



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

# CURSOS INSTITUCIONALES

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y EQUIPO DE MALACATES, HIDRONEUMÁTICOS, RETROEXCAVADORAS Y MOTOBOMBAS

Del 06 al 19 de Julio de 2006

### *APUNTES GENERALES*

*-COMPLEMENTO-*

CI - 108

Instructor: Ing. Rafael López Ruiz  
DELEGACIÓN IZTAPALAPA  
JULIO DE 2006

# 1. LA NECESIDAD DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO

## 1.1 La necesidad de alcantarillado

El ciudadano de nuestro tiempo está acostumbrado a las comodidades de la civilización. Pero todavía tiene, por lo general, la idea vaga de lo que significa poder disponer siempre de agua abundante al abrir una llave. Menos aún de la compleja y costosa red de conductos que recibirán el agua usada; y la tarea difícil de la gente que se ocupa de construir, mantener, reparar, y rehabilitar la red de alcantarillado.

El uso del agua origina su contaminación después de haber pasado por las diversas actividades de la población. Estos desechos líquidos, llamados aguas residuales, se componen esencialmente de agua y de materias orgánicas disueltas y en suspensión, los cuales son putrescibles. Su descomposición origina grandes cantidades de gases ofensivos, y pueden contener numerosas bacterias patógenas. Por la forma de producirse existen aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales, cuyo tratamiento es todavía más complejo.

La mayor parte del agua suministrada por un sistema de abastecimiento se transforma en agua residual (75%). Rápidamente su disposición se convierte en un problema público, haciéndose más agudo a medida que la población aumenta.

Por otra parte, están las aguas pluviales, que por su calidad puede decirse que son inofensivas. Pero, cuya cantidad es mucho más grande que las aguas residuales. Esto origina en ocasiones serios problemas a las comunidades que no cuentan con una obra de ingeniería para alejarlas.

De ahí, la necesidad del alcantarillado, que es el sistema adecuado de conductos subterráneos llamados alcantarillas, y demás obras y accesorios. Los cuales requieren, por supuesto, la operación y mantenimiento. El tratamiento de aguas residuales es el punto final que cierra esta cadena.

## 1.2 Salud pública

La existencia y el buen manejo de un sistema de alcantarillado y tratamiento brinda a la comunidad muchas ventajas. La más importante de todas es que resguarda la salud pública. Protegiéndola de enfermedades de origen hídrico, tales como fiebre tifoidea, disentería, cólera y otros más.

CONTENIDO	NOTAS
<p>En segundo lugar, la construcción debe ser de máxima calidad, con materiales adecuados, obras y juntas herméticas. Es muy importante el material del relleno al final el pavimento, para que el mismo alcantarillado no sufra problemas y el tránsito tampoco. Todo esto requiere de parte de la empresa de agua y saneamiento una supervisión competente durante el tiempo de construcción.</p> <p>Por último, pero no con menos importancia, la obligación principal de una empresa es la calidad de la operación, mantenimiento, reparación, rehabilitación que se debe a la red de alcantarillado, para garantizar la seguridad pública.</p> <p>Es muy importante también el trabajo de mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado. Asimismo, el control sobre las descargas del agua residual, según las normas establecidas. A este efecto, la SEDESOL ha fijado la norma para la contaminación permisible en las descargas para diversos usos (NOM-PA-CCA-031-93).</p> <p>Las obligaciones de la otra parte son la participación ciudadana que, en primer lugar, debe ser no descargar en la red de alcantarillado productos o líquidos peligrosos, que puedan producir obstrucción, roturas, averías o explosión del alcantarillado, ni permitir que otros lo hagan.</p> <p>Otra obligación de la participación ciudadana relacionada con la seguridad pública, es de avisar de inmediato a la empresa operadora de averías de la red, o de otros de peligros en la misma.</p> <p>De esta forma, se evitarán grandes accidentes como el ocurrido en Guadalajara en 1992.</p> <h3>1.4 Impacto ambiental</h3> <p>Al considerar el impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado, se deben tener en cuenta los dos aspectos siguientes.</p> <p>En el primer caso, el impacto ambiental de la red existente puede ser mantenido o mejorado hasta cierto punto, a través del trabajo especializado de operación y mantenimiento que realiza la empresa de agua y saneamiento. Particularmente, evitando que el agua residual salga de la red y llegue al acuífero.</p> <p>En el segundo caso, el impacto ambiental negativo como consecuencia de la construcción de una nueva obra de alcantarillado se ha de reducir, a través de técnicas de diseño y construcción adecuadas. Cabe mencionar que este tipo de infraestructura es la más lenta para construcción y produce más incomodidades para el tránsito y a la ciudadanía en el caso de rehabilitación</p>	

## 2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Un sistema de alcantarillado se compone de diferentes tipos de conductos y de una variedad de obras accesorias, en las que se incluyen los pozos de visita. Todo ello, arreglado en en una configuración que depende del tipo de servicio que presta el sistema y de las condiciones de la localidad.

Para operar y mantener correctamente el sistema es indispensable identificar cada uno de los componentes y conocer sus funciones. Además, se debe entender cuál es la configuración básica del sistema en el que se trabaja.

También, se necesita conocer los criterios básicos de diseño para dar el mantenimiento adecuado a cada componente.

### 2.1 Definiciones básicas

#### a) Alcantarillado

Es un sistema de obras de captación, conducción, tratamiento y descarga, que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas residuales de una población, solas o en combinación con las aguas pluviales, para disponerlas sin peligro para el hombre y el ambiente.

#### b) Aguas residuales

Se llaman aguas residuales aquellas aguas originalmente limpias que han sido utilizadas o degradadas por una población, provenientes de los hogares de la misma, o de efluentes industriales.

#### c) Aguas pluviales

Las aguas pluviales son las provenientes de la precipitación pluvial que escurre dentro del área de captación del sistema.

#### d) Obras de captación

Tienen como fin captar directamente el agua residual de las fuentes de emisión, o el agua pluvial que escurre por las calles.

#### e) Obras de conducción

Su finalidad es desalojar las aguas captadas en el área drenada y conducirías al lugar de su tratamiento o desalojo.

## 2.2 Clasificación de los diferentes sistemas de alcantarillado

### 2.2.1 Clasificación por el modo de conducción

#### a) Sistema de alcantarillado por gravedad

Esta es la forma de conducción natural, clásica y más útil. Más del 90% del alcantarillado construido en el mundo trabaja por gravedad. Esta forma es la preferible, más fácil y económica para operación y mantenimiento.

#### b) Sistemas de alcantarillado bajo presión

En realidad no existe un sistema de alcantarillado completo que trabaje bajo presión. Solamente algunos tramos del sistema trabajan bajo presión. Por ejemplo, una parte baja del territorio en comparación con la cota más alta, tanto del colector principal, como de la planta de tratamiento.

En estos casos se construye una estación de bombeo en el lugar más bajo, y, a través de un conducto bajo presión, se elevan las aguas residuales hasta la cota requerida. Es importante mencionar que en la parte que trabaja bajo presión no se permiten conexiones de descarga por gravedad.

Existen tramos cortos del alcantarillado que trabajan con relativamente baja presión. Esto sucede al pasar un sifón invertido por debajo del cauce de un río con cota de fondo más baja que las cotas del colector en ambos lados del lugar de cruce. Lo mismo sucede al cruzarse el alcantarillado con otra obra fija de más importancia. Por ejemplo, una línea de metro u otro colector.

### 2.2.2 Clasificación por el tipo de servicio

Para recolectar y disponer de las aguas residuales o pluviales de una población básicamente se han adoptado los siguientes sistemas:

#### a) Sistema separado

En este tipo de sistema, la red se proyecta para recoger y conducir solamente las aguas residuales que produce una población. Aparte, se proyecta otra red sólo para conducir y desalojar las aguas de lluvia. Es decir, existen dos redes de tuberías para desalojar, las aguas residuales por un lado, y las aguas pluviales por otro lado.

Solamente las aguas residuales son conducidas a las plantas de tratamiento. Las aguas pluviales son canalizadas a cuerpos receptores. Es el mejor sistema, pero es más caro por concepto de construcción.

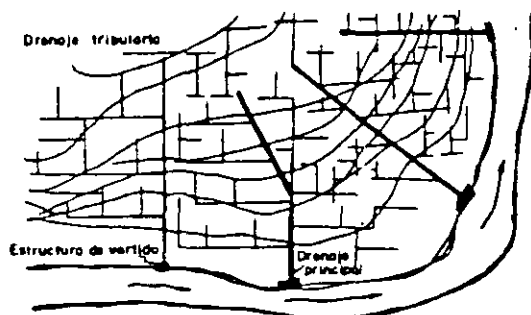


Figura 2.1 Modelo perpendicular

## b) Radial

En esta configuración las aguas residuales fluyen hacia afuera desde la zona central de la localidad, a las tuberías principales. Las líneas son relativamente pequeñas pero puede multiplicarse el número de obras de tratamiento (Fig. 2.2).

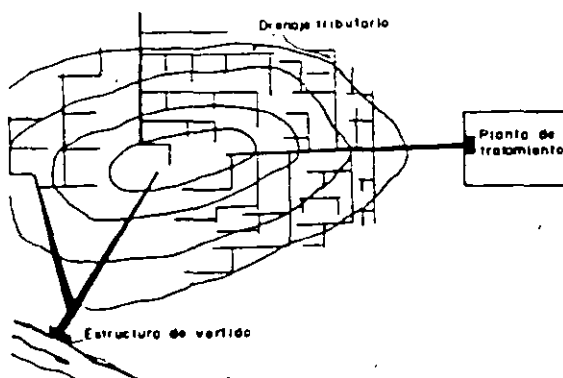


Figura 2.2 Modelo radial

## c) Interceptores

Este tipo de configuración se emplea para recolectar aguas residuales o pluviales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales se prestan para interceptarse por una tubería mayor que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento (Fig. 2.3).

### 2.2.4 Clasificación por el trazo de atarjeas

Elegido el patrón o plan general que se considere más adecuado para la zona en estudio, el paso siguiente es trazar el sistema de atarjeas o tuberías que colectarán las descargas de cada domicilio.

En nuestro medio, el trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle. Cuando las calles no estén bien definidas o alineadas, deberá procurarse que la atarjea quede a igual distancia de cada predio.

Se deben evitar cambios de dirección en distancias cortas. Pues, ello obliga a que en cada cambio de dirección se construya un pozo de visita. Lo cual incrementa el costo de construcción del sistema. Además, hidráulicamente es inconveniente por las constantes pérdidas de energía que se ocasionan.

En nuestro medio, los trazos más usuales de atarjeas se pueden agrupar en forma general en los siguientes tipos:

#### a) Trazo en bayoneta

Se denomina así al trazo que, iniciando en una "cabeza de atarjea", tiene un desarrollo en zigzag o en "escalera", con deflexión horizontal o caída vertical en cada cruce de calle, o en cada pozo de visita hacia su entronque con el subcolector o colector. (Fig. 2.5).

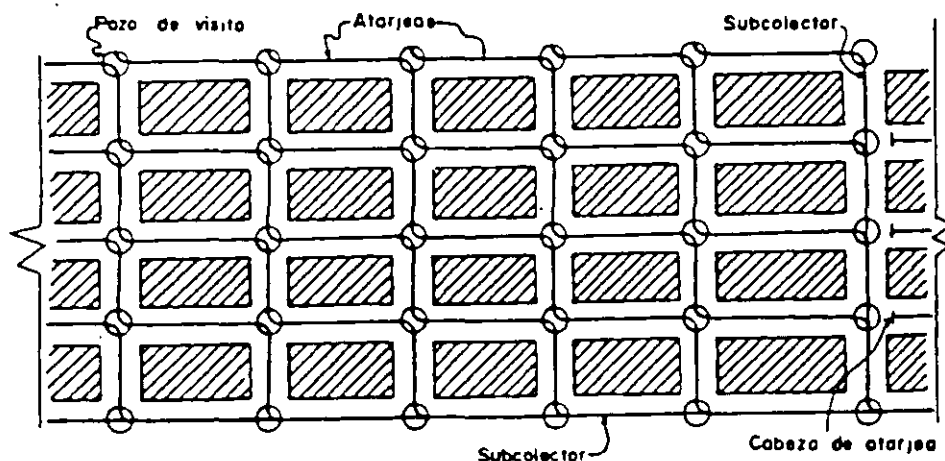


Figura 2.5 Atarjeas en bayoneta

## Desventajas:

- Debido al corto desarrollo que generalmente tienen las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor, en la mayoría de los casos, aquéllas trabajan por abajo de su capacidad, ocasionando que se desaproveche parte de dicha capacidad.
- En muchas ocasiones, como las atarjeas iniciales van poco profundas, a fin de que puedan descargar al conducto perpendicular común de diámetro mayor, se requiere de gran cantidad de pozos con caída adosada, para cada una de estas atarjeas. Lo cual, obviamente eleva el costo de la construcción.

## c) Trazo combinado

El trazo combinado es precisamente una combinación de los dos trazos vistos anteriormente, y aun trazos no definidos obligados por los accidentes topográficos.

Existen en este caso un gran número de cambios de dirección, tanto verticales como horizontales, que requieren de estructuras diversas. En especial de pozos y registros, así como de cárcamos de bombeo y sifones invertidos (Fig. 2.7).

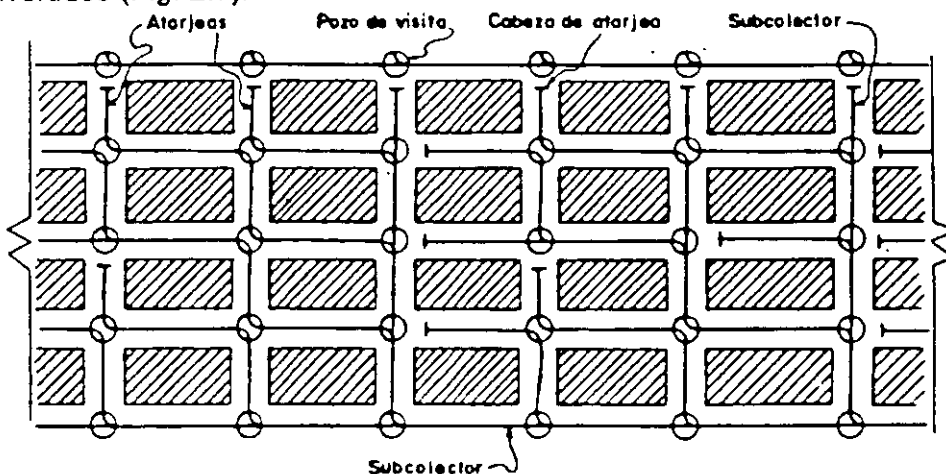


Figura 2.7 Trazo combinado de atarjeas

Aunque cada tipo de construcción tiene ventajas y desventajas particulares respecto a su uso, el trazo de bayoneta mantiene cierta superioridad sobre otros tipos de trazo, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías.

Sin embargo, esto no es el único punto que se considera en la elección del tipo de trazo. Pues éste depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio en estudio.



CONTENIDO	NOTAS
-----------	-------

#### d) Interceptores

Los colectores o subcolectores reciben convencionalmente el nombre de interceptores cuando son colocados en forma perpendicular a otros conductos de menor diámetro, que vierten en ellos los caudales captados en una zona alta. De esta manera permiten reducir los caudales que se captarían en zonas más bajas (Fig. 2.9).

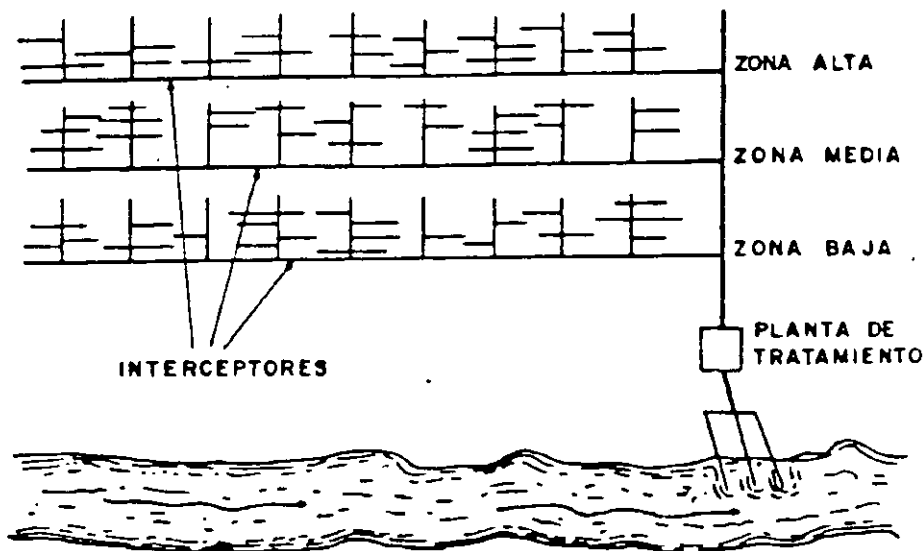


Figura 2.9 Interceptores en un sistema de alcantarillado

#### e) Emisor

El emisor es el conducto que transporta los caudales captados por toda la red de alcantarillado, hasta la planta de tratamiento, y de allí al punto de vertido de las aguas residuales. Al emisor no se conectan descargas de aguas residuales ni de aguas pluviales.

#### 2.3.2 Materiales y diámetros comerciales de tuberías

En los países industrializados las tuberías para alcantarillado se producen y venden bajo condiciones normalizadas en cuanto a materiales y dimensiones.

En México la CNA, la SECOFI y otras entidades federales están trabajando en este sentido. Pero, aún los fabricantes introducen al mercado productos del mismo material con dimensiones distintas. Por ejemplo, para tubos de PVC se encuentran simultáneamente productos en sistema métrico y en sistema inglés.

Entre los factores importantes que hay que tener en cuenta al elegir el material para la construcción de una tubería figuran: resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, duración, peso, impermeabilidad y costo.

CONTENIDO	NOTAS
-----------	-------

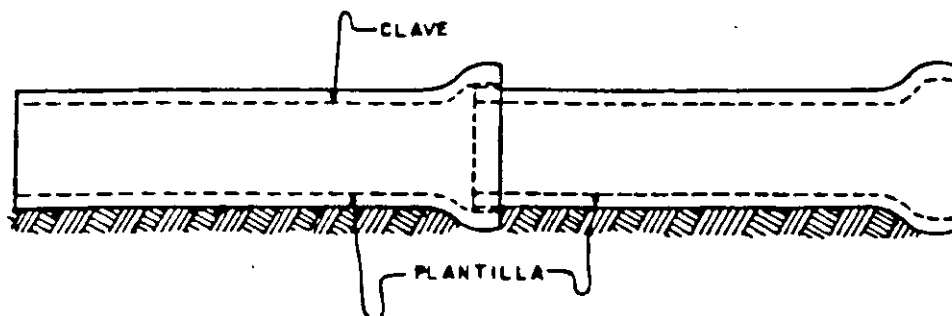


Figura 2.11 Junta macho y campana en tubería de concreto simple

Las tuberías de concreto reforzado se fabrican para diámetros mayores de 45 cm. Es decir, para los siguientes diámetros: 61, 76, 91, 107, 122, 152, 183, 213 y 244. Estas tuberías se fabrican de acuerdo con la especificación NMX-C-20.

La unión que se emplea para tuberías de concreto reforzado es por juntas de tipo espiga y caja.

Se hace notar que, tanto en las tuberías de concreto simple, como las de concreto reforzado se debe garantizar su hermeticidad.

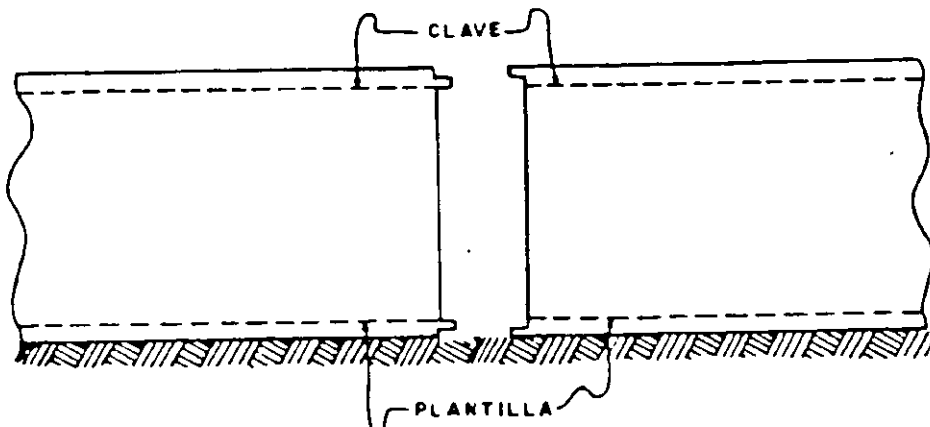


Figura 2.12 Unión espiga y caja en tubería de concreto reforzado

#### b) Tuberías de asbesto cemento

Estas tuberías están hechas de una mezcla de fibra de asbesto, cemento Portland, y sílice trabajados bajo una gran presión.

Estas tuberías se construyen en longitudes de 4 m para diámetros desde 76 hasta 914 mm. Y en cuatro tipos, denominados A-5, A-7, A-10 y A-14. Donde los números indican la presión de trabajo en atmósferas.

## 2.4 Estructuras y obras accesorias

### 2.4.1 Pozos de visita

Estos pozos tienen la finalidad principal de facilitar la inspección y limpieza de los conductos del sistema. Se instalan en:

- Comienzo de las atarjeas
- Cambio de dirección
- Cambio de pendiente
- Cambio de diámetro
- Conexión de otras atarjeas o colectores

En resumen, entre dos pozos de visita deberán quedar tramos rectos y uniformes de tubería.

La forma del pozo de visita es cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior. Son suficientemente amplios para darle paso a un hombre y permitirle maniobrar en su interior.

El piso es una plataforma en la cual se han hecho canales que prolongan los conductos y encauzan las corrientes. Cuenta con un marco con tapa de fierro fundido o de concreto armado, permitiendo el acceso a su interior y la salida de gases.

En nuestro medio, los pozos de visita se clasifican en comunes y especiales, de acuerdo al diámetro de su base. Existen además los pozos para conexiones oblicuas a tuberías de diámetros grandes.

También existen otros tipos de estructuras cuya función es similar a los pozos de visita, y se utilizan en el caso de tuberías de grandes diámetros. Estas estructuras generalmente son de forma rectangular. Reciben el nombre de "Pozos caja" de visita.

La separación máxima entre dos pozos de visita, en tramos rectos y de pendiente uniforme será [Ref. 1]:

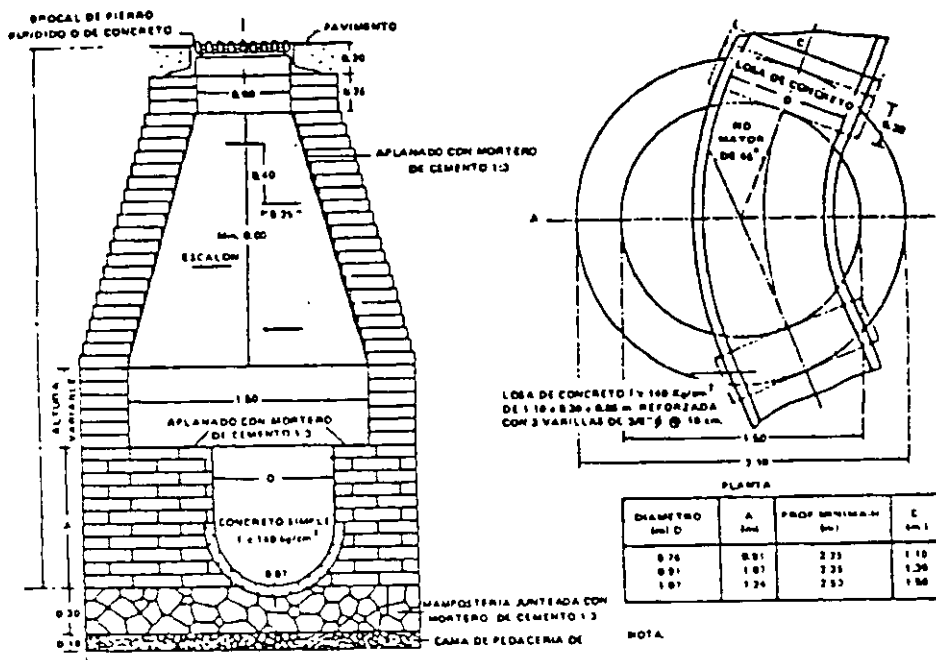
- En tramos de 20 a 60 cm de diámetro, 125 m
- En tramos de 76 a 122 cm de diámetro, 150 m
- En tramos de 152 a 244 cm de diámetro, 175 m

Sin embargo, como se explica en el capítulo 6, para facilidad de limpieza, se recomienda que la separación máxima para tramos con diámetro hasta 60 cm, sea de 80 m.

<b>CONTENIDO</b>	<b>NOTAS</b>
------------------	--------------

**b) Pozos de visita especial**

Se utilizan para tuberías de 76 a 107 cm de diámetro, siendo el diámetro interior de su base de 1.5 m como mínimo. En tuberías de 122 cm de diámetro o mayores también se utilizan pozos de visita especiales, pero con un diámetro interior de 2.0 m (Fig. 2.15)



**Figura 2.15 Pozo de visita especial**

La boca de los pozos, tanto comunes como especiales, debe ser de 60 cm de diámetro. La profundidad del pozo es variable de acuerdo al caso y al diámetro de tuberías que lo cruzan.

**c) Pozos para conexiones oblicuas**

Son idénticos en forma y dimensiones a los comunes. Su empleo se hace necesario, atendiendo a factores económicos, en la conexión de un conducto de hasta 61 cm de diámetro con un colector o subcolector cuyo diámetro sea igual o mayor de 122 cm (Fig. 2.16).

El empleo de esta clase de pozos evita la construcción de una caja de visita sobre el colector, que es mucho más costosa que el pozo para conexión oblicua.

La confluencia de una alcantarilla pequeña con otra suficientemente grande para que pueda penetrar en ella se realiza generalmente con una pieza en Y o inclinada, que pase a través de la pared de la alcantarilla.

## e) Pozos cajas de unión

Estas estructuras se emplean para hacer la unión y cambio de dirección horizontal entre subcolectores y colectores con diámetros iguales o mayores de 76 cm.

Están formados por un el conjunto de caja y chimenea de tabique idéntica a la de los pozos de visita. Las secciones transversales, horizontal y vertical de la caja son de forma trapezoidal y rectangular respectivamente, con muros verticales que pueden ser de mampostería, de tabique o piedra, o bien de concreto simple o reforzado. El piso y el techo son de concreto reforzado. La chimenea se corona al nivel de la superficie del terreno con un brocal y su tapa. (Fig. 2.18).

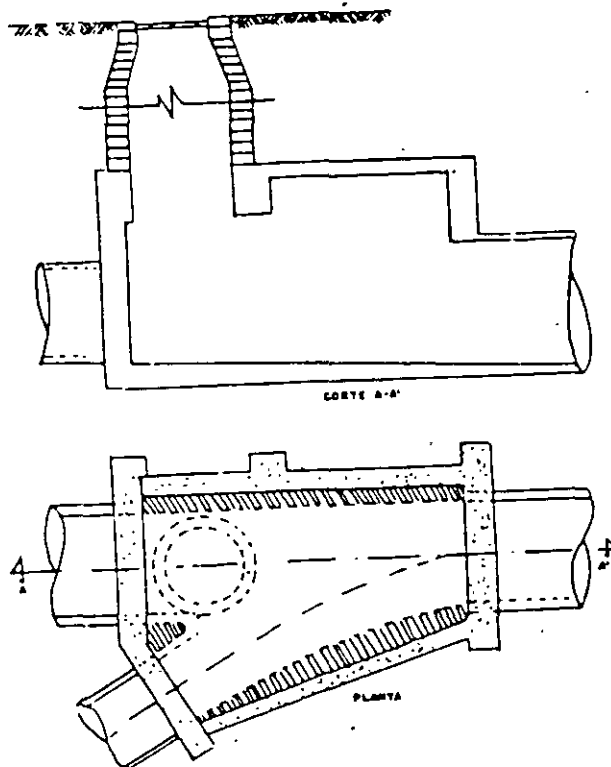


Figura 2.18 Pozo caja de unión

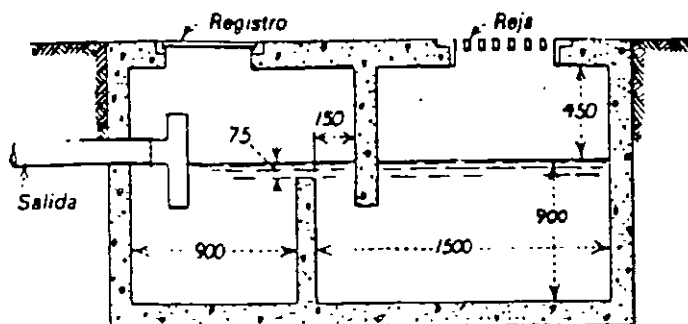


Figura 2.24 Separador de arena y grasa para garajes (mm)

#### 2.4.5 Coladeras Pluviales

Las coladeras son las aberturas que se disponen en el alcantarillado pluvial o combinado para que por ellas penetre el agua de lluvia. En general, interceptan el agua que escurre por las cunetas del arroyo de la calle.

Se les denomina de piso y de banqueteta. Las de piso quedan en la superficie del pavimento. Las de banqueteta se alojan en la guarnición formando parte de ella.

Algunas ciudades emplean coladeras de banqueteta y de piso combinadas. Otras utilizan solamente los de piso en las cunetas. Estas, para ser efectivas, deben tener sus aberturas paralelas a la dirección de la corriente.

La instalación de un tipo u otro, o la combinación de ambos, depende exclusivamente de la pendiente longitudinal de las calles y del caudal por coleccionar. Las de banqueteta se instalan en calles con pendientes menores de 2%. Con pendiente entre 2 y 5% se instalan de piso y banqueteta. Para pendientes mayores del 5% se instalan únicamente en el piso.

Cuando las pendientes de las calles son fuertes, mayores de 3%, es necesario que en las coladeras se haga una depresión en la cuneta para obligar al agua a entrar en la coladera. Esta depresión alcanza hasta 13 cm de desnivel. Se extiende en toda la longitud de la coladera y generalmente hasta unos 90 cm al frente de la guarnición. Estas depresiones son molestas al tránsito. Por lo mismo se procura hacerlas lo más pequeñas posible.

Las coladeras se colocan cercanas a las esquinas, de manera que los pasos de peatones no se inundan. Si se colocasen en las esquinas también las propias coladeras quedarían sujetas a un considerable desgaste y a averías, ocasionadas por el tráfico (Fig. 2.25).

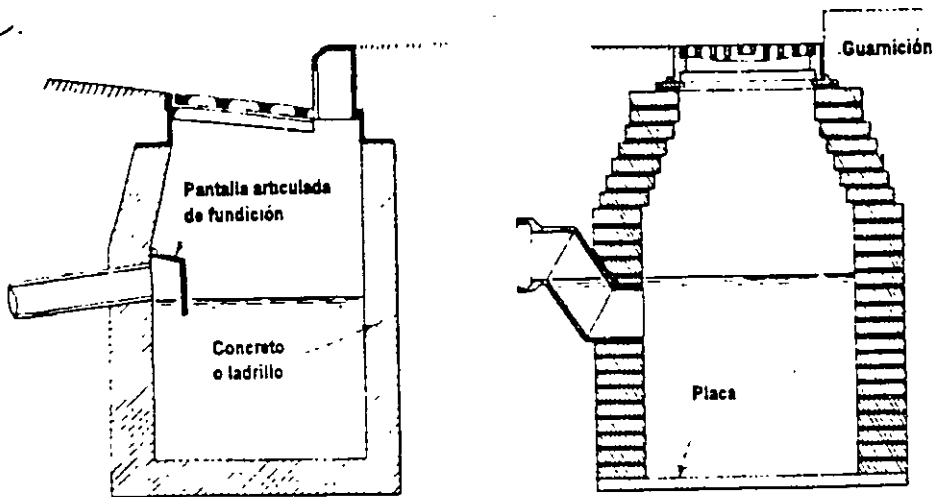


Figura 2.26 Sumideros.

a) Coladera de banqueta, b) Coladera de piso

#### 2.4.7 Reguladores de caudal pluvial

Los reguladores son unos dispositivos que derivan el caudal total o parcial de las aguas residuales de una alcantarilla a otra.

Los reguladores actúan generalmente cuando el caudal alcanza un valor prefijado, pudiendo entonces desviarlo totalmente a otro canal o solamente la porción en exceso a partir del caudal que da lugar a la iniciación de su funcionamiento.

La mayor parte de los reguladores se emplean en los lugares donde las alcantarillas combinadas desaguan en los interceptores que recogen los caudales de tiempo seco, pero desvían las aguas de lluvia en alcantarillas que desaguan en el curso de agua cercano

Como en los primeros lavados de las calles puede arrastrarse mucha materia orgánica; y como el agua residual doméstica que se deriva debe estar siempre bien diluida, se proyectan a veces reguladores que trabajan sólo cuando el caudal ha alcanzado un valor triple del máximo caudal de tiempo seco.

Para esta finalidad se han ideado gran número de ingeniosos dispositivos, pero tienen poca o ninguna aplicación en las redes de alcantarillado que se proyectan como sistemas separados.

# PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS

DIAMETRO NOMINAL EN CM.	CALCULADAS				PENDIENTE RECOMENDABLE PARA PROYECTOS, EN MILESIMOS	
	MAXIMA $V=3.00\text{ m/seg.}$ a tubo lleno		MINIMA $V=0.60\text{ m/seg.}$ a tubo lleno		MAXIMA	MINIMA
	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG.	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG.		
20	82.57	94.24	3.30	18.85	83	40 (ver nota 2)
25	61.32	147.26	2.45	29.45	61	2.5
30	48.09	212.06	1.92	42.41	48	2.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	35	1.5
45	28.01	477.13	1.12	95.43	28	1.2
61	18.67	876.74	0.75	175.35	19	0.8
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	14	0.6
91	10.95	1951.16	0.44	390.23	11	0.5
107	8.82	2697.61	0.35	539.52	9	0.4
122	7.41	3506.96	0.30	701.39	7.5	0.3
152	5.53	5443.75	0.22	1088.75	5.5	0.3
183	4.31	7890.66	0.17	1578.13	4.5	0.2
213	3.52	10689.82	0.14	2137.96	3.5	0.2
244	2.94	14027.84	0.12	2805.57	3.0	0.2

TABLA III. 4



ción y otro de previsión. Estos factores en general, consi  
deran la variación que existe en las aportaciones.

- Coeficiente de variación o coeficiente de Harmon (C.V.)

Este coeficiente trata de cubrir la variabilidad en las aportaciones por descargas domiciliarias durante el año y el día. En México se ha aceptado como un valor bastante aproximado, el propuesto empíricamente por W.G. Harmon y que se expresa de la siguiente manera:

$$c.v. = \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = población de proyecto en miles de habitantes

c.v. = coeficiente de variación

Es válido determinar este coeficiente hasta una población de 182,250 habitantes. Para una población mayor, este coeficiente será igual a 0.80, es decir, se acepta que para un valor mayor de 182,250 usuarios, la variación no sigue la ley establecida por Harmon.

- Coeficiente de previsión (C.P.)

Este coeficiente trata de prever los excesos de aportación que pueden ocurrir por concepto de aguas pluviales exclusivamente domiciliarias o bien por el producto de un crecimiento demográfico explosivo que aumentaría un consumo no previsto.

Los valores de este coeficiente varían de 1.0 a 2.0, normalmente se toma el valor de 1.5, pero es práctica en nuestro medio considerarlo como la unidad.

La suma de estos dos últimos coeficientes (variación y previsión) dan como resultado el coeficiente designado comúnmente como M del gasto medio diario del día de máxima aportación y se expresa como:

$$M = C.V. + C.P.$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Por lo que el gasto máximo quedaría expresado como:

TABLA IV.1

1.	Techos impermeables .....	0.75 a 0.95
2.	Pavimentos de asfalto en buen estado ....	0.85 a 0.90
3.	Pavimentos empedrados o de adoquín <u>juntea</u> dos con cemento .....	0.75 a 0.85
4.	Pavimentos de adoquín sin cemento .....	0.50 a 0.70
5.	Pavimentos de terracería .....	0.25 a 0.60
6.	Pavimentos de grava .....	0.15 a 0.30
7.	Superficies sin pavimentar como patios de ferrocarril y terrenos sin construir.....	0.10 a 0.30
8.	Parques, jardines y prados dependiendo de su superficie, de su pendiente y caracte- rísticas del suelo .....	0.05 a 0.25
9.	Áreas boscosas dependiendo de su pendien- te y del suelo .....	0.10 a 0.20
10.	Zonas citadinas densamente pobladas .....	0.70 a 0.90

En algunas poblaciones, es difícil determinar el tipo de superficies, por lo que se recomienda utilizar la tabla IV.2 en donde se observan valores de "C" para diferentes zonas.

TABLA IV.2

1.	Zonas mercantiles .....	0.70 a 0.90
2.	Zonas comerciales .....	0.60 a 0.85
3.	Zonas industriales .....	0.55 a 0.80
4.	Zonas residenciales:	
	a) Departamentos .....	0.50 a 0.70
	b) Casas de tipo residencial .....	0.25 a 0.50
	c) Parques .....	0.05 a 0.25
	d) Áreas no desarrolladas .....	0.10 a 0.25

## **4. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD**

### **4.1 Desarrollo de las tareas en condiciones seguras.**

Todo tipo de actividades de campo del personal de una empresa de agua y saneamiento se enfrenta con situaciones que requieren tomar medidas serias de seguridad.

A fin de que se tomen siempre las medidas necesarias de seguridad el personal debe estar consciente de los riesgos que corre. Antes de efectuar cualquier trabajo de campo debe reunirse y analizarse toda la información posible, y también las medidas y los equipos de seguridad que se van a manejar.

### **4.2 Descripción de los riesgos**

El personal debe estar consciente de los riesgos que corre. Los principales son:

#### **a) Heridas físicas**

- Atropellamiento por vehículos
- Caídas en pozos y zanjas, u otro tipo de obra
- Golpes al levantar y colocar las tapas
- Golpes de objetos que caen cuando estén en el pozo o en la zanja
- Manejo no adecuado del equipo y herramientas

#### **b) Impacto psicológico**

- Por espacio confinado
- Por el olor
- Por falta de luz
- Por profundidad debajo de la tierra
- Por miedo de lo que pueda encontrar, chocar o suceder

#### **c) Riesgos atmosféricos**

- Inundaciones
- Avenidas inmediatas
- Empapada o frío
- Trabajo de noche

#### **d) Piquetes de animales ponzoñosos dentro de las estructuras**

- Insectos
- Bichos
- Roedores