento consiste de una serie de acciones planeadas y programadas, con la finalidad de evitar daños a las instalaciones y equipos.

A.2) fallas en válvulas de la red de agua.

Las principales fallas en las válvulas de la red hidráulica pueden ser :

- Existencia de basura y sedimentos en la caja de válvulas
- Inundación en caja de válvulas
- Goteo en válvulas
- Fallas en el maneral
- Colapso en compuerta

A.3) fallas en tuberías de alcantarillado

Las tuberías del sistema de alcantarillado se ven sometidas a esfuerzos mayores a los de proyecto, o a alteraciones estructurales debido a las siguientes causas:

- Deficiente control de calidad durante el proceso constructivo.
- Resistencias menores a las especificadas en proyecto
- Pérdidas de resistencia por daños en el transporte
- Rellenos en zanjas inferiores al colchón mínimo
- Junteo con materiales plásticos que pierden flexibilidad en el tiempo
- Movimiento de tuberías en sismos
- Asentamientos en terrenos de apoyo a tuberías
- Corrosión o disgregación de los materiales en las tuberías
- Agrietamiento y ruptura por crecimiento de plantas
- Paso de vehículos con cargas mayores a las normales.

A.4) fallas en estructuras de alcantarillado

Los pozos de visita constituyen la estructura complementaria más común de un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, y constituyen un valioso elemento para acciones de operación y mantenimiento de la red, las fallas que se pueden presentar que alteran el funcionamiento son:

- Azolvamiento
- Inundación (pozos con carga)
- Vicios ocultos de construcción
- Deterioro por humedad y reacciones químicas
- Obstrucciones
- Deterioro por crecimiento de plantas

Diagnóstico de la fallas.

La red de agua potable tiene dos aspectos fundamentales en sus criterios de operación:

1.- suministrar agua en cantidad suficiente. Este servicio deberá proporcionarse con la cantidad y presión requerida.

En el momento que ocurre una falla en la red de distribución de agua potable ocurre una disminución en el caudal o en la presión con que se suministra el agua.

Propuesta de plan de limpieza para pozos de absorción en el alcantarillado sanitario.

Una de las estructuras que ha tomado auge recientemente es el pozo de absorción. Esta estructura permite la infiltración de agua de lluvia, evitando que los caudales importantes de una precipitación lleguen al sistema de tuberías. Sin embargo, la principal deficiencia es que estas estructuras pueden azolverse o “colmatarse” por la presencia de partículas finas que van tapando los materiales de filtro.

Por lo anterior en esta componente del sistema, deberá proponerse una limpieza anual o mínimo cada dos años para que permita al pozo recuperar su capacidad de infiltración para la que fue diseñado.

Procesos básicos de reparación.

Más que plantear la reparación de tuberías en el proceso de mantenimiento, deberá plantearse un plan de trabajo con procesos básicos de mantenimiento. A continuación se describen algunos de ellos.

Procesos básicos para el mantenimiento de válvulas.

Una válvula se puede definir como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos como el agua, mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los mecanismos de control más esenciales en un sistema de tuberías. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo del agua, desde el agua limpia como en el caso de los abastecimientos de agua hasta los sistemas de alcantarillado con el agua residual. Su uso más generalizado se presenta en los sistemas de captación, conducción y distribución de agua potable.

Las válvulas se fabrican para trabajar en una amplia gama de presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in², aunque para agua potable lo común es que oscilen entre 0 y 250 mca (metros de columna de agua) a temperaturas ambientales. En las instalaciones de agua potable se requiere un sellado absoluto para evitar las fugas o escurrimientos que tienen gran importancia.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido como el agua. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo que generalmente en hidráulica son segundos.

Válvula de control.

La válvula de control o seccionamiento generalmente constituye un elemento instalado en la línea de conducción o distribución y se comporta como un orificio cuya sección transversal de paso varía continuamente con la finalidad de controlar el caudal en una forma determinada.

RECOMENDADA PARA

1. Servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación.
2. Para uso poco frecuente.
3. Para resistencia mínima a la circulación.
4. Para mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería.

APLICACIONES

1. En sistemas de agua potable, servicio general, aceites y petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas, líquidos espesos, vapor, gases y líquidos no condensables, líquidos corrosivos.

VENTAJAS

1. Alta capacidad.
2. Cierre hermético.
3. Bajo costo.
4. Diseño y funcionamiento sencillos.
5. Poca resistencia a la circulación.

DESVENTAJAS

1. Control deficiente de la circulación.
2. Se requiere mucha fuerza para accionarla.
3. Produce cavitación con baja caída de presión.
4. Debe estar cubierta o cerrada por completo.
5. La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y del disco.

VARIACIONES

1. Cuña maciza, cuña flexible, cuña dividida, disco doble.
2. Materiales
3. Cuerpo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, monel, acero fundido, acero inoxidable, plástico de pvc.
4. Componentes diversos.

INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Lubricar a intervalos periódicos.
2. Corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.
3. No cerrar nunca las llaves a la fuerza con la llave o una palanca.
4. Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería.
5. Cerrar las válvulas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados.

VENTAJAS

1. Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
2. Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
3. Control preciso de la circulación.
4. Disponible con orificios múltiples.

DESVENTAJAS

1. Gran caída de presión.
2. Costo relativo elevado.

VARIACIONES

1. Normal (estándar), en "y", en ángulo, de tres vías.
2. Materiales
3. Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, monel, acero inoxidable, plásticos.
4. Componentes: diversos.

INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Registro en lubricación.
2. Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento.
3. Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir procesos básicos para el mantenimiento de alcantarillados.

La existencia de problemas serios y costosos en los sistemas de alcantarillado presupone diseños inadecuados o construcción de mala calidad. Las pendientes adecuadas en la tubería generan velocidades del agua suficientes para arrastrar las partículas en procesos de autolimpieza, que minimizan acciones y costos de mantenimiento.

En la ciudad de México, se tienen problemas adicionales de hundimientos del subsuelo por el fenómeno de consolidación unidireccional del suelo, generado por la extracción de agua para satisfacer las demandas de la zona metropolitana.

Esto hace que, aunque se dispongan de pendientes adecuadas al momento de terminar la construcción, con el tiempo las tuberías se vean afectadas por estos hundimientos y se generen pendientes bajas o contra pendientes lo cual aumenta la necesidad de un mantenimiento intensivo. Dentro de la operación y el mantenimiento de sistemas de alcantarillado se presentan dos aspectos relevantes: la inspección del sistema y la limpieza. El procedimiento de limpieza de los ductos del alcantarillado más usado a nivel internacional es mediante el uso de equipos tipo vactor de chorro de agua a alta presión y succión.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA

1. CÉSAR VALDEZ, ENRIQUE ING <u>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</u> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO TEMARIO DEL CURSO DE AGUA POTABLE UNAM1993 3ª ED		
2. LARA G., JORGE LUIS ING. <u>ALCANTARILLADO</u> FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO TEMARIO DEL CURSO DE ALCANTARILLADO UNAM1991 2ª ED		
3. FAIR M.G., GEYER CH. J., OKUN A.D. <u>ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES</u> EDITORIAL LIMUSA VOL. 1 AUXILIAR EN EL TEMA DE AGUA POTABLE1983		
ERNEST W. STEEL		
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO		
EDITORIAL GUSTAVO GILLI		
CLARK, JOHN W., VIESSAMAN W., HAMMER M.J.		
WATER SUPPLY AND POLLUTION CONTROL, IEP-DUM		
EDITORIAL DONNELLEY, HARPER AND ROW PUBLISHER.		
BABBIT E. H., BAUMAN E.R.		
ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
EDITORIAL CECSA		
AUXILIAR EN EL TEMA DE ALCANTARILLADO	1983	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
JOHNSON DIVISION, UOP Inc., FLETCHER G. DRISCOLL		
GROUNDWATER AND WELLS EL AGUA SUBTERRÁNEA Y LOS POZOS		
EDITORIAL JONSON DIVISIÓN, UOP, Inc. SAINT PAUL MINNESOTA		
AUXILIAR EN EL TEMA DE CAPTACIONES	1975 TD 405	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
McNAUGHTON, KENNETH J.		
BOMBAS SELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO		
EDITORIAL McGRAW HILL		
GREENE, RICHARD W.		
VÁLVULAS SELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO		
EDITORIAL McGRAW HILL		
STREETER, VICTOR L.		
MECÁNICA DE FLUIDOS		
EDITORIAL McGRAW HILL		
TCHOBANOGLIOUS, GEORGE - METCALF & EDDY, INC.		
WASTEWATER ENGINEERING: COLLECTION AND PUMPING OF WASTEWATER		
EDITORIAL McGRAW HILL		
STEPHENSON D.		
STORMWATER HYDROLOGY AND DRAINAGE		
EDITORIAL ELSEVIER		
COLLECCION DEVELOPMENTS IN WATER SCIENCE No 14		
STEPHENSON DAVID		
PIPELINE DESIGN FOR WATER ENGINEERS		
STEPHENSON DAVID		
PIPELINE ANALISYS		
PURSCHEL WOLFGANG		
EL TRANSPORTE Y LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA		
EDITORIAL URMO S.A. DE EDICIONES		
COLECCIÓN TRATADO GENERAL DEL AGUA Y SU DISTRIBUCIÓN TOMO 4		
PURSCHEL WOLFGANG		
LA CAPTACIÓN Y EL ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE		

ALCANTARILLADO		COMPLEMENTARIA
PAZ SÁNCHEZ ARNULFO ING.		
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO		
NOTAS EDITADAS POR EL AUTOR		
AUXILIAR DEL TEMA DE ALCANTARILLADO	1974	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
GARCIA SOSA, JORGE M.I.		
DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN LLUVIA – ESCURRIMIENTO EN ZONAS URBANAS		
DDF DGCOH DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA		
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA		
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS		
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL		
AUXILIAR DEL TEMA DE ALCANTARILLADO	1985 AL 200 – 85	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
CITY OF NAPERVILLE, IL. U.S.A.		
DESIGN MANUAL FOR PUBLIC IMPROVEMENTS		
SECTION 3 SANITARY SEWER DESIGN		
CITY OF NAPERVILLE, IL.		
UNITED STATES OF AMERICA		
AUXILIAR DEL TEMA DE ALCANTARILLADO	MARCH 2002	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
ASHLEY R.M.		
URBAN WATER		
SEWER SYSTEMS AND PROCESSES VOLUME 2, NUMBER 4		
ELSEVIER		
D.A. SAVIC		
URBAN WATER		
DEVELOPMENTS IN WATER DISTRIBUTION SYSTEMS		
VOLUME 2, NUMBER 2		
ELSEVIER		
P.F. BRAGA		
URBAN WATER		
NON-STRUCTURAL MEASURES IN URBAN FLOOD CONTROL		
VOLUME 1, NUMBER 2		
ELSEVIER		
VÁZQUEZ GONZÁLEZ ALBA ING., CÉSAR VALDEZ, ENRIQUE ING.		
IMPACTO AMBIENTAL		
TEMARIO DEL TEMA DE IMPACTO AMBIENTAL	1993 1ª ED	BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
ADAMS, BARRY J. Y PAPA FABIAN		
URBAN STORMWATER MANAGEMENT PLANNING WITH ANALYTICAL PROBABILISTIC MODELS		
JOHN WILEY & SONS, INC.		
AUXILIAR DEL TEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	2000	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
ACADEMIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, A.C.		
ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA, A.C.		
EL SUMINISTRO DE AGUA DE LA CIUDAD DE MÉXICO		
MEJORANDO LA SUSTENTABILIDAD		
NATIONAL RESEARCH COUNCIL		
NATIONAL ACADEMY PRESS		
WASHINGTON, D.C. 1995		