

19

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

**VOLUMEN II
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION**



FACULTAD DE INGENIERIA

IMTA
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA



UNAM
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Departamento de Ingeniería Sanitaria

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
VOLUMEN II RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION**

**Ing. Enrique César Valdez
Ing. Alba B. Vázquez González**

Ingenieros Civiles egresados de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad Nacional Autónoma de México.
Profesores de Carrera del Departamento de Ingeniería
Sanitaria, Facultad de Ingeniería, UNAM

Revisión:

M. en I. Leonel Ochoa Alejo

Subcoordinador de Uso Eficiente
del Agua en Ciudades e Industrias
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Ing. Enrique Heras Herrera

Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ingeniería, UNAM.

Edición:

Ing. Miguel Angel González López

Prohibida la reproducción total o parcial de
estos apuntes, por cualquier medio, sin autorización
escrita de los editores.

**FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**
Av. Universidad e Insurgentes sur
Delegación Coyoacán, D.F.
C.P. 04510

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
Paseo Cuauhnáhuac No. 8532
Col. Progreso, Jiutepec, Morelos.
C.P. 62550

Primera edición: 1993

CONTENIDO

PROLOGO

CONTENIDO

INTRODUCCION

1

1. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA

3

1.1 Captación

3

1.2 Potabilización

4

1.3 Línea de conducción

4

1.4 Regularización y/o almacenamiento

4

1.5 Red de distribución

4

1.6 Materiales, equipos y actividades de construcción

5

2. OBRAS DE CAPTACION

7

2.1 Obras de captación para agua atmosférica

7

2.2 Obras de captación para agua superficial

8

2.3 Obras de captación para agua subterránea

10

3. TANQUES

25

3.1 Clasificación de los tanques

25



3.2	Tanques superficiales	26
3.3	Tanque elevados	36
3.4	Fontanería de los tanques	50
3.5	Fallas y problemas de los tanques	58
3.6	Tanques metálicos	60
4.	TUBERIAS	61
4.1	Transporte y manejo de las tuberías	62
4.2	Trazo	69
4.3	Ruptura de pavimentos	69
4.4	Excavación	70
4.5	Plantilla	72
4.6	Acoplamiento de la tubería	73
4.7	Atraques	78
4.8	Instalación de válvulas y piezas especiales	81
4.9	Prueba hidráulica de la instalación	84
4.10	Relleno de zanja	90
4.11	Lavado y desinfección de la tubería	93
4.12	Tomas domiciliarias	93
4.13	Inspección y supervisión	97
APENDICE A	Formas de avance de trabajos	101
BIBLIOGRAFIA		111



FACULTAD DE INGENIERIA

APUNTE
1-A
VOL.II
1993
G.-612016

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



612016

G-612016

INTRODUCCION

El diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua son etapas tan interdependientes, que el conocimiento de una es esencial para llevar a cabo la otra. En el Volumen I de estos apuntes se estudian los aspectos de diseño de los elementos del sistema; en este Volumen es entonces conveniente examinar y discutir algunos de los métodos de construcción de uso común. Naturalmente que las condiciones locales determinarán las variaciones, y deben conjuntarse los talentos del contratante, consultor y contratista para minimizar el costo y al mismo tiempo obtener un trabajo de calidad.

El inicio de la etapa de construcción de un proyecto de abastecimiento de agua introduce normalmente una "tercera parte": el contratista. Todas las partes involucradas en el proyecto deben comprender la división de responsabilidades.

El papel del consultor cambia de la dirección activa durante el diseño a la de observación técnica y profesional durante la construcción; de hecho, sus deberes durante esta etapa, cuando han sido apropiadamente definidos, aseguran al contratante que cuando el trabajo sea aceptado cumplirá con las especificaciones del contrato.

Sin embargo es importante señalar que la representación del consultor en el sitio no se espera que duplique la inspección detallada de materiales y mano de obra, apropiadamente delegada al supervisor de la obra.

El Volumen II de los Apuntes de Abastecimiento de Agua Potable ha sido dividido en cuatro capítulos. En el Capítulo 1, titulado Recomendaciones Generales de Construcción del Sistema de Agua, se presenta una descripción general del sistema y se señalan las consideraciones más importantes que deben atenderse para su construcción.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

En el Capítulo 2, titulado Obras de Captación, se proporcionan recomendaciones para construcción de obras de captación para aguas superficiales y subterráneas, así como algunos criterios de diseño que complementan los que se presentan en el Capítulo 5 de la Primera Parte de estos apuntes.

El objetivo del Capítulo 3, titulado "Tanques", es establecer las principales características constructivas que deben reunir los tanques de regularización y/o almacenamiento, con el fin de que proporcionen un servicio eficiente bajo estrictas normas sanitarias con un costo mínimo de construcción y mantenimiento .

El Capítulo 4 se refiere a la instalación de tuberías, tanto para líneas de conducción, como para redes de distribución, la instalación de tuberías comprende: el transporte y manejo de las tuberías y de sus aditamentos; la excavación de zanjas; el tendido, acoplamiento y desinfección de la tubería; el relleno de las zanjas; y la sustitución del camino, pavimento o banquetas.

CAPITULO 1

RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA

Como se describió en el Volumen I de estos apuntes, los sistemas municipales de abastecimiento de agua comprenden, generalmente, obras de captación, potabilización, conducción, regularización y/o almacenamiento y distribución.

1.1 Captación

Para iniciar la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, debe estar definida la fuente y garantizada la cantidad y calidad del agua que puede aportar.

En las obras de captación, la atención fundamental debe dirigirse a evitar la contaminación del agua. Cuando se trata de captar agua de una corriente o depósito superficial, debe estudiarse la forma de obtener agua de la mejor calidad durante las diversas estaciones del año, a los costos de potabilización más reducidos.

En el caso de pozos se deben estabilizar las formaciones geológicas subterráneas colocando los sellos y prefiltros que sean necesarios, de acuerdo con los resultados de las pruebas de aforo. Mediante las pruebas de aforo y los análisis con los que culmina una prueba de esta naturaleza, se determina la capacidad de producción del pozo, la calidad del agua y el comportamiento del acuífero correspondiente, con lo cual puede preverse el abastecimiento para las etapas inmediatas y a largo plazo del proyecto y para las épocas críticas de recarga de los acuíferos.

La práctica recomendable es que una vez obtenido el afloramiento del agua, se determine su cantidad y calidad, antes de iniciar la construcción de cualquier otra parte del sistema.

1.2 Potabilización

Es posible que la calidad del agua captada no satisfaga los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, Título Tercero, relativo al agua que se destine al uso y consumo humano; en consecuencia, debe potabilizarse. Para ello se diseñan y construyen las instalaciones necesarias, las cuales pueden estar integradas por un tren de procesos, o ser muy simples, reduciéndose a un dosificador de cloro, cuyo propósito es mantener la calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico. En las instalaciones integradas por un tren de procesos, se remueven características físicas del agua como turbiedad, color, olor, y temperatura, o se modifica su contenido químico en cuanto al exceso de algunas sustancias inconvenientes al sistema o dañinas para la salud o economía de los consumidores.

1.3 Línea de conducción

La fuente no siempre se localiza próxima a la población, sino que en ocasiones es necesario transportar el agua a través de distancias más o menos grandes. Para ello se construye una línea de conducción, en cuyo diseño se consideran factores tales como: calidad del agua, fragosidad del terreno, desnivel de la fuente con respecto a la población, y las cargas que deberá soportar la tubería en su recorrido. Atendiendo a todos estos aspectos, se seleccionan los materiales y dispositivos de protección más adecuados a cada caso particular.

1.4 Regularización y/o almacenamiento

El consumo de agua, variable durante el transcurso del día, es diferente al suministro constante que proporciona la fuente de abastecimiento. Para absorber estas diferencias se construyen tanques o depósitos de capacidad adecuada que tienen la finalidad de equilibrar los suministros con los consumos de agua. A estos tanques se les da capacidad adicional de almacenamiento, suficiente para cubrir eventuales deficiencias en el suministro, debidas a descompostura o falla de las instalaciones que forman parte del sistema. Estos depósitos se localizan a una altura adecuada, con el fin de proporcionar presión suficiente en la zona de servicio. Cuando no se dispone de un desnivel topográfico adecuado, se construyen torres con la altura necesaria, sobre las cuales se colocan los tanques.

Los materiales de construcción que se utilicen dependerán, entre otros factores, de su disponibilidad en la región. Las consideraciones acerca de costos de construcción, mantenimiento y vida útil de las instalaciones y equipos, forman parte del estudio económico que se efectúa en la etapa de Estudios Previos del Proyecto.

1.5 Red de distribución

Se llama así al conjunto de tuberías instaladas en las calles de la localidad, mediante las cuales se entrega el agua en todos los domicilios de la zona de servicio. Las tuberías se conectan entre sí por medio de piezas especiales en los cruceros, y se aíslan por tramos mediante válvulas de seccionamiento, que permiten operar adecuadamente el sistema e impedir el flujo del agua hacia algún sector en caso de fugas y mientras se reparan los daños, o por otras necesidades del servicio.

El agua se entrega a los consumidores mediante tomas domiciliarias provistas de medidores del consumo.

1.6 Materiales, equipos y actividades de construcción

Materiales

Los materiales utilizados en las obras de abastecimiento de agua potable, pertenecen a un grupo bien conocido por su uso frecuente, y su control de calidad forma parte de la práctica general de la ingeniería.

Es indispensable conocer las especificaciones de fabricación de las tuberías y accesorios disponibles en el mercado, las cuales deben satisfacer las normas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Los requisitos que los materiales deben satisfacer se establecen en las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción elaboradas por la parte contratante o bajo las cuales se rige. Las normas de ingeniería que se aplican son predominantemente las de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); algunos organismos operadores, como la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), en el Distrito Federal, y la Comisión Estatal de Aguas (CEAS) en el Estado de México, han elaborado sus propias normas.

Las normas y especificaciones son elementos indispensables en la elaboración y realización de todo proyecto ya que, por un lado, estipulan la calidad, las condiciones y los requisitos que deben cumplir los trabajos, materiales y obras, y por otro lado, definen los conceptos y partes involucrados o necesarios en proyectos y obras, y establecen las modalidades de medición y pago. La inexistencia de especificaciones propicia la confusión e indeterminación que, como consecuencia, originan una deficiente calidad de las obras, deterioran las relaciones entre las partes contratantes y ocasionan perjuicios a los intereses de ambas.

Cuando se hace necesario someter a prueba los materiales, se recurre a laboratorios privados, de instituciones docentes o de las dependencias estatales que tienen relación con el proyecto. Las pruebas realizadas son principalmente para el control de los concretos y calidad de las tuberías.

Con las pruebas de campo se controla la calidad de la obra realizada, esto es, de las tuberías; con ellas se verifica si las condiciones del manejo y la calidad del junteo de tubos son las estipuladas en las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción. Entre las pruebas que se ejecutan en las redes de distribución de agua destaca la prueba de presión hidrostática por su importancia y por ser la última que debe realizarse en un tramo de línea instalado.

Los materiales utilizados son variados porque los sistemas de agua no se caracterizan por sus grandes dimensiones, sino por su diversidad. Dentro de un mismo sistema suelen utilizarse materiales diferentes aunque compatibles para la tubería, y siempre se procura emplear adecuadamente los nuevos y las técnicas de fabricación más avanzadas.

Equipos

Los equipos de uso frecuente son los de bombeo. En orden de importancia en cuanto a la frecuencia de uso, se tienen los equipos utilizados en la potabilización, como son los dosificadores de cloro o de otros reactivos químicos empleados en la clarificación, ablandamiento o estabilización del agua.

Para el manejo de sedimentos en los tanques de las plantas potabilizadoras, se utilizan rastras mecánicas de diversos tipos. Para la mezcla de los reactivos químicos en el agua y para propiciar la floculación, se usan agitadores de velocidad variable. En algunos procesos unitarios de potabilización se incorpora aire en el agua, para lo cual se emplean compresores o sopladores, según sea la presión necesaria. Para accionar algunos dispositivos de mando se emplea aire o agua a presión, obtenidos de compresoras o de sistemas hidroneumáticos.

También son equipos de uso frecuente los de medición y control de caudales de agua, aire y soluciones usadas en los diferentes procesos de la potabilización.

Para garantizar el buen funcionamiento de las instalaciones se efectúan pruebas de operación. En el caso particular de las plantas potabilizadoras, se ha establecido que en el término de treinta días de funcionamiento de las instalaciones se deben efectuar las pruebas, correcciones y ajustes necesarios para que permanezcan operando en forma normal.

Procedimiento de construcción

Las características de las obras de abastecimiento de agua potable en cuanto a su diversidad y a los volúmenes de obra relativamente pequeños, hace que no siempre sea práctico utilizar equipos y procedimientos de construcción que pudieran producir condiciones óptimas de servicio, pues en la práctica se ha visto que utilizar los equipos y materiales con los que se cuenta en el sitio de la obra resulta más económico que traer de lejos otros más eficientes, ya que los cargos por transporte elevan significativamente los costos cuando se trata de pequeños volúmenes de obra. Debido a esto, la primera impresión que se recibe de una obra de abastecimiento de agua es con frecuencia desfavorable, por su aparente ineficiencia de operación; pero para juzgar acertadamente deben tomarse en cuenta los volúmenes de obra involucrados en cada caso. Esto no quiere decir que se trate superficialmente la selección del equipo y procedimiento de construcción más adecuado, pues el uso de equipo impropio suele traer problemas durante la construcción, incrementando innecesariamente los costos.

CAPITULO 2

OBRAS DE CAPTACION

En la naturaleza se encuentran disponibles las siguientes fuentes de abastecimiento de agua: atmosférica, superficial, subterránea y salada. La fuente de agua determina comúnmente la naturaleza de las obras de captación, potabilización y conducción.

El agua atmosférica puede encontrarse en diversas formas: en estado de vapor de agua, como líquido suspendido en nubes o cayendo en forma de lluvia, y en estado sólido como nieve o granizo.

El agua superficial constituye los cuerpos de agua naturales como ríos, embalses y lagos.

El agua subterránea es la que penetra a través de los poros que forman las partículas que constituyen el suelo mediante el proceso denominado infiltración, que recarga los acuíferos naturalmente.

El fin del presente capítulo es el de estudiar las características esenciales de construcción de las obras de captación de aguas superficiales y de los desarrollos de aguas subterráneas.

2.1. Obras de captación para agua atmosférica

Para captar este tipo de agua pueden usarse techos impermeables, pavimento de calles y banquetas construidas de concreto.

Pueden conducirse por medio de tubos de plástico, asbesto-cemento, concreto o de cualquier otro material impermeable, durable y fácil de limpiar.

El agua se almacena en cisternas cuya capacidad se determina considerando el régimen pluviométrico de la región y la superficie disponible de recolección del agua atmosférica. Los detalles de diseño se explican en el Capítulo 5, titulado Obras de Captación, del Volumen I de estos apuntes.

2.2 Obras de captación para agua superficial

Entre las posibles obras para captación del agua superficial se tienen las siguientes:

- a) Cajas de toma con compuertas a distintos niveles para captación en ríos, lagos o presas, con conducción a estaciones de bombeo fijas, o con estación de bombas. (Figura 2.1).

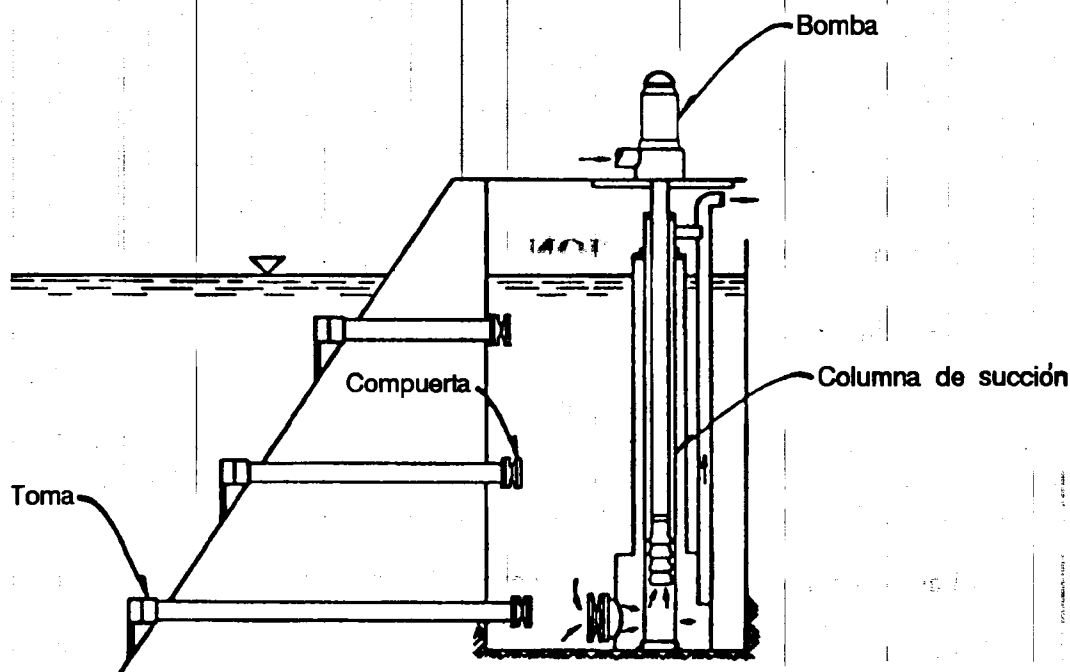


Figura 2.1 Caja de toma con compuertas a distintos niveles

- b) Bocatoma con canal de derivación y compuerta, con o sin desarenadores, para captación en ríos o canales. Cuando se utilice este dispositivo de captación, deberá localizarse en un tramo de la corriente o canal que esté a salvo tanto de erosión como de azolve.
- c) Cajas de toma sumergidas para captación en ríos, lagos, presas, etcétera. La profundidad más conveniente para admitir agua de la mejor calidad, depende de la estación del año; se recomienda que la caja de toma se construya cuando mucho a 60 cm bajo el nivel mínimo del agua.
- d) Presas derivadoras con toma directa o bocatoma lateral, en ríos o canales. El proyecto estructural de la cortina estará sujeto a las Normas de Proyecto y a la aprobación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Figura 2.2).

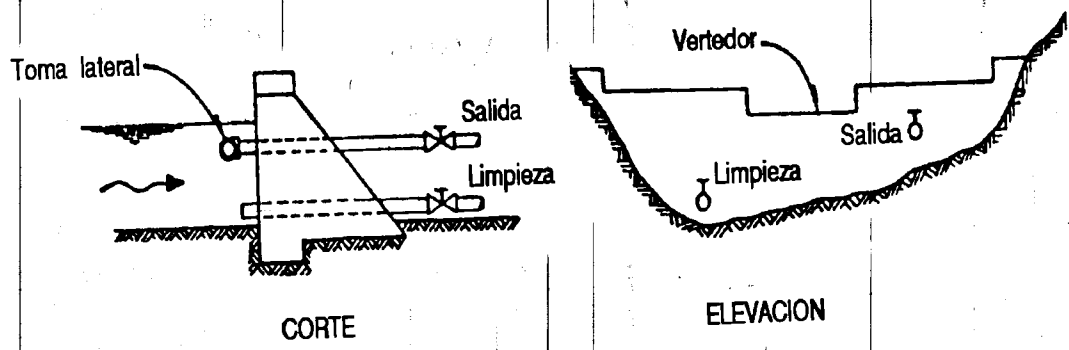


Figura 2.2. Presas derivadoras con toma directa.

e) Muro vertedor lateral construido sobre ríos o canales (Figura 2.3).

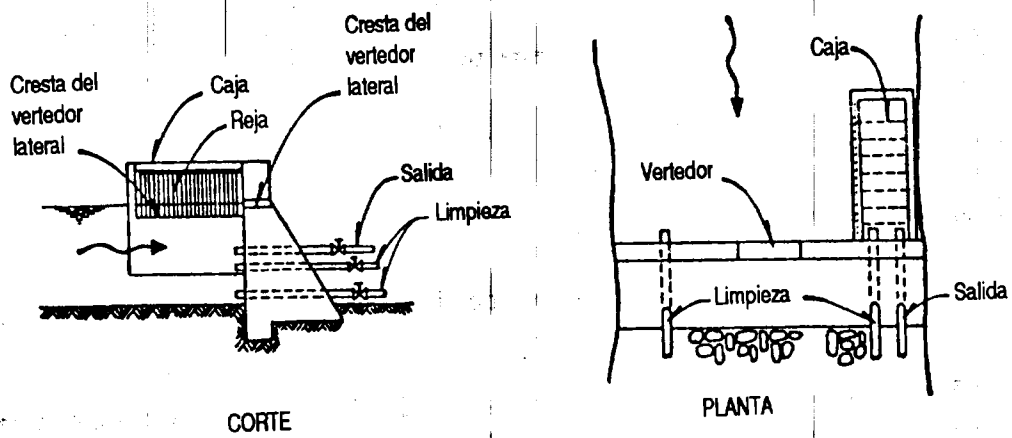


Figura 2.3. Muro vertedor, con vertedor lateral.

f) Muro vertedor con caja central y toma, construido sobre ríos o canales. (Figura 2.4).

g) Estaciones de bombas móviles ó flotantes sobre lagos, ríos o embalses. (Figura 2.5).

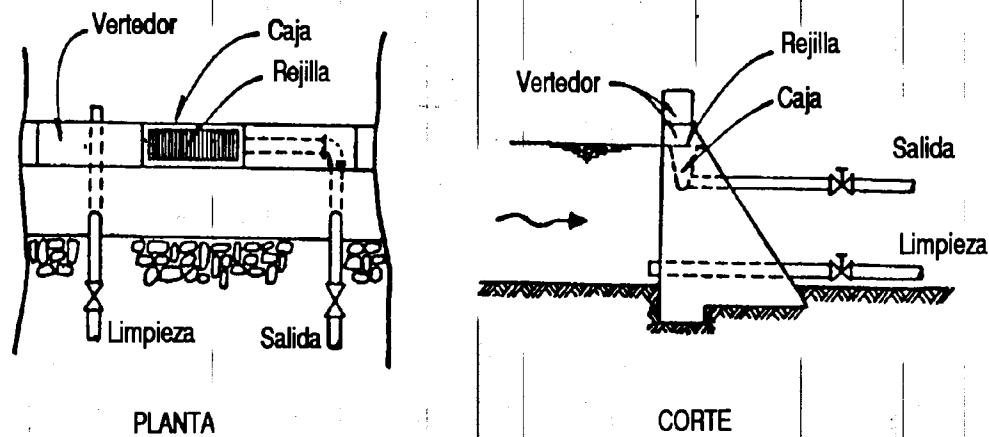


Figura 2.4. Muro vertedor con caja central y toma.

2.3 Obras de captación para agua subterránea

Las posibles obras de captación para este tipo de agua son: cajas de manantial, pozos y galerías filtrantes.

2.3.1 Cajas de manantial

Los manantiales pueden ser de filtración, de fisura, o tubulares según los intersticios de donde proviene el agua, y de gravedad o artesianos según su origen.

La captación puede efectuarse mediante cajas cerradas de concreto reforzado o mampostería de piedra o tabique. El agua se debe extraer únicamente con una tubería que atraviese la caja. En la caja se instala una tapa movable o registro y no requiere ventilación.

Debe excavarse lo suficiente para encontrar las verdaderas salidas del agua, procurando que la entrada del agua a la caja de captación se efectúe lo más profundo posible. Se requiere instalar un vertedor de demasías.

La calidad del agua de los manantiales debe protegerse de los escurrimientos superficiales por medio de cunetas que los intercepten; se recomienda excavar las cunetas a una distancia de 10 m de los manantiales. (Figura 2.6)

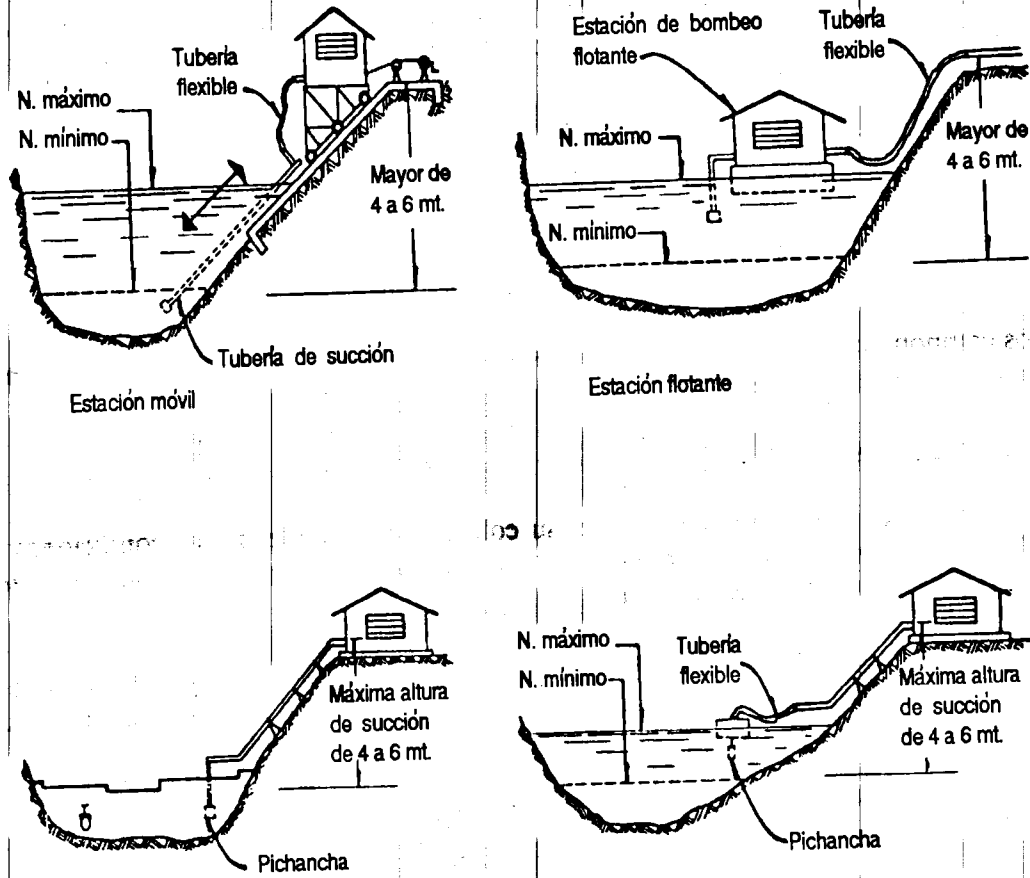


Figura 2.5. Captación directa por bombas.

2.3.2 Pozos

Los pozos se dividen en someros y profundos.

Los pozos someros permiten la explotación del agua freática y/o subálvea. Se recomiendan diámetros mínimos o lado mayor en sección rectangular de 1.50 m.

Para permitir el paso del agua a través de las paredes del pozo, cuando se use el procedimiento de construcción denominado "pozo indio" es conveniente dejar perforaciones de 25 mm a 50 mm de diámetro, con espaciamiento entre 15 y 25 cm centro a centro, cuando no se cuente con estudios granulométricos.

Si las paredes del pozo son de mampostería de piedra o tabique, se dejan espacios sin juntear en el estrato permeable para permitir el paso del agua.

Los pozos profundos son perforaciones para obtener agua subterránea, que se comportan en función de las características del acuífero donde se localizan.

Los componentes de un pozo profundo son: ademe superficial, ademe, cedazo, empaque de grava y cimentación de bombas.

Ademe superficial

No siempre es necesario este ademe; su colocación depende de las condiciones locales y prácticas de perforación. Puede ser temporal, retirándose cuando se haya terminado el pozo; o bien, formar parte permanente de la estructura.

El ademe superficial se requiere cuando la superficie del terreno natural se encuentra constituida por materiales inestables, no consolidados o fracturados. Su construcción se muestra en la Figura 2.7.

Las funciones del ademe superficial son:

- a) Facilitar la perforación del pozo, ya que soportará materiales inestables, evitando hundimientos y caída de este material en el agujero de perforación.
- b) Minimizar el lavado y la erosión de las paredes del agujero de perforación ocasionados por las herramientas y fluidos de perforación.
- c) Reducir la pérdida de los fluidos de perforación.

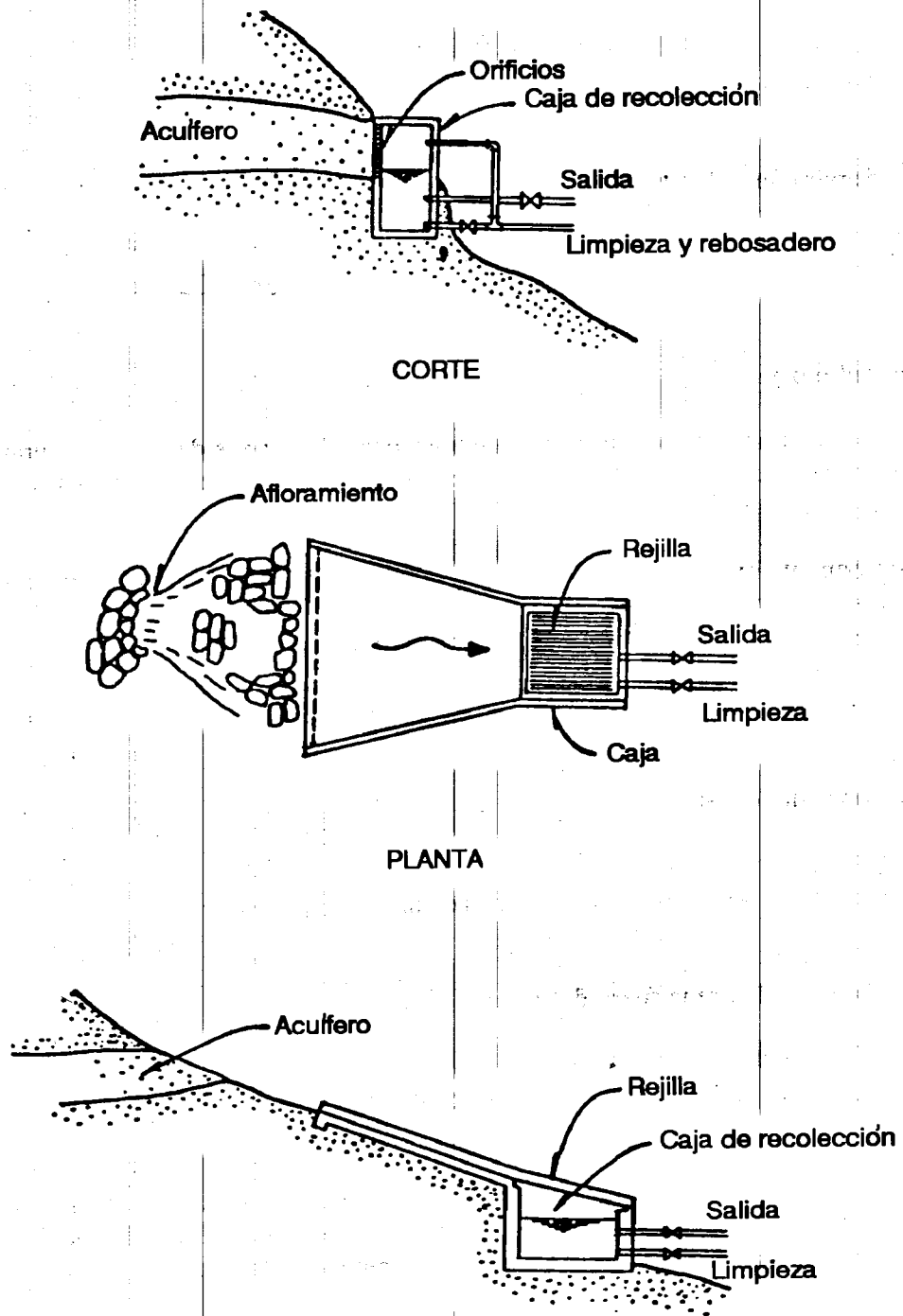


Figura 2.6. Estructuras para captación de aguas provenientes de manantiales.

- d) Facilitar la instalación o el retiro de otro tipo de ademes.
- e) Facilitar la colocación de sellos sanitarios.
- f) Servir como depósito para el empaque con grava.

Para el diseño del ademe superficial, se recomienda utilizar el Cuadro 2.1.

Ademe del pozo

Este ademe es una parte esencial de cualquier pozo. En pozos de diámetro uniforme es el único arriba del cedazo; en otro tipo de pozos es el ademe dentro del cual se localizan los tazones de la bomba.

Este componente proporciona una conexión directa entre la superficie del acuífero y, cuando no se usa un ademe superficial, tiene que sellar el pozo de las aguas indeseables superficiales o poco profundas además de que soporta las paredes del agujero de perforación.

Cedazo

Las funciones del cedazo son:

- a) Estabilizar las paredes de la perforación.
- b) Mantener la arena fuera del pozo.
- c) Facilitar la entrada de agua al interior del pozo.

Los pozos que usan como cedazo tubo perforado de cualquier clase, son más difíciles de desarrollar que los pozos con cedazo de abertura continua o tipo "louvre" y, si las perforaciones no son de la dimensión precisa para el acuífero, los pozos bombearán arena.

Los diámetros de los cedazos se seleccionan en función del gasto de explotación del pozo y espesor del acuífero, como se muestra en el Cuadro 2.2. Sin embargo, la velocidad de entrada del agua por el cedazo regirá su diámetro y longitud.

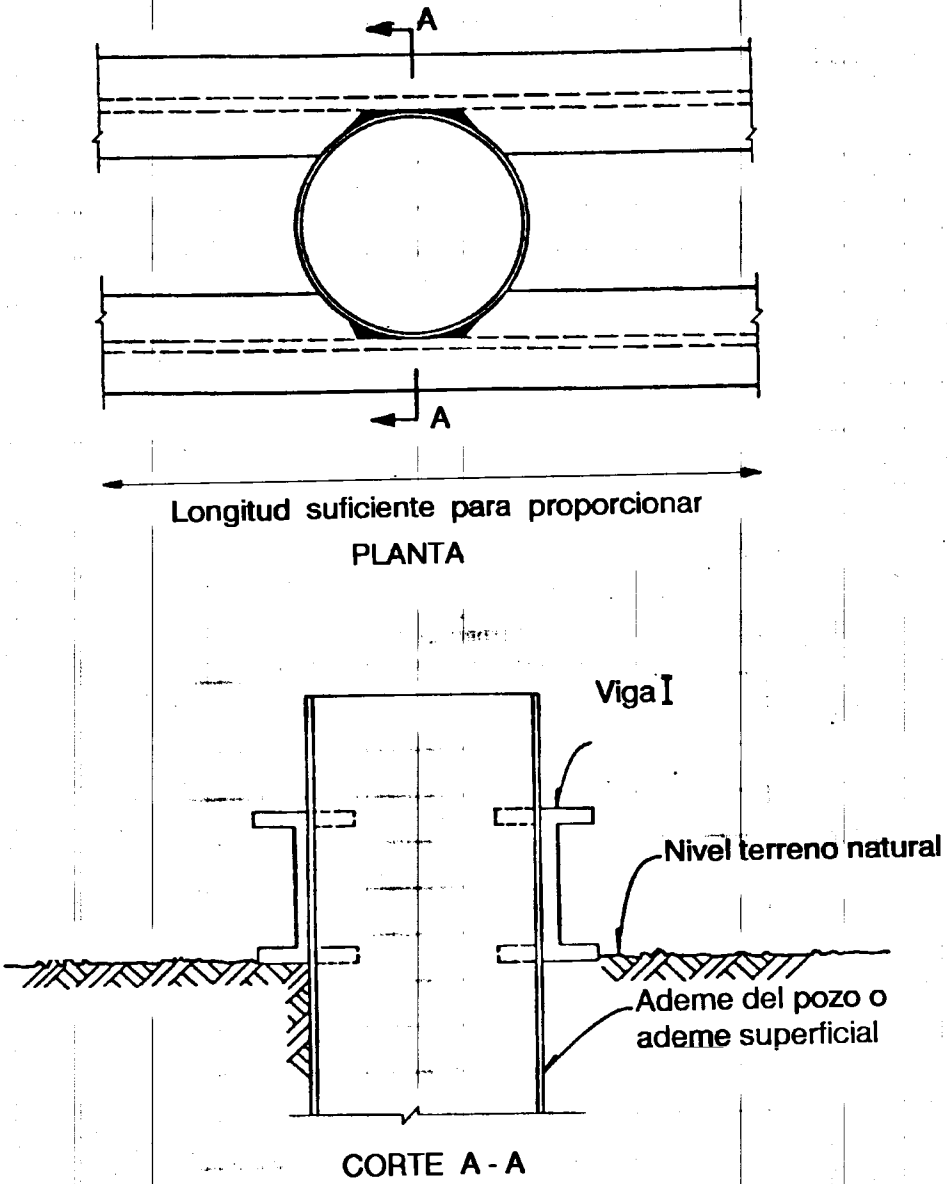


Figura 2.7. Ademe superficial.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

CUADRO 2.1

RECOMENDACIONES PARA DISEÑO DE ADEME SUPERFICIAL

Diámetro del ademe superficial mm.		Diámetro de la perforación del agujero para ademe con juntas soldadas.	Gasto l.p.s.	Diámetro nominal de ademe mm.	Ademe superficial permanente	
Pozos naturalmente desarrollados	Pozos empacados				Cédula ASA N.	Máxima profundidad en m.
200 a 250	455	250	Hasta 6	150 *	20	130
250 a 305	510	300	3 a 10	200 **	20	130
305 a 355	560	355	6 a 30	250 **	20	70
405 a 455	610	410	20 a 95	305 **	20	40
405 a 455	660	480	30 a 125	405 **	20	20
455 a 510	710	480	95 a 190	405 **	20	20
510 a 560	760	580	125 a 315	510 **	20	35
610 a 660	860	685	190 a 315	610 ***	20	20
660 a 710	910	785	250 a 505	710 ***	20	30

+ a 3600 r.p.m.
 ++ a 1800 r.p.m.
 +++ a 1200 r.p.m.

CUADRO 2.2

Diámetros mínimos recomendados para cedazos.

Gasto de explotación l.p.s.	Diámetro nominal de cedazo mm.
3	50
3 - 8	100
8 - 22	150
22 - 50	200
50 - 88	250
88 - 158	300
158 - 220	355
220 - 315	405
315 - 442	455
442 - 568	510

La velocidad de entrada promedio a través del cedazo, despreciando las pérdidas de carga del medio poroso del acuífero o del material de empaque, se recomienda de 3 cm/s o menos. Si esta velocidad es mayor de 4.5 cm/s deberá aumentarse el diámetro, la longitud del cedazo o ambos para limitarla a 3 cm/s.

velocidad es mayor de 4.5 cm/s deberá aumentarse el diámetro, la longitud del cedazo o ambos para limitarla a 3 cm/s.

Los cedazos se fabrican en tubo de metales diferentes con o sin protección, en aleaciones, de plástico, concreto, asbesto-cemento y fibra de vidrio. Los más económicos y comunmente usados son los fabricados en tubo de acero con bajo contenido de carbón.

Se recomienda usar cedazos de metales no ferrosos y sus aleaciones, de plástico y fibra de vidrio, en acuíferos con aguas agresivas que propicien corrosión e incrustación, con el fin de prolongar la vida del pozo y su eficiencia.

El cedazo del pozo es particularmente susceptible al ataque corrosivo y a la incrustación por depósito de minerales, debido a la gran cantidad de área expuesta que presenta al medio poroso donde se localiza comparado con un tubo de igual diámetro, además de que el agua que lo atraviesa constantemente trae una concentración de sólidos disueltos que pueden reaccionar con el material del cedazo o entre sí.

Para acuíferos confinados se recomienda una penetración total y un máximo porcentaje de área abierta en las ranuras.

Para acuíferos profundos y de espesor importante, debe encontrarse una combinación económica que relacione la penetración y el diámetro de la perforación.

Para acuíferos no confinados se recomienda una penetración total y un 35 a 50% del diámetro de la perforación en el fondo del pozo dependiendo del espesor, estratigrafía, productividad del acuífero y la economía de la construcción.

El cedazo debe colocarse siempre en el fondo del pozo y su longitud deberá ser al menos 35% del espesor estimado del acuífero penetrado por el pozo.

La perforación debe ser lo suficientemente recta como para permitir instalar el cedazo sin tener que forzarlo a través de ella. Si la perforación no se hace "a plomo", el cedazo se encuentra sujeto a esfuerzos de flexión que pueden causar alargamiento en las ranuras y colapso del cedazo.

La verticalidad del cedazo, al igual que la del ademe, no debe desviarse más de $\frac{2}{3}$ de su diámetro interior del cedazo por 30 m de longitud del cedazo, y el eje del cople del cedazo tiene que coincidir con el eje del ademe en su unión.

Empaque de grava y estabilizadores de formaciones

Cuando se colocan ademe y cedazo en una perforación sobre-excavada, donde el espacio anular es mayor de 50 mm, pero donde no se intenta colocar un empaque de grava, debe colocarse un estabilizador de formaciones en ese espacio.

Este estabilizador no necesita ser cuidadosamente seleccionado en función de su granulometría, ya que los diámetros menores son mayores que el tamaño de las ranuras del cedazo y los diámetros mayores son de 10 mm o menos. El propósito del estabilizador es soportar la tubería

Las funciones principales del empaque de grava son:

- a) Estabilizar el acuífero y minimizar el bombeo de arena.
- b) Permitir el uso del cedazo con la mayor área abierta posible.
- c) Proporcionar una zona anular de alta permeabilidad, aumentando el radio efectivo del pozo y su gasto de explotación.

Los empaques de grava se diseñan para tener un pequeño coeficiente de uniformidad y los diámetros del agregado se seleccionan cuidadosamente para que se comporten como el material del que está formado el acuífero.

Los cedazos deben ser seleccionados para que no permitan pasar más del 5% del material del empaque.

El tamaño máximo del diámetro del agregado del empaque no debe exceder de 10 mm si se coloca a través de un tubo de diámetro nominal de 100 mm.

El mínimo espesor de diseño del empaque depende de la habilidad para colocarlo, pero se recomienda un espesor teórico adecuado de 15 mm.

El máximo espesor de diseño no es conveniente que exceda de 200 mm, debido a la dificultad de desarrollar el pozo a través de un empaque de espesor grande.

Las condiciones que deciden el uso de un empaque incluyen: a) presencia de finos y arena uniforme en el acuífero y b) presencia de un acuífero formado por areniscas desmenuzables o material similar.

El empaque de grava debe colocarse de tal manera que asegure un llenado completo del espacio anular con vacíos mínimos y se evite segregación.

En pozos perforados a profundidades de hasta 150 m, el empaque de grava se coloca mediante dos tubos colocados 180° uno del otro y que penetren inicialmente hasta cerca de 1.50 m arriba del fondo de la perforación, el diámetro interior de estos tubos deberá ser al menos 12 veces el diámetro del material de empaque más grueso, si éste se coloca por gravedad y sólo de 10 veces si se bombea. Cuando el empaque se esté colocando, los tubos se irán elevando de tal manera que la caída libre del material de empaque medida sobre el fondo del tubo no exceda de 1.50 m. La colocación de la grava deberá ser continua a una tasa uniforme hasta que se complete el empaque.

Los criterios para seleccionar el material de empaque se citan a continuación:

1. Cuando el coeficiente de uniformidad del material del acuífero sea menor de 2.5:
 - a) Usar grava para empaquetar con un coeficiente de uniformidad entre 1.0 y 2.5 y con el diámetro correspondiente al 50% (D_{50}) que sea mayor de 6 veces del D_{50} del material del acuífero.

- b) Si el material de empaque uniforme no se encuentra disponible puede usarse grava como material de empaque con un coeficiente de uniformidad entre 2.5 y 5.0. Seleccionar la grava de empaque que tenga un D_{50} no mayor que 9 veces el D_{50} del acuífero.

2. Cuando el coeficiente de uniformidad del material del acuífero está entre 2.5 y 5.0:

- a) Es preferible usar material de empaque con un coeficiente de uniformidad entre 1.0 y 2.5 y con un D_{50} de material de empaque no mayor que nueve veces el D_{50} del material de la formación.

- b) Un criterio aceptable, pero menos deseable es el uso de un material de empaque con un coeficiente de uniformidad entre 2.5 y 5.0 y el D_{50} del material de empaque no mayor que 12 veces el D_{50} del material de la formación.

3. Cuando el coeficiente de uniformidad de la formación sea mayor que 5.0:

- a) Multiplicar el D_{70} del material de la formación retenido por 6 y 9 y localizar estos puntos sobre la gráfica.
- b) Por estos puntos, dibujar dos líneas paralelas que representen materiales que tengan un coeficiente de uniformidad de 2.5 o menos.
- c) Preparar las especificaciones para el material de empaque que caiga dentro de estas dos líneas.

La grava usada como empaque se lava y cierra; se prefiere que sea de cantos redondeados hasta donde sea posible, resistente a la abrasión, densa y de material silíceo, con menos del 5% de granos planos. El empaque no debe contener más de 5% de tierra o materiales suaves como arcilla, pizarra o materiales solubles, como caliza o yeso.

El coeficiente de uniformidad se define como:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Cimentación de bombas

Las bombas montadas superficialmente deben soportarse mediante cimentaciones capaces de resistir todas las cargas que obren sobre ellas. No es conveniente apoyar las bombas directamente sobre el ademe del pozo o ademe superficial.

Se recomienda construir la cimentación de concreto con un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ mínimo.

El ancho de la cimentación puede calcularse usando la siguiente expresión:

$$B = \left[\frac{W}{K} + \frac{\pi D^2}{4} \right]^{1/2}$$

donde:

- B** es el ancho mínimo de la cimentación cuadrada, en metros, como se muestra en la Figura 2.8.
- W** es el peso total en kg que debe soportar la cimentación y que incluye como un mínimo el peso total del motor y de la bomba con su columna llena de agua.
- D** es el diámetro interior del ademe del pozo o del ademe superficial, en metros.
- K** es la capacidad al cortante del suelo en kg/cm^2 recomendada para varios tipos de suelo que se anotan en el Cuadro 2.3.

El peralte de la cimentación cuadrada puede calcularse usando la siguiente expresión:

$$h = 1.02 \times 10^{-4} K \left[\frac{B - A}{2} \right] + 0.30$$

donde:

- h** es el peralte total mínimo requerido de la cimentación cuadrada en metros.
- A** es el ancho o el diámetro de la base de la bomba en metros.

Se recomienda usar acero de refuerzo en la cimentación de concreto si el peralte total es mayor que 60 cm, o cuando $B - A$ es mayor que $h/2$. En todos los casos es conveniente revisar el acero necesario para miembros sujetos a intemperie.

La bomba se debe asegurar a la cimentación por medio de anclas.

2.3.3 Galerías filtrantes

Son drenes horizontales subterráneos que interceptan el agua subterránea que fluye en materiales permeables o el agua superficial que se infiltra.

Las galerías de infiltración pueden construirse como drenes marginales a lo largo de laderas de colinas; a ángulos rectos del cauce inferior de valles; sobre el nivel del mar en islas y a lo largo de costas donde debe evitarse la intrusión de agua salada; y paralelas a corrientes hacia las que se encuentra fluyendo caudal de las tierras altas, que es el caso más común.

Cuadro 2.3
Capacidad al cortante estimada para varios tipos de suelos

TIPO DE SUELO	K (Kg / cm ²)
Arcilla	140.74
Grava empacada	1,125.92
Arena compacta	562.96
Arena seca	281.48
Suelo aluvial	70.37

La localización en planta puede ser transversal o paralela a la corriente, pero puede tener una inclinación cualquiera con respecto a ésta (Fig. 2.9)

Para un rendimiento máximo, las galerías deberán construirse a la profundidad del acuífero.

La tubería se coloca sin juntear en el fondo de una zanja de sección trapecial.

La longitud de galería se calcula de acuerdo al gasto de captación y el número y diámetro de los agujeros se determina considerando una velocidad promedio a través de ellos de 3 cm/s como máximo.

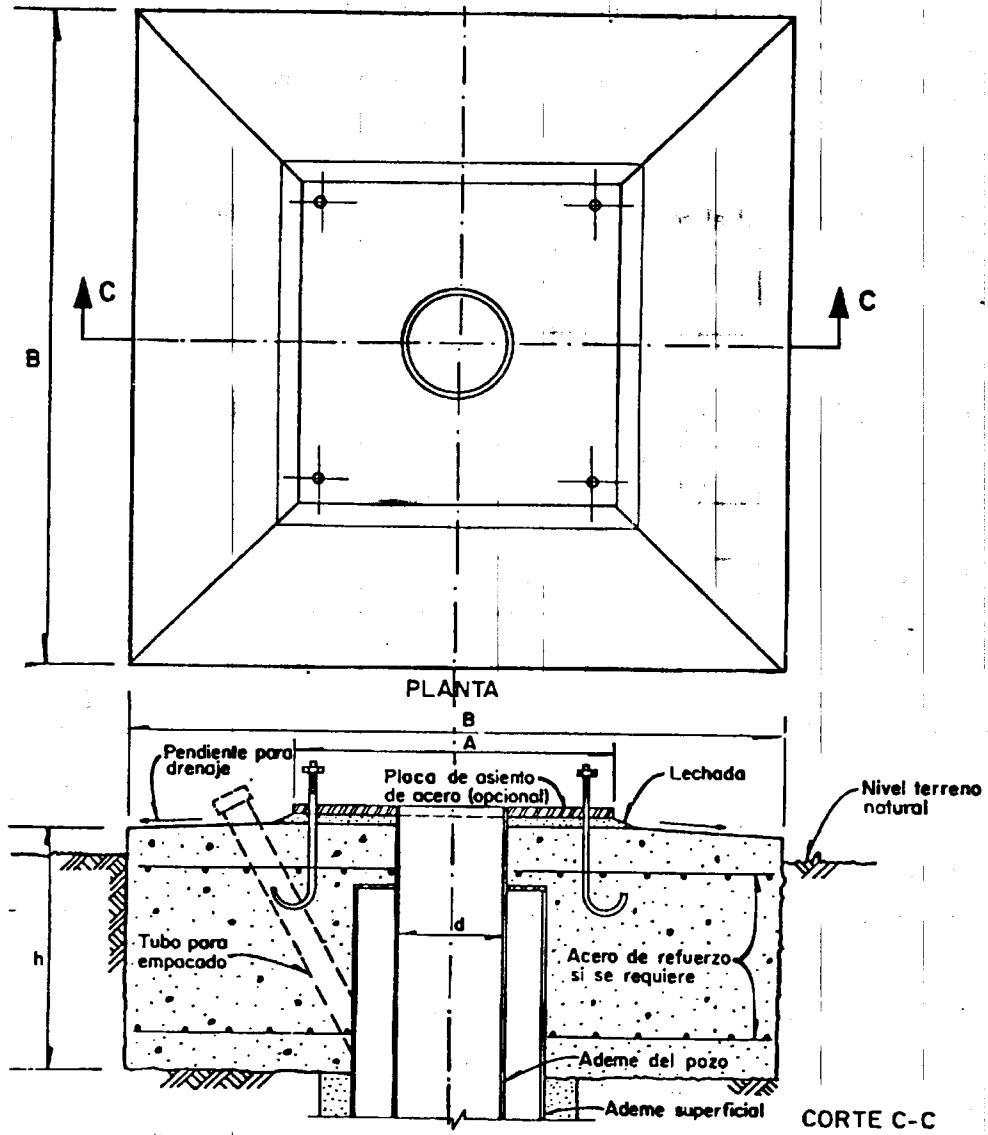


Figura 2.8 Cimentación de bombas

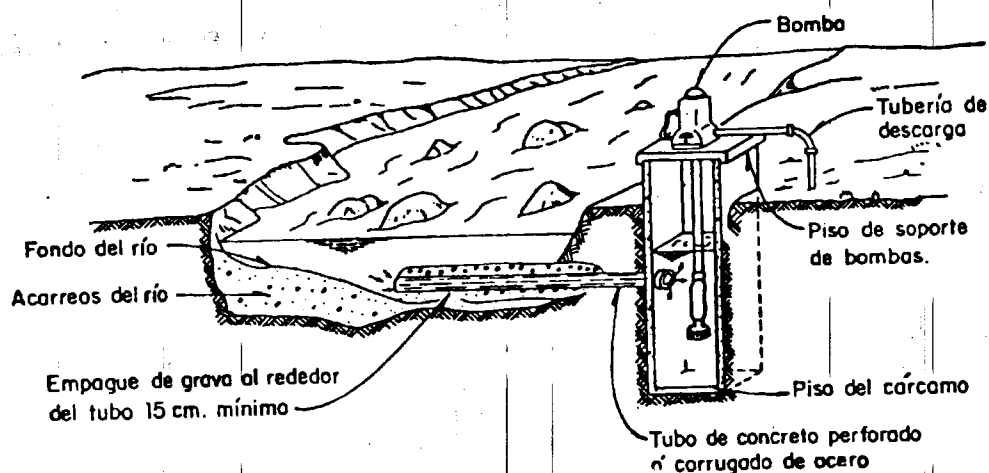
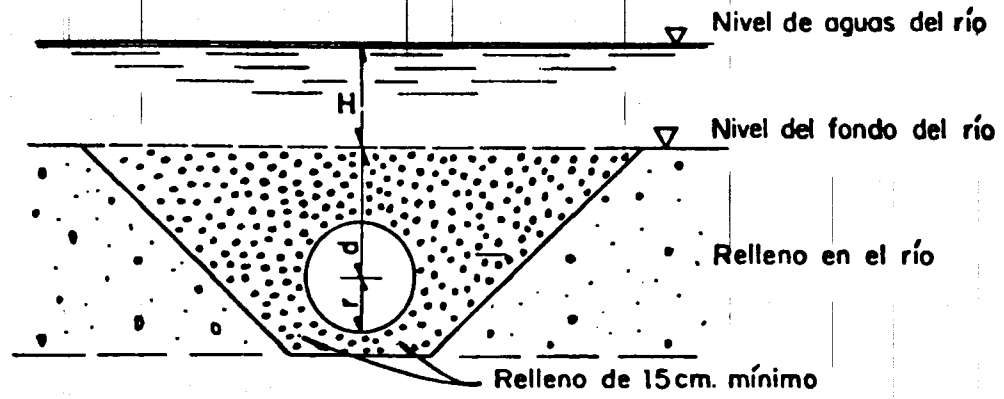


Figura 2.9 Galería Filtrante

El diámetro mínimo de tubería que se recomienda es de 45 cm.

La producción se estimará para galerías construidas en un material lentamente permeable con un tirante mínimo de agua sobre el fondo del cauce, como se muestra en la Figura 2.10.

Bajo esta condición, se supone que la corriente tiene un acceso directo a la zona de grava empacada o de relleno producto de la excavación. El flujo se moverá directamente a través de este empaque o relleno y penetrará al tubo.



CORTE TRANSVERSAL

Figura 2.10 Galería Filtrante

CAPITULO 3**TANQUES****3.1 Clasificación de los tanques**

Los depósitos se clasifican en abiertos y cerrados.

Los depósitos abiertos generalmente almacenan gran cantidad de agua; ejemplo de ellos son las presas. Usualmente están formados por excavaciones y terraplenes, por lo que los métodos generales usados en el diseño y construcción de presas de tierra deben seguirse en la construcción de depósitos de almacenamiento con terraplenes.

En general, no es conveniente que el agua potable se almacene en depósitos abiertos. Los depósitos sin cobertura pueden ser usados para la retención de agua previamente a su potabilización.

Los depósitos cerrados son aquellos que tienen una cubierta que protege al agua de la contaminación con materiales transportados por el aire, aves y otras fuentes. En ciudades densamente pobladas también se protege contra el hollín y polvo. En el agua se pueden favorecer condiciones que promuevan un crecimiento exuberante de organismos vegetales que tienden a producir mal sabor, olor y apariencia del agua, lo cual puede evitarse cubriendo los depósitos, es decir eliminando la luz solar.

Los depósitos cerrados, comúnmente llamados tanques de distribución, se emplean para almacenar o regularizar las entradas y salidas de agua, ya que son usados directamente en el funcionamiento del sistema de distribución; es decir, afrontan las variaciones de consumo horarias, diarias, semanales y casualmente mensuales, y además almacenan agua para combatir incendios y otras emergencias.

Los tanques o depósitos cerrados pueden ser superficiales o elevados, tomando como plano de referencia el nivel del terreno en el cual estén situados.

3.2 Tanques superficiales

De acuerdo al nivel de desplante de los tanques superficiales, pueden ser: enterrados, semienterrados o a flor de tierra.

Los tanques enterrados (Figura 3.1), se emplean generalmente en lugares planos o por cuestiones estéticas y cuando el estudio económico resulte favorable en comparación con los tanques elevados.

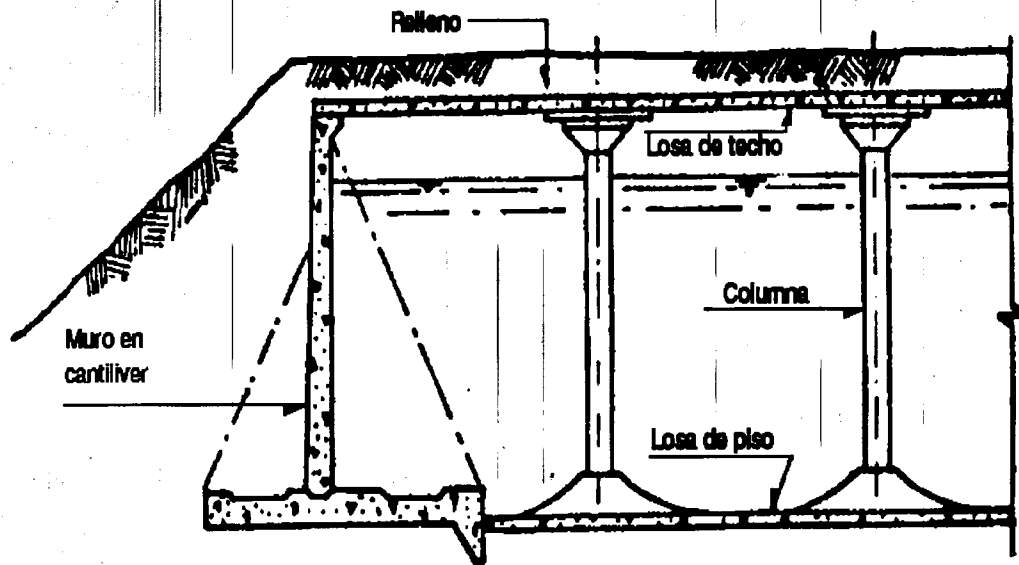


Figura 3.1. Tanque superficial enterrado

Los tanques semienterrados compensan la carga que ejercen sobre el suelo (Figura 3.2); invariablemente se construye en lugares cuya topografía es plana o accidentada y su selección depende también del estudio económico comparándolos con respecto a tanques elevados o superficiales más alejados, donde se tenga un mejor material de cimentación.

Los tanques a flor de tierra son el tipo más común de tanque que se construye en lugares de topografía accidentada, donde se tenga la elevación natural del terreno suficiente para mantener la presión que se desea en la red de distribución.

Las ventajas de un almacenamiento a flor de tierra incluyen: más bajo costo de inversión, bajo costo de mantenimiento, observación más fácil del agua almacenada, mayor seguridad, evitan características antiestéticas, etcétera.

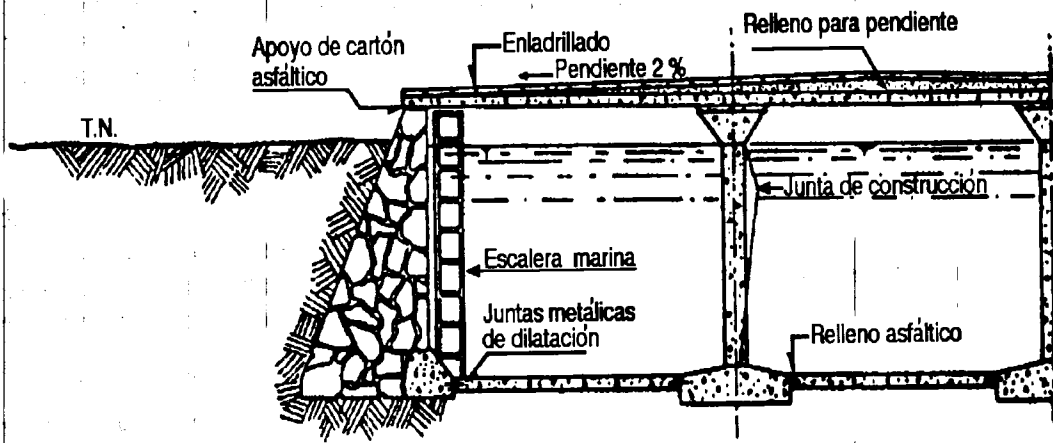


Figura 3.2. Tanque superficial semienterrado

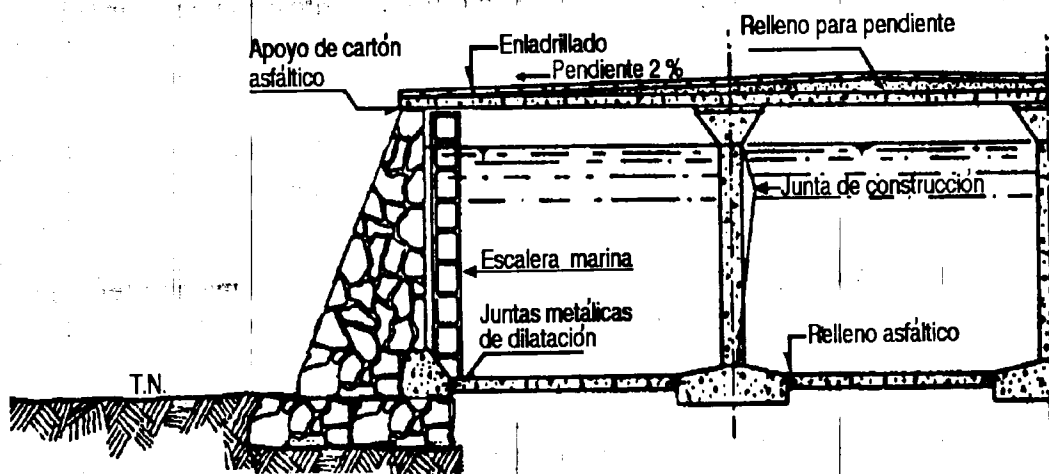


Figura 3.3. Tanque superficial a flor de tierra

Por el material de construcción, los tanques superficiales pueden ser de tierra y mampostería, acero, concreto reforzado y concreto presforzado.

3.2.1 Tanques superficiales de tierra y mampostería

Estos depósitos son construidos para almacenar grandes volúmenes de agua, y usualmente se realiza una parte de excavación y otra de terraplenes. Si son usadas paredes de mampostería en lugar de terraplenes y son revestidos en su interior, estos depósitos suelen ser llamados depósitos de mampostería. Han sido empleadas construcciones de vigas y traveses, de losas planas, de arcos y de bóveda.

La localización y elevación del fondo de los depósitos se seleccionan de tal forma que se asegure la mejor relación económica entre la excavación y la facilidad con que puede ser obtenido el material para formar los terraplenes. Para un depósito sencillo la forma circular es la más económica, pero en depósitos grandes la forma rectangular es más conveniente de construir, ya que requiere menos área; es la forma adoptada usualmente, excepto cuando la topografía favorece un contorno irregular o cuando el depósito es pequeño.

Es conveniente dividir interiormente los depósitos con el fin de poder efectuar su limpieza a intervalos frecuentes. Así por ejemplo, si un depósito sencillo sirve a una ciudad es recomendable su división en dos compartimientos, lo que facilitaría efectuar su limpieza, sin suspender el suministro de agua.

La profundidad económica de estos depósitos es muy importante y en cualquier caso es fácil determinarla con cálculos aproximados a través del análisis de factores tales como el costo proporcional del terreno, área de recubrimiento del depósito, techado, etcétera. También se debe considerar el costo de terraplén y excavación, costo de la pared exterior, etcétera.

En caso de ser bombeada el agua contenida en estos depósitos, el aumentar la profundidad repercute en el costo de bombeo y este hecho tiende a reducir la economía de la profundidad; también al disminuirla dará como resultado una variación en la presión en el sistema de distribución.

En la práctica las profundidades varían de 3.65 a 5.50 m, para depósitos que contengan 4,000 m³ o menos, y de 6.10 a 9.15 m los depósitos que contengan de 38,000 a 190,000 m³ de capacidad dependiendo, de las circunstancias de la localidad.

Donde el espacio es limitado, es económico el uso de muros de mampostería en lugar de terraplenes. Los muros de estos depósitos generalmente están hechos de concreto y son de gravedad, cantiliver, contrafuerte, viga vertical o tipo cilíndrico.

Los muros de gravedad son dimensionados de tal forma que resisten por su propio peso los efectos de volteo y deslizamiento que la presión ejerce sobre ellos. Este tipo no es usado para construir depósitos grandes.

Los muros en cantiliver consisten en una base y pared o tronco construidos en la forma de T o de L. La base es construida de tal forma que su propio peso, más el del tronco y parte del agua almacenada, desarrolle un extremo fijo para el cantiliver o tronco. La estructura entera es proporcional de tal forma que la resultante de las fuerzas verticales y horizontales pase en la mitad de la tercera parte de la base (Figura 3.4).

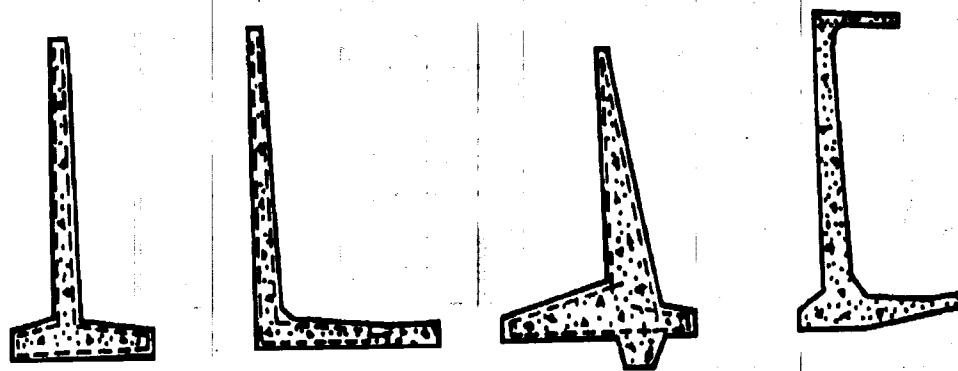


Figura 3.4. Muros en cantiliver

Los depósitos con muros de concreto reforzado generalmente consisten en la continuación de losas horizontales o inclinadas, soportadas por columnas de concreto reforzado. El diseño de estos muros es más complicado que de muros en cantiliver, pero los de concreto reforzado muestran un ahorro de material para alturas de más de 6 metros (Figura 3.5).

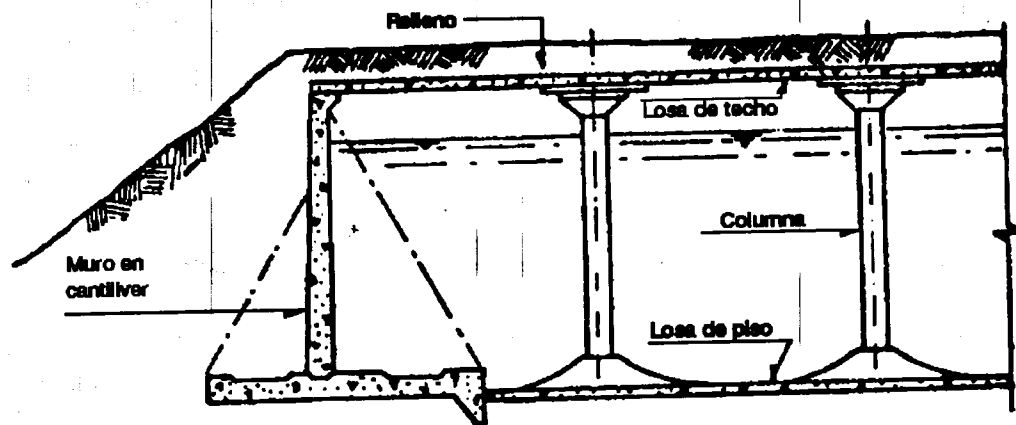


Figura 3.5 Depósito con muros de concreto reforzado

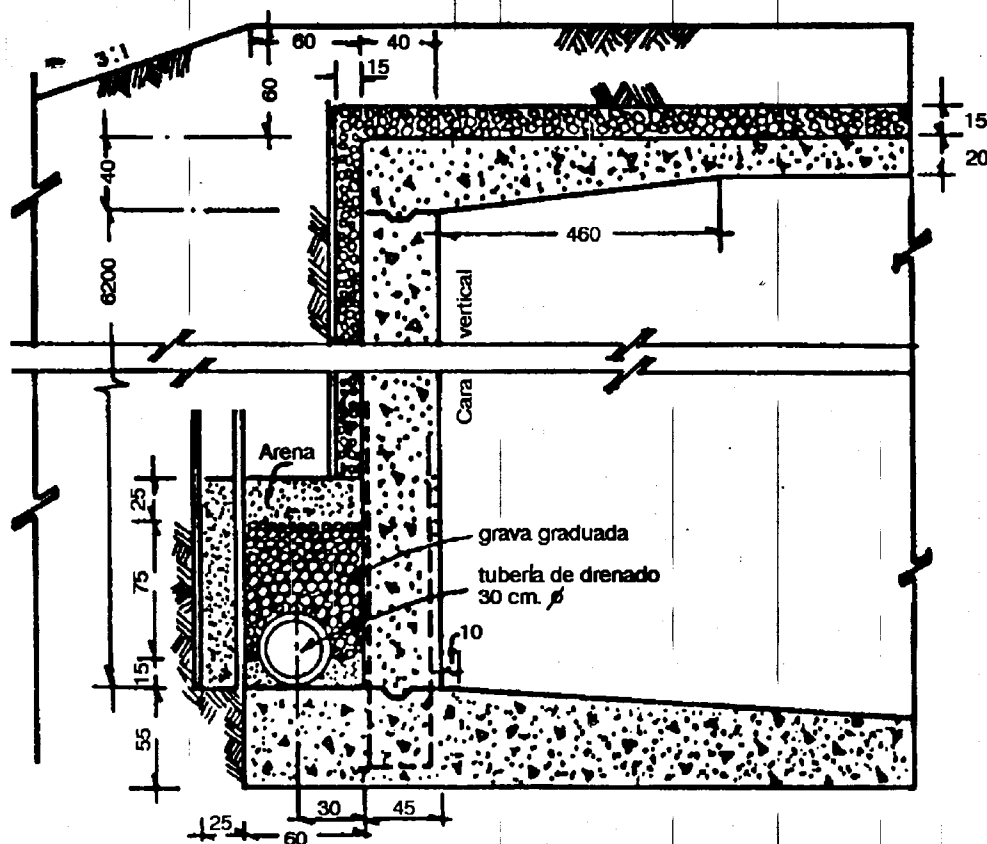


Figura 3.6. Corte de un depósito de concreto, cuya pared está soportada por el empuje de las losas de piso y de techo, mostrando el uso de material granular para el drenado del depósito.

Los de muro tipo viga, son diseñados por unidad de longitud del muro como viga vertical soportadas por piso y techo. La unión del techo y el piso proporciona formas para la viga, el diseño de este tipo de muros resulta económico cuando las condiciones permiten su uso (Figura 3.6).

En México, los tanques de mampostería son de pequeña capacidad y generalmente son contruidos con muros de piedra brasa, con el recubrimiento interior necesario que garantice su impermeabilidad y con piso y techo de losas de concreto armado. Estos tanques son usados para alimentar directamente a la red de distribución como tanques de regularización y/o almacenamiento.

En el Cuadro 3.1 se presentan algunas características de los tanques de mampostería recomendados en México por la Secretaría de Desarrollo Social, y en las Figuras 3.7 y 3.8 se reproducen dos planos estructurales tipo elaborados por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas: con muros de tabique y con muros de mampostería de piedra. Estos muros están calculados para trabajar con y sin empuje de tierra. Para la base se consideró el terreno

firme, o sea aproximadamente 1 kg/cm² de fatiga de trabajo a la compresión. Para cualquiera de las alternativas el techo deberá ser de concreto reforzado, ya que cualquier otro material es fácil de ser dañado. Dada la forma en que están calculados estos muros, puede variarse la geometría de la planta para adecuarla en caso de que fuera necesario, al terreno de que se disponga.

Cuadro 3.1
Datos de tanques de mampostería de piedra

CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	TIRANTE m	CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	TIRANTE m
-	10	0.90	-	650	2.50
-	20	0.90	S.C. 14.083 - 190	800	2.50
-	30	0.90	-	900	2.80
S.C. 14.520 - 160	50	2.00	-	1200	3.00
-	60	2.00	-	1500	2.50
-	100	1.95	S.C. 13.362 - 602	2000	2.30
S.C. 13.362 - 604	100	2.00	-	2000	2.50
-	100	2.50	-	3000	2.50
S.C. 5.082 - 107	150	2.00	31.330 - 144	3000	3.20
S.C. 14.520 - 157	200	2.00	S.C. 26.301 - 244	4000	2.40
S.C. 14.008 - 102	200	2.60	-	6500	3.00
-	250	2.00	-	15000	3.50
-	250	2.50	-	16600	2.50
-	300	2.00	S.C. 16.333 - 111	1500	4.00
S.C. 14.083 - 264	350	2.00	-	650	2.50
-	400	2.00	S.C. 18.725 - 274	4300	2.55
-	450	2.00	S.C. 18.725 - 260	2200	2.20
S.C. 14.083 - 265	500	2.00	S.C. 18.725 - 261	700	2.50
S.C. 18.284 - 110	600	2.00			

3.2.2 Tanques superficiales de acero

Los tanques superficiales de este tipo son llamados columnas reguladoras. Consisten en un cilindro vertical proyectado para tener agua desde su base, cimentada en la superficie del suelo, hasta la parte superior del mismo, eliminando la capacidad muerta.

La altura de una columna reguladora es relativamente grande en comparación con su diámetro; cuando la altura es cercana o menor al diámetro, la estructura es un tanque o depósito, no una columna reguladora.

La relación de altura y diámetro deben ser elegidos con respecto a las siguientes consideraciones: costo de la columna y cimientos, variación de la presión del agua, costo de bombeo, y espesor factible de las placas empleadas.

La capacidad útil de almacenamiento es solamente el volumen del tanque que se encuentra arriba de la elevación necesaria para dar la presión requerida a la distribución; el agua contenida en el tanque abajo de esta elevación sirve como soporte para la capacidad útil. Por lo tanto, debe determinarse el nivel útil más bajo del agua y la capacidad deseada en la columna debe ser diseñada por encima de este plano.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

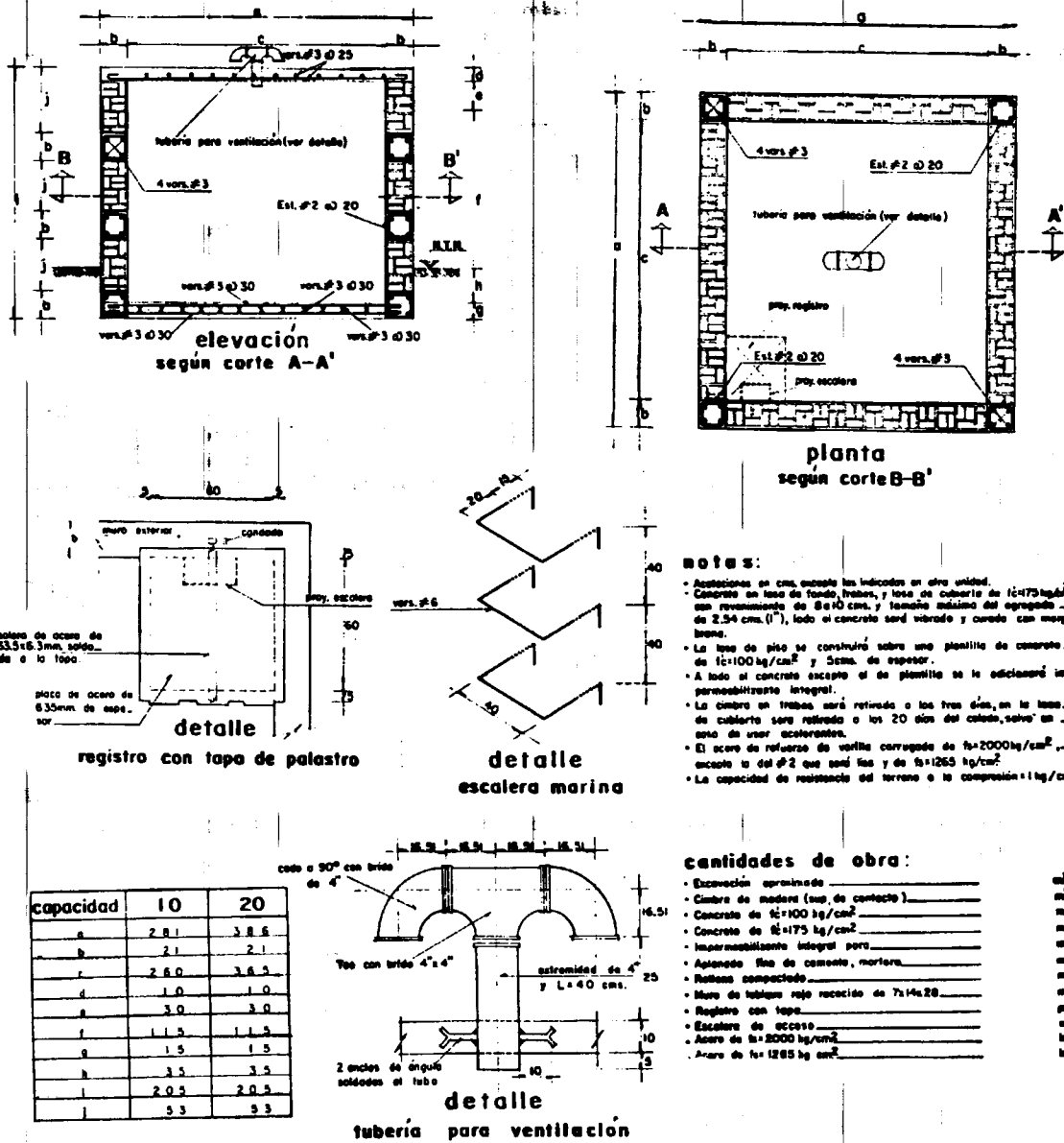
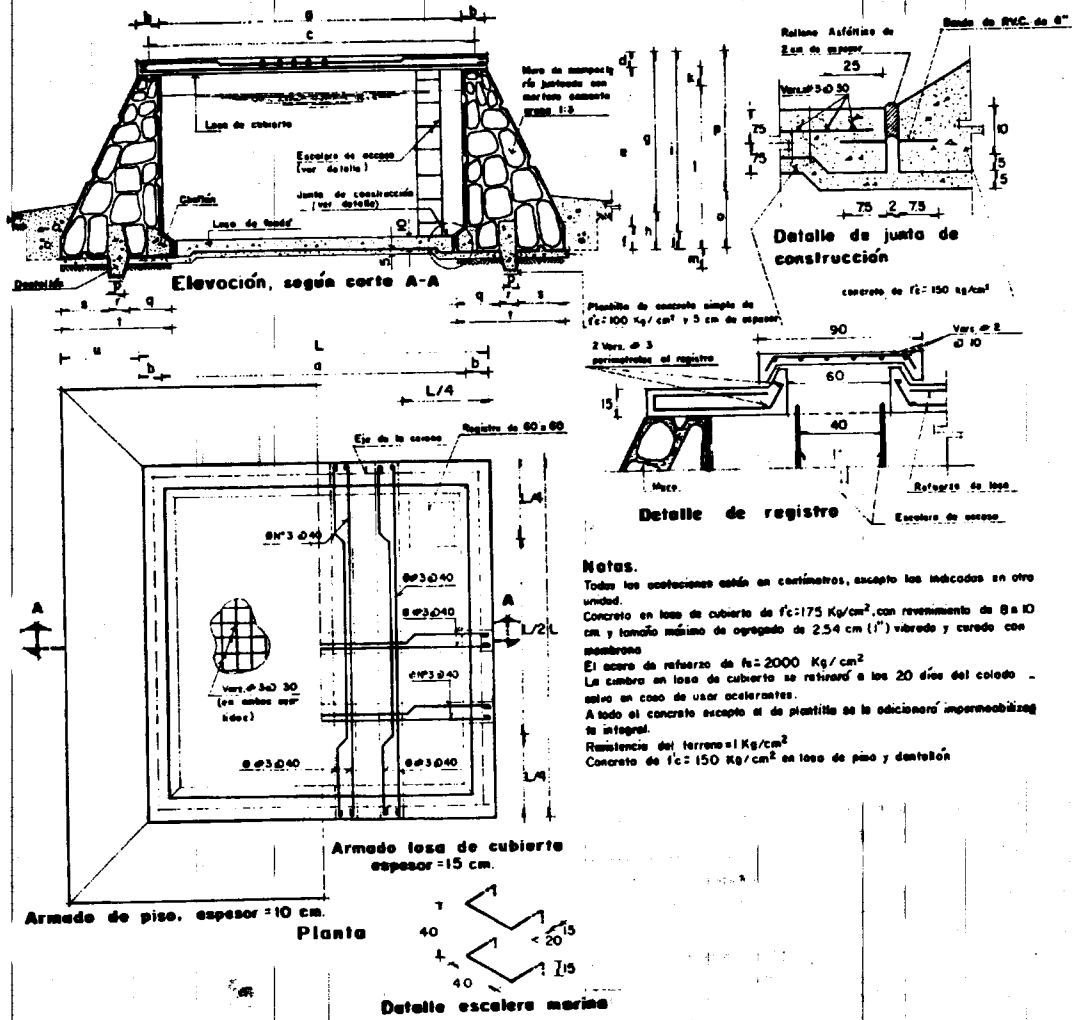


FIGURA 3.7
TANQUE SUPERFICIAL CON MUROS DE TABIQUE



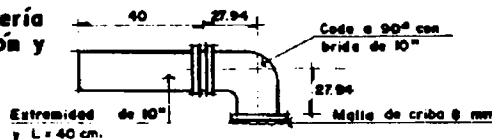
Notas.
 Todas las especificaciones están en centímetros, excepto los indicados en otra unidad.
 Concreto en losa de cubierta de $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, con revestimiento de 8 a 10 cm y tamaño máximo de agregado de 2.54 cm ($1''$) vibrado y curado con membrana.
 El acero de refuerzo de $f_s = 2000 \text{ Kg/cm}^2$
 La cubierta en losa de cubierta se retirará a los 20 días del colado - salvo en caso de usar acelerantes.
 A todo el concreto excepto el de planchilla se le adicionará impermeabilizante integral.
 Resistencia del terreno = 1 Kg/cm^2
 Concreto de $f_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ en losa de piso y dintelón

FIGURA 3.8
TANQUE SUPERFICIAL CON MUROS DE MAMPOSTERIA
PLANO TIPO - ESTRUCTURAL

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION**

Dimensiones	Capacidad (M ³)				
	10	20	30	40	50
a	225	320	390	450	500
b	30	30	30	30	30
c	255	350	420	480	530
d	15	15	15	15	15
e	215	215	215	215	215
f	30	30	30	30	30
g	210	210	210	210	210
h	50	50	50	50	50
i	245	245	245	245	245
j	15	15	15	15	15
k	30	30	30	30	30
l	215	215	215	215	215
m	25	25	25	25	25
n	190	190	190	190	190
o	70	70	70	70	70
p	15	15	15	15	15
q	60	60	60	60	60
r	20	20	20	20	20
s	65	65	65	65	65
t	145	145	145	145	145
u	100	100	100	100	100

Detalle de tubería para ventilación y excedencias



Cantidades de obra

- Excavaciones aproximadas _____
- Mampostería de 3ra. con mortero de cemento 1:3 en muros _____
- Concreto de f'c=100 Kg/cm² en plantilla _____
- Concreto de f'c=150 Kg/cm² en losa de piso y dentellón _____
- Concreto de f'c=175 Kg/cm² en losa de cubierta _____
- Cimbra de madera (superficie de contacto) _____
- Acero de refuerzo f's=1265 Kg/cm² _____
- Acero de refuerzo f's=2000 Kg/cm² _____
- Impermeabilizante integral para _____
- Aplonado fino de cemento arena 1:3 _____
- Registro con tapa _____
- Escalera de acceso _____
- Relleno apisonado y compactado _____
- Banda de P.V.C. de 6" _____
- Ventilas _____

m³
m³
m³
m³
m³
m²
Kg.
Kg.
m³
m²
Pza.
Pza.
m³
m.l.
Pza

**TANQUE SUPERFICIAL CON MUROS DE MAMPOSTERIA
DIMENSIONES PARA DIFERENTES CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO**

El diseño de una columna reguladora involucra la determinación del tamaño económico que cumpla la función requerida, un análisis de los efectos de las cargas de los esfuerzos internos, la estabilidad de la estructura y de la cimentación.

Las columnas de alimentación usualmente son construidas de acero o concreto reforzado. El acero es generalmente el material favorecido, la experiencia ha demostrado que se presentan mayores dificultades para hacerlas de concreto impermeable bajo cargas mayores de 15 metros. Las ventajas de emplear acero en su construcción son: adaptabilidad para cargas altas, mayor facilidad en la reparación de fugas, ligeramente bajo costo de inversión y gran seguridad en la estructura.

Según la Asociación Americana de Obras para Agua, AWWA, sus capacidades pueden estimarse desde 200 hasta 15000 m³, con intervalos que varían de 50, 200, 400, 1000, 2000 y 4000 m³.

En cuanto a su tirante, según equivalencias que pueden aplicarse a datos de la AWWA, este valor puede ser de 6.10 a 15.24 m en intervalos de 0.61 m; de 15.24 a 30.48 m, en intervalos de 1.52 m, o de 30.48 a 61.00 m, en intervalos de 3.05 m.

3.2.3 Tanques superficiales de concreto reforzado

El concreto ha venido a favorecer la construcción de tanques superficiales o elevados a relativamente bajo costo y con gastos reducidos de mantenimiento.

El concreto reforzado ha sido usado extensamente en la construcción de tanques y, cuando son bien diseñados y construidos, son preferibles a los de acero considerando su durabilidad, mantenimiento y apariencia. Sin embargo, su impermeabilidad es muy difícil de asegurar, sobre todo al considerar las deformaciones debidas al esfuerzo, y el resultado es que un número grande de estas estructuras presentan una apariencia poco satisfactoria, su mantenimiento se dificulta y su durabilidad es dudosa.

Si la capacidad del tanque no llega a 100 m³, lo más probable es que cueste menos un tanque circular de concreto reforzado que uno presforzado; para capacidades mayores, habrá que considerar la posibilidad de que el tanque se construya de concreto presforzado.

Desde el punto de vista de funcionamiento estructural y de consumo de materiales, es más eficiente un tanque circular que uno rectangular, aunque si la capacidad es pequeña, estas ventajas pueden perderse por el mayor costo de la cimbra del tanque circular. Por otra parte, hay situaciones en que no es posible o no conviene adoptar la forma circular, por ejemplo, cuando el terreno disponible esta restringido, pues para una cierta capacidad total se aprovecha mejor el terreno con tanques rectangulares que con circulares.

Las capacidades y tirantes de los tanques superficiales de muros y cubiertas de concreto reforzado generalmente son:

- a) Capacidad: 1000 a 2000 m³, con variaciones que pueden ser de 100 a 200 m³. Tirante: 2.0 a 2.5 m.

- b) Capacidad: 2000 a 8000 m³, de forma en planta: circular o rectangular, con variaciones de 500 m³. Tirante: 6m.
- c) Capacidad: de 10,000 m³ en adelante, pero de forma rectangular. Tirante: 6.00 m.

El tipo de tanque del inciso c) no debe hacerse de forma circular debido a que con grandes capacidades se requieren diámetros considerables, que al exceder los 50 m, el comportamiento anular de los muros ya no se garantiza y su trabajo ya es de cantiliver o voladizo, como los rectangulares.

En el Cuadro 3.2 se presentan algunas características de los tanques de concreto reforzado comúnmente usados en los sistemas de abastecimiento de agua potable en México, establecidas por la Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL.

Cuadro 3.2
Datos de tanques de concreto reforzado

CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	TIRANTE m	CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	TIRANTE m
-	200	2.00	S.C. 18.137 - 182	2750	4.10
9.085 - 131	500	2.00	S.C. 18.437 - 182	3000	4.00
-	600	2.50	-	3000	3.30
-	600	2.00	-	4140	4.00
S.C. 22.393 - 165	800	2.50	-	5000	2.85
S.C. 14.083 - 269	1000	2.50	-	5000	3.20
S.C. 22.393 - 162	1200	2.50	-	5000	5.50
-	1300	2.50	-	6500	3.00
9.875 - 162	1500	2.70	-	6900	3.00
-	1500	2.18	-	10000	5.15
S.C. 22.393 - 157	1600	3.70	-	13000	3.50
S.C. 26.301 - 245	2000	2.50	S.C. 21.360 - 592	53000	6.00
S.C. 22.250 - 224	2000	2.40	-	10000	5.50
S.C. 22.393 - 100	2300	2.45	-	3225	3.00
-	2500	2.50	-	-	-

3.2.4. Tanques superficiales de concreto presforzado

En este tipo de tanques por lo que a sus muros se refiere, raras veces se construyen de concreto presforzado, por estar sujetos a una fabricación especial de patente y su uso no se tiene muy comercializado, lo cual ha restringido su campo de aplicación en nuestro medio.

3.3 Tanques elevados

La designación de tanque elevado ordinariamente se refiere a la estructura que consiste en el tanque, la torre y la tubería de subida. Estos tanques se usan en localidades donde hay limitaciones económicas o donde se carece de una elevación natural.

El almacenamiento de agua en tanques elevados localizados en puntos estratégicos en todo el sistema de distribución es necesario, a menos que el terreno sea lo suficientemente montañoso para permitir el uso de tanques o depósitos superficiales para mantener las presiones deseadas en el sistema de distribución.

Además de satisfacer las demandas momentáneas máximas y almacenar agua para emergencias, el almacenamiento elevado puede permitir ahorros sustanciales en costo de potencia en donde se deba bombear el agua, lo cual resulta significativo para abastecimientos pequeños, aunque en ciudades grandes no es tan notable el ahorro.

Sin embargo, una cantidad limitada de almacenamiento en tanques elevados, tiene un valor importante en regularizar presiones y operación de bombas y su economía debe ser considerada cuidadosamente. El diseño de tanques elevados involucra la determinación de: capacidad, elevación requerida, tamaño y forma de los miembros estructurales, estabilidad de la estructura y cimentación y tipo e instalación de accesorios para su operación.

Aunque normalmente se utilizan tanques de acero para almacenamientos elevados, también pueden construirse de concreto reforzado y presforzado.

Tanques elevados de acero

Los tanques de acero son remachados o soldados, y su diseño estructural y erección se ha convertido en una actividad especializada de los fabricantes de estos tipos de tanques.

La capacidad de los tanques, dependiendo de su forma, varía en un rango de 100 a 8,000 m³ y son soportados en la elevación requerida por torres de concreto o acero, el rango de elevaciones de estas torres es de 15 a 55 m, de altura.

Los tipos de fondo hemisférico y el hemi-elipsoidal son construcciones estándares cuyas capacidades y dimensiones se presentan en el Cuadro 3.3 según equivalencias aplicadas a datos de la AWWA. En el tipo hemi-elipsoidal, el tubo de subida es usado para soportar parte de peso del agua y del tanque, mientras que en el de fondo hemisférico estos pesos son llevados por la estructura de torre de soporte, Una ventaja al usar el fondo hemielipsoidal es que permite el uso de diámetros grandes para el tanque y en consecuencia los tanques de grandes capacidades son de este tipo.

Para una capacidad dada, el diámetro grande permite el diseño de un tanque menos profundo y el resultado es un rango menor en el valor de las cargas con variaciones en el volumen.

Debido a condiciones económicas y constructivas, en los sistemas de abastecimiento de agua potable en la República Mexicana, no es común el empleo de tanques de acero de las capacidades anteriormente mencionadas, por lo que se ha reducido a la construcción de tanques de capacidades pequeñas. Estos tanques han quedado muy limitados en su construcción debido a que su uso no se generaliza por no ser conveniente en determinados lugares donde el ambiente no es el adecuado y que conducen a gastos de conservación elevados. En el Cuadro 3.4 se presenta una relación de tanques metálicos elevados, que han sido empleados en sistemas de abastecimiento en México.

En la Figura 3.9 se muestran las partes esenciales de un tanque elevado de acero.

Tanques elevados de concreto

El concreto reforzado y el presforzado son usados para construir tanques elevados de almacenamiento de agua cuyas características se ajustan a las descripciones de los tanques superficiales, atendiendo a las especificaciones de diseño estructural concernientes a tanques elevados.

Los tanques elevados de concreto se construyen en México con capacidades desde 10 hasta 100 metros cúbicos y altura de 10 metros, con depósito de concreto reforzado sobre: a) torre para pequeñas capacidades, con muros de tabique, dalas y castillos, y b) para ciertas capacidades mayores, sobre torre de estructura de concreto reforzado.

En los tanques que se presentan como ejemplo en las Figuras 3.10 a 3.16, el cálculo de la cimentación se realizó suponiendo un esfuerzo admisible de trabajo a la compresión de 1.0 kg/cm^2 , que es el correspondiente a un terreno firme. Para el diseño de las estructuras de concreto reforzado se consideró una $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$, fácil de obtener sin una dosificación estricta. En cuanto al acero de refuerzo, deberá ser varilla redonda corrugada de $f_y= 2,000 \text{ kg/cm}^2$, que es la más común y comercial. Es necesario que el concreto sea curado como recomiendan las Especificaciones del Manual A.C.I.

Cuadro 3.3
Datos de tanques de acero elevados

Capacidad m ³	Fondo hemisférico			N° de columnas	N° de columnas	Fondo hemi-elipsoidal			Capacidad m ³
	Dimensiones del tanque					Dimensiones del tanque			
	D (m)	C (m)	V (m)			D (m)	C (m)	V (m)	
94.6	4.57	4.45	6.07	4	4	6.40	3.43	5.11	151.4
113.6	4.57	5.61	7.24	4	4	6.71	4.01	5.79	189.3
151.4	5.18	5.61	7.65	4	4	7.92	4.11	6.30	283.9
189.3	5.79	5.36	7.80	4	4	8.53	4.93	7.06	378.5
227.1	5.79	6.86	9.30	4	6	10.36	4.52	7.62	567.8
283.9	6.40	6.86	9.30	4	6	11.58	4.70	8.23	757.0
378.5	7.32	6.86	9.45	4	6	12.19	5.51	9.14	946.3
567.8	8.53	7.37	10.54	4	6	12.19	7.29	10.36	1135.5
757.0	9.75	7.11	11.00	6	8	14.02	6.93	10.64	1514.0
946.3	9.75	9.55	13.82	6	10	15.24	7.24	11.51	1892.5
1135.5	10.97	8.64	12.93	6	10	16.76	6.63	12.07	2271.0
1514.0	12.19	9.14	14.17	8	10	18.29	6.81	12.90	2838.8
1892.5	13.41	9.07	14.99	10	14	18.29	10.67	16.46	3785.0
2271.0	13.41	11.73	17.73	10	20	24.08	5.28	13.21	4731.3
2838.8	15.24	10.59	17.50	12	20	21.34	11.48	18.29	5677.5
3765.0	15.24	15.85	22.43	10 ó 14	28	27.43	6.86	15.24	7570.0

Cuadro 3.4
Datos de tanques de metálicos elevados

CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	ALTURA m	TIRANTE m	CLASIFICACION SEDESOL	CAPACIDAD m ³	ALT. m	TIRANTE m
S.C. 19.470 - 272	50	15	2.48	-	250	15	4.15
S.C. 12.909 - 105	80	15	3.22	S.C. 31.280 - 102	300	18	4.73
	30	10	2.95	S.C. 8.533 - 113	400	10	5.60
S.C. 20.431 - 103	100	10	4.11	S.C. 8.533 - 113	400	20	5.60
S.C. 8.336 - 135	100	15	4.11	S.C. 18.561 - 104	500	10	5.05
S.C. 21.007 - 106	100	20	4.11	S.C. 15.720 - 428	500	20	5.05
S.C. 18.571 - 106	150	10	3.00	S.C. 22.001 - 117	600	15	5.21
S.C. 3.391 - 103	150	15	3.00	S.C. 22.090 - 109	600	20	5.21
S.C. 12.284 - 105	150	20	3.00	S.C. 24.082 - 128	1000	10	7.64
S.C. 24.414 - 104	200	10	3.92	S.C. 22.392 - 120	1000	15	7.64
S.C. 19.210 - 107	200	15	3.92	S.C. 24.410 - 104	1000	20	7.64
S.C. 3.870 - 115	200	20	3.92	S.C. 22.516 - 115	1500	20	8.80
S.C. 22.434 - 104	300	15	4.73				

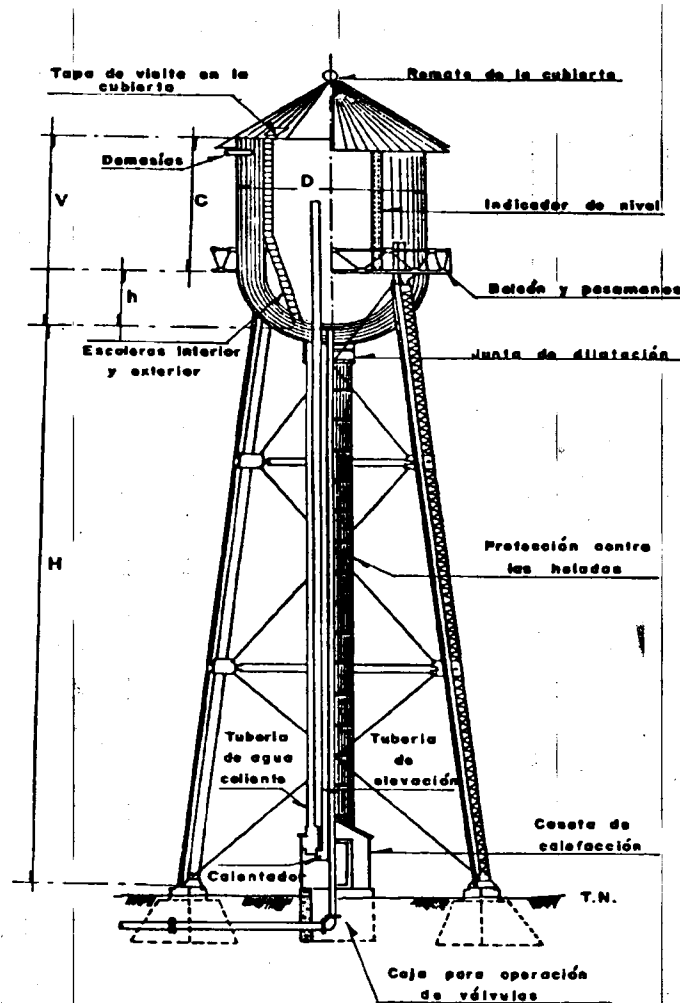
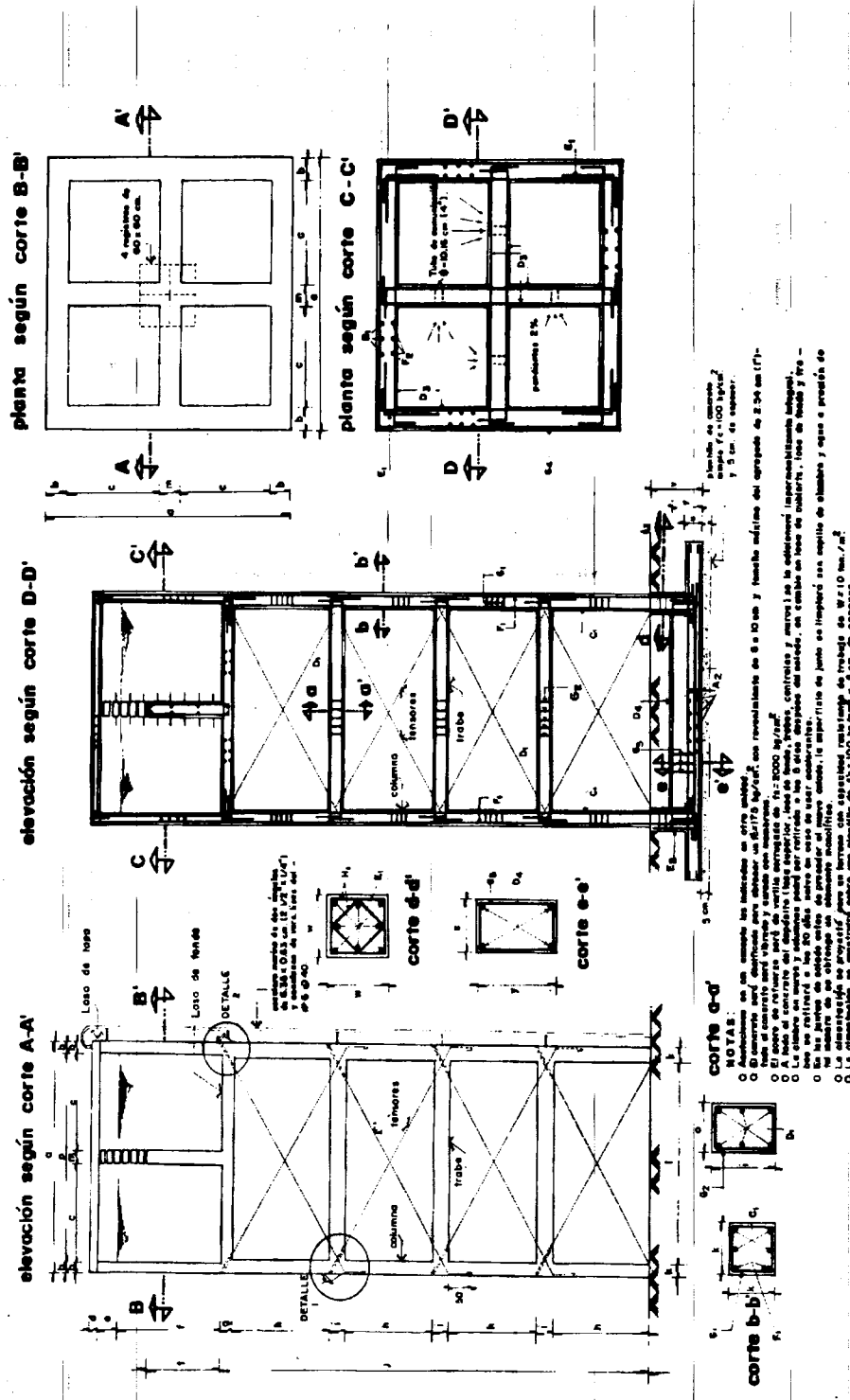


Figura 3.9. Partes constitutivas de un tanque elevado de acero.

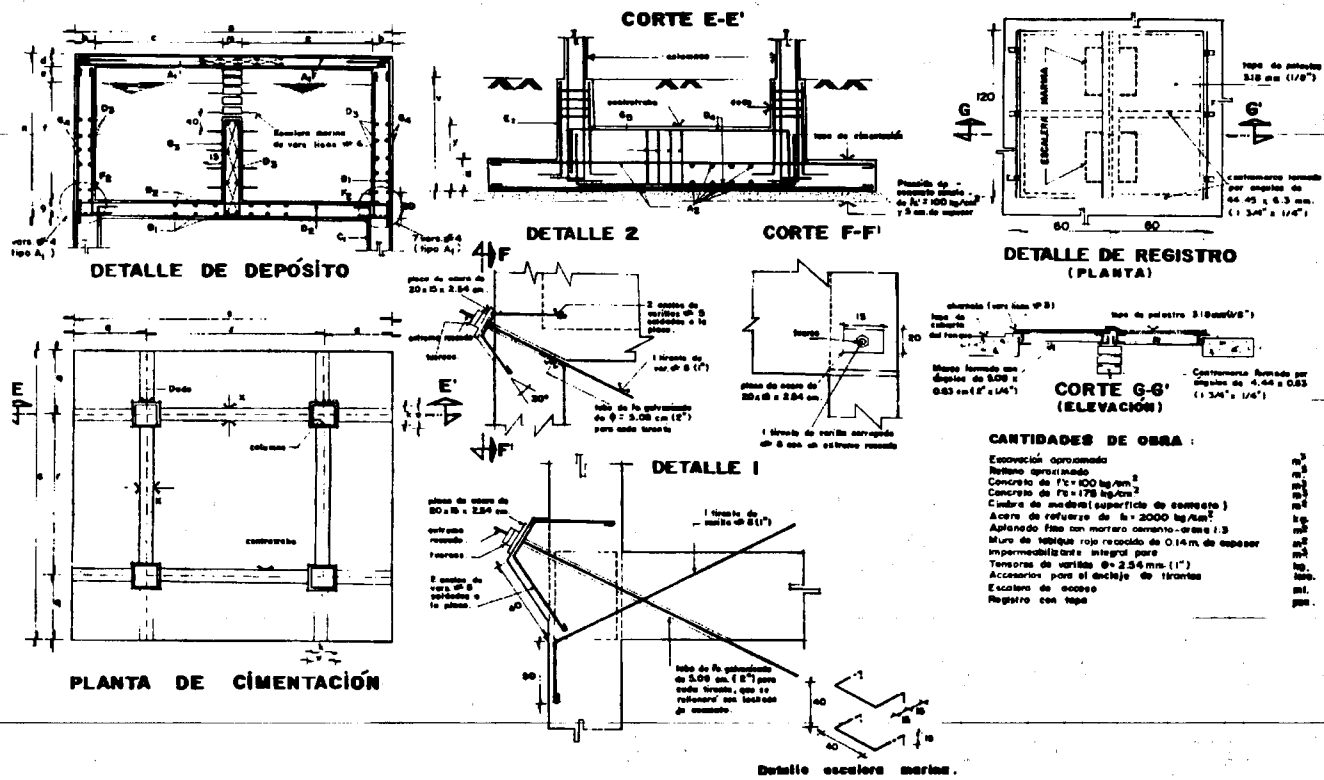


NOTAS:

1. Anclajes en un extremo las trabes en otro extremo.
2. Dimensiones en metros por defecto.
3. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
4. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
5. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
6. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
7. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
8. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
9. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
10. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
11. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
12. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
13. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
14. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
15. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
16. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
17. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
18. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
19. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).
20. El acero de refuerzo para el concreto debe ser de tipo B-60 (40).

TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
Figura 3.10

TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
LOSA DE CIMENTACION Y DETALLES PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
Figura 3.11



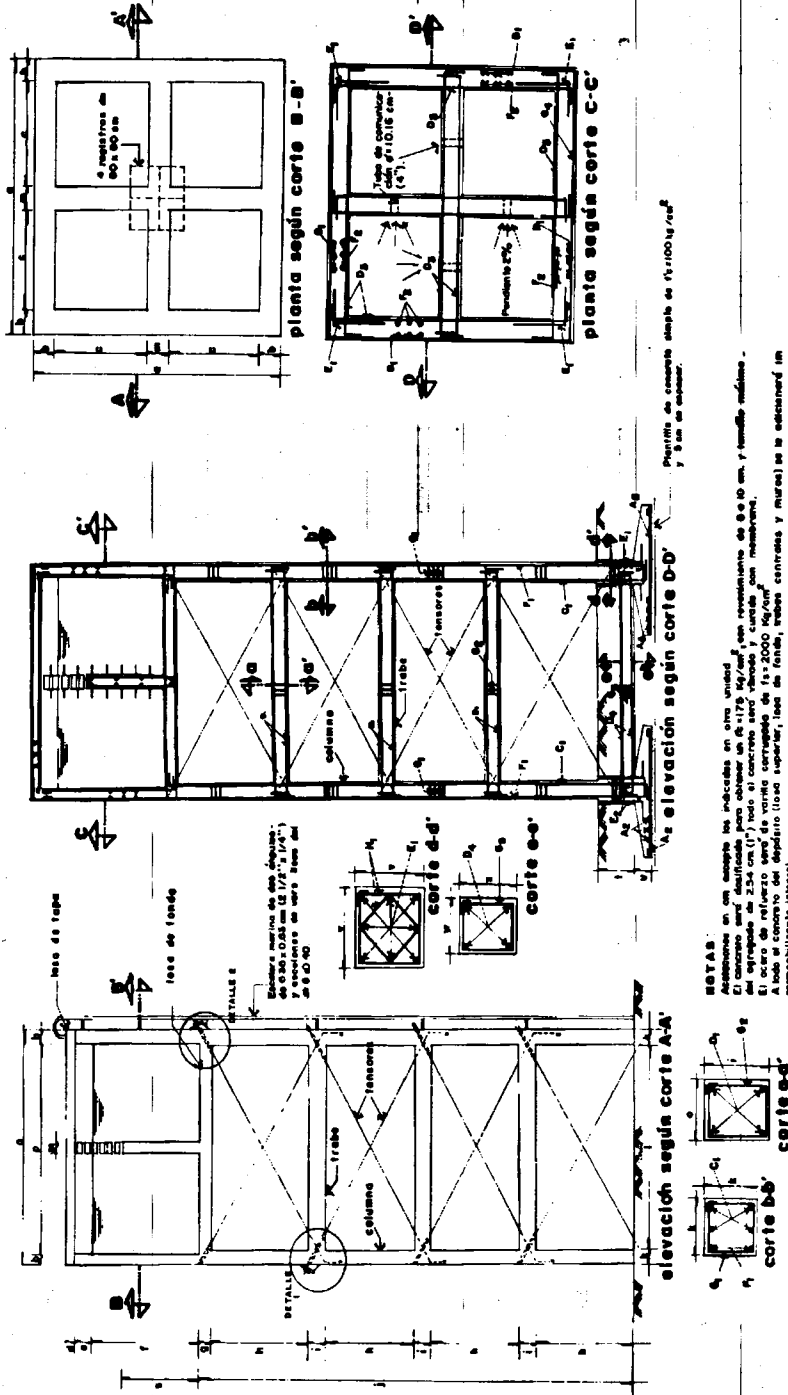
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

lista de varillas

Cap. m ³	A		B		C		D		E		F		G		H		I	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	G1	G2	H1	H2	I1	I2
50	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	
60	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	
70	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	
80	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	
90	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	
100	Clave																	
	Sep.																	
	Cont.																	
	Dim.																	
	Peso kg.																	

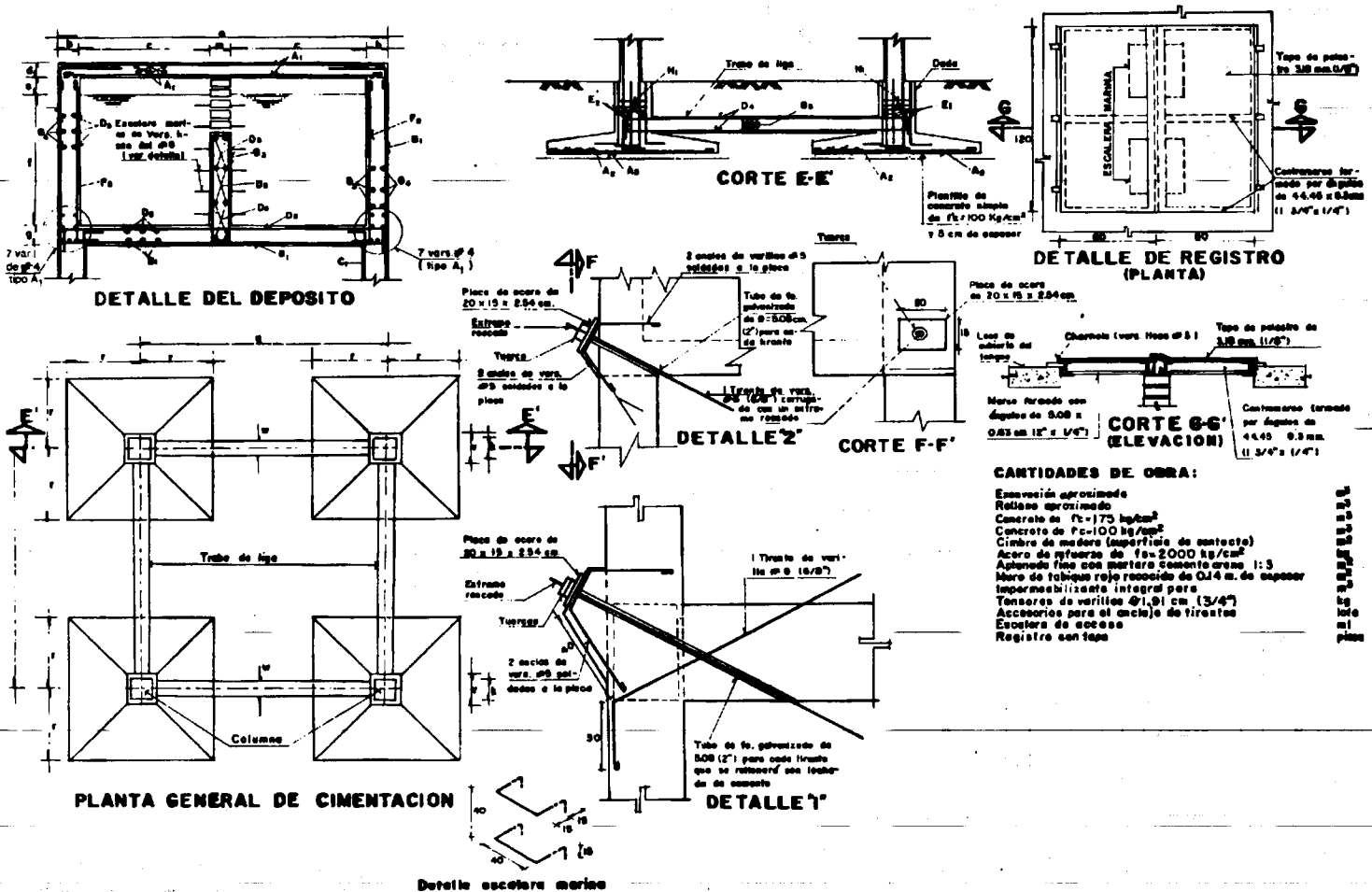
D i m.	CAPACIDADES m ³					
	50	60	70	80	90	100
a	460	510	560	580	610	640
b	20	20	20	20	20	20
c	200	225	240	260	275	290
d	10	10	15	15	15	15
e	30	30	30	30	30	30
f	300	300	300	300	300	300
g	20	20	20	20	25	25
h	215	215	215	215	214	214
i	40	40	40	40	40	40
j	1000	1000	1000	1000	1000	1000
k	30	30	35	35	40	40
l	400	450	480	510	530	560
m	20	20	20	20	20	20
n	360	360	360	365	370	370
o	20	20	20	20	20	20
p	420	470	510	540	570	600
q	280	280	300	300	330	350
r	440	480	530	560	590	620
s	1000	1050	1130	1160	1250	1320
t	130	130	130	140	140	140
u	25	25	25	25	25	30
v	100	100	130	140	150	150
w	45	45	50	50	55	55
x	40	40	40	45	45	45
y	85	85	90	90	95	95

TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
DIMENSIONES DE COLUMNAS Y TRABES PARA DIFERENTES CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO



TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
 ZAPATAS AISLADAS PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
 Figura 3.12

NOTAS:
 1. El acero de refuerzo será colocado en otra unidad de concreto de 25.4 cm (1") más el concreto de 9.0 cm, y tamaño máximo del agregado de 25.4 cm (1") más el concreto de 9.0 cm.
 2. El acero de refuerzo será de varilla corrugada de 15,200 kg/cm² con recubrimiento.
 3. A todo el concreto del depósito (losa superior, losa de fondo, vigas, columnas y muros) se le colocará un permeabilizante integral.
 4. En las juntas de concreto se colocará una capa de 5 cm de espesor de concreto, en cambio en losa de cubierta se colocará una capa de 10 cm de espesor.
 5. En las juntas se colocará antes de proceder al nuevo cobro, la superficie de junta se limpiará con cepillo de alambre y agua y se presionará de tal manera que se obtenga un sellado satisfactorio.
 6. La cimentación se proyectará para un terreno con capacidad de carga y compresión de 10.0 t/m² y 8 cm de espesor.
 La cimentación se construirá sobre una manilla de 15.00 kg/cm² y 8 cm de espesor.



TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
ZAPATAS AISLADAS (DETALLES) PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
Figura 3.13

lista de varillas

cap. m ³	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z	
	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	No. 26	No. 27	No. 28	No. 29	No. 30	No. 31	No. 32	No. 33	No. 34	No. 35	No. 36	No. 37	No. 38	No. 39	No. 40	No. 41	No. 42	No. 43	No. 44	No. 45	No. 46	No. 47	No. 48	No. 49	No. 50				
50	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					
60	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					
70	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					
80	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					
90	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					
100	C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z					

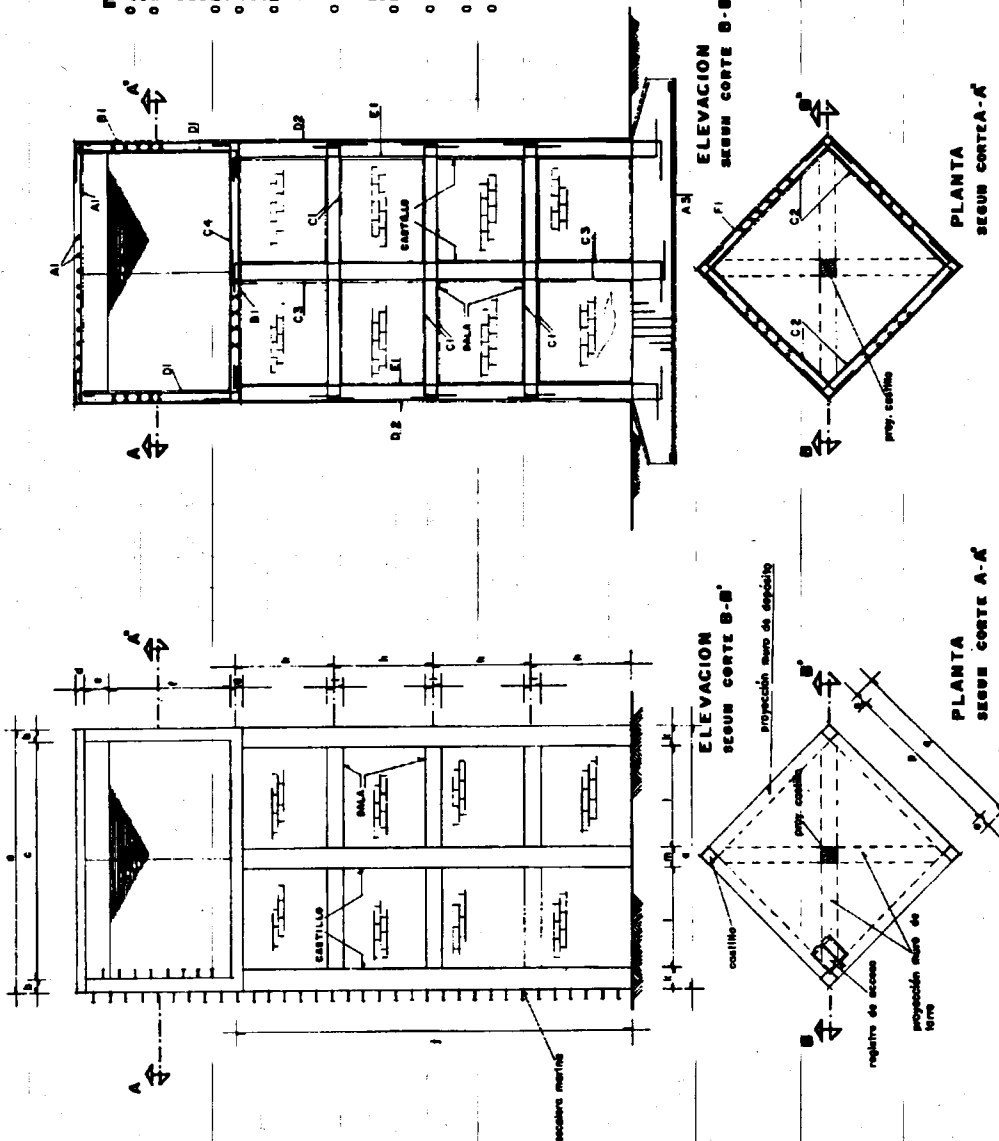
TANQUE ELEVADO DE CONCRETO
DIMENSIONES DE LA CIMENTACION PARA TANQUES DE DIFERENTES CAPACIDADES

NOTAS:

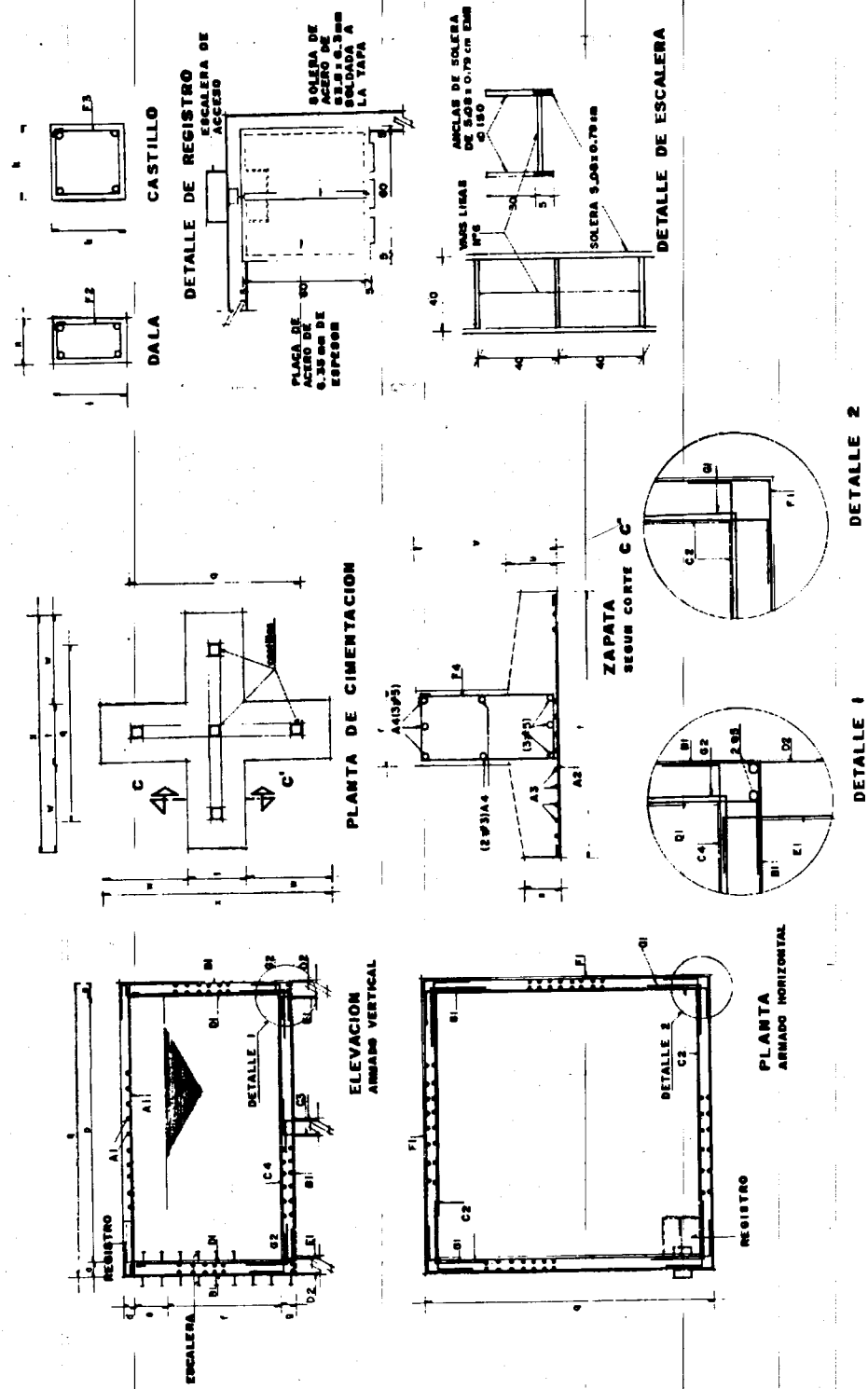
- 0 Adicionalmente en sus tiempos los edificios en -
- 0 El cemento para el mortero debe ser de tipo III o IV para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto, para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto, para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto, para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto.
- 0 El agua de refresco 10% de vertido en -
- 0 A 10% de cemento del concreto (línea superior) para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto, para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto, para un volumen de 10 a 15 m³ de concreto.
- 0 La altura de muro y columnas podrá ser reducida a la mitad de la altura si se emplea un concreto de resistencia mayor.
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -
- 0 La conexión de concreto para un terreno de -
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -
- 0 El muro de refresco 10% de vertido en -

cantidades de obra:

- Estructura principal
- Refuerzo principal
- Concreto de 1:1:100 kg/m³
- Concreto de 1:1:175 kg/m³
- Grapas de acero (sin concreto)
- Acero de refuerzo de 10-12.5 kg/m²
- Acero de refuerzo de 16-20.0 kg/m²
- Armadura fina, varilla 1.2
- Muro de tabique tipo regular
- Impermeabilizante integral para
- Escalera de acceso
- Replanteo con topografía



TANQUE ELEVADO DE CONCRETO CON TORRE DE TABIQUE
PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
Figura 3.14



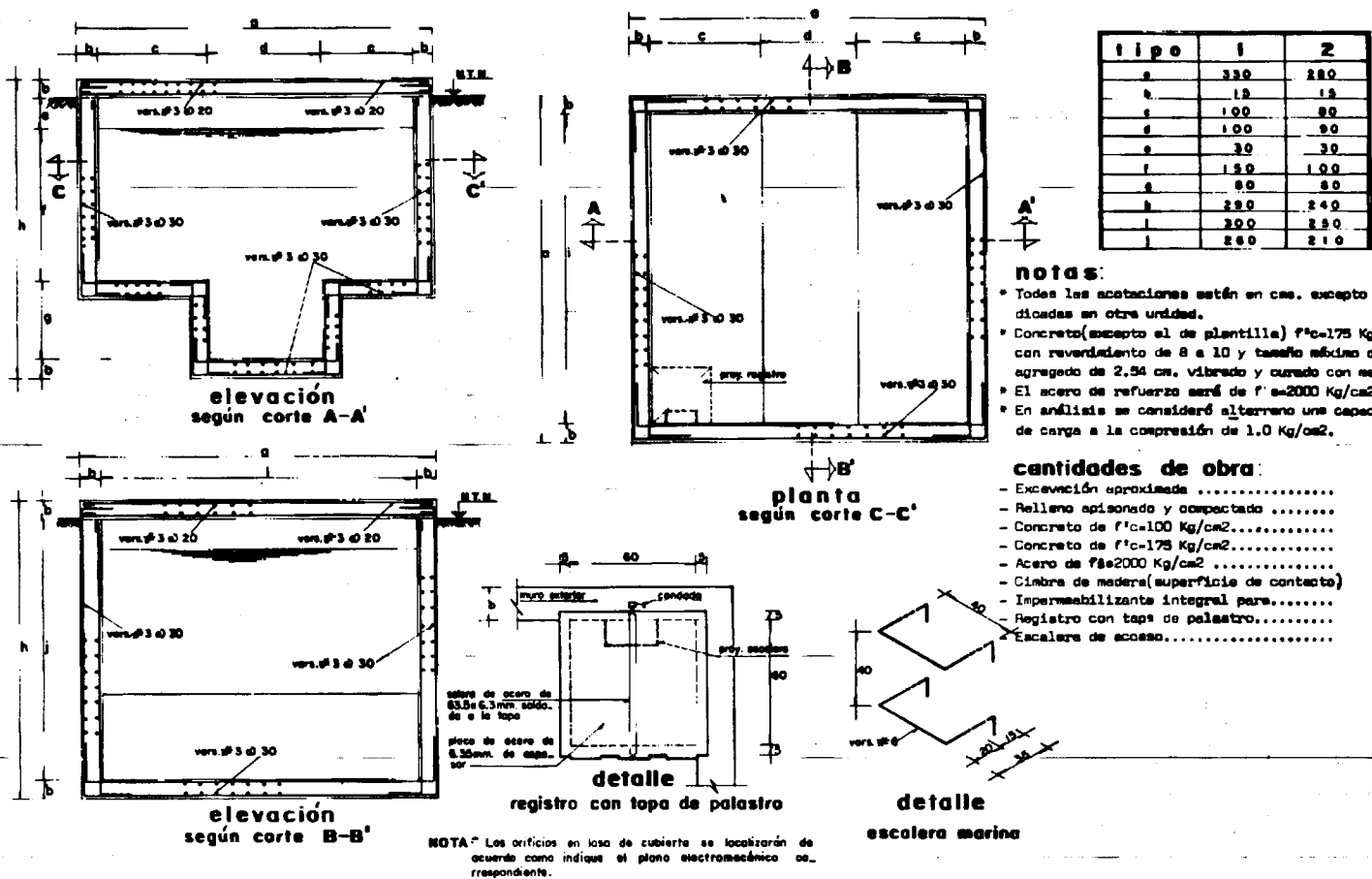
TANQUE ELEVADO DE CONCRETO CON TORRE DE TABIQUE CIMENTACION Y DETALLES PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
 Figura 3.15

CROQUIS	L I S T A D E V A R I L L A S									
	C	A	A	D	I	O	M	C	D	E
CLAVE	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
SEPARACION	25	40	50	60	75	90	105	120	135	150
CANTIDAD	20	23	27	31	34	38	42	46	50	54
ANCHO	2.80	3.40	4.00	4.60	5.20	5.80	6.40	7.00	7.60	8.20
LONGITUD	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
PESO	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
CLAVE	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
SEPARACION	25	40	50	60	75	90	105	120	135	150
CANTIDAD	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
ANCHO	3.70	4.30	4.90	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.50	9.10
LONGITUD	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
PESO	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
CLAVE	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
SEPARACION	25	40	50	60	75	90	105	120	135	150
CANTIDAD	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
ANCHO	4.60	5.20	5.80	6.40	7.00	7.60	8.20	8.80	9.40	10.00
LONGITUD	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
PESO	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
CLAVE	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
SEPARACION	25	40	50	60	75	90	105	120	135	150
CANTIDAD	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59
ANCHO	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.50	9.10	9.70	10.30	10.90
LONGITUD	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
PESO	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145

DIMENSION	C A P A C I D A D E M									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
O	370	500	640	800	960	1120	1280	1440	1600	1760
B	38	52	66	80	94	108	122	136	150	164
C	388	488	588	688	788	888	988	1088	1188	1288
D	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
E	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
F	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
G	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
H	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
I	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
J	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
K	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
L	148	148	148	148	148	148	148	148	148	148
M	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
O	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
P	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Q	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
R	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
T	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
U	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
W	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178
X	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Y	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680

TANQUE ELEVADO DE CONCRETO CON TORRE DE TABIQUE
DIMENSIONES PARA DIFERENTES CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO

CARCAMO DE BOMBEO
PLANO TIPO - ESTRUCTURAL
Figura 3.16



3.4 Fontanería de los tanques

Para la operación y mantenimiento eficiente de los tanques en los sistemas de abastecimiento de agua potable, se requiere instalar válvulas y piezas especiales convenientemente distribuidas y con diámetros adecuados en las tuberías de entrada y salida del agua, que tienen la finalidad de controlar el flujo al tanque para poderlo aislar en caso de mantenimiento. También se requiere instalar válvulas, mecanismos o indicadores para mantener un nivel constante del agua en el tanque; medidores de volumen, accesorios de ventilación y demasías; registros y escaleras, etcétera. Los arreglos y localización de estos elementos dependen del tipo de tanque propuesto.

Tanques de acero

Techo o cubierta

El techo de un tanque elevado o columna reguladora puede ser considerado como un accesorio cuando su finalidad es simplemente la de cubrir el agua. En muchos casos el techo ofrece rigidez a la parte superior del tanque, sin embargo, generalmente son usados para evitar cambios de temperatura y contaminación del agua.

Escaleras

Se instalan para poder efectuar las labores de mantenimiento del tanque.

Tubo o columna ascendente

En tanques con fondo hemisférico, el tubo ascendente es generalmente de fierro fundido y requiere una junta de expansión entre el tanque y el tubo. En tanques con fondo elipsoidal, el tubo ascendente es de acero y sirve para soportar parte del peso del tanque y su contenido; la junta de expansión es omitida. La Figura 3.17 muestra un arreglo de la tubería de abastecimiento; la válvula de lavado mostrada sirve para remover el sedimento que se acumula en la parte baja. Los diámetros de los tubos recomendados se indican en el Cuadro 3.5.

Indicadores del nivel de agua

Un indicador del nivel de agua en un tanque elevado es esencial para su correcto funcionamiento, y pueden variar desde un simple flotador que indica el nivel de agua en una regla graduada, a diversos dispositivos eléctricos que transmiten información concerniente al nivel del agua a cualquier distancia.

Demasías

Los excedentes en el tanque se desalojan por una tubería que atraviesa la pared del tanque y se extiende por el exterior del mismo hasta el suelo o sitio de descarga, y la capacidad del derrame deberá igualar al gasto máximo entrante. El nivel del agua puede controlarse por medio de tubos de demasías, electroniveles o válvulas reguladoras de presión automáticas. En los casos en que sea necesario emplear otros accesorios o válvulas controladas por medios

eléctricos, o dispositivos que actúen automáticamente con variaciones en la presión o velocidad del agua, se deberá tener en cuenta el golpe de ariete que provocan al funcionar para ser protegidos con el uso de válvulas compensadoras o válvulas de alivio.

Cuadro 3.5
Diámetro del tubo de abastecimiento en tanques elevados de acero

CAPACIDAD DEL TANQUE m ³	VALOR DEL CAUDAL PARA LA MITAD DE CAPACIDAD L.P.S.	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ABASTECIMIENTO PRINCIPAL	
		mm.	pulg.
380	10.5	152.4	6
760	21.0	203.2	8
1900	26.0	203.2	8
3800	52.5	304.8	12
7500	105.0	2 de 304.8 6	2 de 12 6
19000	262.5	1 de 406.4	1 de 16
		2 de 406.4 6	2 de 16 6
		1 de 508.0	1 de 20

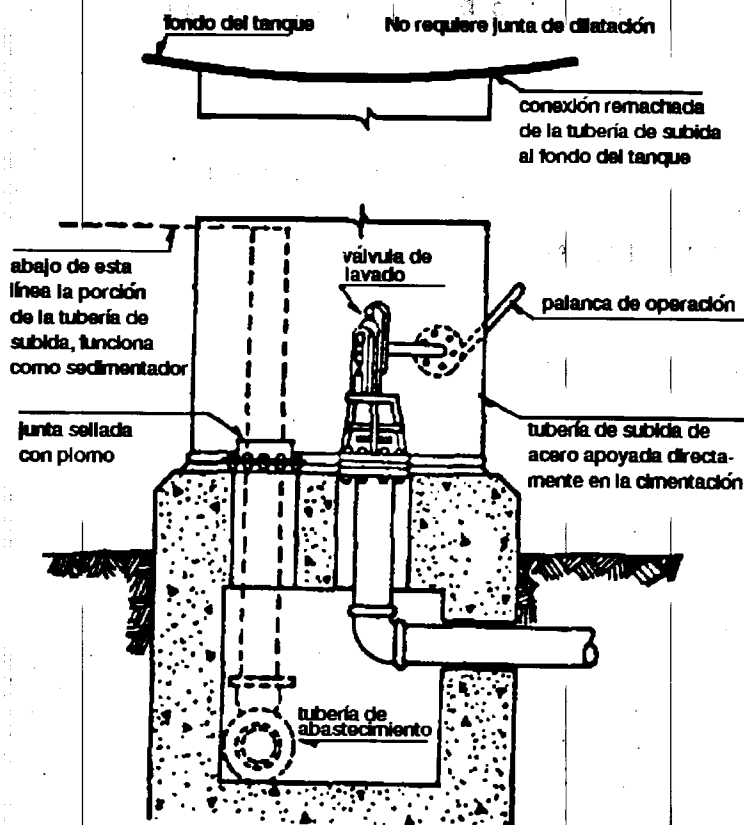


Figura 3.17. Detalle de la base de una tubería de subida al fondo de un tanque elevado de forma elipsoidal.

En la Figura 3.18 se muestran los principales elementos de un tanque elevado de acero.

Tanques de mampostería y concreto

La entrada del agua a los tanques se puede hacer independientemente de la tubería de salida o formando parte de esta última; es este caso, la tubería de acceso que conduce el agua procedente de la planta potabilizadora, se une al tubo general de salida del agua, en la forma que muestra la Figura 3.19. El agua potable va directamente a la red de distribución, y cuando la ciudad no demanda la totalidad de la misma, lo excedentes se almacenan en el tanque de regularización. Cuando la demanda de agua de la población es mayor que la cantidad de agua procedente de la planta potabilizadora o de la línea de conducción, el tanque proporciona la diferencia. Desde luego que esta forma no es aplicable cuando se requiere bombeo.

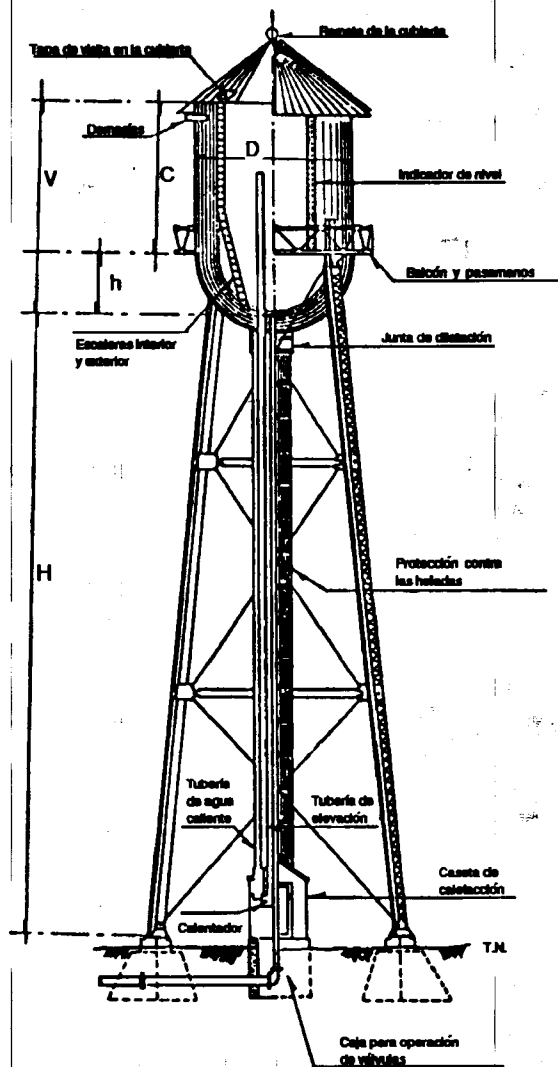


Figura 3.18 Principales elementos de un tanque elevado de acero

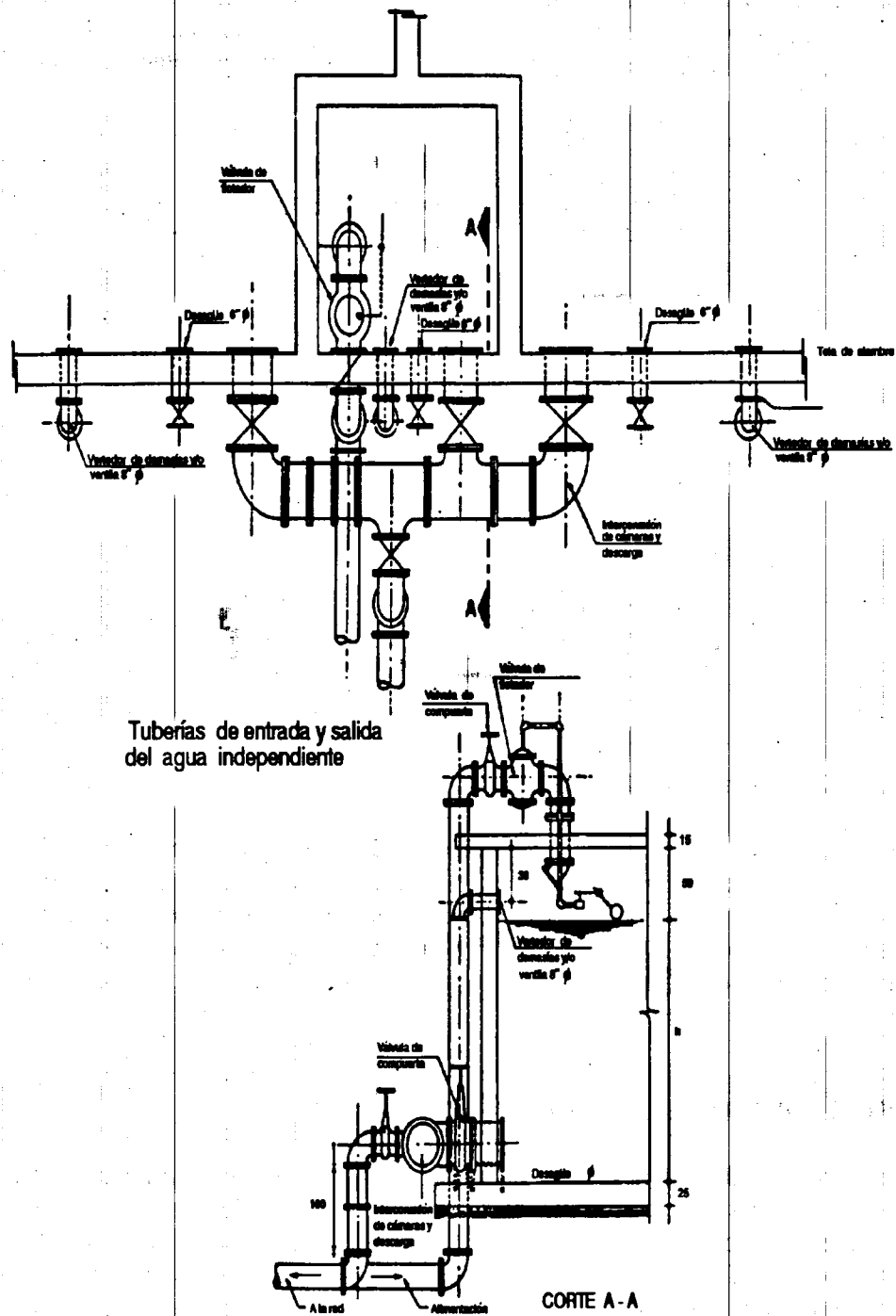


Figura 3.19 Arreglo de las tuberías de entrada y salida en un tanque.

Otra disposición de los accesorios para la entrada del agua al tanque se muestra en la Figura 3.20. La válvula de altitud se usa principalmente en líneas de alimentación a tanques elevados o columnas reguladoras, cerrando automáticamente cuando el tanque está lleno y abriendo cuando la presión sobre el lado del bombeo es mayor que sobre el lado del tanque. La válvula puede operar por la presión del agua en la línea de alimentación o por energía eléctrica transmitida a un solenoide.

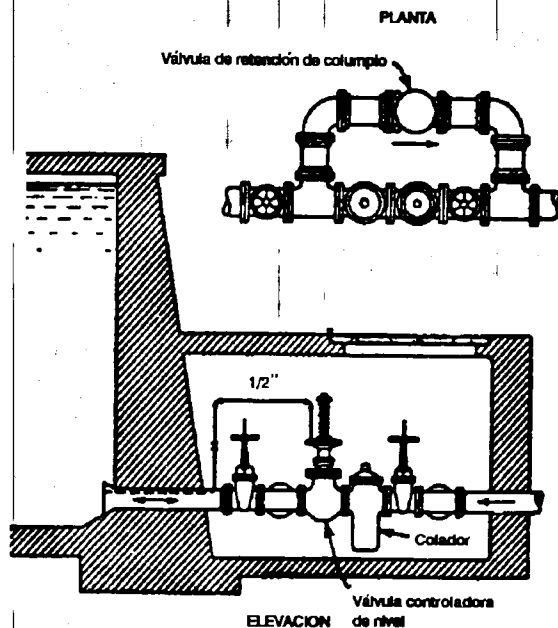


Figura 3.20. Válvula de altitud en la alimentación a un depósito de distribución.

Cuando se emplea una válvula de flotador en la descarga de las conducciones, debe ser siempre de cierre lento operada con piloto interno y su diámetro debe ser el más económico, el cual puede determinarse aplicando la siguiente regla: Diámetro económico de la válvula de flotador = amortización anual del importe de la válvula e instalación + costo anual de energía eléctrica. Deben escogerse cuando menos tres diámetros para comparar costos anuales. En la Figura 3.21 se muestran algunos arreglos comunes en la entrada al tanque.

Tuberías de salida (alimentación a la red)

Estas tuberías pueden estar localizadas en el fondo o en la parte inferior de las paredes del tanque, y estas soluciones se emplean en tanques superficiales tradicionales. Los diámetros serán los determinados en el diseño hidráulico de las o la línea de alimentación a la red. Se recomienda instalar siempre sobre la línea de alimentación a la red un sistema de medición a base de presión diferencial, con indicación, registro y totalizador de gasto con objeto de registrar las variaciones horarias de consumo de la red de distribución.

Tubería de limpieza

Generalmente, junto con la tubería de salida se encuentra el arreglo de accesorios y válvulas que permiten drenar el agua sucia del tanque cuando se realicen tareas de limpieza o mantenimiento. Se recomienda que el diámetro de la tubería de limpieza sea igual a de la tubería de alimentación a la red para diámetros hasta de 300 mm (12 pulg) y para diámetros mayores puede ser de 350 mm (14 pulg), de acuerdo con el criterio del proyectista para desalojar las aguas de lavado.

Tubería de demasías

Si el tanque se llenara totalmente, debe contar con uno o varios tubos para desalojar el excedente que seguiría entrando, y el área del tubo o tubos debe ser suficiente para que en un tiempo mínimo se desaloje el gasto máximo diario o de bombeo que está llegando al tanque. Para determinar el diámetro del tubo de demasías puede emplearse la fórmula general del cálculo del gasto en orificios:

$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

donde:

- Q es el gasto máximo diario o de bombeo, en m³/s.
- C es el coeficiente de descarga para orificios circulares de arista viva = 0.6.
- A es el área del tubo o tubos de demasías, en m².
- g es la aceleración de la gravedad en m/s².
- h es la carga de presión en m.

Los tubos deben instalarse de tal forma que se evite la contaminación del agua e impida la entrada de insectos, aves, roedores, etcétera. Ninguna tubería del tanque debe descargar directamente a una tubería de la red de alcantarillado, sino que debe descargar directamente a un recipiente abierto, desde una altura no menor de dos diámetros de la tubería sobre la corona del recipiente.

Ventilación

Debe instalarse un dispositivo que permita la salida y entrada de aire, y que a su vez impida la contaminación del agua; estos dispositivos se colocan en la parte superior de los muros del tanque o en el techo. Pueden usarse ventilas (Figura 3.22), o una extremidad de fierro fundido que se inserta en el concreto de la losa de techo, unida a una te que lleva a cada lado un codo de 90 grados, el cual se coloca con la salida hacia abajo para impedir la entrada de polvo u otro material que pueda contaminar el agua; en la salida del codo se coloca una tela tipo mosquitero. La tela es conveniente ponerla entre las bridas de unión de los codos y la te (Figura 3.23)

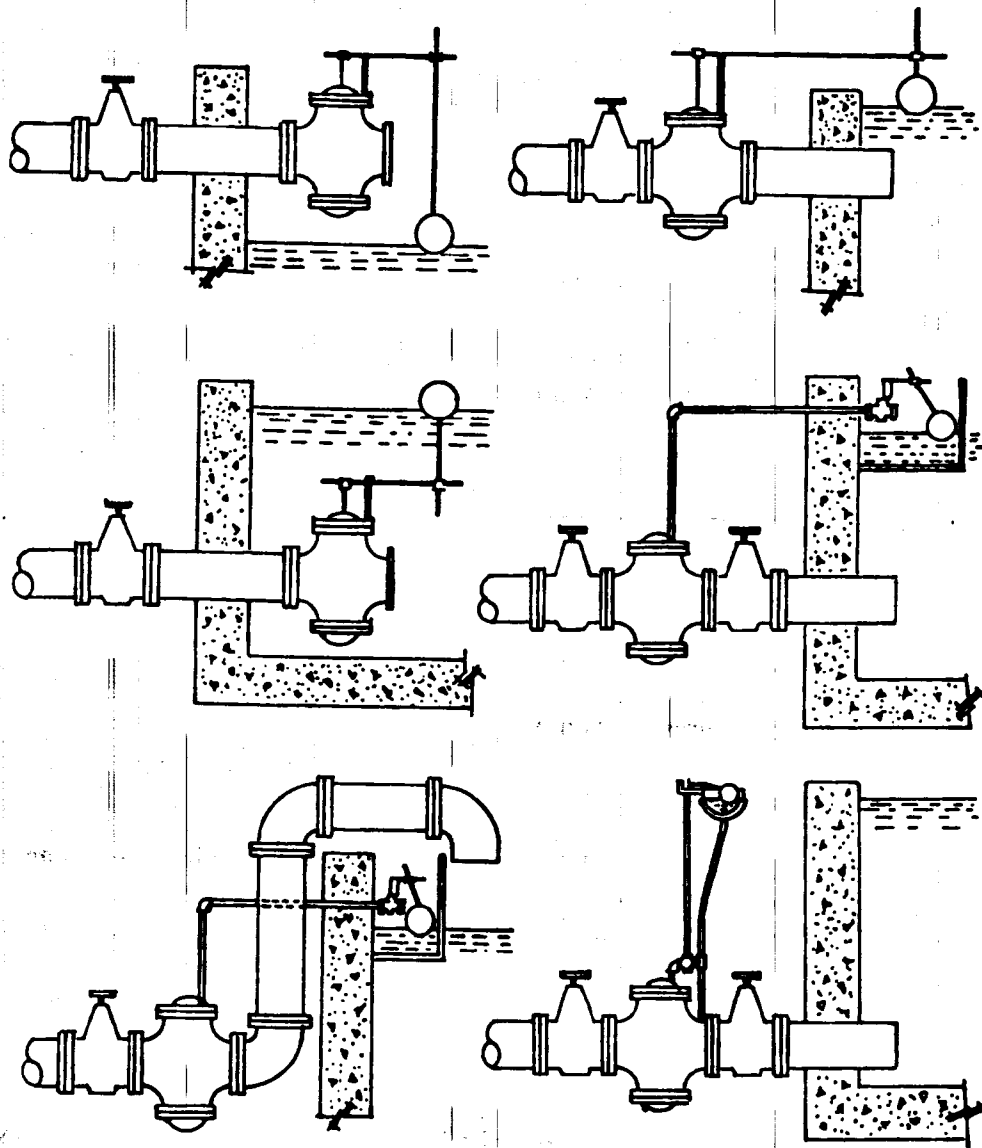


Figura 3.21 Arreglos comunes en la entrada a tanques superficiales.

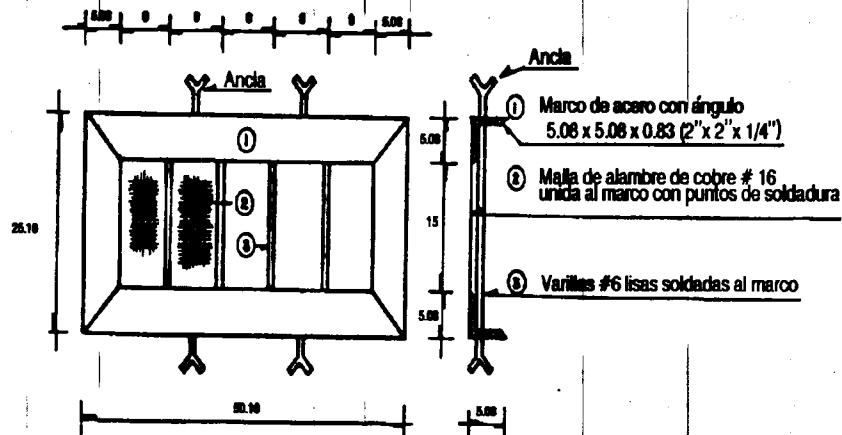


Figura 3.22 Ventilas con rejas.

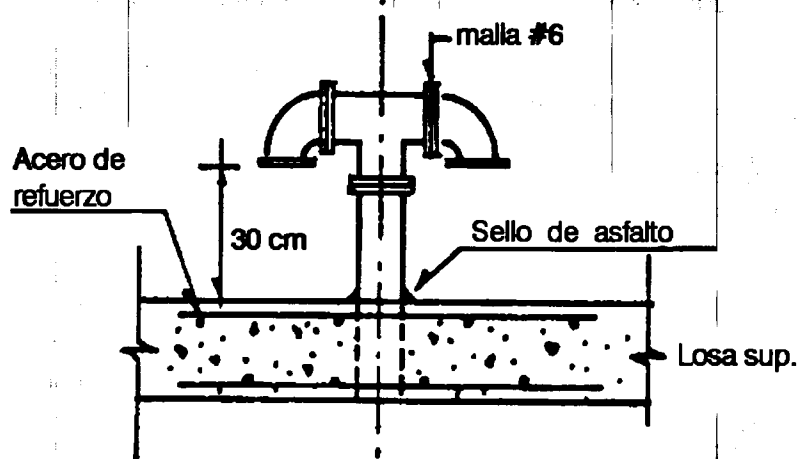


Figura 3.23 Ventilas de piezas de hierro fundido.

Acceso al interior de los tanques

Con el propósito de efectuar el mantenimiento del tanque, debe construirse un acceso formado por una entrada en la losa de techo, la cual se cubre con una tapa colocada sobre un reborde. La entrada debe situarse junto a uno de los muros cuya cara interior sea vertical, a fin de poder descender por una escalera marina empotrada al muro. En la Figura 3.24 se muestra el tipo de registro y escalera empleados en los tanques superficiales.

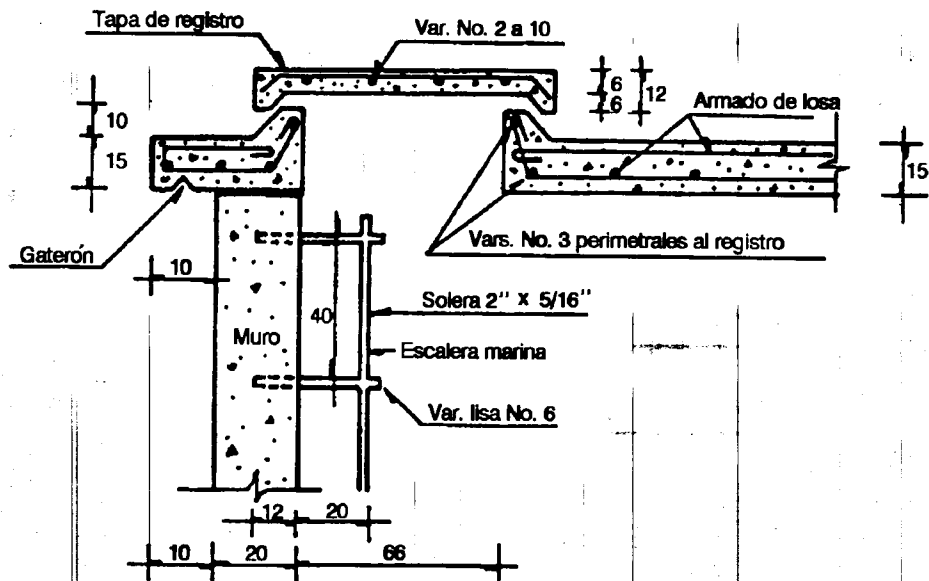


Figura 3.24 Registro y escalera en un tanque de agua.

3.5 Fallas y problemas en los tanques

Si se considera el término "falla" como derrumbe observado, serían relativamente pocas, pero si se entiende por falla toda discrepancia entre los resultados de un proyecto y las que en realidad se obtienen, y además se mide cuidadosamente la posición, forma y condiciones de la estructura terminada, entonces la cantidad de fallas es muy grande, mucho mayor que la de la lista de incidentes que aparecen en las publicaciones tanto técnicas como informativas. Es cierto que en algunas ocasiones existe una sola causa o explicación de la falla pero, por regla general, ésta tiene su origen en una combinación de circunstancias (errores, descuidos, malas interpretaciones, ignorancia, incompetencia y aún deshonestidad), pero nunca puede atribuirse a ninguno de éstos factores en particular la categoría de causa inmediata de la falla. Las fallas también pueden definirse como un comportamiento que no cumple con las funciones a las que estaba destinada la estructura terminada.

Se entiende por construcción al conjunto formado por el concepto del proyecto, el diseño estructural, la elección de materiales, la producción de los mismos, el montaje de las componentes, la limpieza final del equipo y de las instalaciones.

Todos estos factores presuponen dos requisitos relacionados entre sí: suficiencia y necesidad. La suficiencia proporciona seguridad, no sólo contra el derrumbe y el colapso, sino también contra el deterioro indebido; la necesidad es una medida económica muy importante, pero que sólo debe considerarse después de satisfecha la condición de suficiencia.

En muchas ocasiones las continuas presiones que se utilizan para lograr mayor economía han dado como resultado una reducción absurda de seguridad, inferior a los límites de suficiencia mínima.

3.5.1 Fallas en mamposterías

La capacidad de la mampostería para soportar cargas de consideración es bien conocida, pero a menudo se comete el error de pensar que el factor de seguridad no disminuye con el tiempo. Los muros ya viejos se van quedando sin su revestimiento o se deterioran totalmente por falta de mantenimiento, fluctuaciones de temperatura, exposición a la lluvia, absorción de humedad y alteraciones químicas de las unidades y de los morteros que integran las mamposterías, así como las deformaciones elásticas y plásticas; actuando todas en combinaciones múltiples, alteran la apariencia, características contra la intemperie y hasta la resistencia de las mamposterías.

Por lo tanto, en los detalles de diseño y los procedimientos de construcción, se deben tener en cuenta esos factores y proporcionar elementos adecuados para compensar los posibles cambios que ocurran durante un periodo razonable, considerado como vida útil de las estructuras.

Las llamadas juntas de dilatación o separación de mamposterías de longitudes limitadas, deben incluirse invariablemente si se desea evitar el agrietamiento en los muros. Los selladores de juntas deben ser compatibles con los materiales en cuyo contacto se van a colocar.

3.5.2 Fallas en concreto reforzado

Las estructuras para almacenamiento están expuestas a presiones cambiantes en la medida en que varían los volúmenes que contienen; también pueden verse afectados por cargas dinámicas cuando se extrae su contenido rápidamente, provocando que se formen grietas en las cuales una pequeña fuga a través de ellas puede no ser de consecuencias desde un punto de vista de pérdida de agua, aunque tal fuga produce una apariencia muy desagradable y puede afectar seriamente la durabilidad de la estructura; también puede fallar por agrietamiento del piso, cuando su vaciado súbito acarrea la acción de una presión hidrostática bajo el piso. En los suelos de drenaje difícil es necesario tomar precauciones especiales de escurrimiento forzado para aliviar las presiones hidrostáticas bajo el piso, al vaciar el tanque.

En los suelos arcillosos, el lodo entra al tanque por todas las grietas y por la separación de las juntas de dilatación ensuciando el agua. En varias instalaciones de esta naturaleza, una solución, consiste en excavar pozos a lo largo de los muros, para que actúen como resumideros o piletas abajo de los niveles de piso; instalar tramos de tubo de drenaje perforados bajo la losa y bombear el agua del subsuelo de estas piletas cada vez que se vacíe el tanque.

Las fallas de los muros en los tanques, en los que la carga de presión es fija y simplemente determinada, por lo general se explican con la falta de consideración a la rigidez de fijación del fondo y de las aristas de los lados construidos monolíticamente con losas y muros adyacentes.

La capacidad de adherencia de los selladores a los materiales de los muros debe ser muy eficaz para que se forme una buena junta. Las mamposterías, el concreto o el acero deben estar químicamente limpios y secos para poder obtener una junta de calidad aceptable.

En cuanto a la protección contra la intemperie, se deberá contar con una cuadrilla de personal destinado a dar el mantenimiento requerido.

En los tanques de concreto reforzado, un método de construcción, el cual parece evitar las dificultades debidas a la deformación, es la construcción de los muros colocando bandas de acero (zuncho continuo de alambre tensado, tendones de postensado horizontales, etc.) fuera de un núcleo de concreto reforzado y aplicando tensión a éstas, separadas a intervalos alrededor del tanque y aplicando posteriormente mortero lanzado hasta dar el espesor de la pared requerido, o hasta dar la separación necesaria respecto a una nueva banda, de tal manera que, con tanque vacío, el acero esté bajo tensión y el concreto bajo compresión; si a tales valores sumamos la tensión debida a la presión del agua, resultará un valor de tensión f_c (f_c = resistencia a la tensión admisible en el concreto), no mayor a la compresión inicial en el concreto. El esfuerzo en el concreto bajo carga será igual a la debida a la presión del agua más la compresión restante en el concreto. El acero puede ser tensado a valores relativamente altos, y el muro es hecho de suficiente espesor para asegurar muros impermeables en condiciones normales.

3.6 Tanques metálicos

Los esfuerzos de trabajo para el acero utilizado para la construcción de tanques, parece que se puede determinar fácilmente, dada la certeza del conocimiento de las cargas consideradas en cada caso particular; pero aún así, se han registrado incidentes bastante graves, generalmente debidos a la mala construcción y a la falta de mantenimiento.

Los tanques o depósitos del sistema de distribución inadecuadamente protegidos pueden introducir contaminantes al agua y son fuentes de contaminación potencial, ya que el agua en ellos no suele estar sometida a presión, además de que son completamente estancos y están frecuentemente expuestos a varias fuentes de contaminación. Puede ocurrir que los depósitos carezcan de cubiertas, que éstas sean de construcción deficiente, que los tipos de cubierta permitan la penetración de materiales arrastrados por el viento a través de los respiraderos, aún de los provistos de rejillas, y los depósitos al nivel del suelo pueden recibir agua de escorrentía o por infiltración subterránea. El peor de todos los riesgos es el de contaminación directa con aguas residuales que se escapan por las grietas del alcantarillado que discurre por encima de los depósitos subterráneos. Además los desagües de los tanques no deben estar conectados directamente al alcantarillado a fin de evitar que las aguas residuales se infiltren en los depósitos cuando se dan determinadas circunstancias. Los tanques que carecen de mantenimiento suelen estar afectados por algas flotantes o fijas a las paredes, también registran un cierto grado de sedimentación, etcétera.

CAPITULO 4

TUBERIAS

Para conducir el agua, primero por gravedad y posteriormente a presión, se han empleado diversos materiales de construcción, tales como: piedra, barro vitrificado, madera, plomo, cobre, hierro forjado, acero, concreto e incluso bambú, así como diversas combinaciones de materiales.

Los tipos modernos de tuberías, que comúnmente se usan para conducir el agua a presión, comprenden hierro fundido, asbesto-cemento, cobre, hierro galvanizado, plástico, acero, concreto reforzado y presforzado, con o sin cilindro interior de acero.

Las tuberías fabricadas de materiales plásticos son de dos tipos: polietileno (Ps) y policloruro de vinilo (PVC).

Los criterios de selección del material de tuberías a presión dependen de diferentes requerimientos, entre los cuales puede citarse el diámetro determinado en el cálculo hidráulico. Atendiendo a este parámetro, la selección del tipo de material de la tubería, puede ser como sigue:

El conocimiento del material tanto en sus características generales, como propiedades específicas (resistencia y limitaciones), son condiciones indispensables para la realización de un buen proyecto, pero es en la instalación donde se pueden aprovechar al máximo las bondades tanto del producto, como del proyecto, o donde se modifiquen ambas. El mejor producto no funcionará bien, si su destino tiene una aplicación inadecuada.

La instalación de las líneas de conducción de agua potable comprende: el transporte y manejo de las tuberías y de sus aditamentos; la excavación de zanjas; el tendido, acoplamiento y desinfección de la tubería; el relleno de las zanjas; y la substitución del camino, pavimento o superficies de las aceras.

Díámetro (mm)	Tipo de tubería recomendada
Hasta 76	Fierro galvanizado, cobre, plomo, plásticos.
De 76 a 760	Asbesto-cemento, acero.
De 760 a 5000	Acero, concreto reforzado y presforzado, con y sin cilindro de acero.

4.1 Transporte y manejo de las tuberías

La tubería es manejada cuidadosamente en la fábrica, por lo que es responsabilidad de la compañía transportista el entregarla en buenas condiciones.

Es importante que quien recibe la entrega, la examine cuidadosamente, cerciorándose de que no haya sufrido pérdidas o daños. Si la carga está intacta, será suficiente una inspección ordinaria, mientras se descarga, con el fin de asegurarse de que está en buenas condiciones. Por el contrario, si la carga aparece movida, con flejes y retenes rotos, denota claramente que el transporte ha sido rudo y que es posible que la carga haya sufrido movimientos de un lado a otro golpeándose, originando quebraduras, grietas o raspaduras. En estas condiciones la carga se debe revisar con extremo cuidado durante la descarga. La nota de remisión que acompaña a cada embarque, detalla todos los artículos incluidos, por lo que es necesario verificarla con la carga, y en caso de error o daños que haya sufrido, se asentará por escrito en la remisión correspondiente a medida que se vaya descargando; de esta manera, quien recibe la carga podrá dar curso a las reclamaciones pertinentes.

4.1.1 Transporte y manejo de tubos de asbesto-cemento

Los camiones adecuados para el transporte de la tubería, son aquellos que permiten la carga y descarga lateralmente (Figura 4.1).

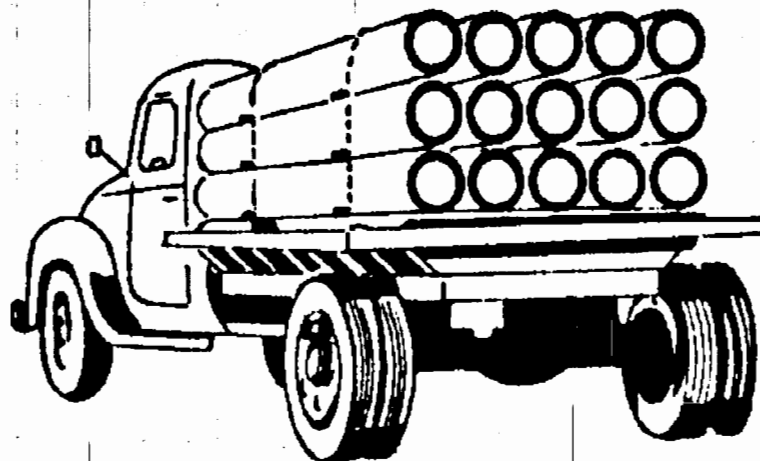


Figura 4.1. Camiones adecuados para el transporte de tubos de asbesto cemento.

La carga se inicia preparando el piso del camión, colocando dos polines de madera en el sentido transversal y separándolos una distancia relacionada con las marcas de color negro que lleva cada tubo; de esta manera se evitarán daños a los tubos inferiores debidos a tornillos o cualquier otra imperfección del piso del camión. En los extremos de los polines se fijan cuñas de madera.

Normalmente se emplea la carga prismática o rectangular (Figura 4.1), lo cual permite estibar más tubos sobre el mismo espacio de la plataforma del camión. En este caso, para cada hilada de tubería, se utilizan dos polines con cuñas de madera clavadas en sus extremos. La carga puede asegurarse con flejes de acero cuidando que no dañen la carga al afianzarla.

Otro método que puede emplearse para estibar la tubería es la carga piramidal (Figura 4.2), la cual es estable, además de que puede bajarse fácilmente. El piso del camión también se prepara como se explicó para la carga rectangular.

Es importante colocar rejas de madera entre las estibas de tubos, con el fin de evitar movimientos y, en consecuencia, que se golpeen durante el transporte.

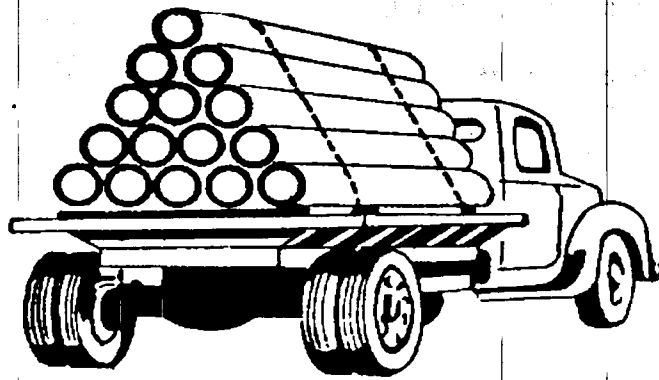


Figura 4.2. Carga piramidal.

Para decidir el método de descarga de los tubos, debe considerarse su peso, el cual depende de la clase y diámetro. En los diámetros de 60 a 150 mm (2 1/2 a 6 pulgadas), el procedimiento de descarga más recomendable es de mano a mano (sin cables ni polines). Como regla general, se considera que entre dos personas pueden soportar 70 kg en forma continua durante la descarga.

En el caso de tubos de 150 a 400 mm (6 a 16 pulgadas), la práctica común es descargarla mediante el auxilio de cables y polines, operación que se inicia colocando paralelamente dos polines en la parte externa de la plataforma del vehículo, separados una distancia relacionada con las marcas de color negro que lleva cada tubo, formando un ángulo menor o igual a 45 grados con la horizontal. Con la rampa así formada, se deslizan los tubos con la ayuda de reatas debidamente sujetas, las cuales proporcionan control en el manejo del tubo (Figura 4.3).

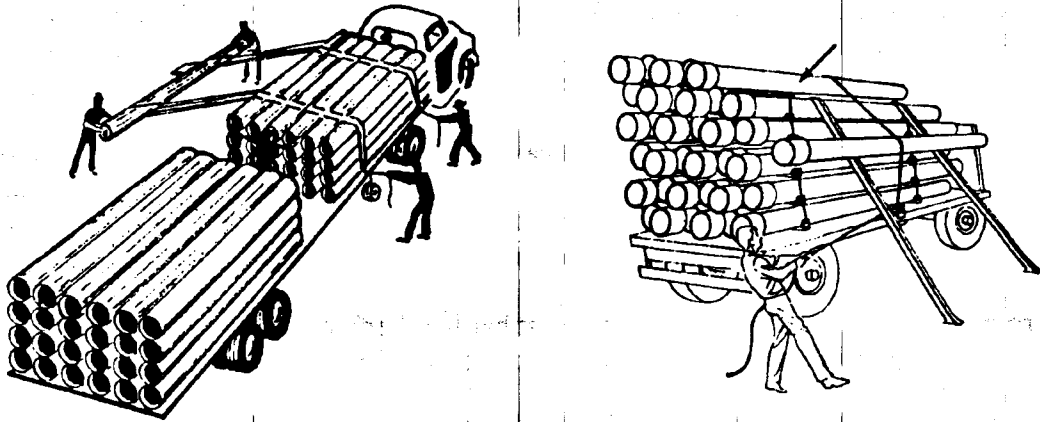


Figura 4.3. Descarga de la tubería de asbesto cemento.

En el caso de diámetros de 450 a 1,250 mm (16 a 48 pulgadas), lo más conveniente para su descarga es emplear una grúa, pluma o polipasto. Se recomienda el uso de eslingas de lona, nylon u otro material semejante, las cuales se sujetan en el centroide del tubo, evitando daños en sus espigas (Figura 4.4).

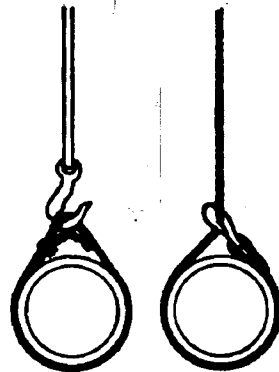


Figura 4.4. Uso de eslingas en la descarga de tubos de asbesto cemento de diámetro grande.

Cuando la obra se encuentra en ejecución, que es lo deseable, se bajan los tubos del camión directamente en el sitio de utilización, colocándolos a lo largo de la zanja para su instalación inmediata. En caso contrario, habrá que almacenarlos en pilas que pueden ser de sección cuadrada, rectangular o en forma de trapecio isósceles. Se aconseja que las estibas sean de dos metros de altura como máximo.

Para el almacenaje provisional en obra, se escoge un lugar plano y se limpia dejándolo libre de hierbas, troncos, piedras o cualquier estorbo. Sobre dos polines de madera paralelos, separados $\frac{3}{5}$ del largo de los tubos, se van colocando en capas sucesivas, cada una de las cuales se separa de la siguiente con tablonces de 25 mm de espesor, espaciados entre sí 1.20 m como máximo.

La pila con sección de trapecio isósceles (Figura 4.5), se utiliza generalmente en el campo. Es la más económica puesto que sólo se necesita clavar cuñas en los polines de desplante o hincar estacas en el suelo para contener lateralmente la primera capa, pues en las siguientes, los tubos van colocados en las depresiones que forman los de la capa inmediata inferior.



Figura 4.5. Pila de sección trapezoidal, para el almacenaje de los tubos en obra.

La pila de sección cuadrada o rectangular (Figura 4.6), se forma colocando sucesivamente dos capas de tubos sobre tablonces de madera a manera de separadores, provistos de bloques o de cuñas en las partes extremas para evitar que los tubos rueden. Es más aconsejable porque al distribuir mejor las cargas y facilitar las maniobras, permite el aumento de altura con la consiguiente disminución del área de almacenaje. Tiene el inconveniente de estar supeditado al factor económico que representa el alto costo de la madera.

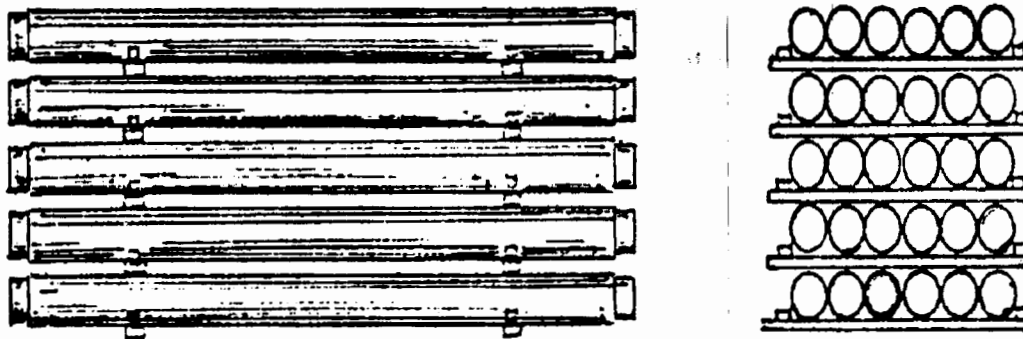


Figura 4.6. Pila de sección cuadrada o rectangular para el almacenaje de los tubos en obra.

Los coples de los tubos de asbesto-cemento se almacenan con los mismos cuidados requeridos por el tubo: en patios protegidos, alejados del tránsito continuo, en posición vertical y en rimeros de acuerdo a su diámetro y clase, con altura adecuada a las necesidades del manejo.

Los anillos de hule se seleccionan por diámetro y clase; se guardan bajo cubierta, en sitio oscuro y fresco, lejos del alcance de los rayos del sol, y no se sacan sino a medida que el uso lo demande.

4.1.2 Transporte y manejo de tubos de PVC

Es común que los tubos de pequeño diámetro se entreguen en atados, lo cual facilita su manejo. El material utilizado para efectuar las ataduras no debe dañar los tubos.

Si se transportan en camiones o carro de ferrocarril, los tubos deben colocarse en superficies planas (Figura 4.7). En lo posible debe evitarse la carga mixta, pero si es inevitable, los tubos deben acomodarse de manera que no se dañen. Los tubos se pueden introducir dentro de otros para aprovechar al máximo la capacidad del transporte y economizar en el flete. En el transporte, la altura de estiba no debe exceder de 2.5 m.

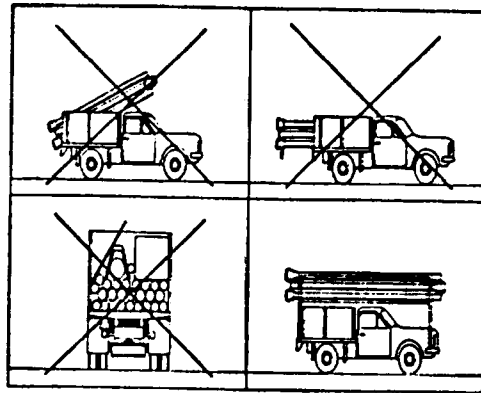


Figura 4.7. Transporte de tubos de PVC.

En la Figura 4.8 se muestra la colocación adecuada de los tubos en la estiba. En época de calor y en transporte a larga distancia, debe protegerse la carga y dejarse un espacio entre la cubierta y los tubos, que permita la circulación de aire con el fin de evitar deformaciones que se pueden producir por el peso de los propios tubos y la temperatura ambiente.

Durante la carga y descarga de los tubos, no deben arrojarse al suelo, someterlos a peso excesivo o golpearlos (Figura 4.9). Se recomienda que por lo menos dos hombres se encarguen de la labor. En el caso de utilizar medios mecánicos para carga o descarga, deben utilizarse elementos que no dañen los tubos, tales como eslingas de nylon, fajas de lana, etcétera (Figura 4.4).

Los tubos no deben arrastrarse, golpearse contra el suelo o herramientas. Lo más conveniente es no desatarlos para su manejo (Figura 4.10).

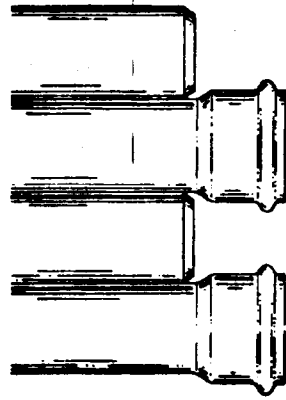


Figura 4.8. Colocación de los tubos en la estiba.

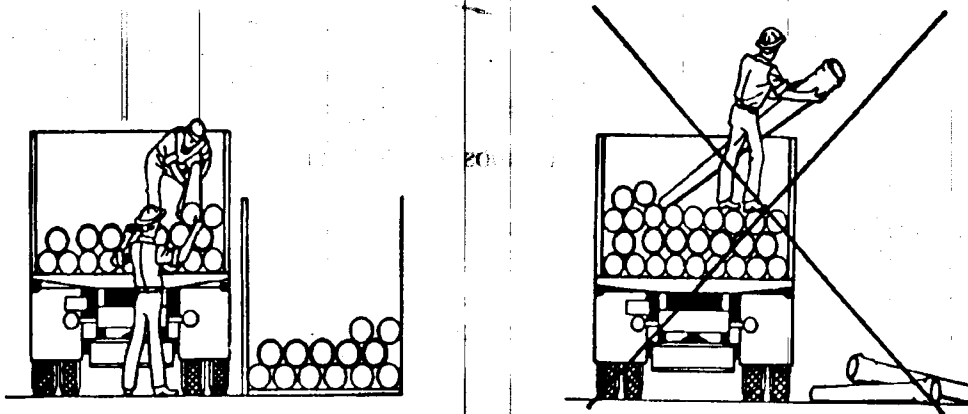


Figura 4.9. Descarga a mano de los tubos de PVC: a) correcta y b) incorrecta.

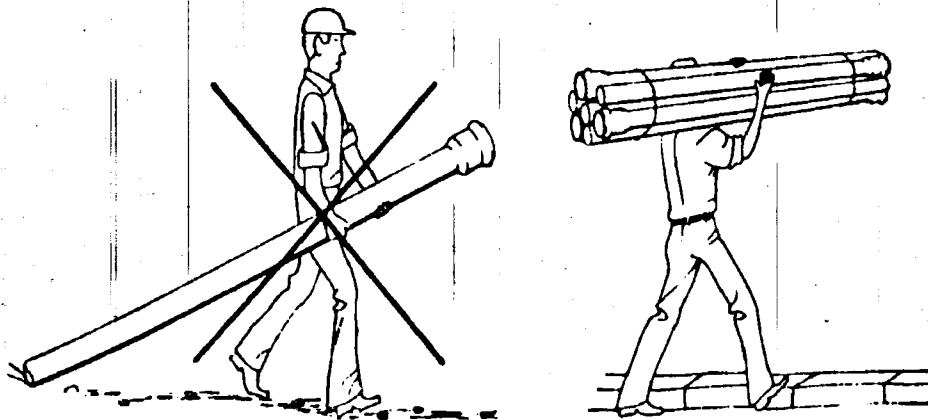


Figura 4.10. Transporte de los tubos de PVC, en obra.

Como para el caso de los tubos de asbesto-cemento, el sitio de almacenaje de los tubos de PVC debe estar cercano al lugar de la instalación; la superficie debe estar nivelada y libre de piedras. La primera capa de tubos se apoya sobre tiras de madera, las cuales deben tener una separación no mayor de 1.5 m (Figura 4.11).

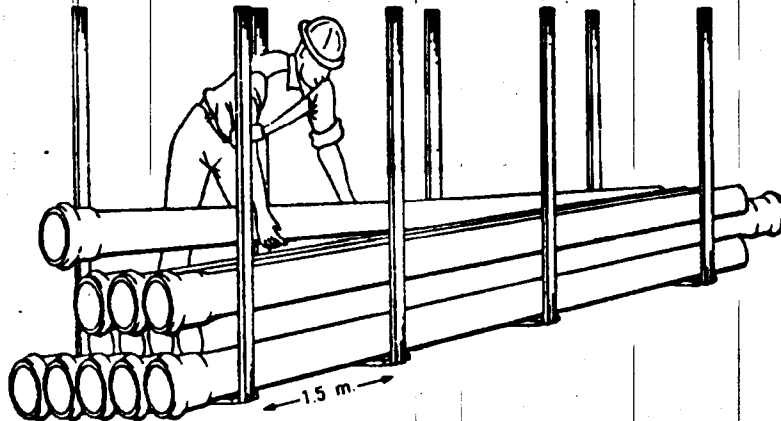


Figura 4.11. Manejo de tubos de PVC para almacenaje.

No deben hacerse estibas con altura mayor a 2 m, cuidando que la colocación de los tubos sea alternada (Figura 4.12). Si se cuenta con suficiente espacio, la estiba más recomendable es la de camas perpendiculares (Fig. 4.12a). Si se cuenta con espacio reducido, es aplicable la estiba de camas paralelas (Fig. 4.12.b). En el caso de tener pocos tubos pueden estibarse en forma piramidal (Fig.4.12.c).

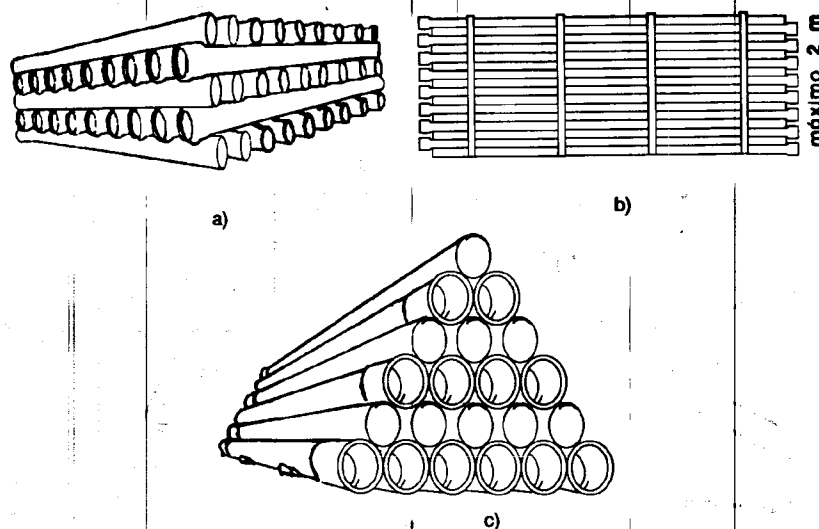


Figura 4.12. Tipos de estiba de los tubos de PVC.

Si los tubos se van a almacenar por más de 30 días, deben estar bajo techo con suficiente ventilación. No deben cubrirse con lonas o polietileno porque se aumenta la temperatura causando deformaciones.

Como en el caso de cualquier tipo de tubo, no deben tenderse a la orilla de la zanja y permanecer ahí durante mucho tiempo. Se trasladan desde el sitio de almacenamiento al de instalación conforme se vayan necesitando.

Las conexiones se entregan en cajas o sueltas si son muy grandes; deben tenerse los mismos cuidados que con los tubos.

Los anillos de hule son degradados por el sol y deformados por el calor excesivo; en consecuencia, deben almacenarse en lugar fresco y cerrado, e impedir que tengan contacto con grasas minerales. Deben entregarse en cajas o bolsas, pero no en atados. Para identificarlos fácilmente deben marcarse de acuerdo al uso que se destinen y según la medida nominal.

4.2 Trazo

No es necesario usar tránsito en el trazo para la apertura de las zanjas. Se pueden utilizar balizas o simplemente un hilo fuerte o cuerda tensa, tendida en el tramo que se excavará, o de crucero a crucero, en el caso de la red de distribución. En el caso usual de zanjas de poca profundidad (hasta 1 m para diámetros hasta 101.6 mm), se marcan con cal sobre el pavimento dos líneas paralelas, separadas entre sí 50 o 60 cm. Si no hay pavimento, el trazo se puede hacer picando el terreno con un zapapico, a lo largo de la cuerda tendida, o bien hincando estacas cada 20 m para sujetar a ellas las cuerdas, de manera que no se pierda la línea al iniciar la excavación. A medida que se van alcanzando profundidades de 20 ó 30 cm, los mismos peones se encargan de retirar las cuerdas para que no estorben y puedan ser utilizadas en el trazo de otros tramos.

En términos generales, la apertura de zanjas para la instalación de tuberías de la red de distribución se hace en la parte lateral de la calle que más convenga, dejando unos 50 cm libres entre el cordón o guarnición de la acera y la orilla de la zanja. La línea central o eje de la calle, se reserva para la instalación de tuberías de la red de alcantarillado.

4.3 Ruptura de pavimentos

Los pavimentos pueden ser empedrados, adoquinados, de asfalto o concreto. Siempre que sea posible, el material que resulta de la ruptura de pavimentos se coloca de un solo lado de la zanja, usualmente del lado de la banqueta, utilizando el otro lado más amplio para acumular el producto de la excavación propiamente dicha, con el objeto de no revolver los materiales y poder utilizar el escombro, producto de la ruptura del pavimento, en su reconstrucción provisional. Cuando el relleno se consolide y no exista posibilidad de asentamientos posteriores, se procede entonces a la reconstrucción definitiva del pavimento. El ancho de la excavación que señala el proyecto, multiplicada por la longitud real excavada, proporciona la cantidad en metros cuadrados que debe pagarse al contratista.

Solamente en casos especiales, y a juicio del ingeniero encargado de la supervisión de la obra,

se puede ampliar el concepto de ruptura y reposición de pavimentos, como por ejemplo, cuando se originan derrumbes por causas no imputables al contratista.

4.4 Excavación

La excavación se puede efectuar por una de las formas aprobadas: manualmente, por retroexcavadora, por draga o por máquina zanjadora.

Las zanjas se deben abrir únicamente lo suficiente para el avance en la instalación de la tubería; la excavación no debe rebasar los 200 m adelante del frente de instalación del tubo. Al evitar largos tramos abiertos, muy a menudo se reduce y aún elimina el bombeo o ademado, la posibilidad de inundación y la socavación originada por el agua freática con los consiguientes derrumbes e inconvenientes al tránsito y trabajadores. Para facilitar la maniobra de bajar y colocar los tubos en el interior de las zanjas, es buena práctica dejar un pasillo de unos 60 cm de ancho a la orilla de la zanja, completamente libre de material excavado. Sin embargo, es frecuente que el contratista se resista a mantener despejado el pasillo porque se ve obligado a distraer personal extra en la ejecución de ese trabajo sin percibir pago adicional.

La excavación se realiza aflojando el material manualmente o con equipo mecánico. Los factores que determinan el ancho de la zanja son: el diámetro exterior de la tubería, procedimiento de acoplamiento tomando en cuenta el espacio suficiente que permita al operario colocar la plantilla, hacer el acoplamiento, acostillar, rellenar y consolidar los rellenos; y el ancho suficiente para no incrementar la carga del relleno sobre la clave del tubo. Normalmente, el ancho de la zanja se recomienda que sea de 60 cm más el diámetro exterior del tubo.

La profundidad de la zanja se recomienda de 1.00 m, más el diámetro exterior del tubo y el espacio requerido para la plantilla. Una profundidad relativamente escasa provocará que la carga viva incidente sea notable; si sucede lo contrario, la carga muerta del relleno que actúa sobre la clave, será mayor.

Las excavaciones de zanja para la instalación de la tubería incluyen las siguientes operaciones: afloje del material y su extracción; amacice o limpieza de plantilla y taludes de las zanjas y afines; remoción del material producto de las excavaciones; conservación de las excavaciones hasta la instalación satisfactoria de la tubería y extracción de derrumbes.

Para fines de pago, la excavación de zanjas se mide en metros cúbicos con aproximación de una decimal.

4.4.1 Clasificación del material excavado

Para clasificar las excavaciones en cuanto a la dureza del material, se entiende por "material común", la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etcétera, que cubiquen aisladamente menos de 3/4 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como "roca fija".

Se entiende por roca fija la que se encuentra en mantos con dureza y textura que no pueda

ser aflojada o resquebrajada económicamente con el uso del zapapico, y que sólo puede removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 m³. Cuando el material común se encuentra entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija, se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

4.4.2 Medidas de seguridad

Cuando la excavación se realice en roca fija y en zonas pobladas se permite el uso de explosivos, y habrá que cubrir la zanja con madera aserrada o ramas de árbol para evitar el lanzamiento de fragmentos de roca que puedan causar daños en la propiedad vecina y aún en la vida de sus moradores. Antes de cada explosión se da aviso a los vecinos del tramo en cuestión para que no salgan de sus casas; además, se montan guardias en los cruceros adyacentes para cerrar el acceso a los peatones. Cuando la madera de protección se utiliza repetidas veces, se daña rápidamente por el efecto de las explosiones y al poco tiempo no quedan más que astillas. Por esto, en caso de que la roca fija por remover sea una cantidad considerable, se recomienda usar en vez de madera, mallas rectangulares tejidas con cuerda de 2.54 o 3.8 cm de diámetro y agujeros de la misma dimensión. Estas redes resultan pesadas por su tamaño, por lo que se manipulan con ayuda de tecles y trípodes metálicos fabricados con tubos que pueden ser de desperdicio, de 5 o 7.6 cm de diámetro y 3 m de largo, según el caso, atendiendo al tamaño y desde luego, al peso de la malla.

En terrenos arenosos o de poca consistencia que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación y por ende la vida de los trabajadores, no se podrán hacer las paredes verticales, sino en forma de talud y en ocasiones habrá que recurrir a la colocación de ademes y puntales, dependiendo uno u otro sistema del costo.

Se deben tomar precauciones razonables en todo tiempo, para procurar seguridad a los trabajadores de la obra y personas en general, observando las medidas necesarias para prevenir accidentes. En lo que respecta al tránsito de vehículos, se mantendrán abiertos los caminos sujetos a interferencia por el trabajo, o en su defecto se indicarán las desviaciones adecuadas. Las calles cerradas al tránsito se protegen con señales, sobre las cuales se colocan luces rojas, y signos de desviación. Se tendrá cuidado de que las luces instaladas permanezcan encendidas o ardiendo desde la puesta hasta la salida del sol, para que señalen el peligro durante la noche, cuando ha terminado la jornada de trabajo. En caso necesario se pondrán hombres responsables con banderas para dirigir el tránsito de los vehículos.

Se tendrá cuidado de poner tablas de suficiente escuadría sobre la zanja abierta en las bocacalles, para el paso de peatones, con un barandal protector o pasamanos cuando se trate de zanjas anchas y profundas.

Se debe proporcionar a los trabajadores el equipo necesario para la ejecución del trabajo en condiciones de seguridad, tal como: botas altas de hule para trabajar en zanjas anegadas; guantes de cuero para manipular cables y tubos así como cascos metálicos o de plástico. El equipo de

seguridad debe reponerse cuando deje de ser eficiente.

Es necesario disponer de los medicamentos y materiales de curación indispensables para que oportunamente y de una manera eficaz, se presten los primeros auxilios en caso de accidentes.

Cuando hay más de cien trabajadores en servicio, se recomienda establecer una enfermería, dotada de los medicamentos y material de curación indispensables para atención médica de urgencia.

4.4.3 Afinación de la excavación

Para que la tubería que posteriormente se instale quede a la profundidad señalada, se afinan los últimos diez centímetros del fondo de la excavación, pero con la menor anticipación posible a la colocación de los tubos. Si transcurre mucho tiempo entre ambas operaciones, tendrá que hacerse una nueva afinación, la cual será por cuenta del contratista. El terreno cortado y expuesto a la intemperie se seca, raja, derrumba e inunda con la consiguiente necesidad de reparación y acondicionamiento.

4.5 Plantilla

Las condiciones bajo las cuales se instala la tubería, influyen en su capacidad para resistir las fuerzas combinadas de presión interna y carga externa en la zanja. En el fondo de la zanja se coloca una plantilla de material seleccionado con espesor mínimo recomendable de 10 cm, que deberá presentar una superficie nivelada, alineada y debidamente compactada; además se efectuarán concavidades, donde estarán alojadas las juntas de acoplamiento y accesos para retirar los cables o eslingas durante las maniobras de colocación. La plantilla sirve como sostén de la tubería en toda su longitud, con excepción de las juntas de acoplamiento (Figura 4.13).

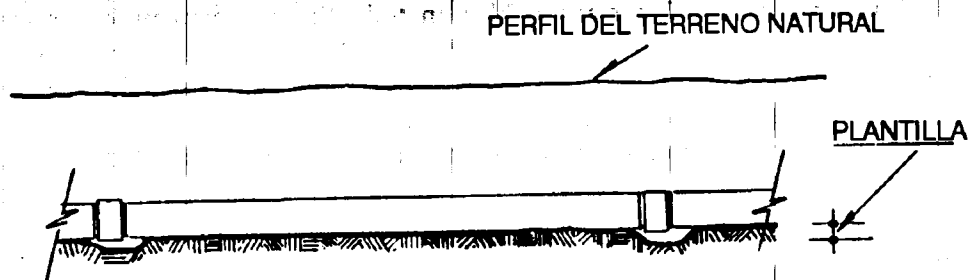


Figura 4.13. Plantilla de la tubería.

La construcción de la plantilla durante la instalación de la tubería, es la base para el soporte final que asegura la estabilidad de la línea, y debe cumplir con dos condiciones: 1) que el tubo se apoye en toda su longitud sobre un lecho firme y uniforme, y 2) que los coples o campanas no descansen sobre el lecho duro de la zanja.

Aún siendo el terreno de características suaves, es necesaria la plantilla, pues proporciona al tubo nivelación adecuada y sobre todo permite repartir perfectamente su carga. La plantilla deberá estar exenta de piedras, raíces y afloramientos rocosos, y se apisonará hasta que el rebote del pisón indique que se ha logrado la mayor compactación posible, lo que se consigue humedeciendo los materiales que forman la plantilla, al tiempo que se apisona. El apisonado puede hacerse con pisón metálico o equipo.

Para fines de pago, la construcción de la plantilla se mide en metros cúbicos con aproximación a una decimal.

4.6 Acoplamiento de la tubería

El descenso de la tubería a la zanja puede considerarse como la primera etapa del acoplamiento, y su avance se verá incrementado dependiendo de la experiencia del personal que lo realice. En el momento de iniciar el descenso y acoplamiento debe tenerse lista la zanja con el encamado adecuado, debidamente nivelado y compactado, así como haber practicado las conchas o concavidades donde se alojarán los coples, o campanas de los tubos.

La tubería se tendrá alineada y debidamente distribuida a un lado de la zanja con anticipación, de tal manera que durante el descenso a la zanja ocupe su posición final.

La bajada a mano, se limita para tubos ligeros y a profundidades de zanja menores de 1.50 m y con paredes firmes y a plomo.

Se usarán cables, cuando las profundidades sean mayores de 1.50 m o las paredes de la zanja presenten bordes duros que puedan dañar los tubos o existan ademes en la zanja.

Deberán usarse como mínimo dos cables y con los hombres necesarios para repartir el peso del tubo, a razón de 100 kg por persona aproximadamente. Los cables se fijarán en uno de sus extremos a estacas clavadas en el piso o bien, se sujetará el extremo del cable firmemente aplastándolo con el pie al piso, anudando la punta para evitar el deslizamiento.

Se arrollan los tubos con una o dos lazadas, según su peso o dificultad de descenso dejando por el lado de afuera los cabos que sostienen los operarios, para facilitar el deslizamiento y frenado en la operación de descenso del tubo.

Los cables no deberán retirarse, hasta que el tubo quede acoplado, con el fin de poder moverlo si es necesario por defecto en el acoplamiento.

Para bajar tubos con equipo mecánico, pueden utilizarse: grúas, tecles y poleas diferenciales, etc. Su uso es limitado por los costos y dificultades de transporte, pero es muy útil en tubos de grandes diámetros, pues se aprovechan para el acoplado de los tubos dentro de las zanjas, como se describirá al tratar sobre acoplamiento y tendido de tuberías.

En tuberías de asbesto cemento se deja un espacio entre los extremos de la tubería para poder introducir los coples de modo que sólo sea necesario el ajuste final; con esto se evitarán maniobras innecesarias dentro de las zanjas.

En las tuberías de PVC, para obtener comodidad en la instalación, se recomienda que en el sistema de espiga-campana, las campanas se coloquen en el sentido contrario al flujo de agua (Figura 4.14), aún cuando el sentido en contra del flujo no perjudica en nada al funcionamiento de la tubería.

Antes de acoplar los tubos es conveniente revisar el interior de cada uno, a fin de eliminar cualquier posible obstrucción.

Para fines de pago, la instalación de tubería se mide en metros con aproximación de un décimo, e incluye las siguientes actividades: revisión de tuberías, juntas y materiales para certificar su buen estado; maniobras y acarros para colocarla a un lado de la zanja; instalación y bajado de la tubería; prueba hidrostática con el manejo del agua y reparaciones que se requieran.

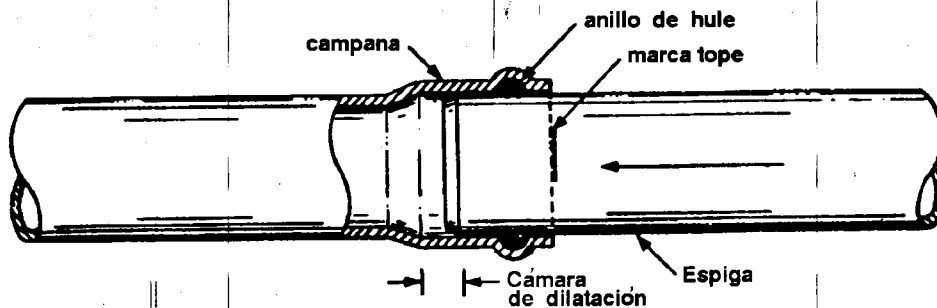


Figura 4.14. Colocación de las campanas con respecto al flujo del agua en los tubos de PVC.

Como los nuevos tipos de juntas han substituido, en gran parte, a las juntas rellenas con plomo, compuestos de azufre y cemento, no se presentarán aquí los detalles de estos antiguos tipos de juntas.

4.6.1 Acoplamiento de tuberías de asbesto-cemento

Antes de iniciar el acoplamiento se verificará que tanto el cople como espigas de la tubería y anillos de hule sean correspondientes y estén en buenas condiciones, además de estar limpios y libres de cualquier materia extraña. A continuación se insertan los anillos de hule empujándolos hasta la parte inferior de la ranura del cople. Para lograr el acoplamiento será suficiente una capa de lubricante con espesor mínimo, aplicado en el primer extremo maquinado de la espiga del tubo sin dejar plastas y partes sin lubricar. Es de suma importancia evitar el uso de grasas o aceites minerales que van en detrimento del anillo de hule, por lo que se sugiere el uso del lubricante que proporcione el mismo fabricante de tuberías de presión de asbesto-cemento.

En las tuberías de 60 a 150 mm de diámetro se pueden acoplar fácilmente y al mismo tiempo las dos espigas, mediante el uso de una barreta y una cruceta de madera.

Primeramente se coloca el cople entre ambas espigas de los tubos a instalar, haciendo que la primera coincida en el emboquillado del cople correspondiente, y la otra la mueva hasta que coincida con el cople, igual que se hizo en el caso anterior, posteriormente se clava una barreta en el fondo de la zanja, directamente atrás del último tubo que se va a instalar colocando una cruceta de madera entre dicha barreta y la sección transversal del mismo hasta lograr el acoplamiento (Figura 4.15).

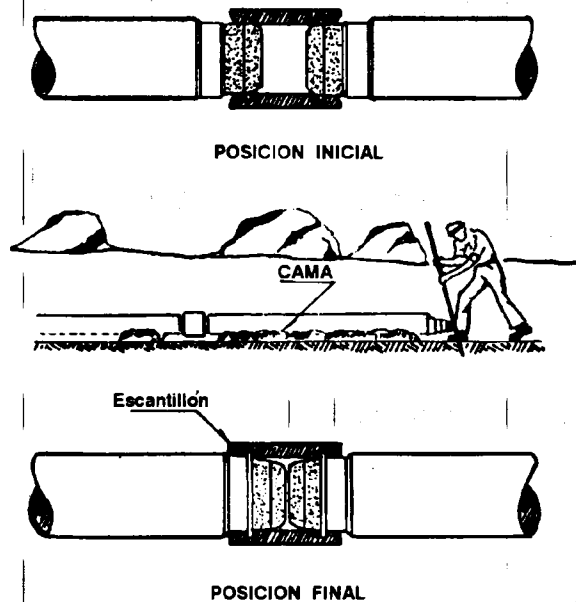


Figura 4.15. Acoplamiento de tuberías de asbesto-cemento.

En las tuberías mayores o iguales a 200 mm de diámetro, no se recomienda acoplar simultáneamente las dos espigas, como anteriormente se explicó. La manera de hacerlo es la siguiente: se coloca el cople entre ambas espigas de los tubos, haciendo que la primera coincida con el emboquillado del cople correspondiente, a continuación se pone una cruceta de madera en el otro extremo del cople y se desliza el tubo a instalar hasta que toque con la cruceta de madera, posteriormente se ejecuta el primer acoplamiento, ya sea por cualquiera de los métodos mecánicos como tirfor, gato de escalera, diferencial, retro excavadora indispensables para lograr el tirón final y de esta manera acoplar la tubería; después se retira un poco el tubo a instalar quitando la cruceta de madera y el cople, se hace coincidir nuevamente la espiga del tubo con el emboquillado de dicho cople y se efectúa el segundo acoplamiento siguiendo la misma secuencia que se explicó anteriormente (Figura 4.16).

La última etapa del acoplamiento consiste en verificar que los anillos estén correctamente colocados, lo cual se logra mediante un escantillón, que al introducirse, deberá tocar el anillo en todo su alrededor, en caso contrario será necesario desacoplar y repetir nuevamente la operación. Es muy importante tener especial cuidado en la parte inferior del cople, ya que puede pasar inadvertida la colocación incorrecta de los anillos, debido posiblemente a que en la espiga del tubo

en esa región le hubiera faltado lubricante, o bien que al efectuar el acoplamiento dicha espiga hubiera eho un movimiento en falso capaz de sacar el anillo del surco del copele como consecuencia de la presencia de impurezas (tierra, materia orgánica, hielo) que no se hubieran limpiado.

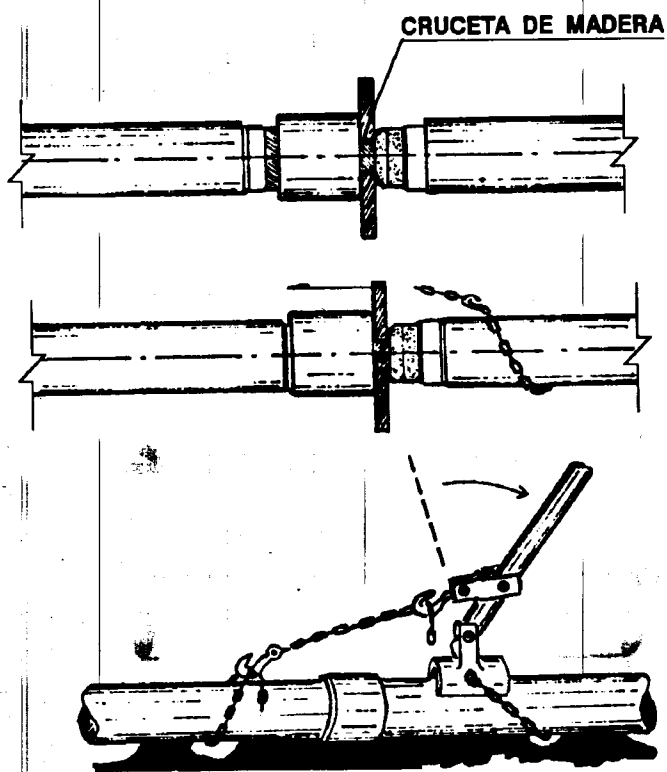


Figura 4.16.

El escantillón se puede construir con un fleje de acero como se muestra en la (Figura 4.17).

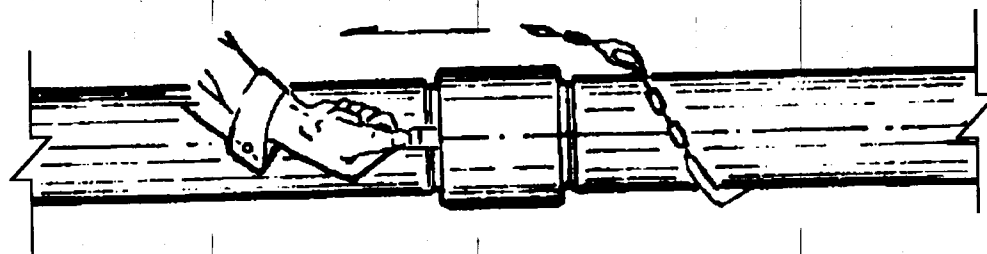


Figura 4.17. Escantillón.

4.6.2 Acoplamiento de tuberías de PVC

a) Acoplamiento dentro de la zanja

Se bajan los tubos a las zanjas y se acoplan. Para esta operación no se requieren herramientas especiales, ya que en diámetros de 50 hasta 400 mm el acoplamiento se puede hacer manualmente o bien utilizando un taco de madera y una barreta con la cual se hace palanca, (Figura 4.18). Para diámetros de 450 a 630 mm el acoplamiento se hace con la ayuda de un tecele (montacarga de palanca), de una tonelada de capacidad, dos tramos de cadena de 3/8" de diámetro, con ganchos, por tres metros de longitud cada una, (Figura 4.19).

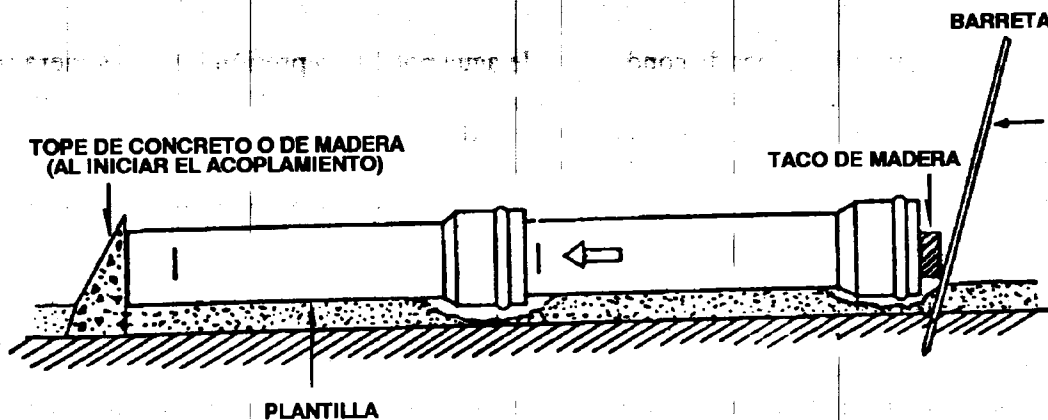


Figura 4.18. Acoplamiento de tubería de PVC dentro de la zanja

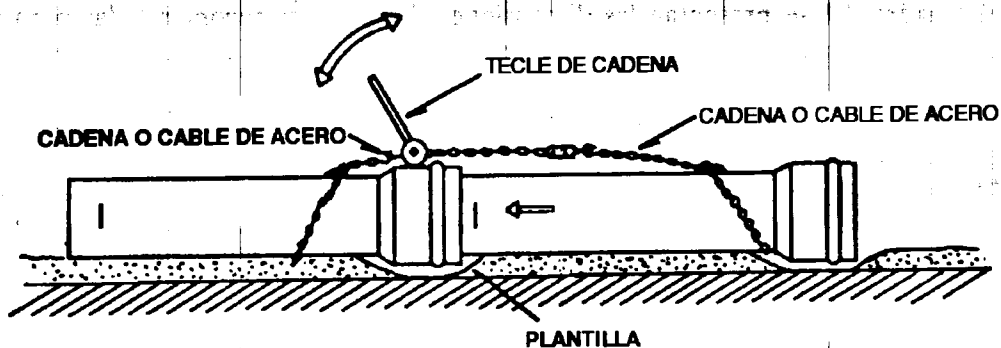


Figura 4.19. Acoplamiento de tubos de PVC con un tecele de cadena.

b) Acoplamiento fuera de la zanja

Siempre que sea posible, se recomienda que los tubos de PVC y conexiones se acoplen fuera de la zanja.

Una vez efectuada la unión de varios tramos, se procede a bajar la hilera de tubos a la zanja; se coloca en la zanja sin dejarla caer, para lo cual se emplean cables y varias personas (una para cada tramo); cuidando de no desacoplar, lo cual se comprueba revisando la posición de la marca de entrada en la espiga de cada tramo.

4.7 Atraques

Debido a que en las líneas de conducción de agua potable la presión interna genera esfuerzos axiales en los cambios de dirección como codos y tes, se requiere construir apoyos en la tubería llamados atraques, que tienen la finalidad de evitar que la línea se mueva y se afecte su acoplamiento como consecuencia del empuje producido por la presión. La magnitud del empuje es igual al producto de la presión de agua por el área de la sección de la tubería, y puede alcanzar varias toneladas.

Los atraques constituyen medios de anclaje entre la tubería, accesorios y pared de la zanja; se construyen de concreto ($f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$) elaborado con una mezcla integrada por una parte de cemento, seis y media de arena limpia, siete de grava de $3/4$ de pulgada (20mm), y dos un cuarto de agua, para 8 a 10 cm de revenimiento.

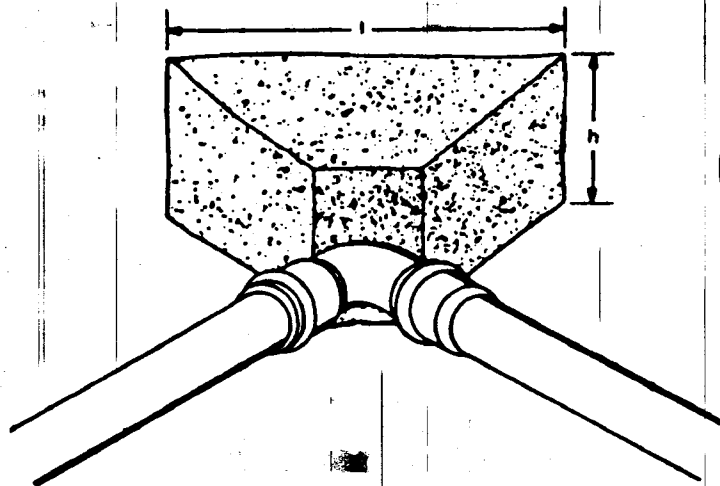
Los atraques se construyen de forma tal que la superficie de apoyo esté en línea directa con la fuerza generada en el tubo o accesorio (Fig. 4.20).

En el Cuadro 4.1 se presentan las dimensiones de atraques recomendadas para tubos de PVC, calculadas considerando una presión de prueba de 15 kg/cm^2 y tipo de suelo semifirme (2 kg/cm^2).

En terrenos inclinados, con riesgo de derrumbe o en donde las aguas de escurrimiento puedan socavar el lecho de la tubería, debe asegurarse con atraques. En caso de inclinación mayor o igual a 45 grados, debe atracarse cada acoplamiento.

G- 612016

Diámetro nominal de la tubería, en mm		Medidas de los atraques en cm							
		codos de 90°		tes y topones de terminales		codos de 45°		codos de 22.5°	
serie inglesa	serie métrica	h	l	h	l	h	l	h	l
38	50	10	20	10	20	10	15	10	10
50	63	15	20	10	20	10	20	10	15
60		15	35	10	30	10	25	10	20
75	80	20	35	15	35	15	30	10	20
	100	20	35	15	35	15	30	15	20
100		20	50	15	45	15	35	15	25
150	160	30	65	25	60	25	50	20	35
200	200	40	90	30	85	30	65	25	45
	250	50	90	40	85	40	65	30	45
	315	65	115	50	105	50	80	35	60
	355	70	130	55	120	55	95	40	65
	400	80	145	60	140	60	105	45	75
	450	90	165	70	150	70	120	50	85
	500	100	180	75	170	75	130	55	90
	630	125	230	95	215	95	165	70	115



FACULTAD DE INGENIERIA

Cuadro 4.1

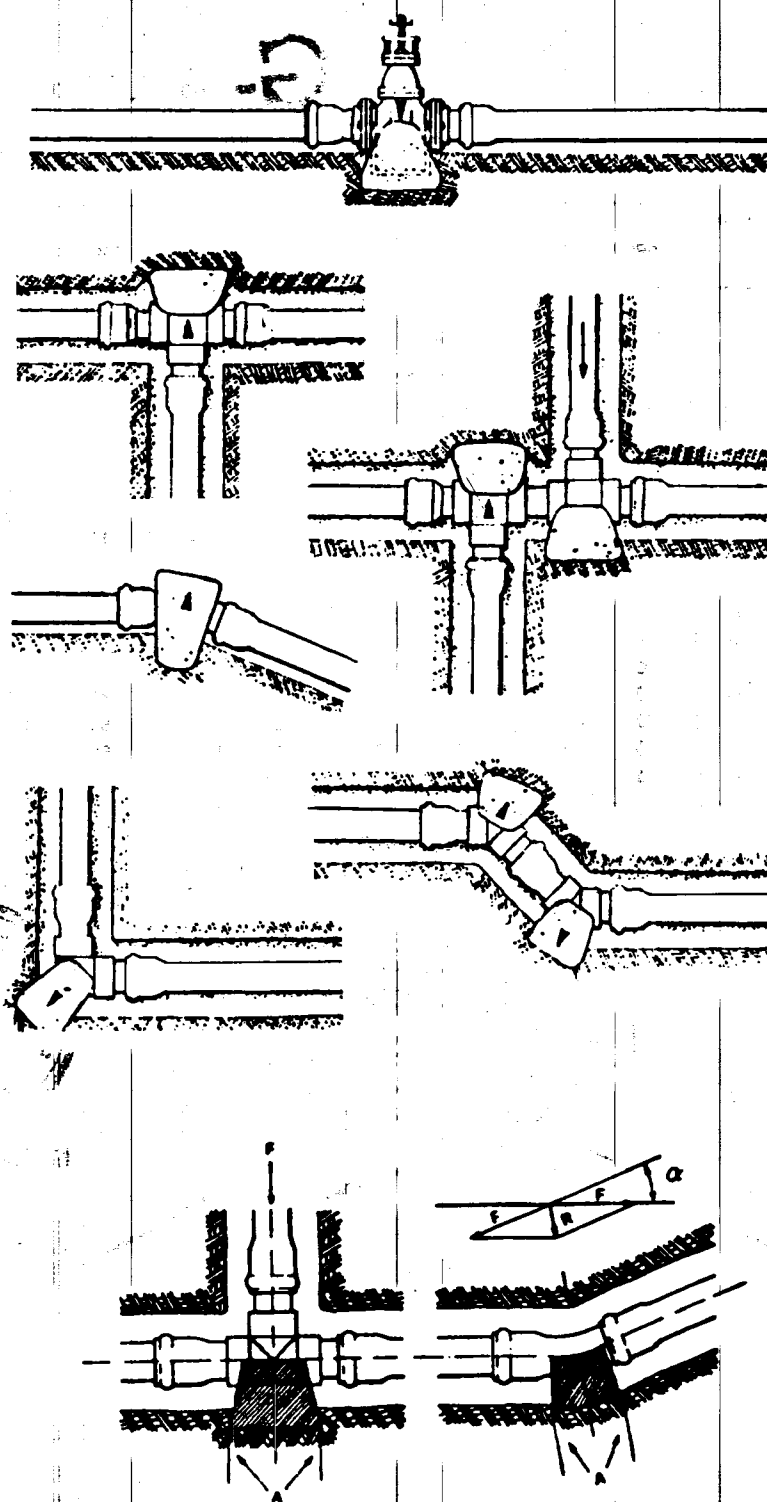


Figura 4.20. Superficie de apoyo (A) de los atraques.

4.8 Instalación de válvulas y piezas especiales

Para el funcionamiento hidráulico del sistema, se requieren los siguientes dispositivos:

Válvulas de:

- Seccionamiento
- Eliminación de aire
- Admisión y expulsión de aire
- Desfogue
- Reducción y regulación de presión
- Alivio de presión y amortiguadoras del golpe de ariete.

Para fines de pago, la colocación de válvulas se mide en piezas.

4.8.1 Instalación de válvulas en tuberías de PVC

Dependiendo del tipo de válvula que se requiera y del diámetro de la línea de conducción, las válvulas pueden ser instaladas mediante una abrazadera, o con extremidades bridadas debidamente ancladas en concreto (Figura 4.21).

4.8.2 Instalación de válvulas en tuberías de asbesto cemento

Para conexiones de la tubería en las intersecciones, cambios de dirección, variación de diámetros y con válvulas, se requiere el uso de "piezas especiales" de fierro fundido, las cuales se fabrican para todos los diámetros de tuberías.

Las piezas especiales de fierro fundido se conectan entre sí o a las válvulas por medio de bridas y tornillos y con un empaque de sellamiento intermedio, que puede ser de plomo, hule o plástico. La unión de estas piezas con la tubería se efectúa utilizando la "junta gibault", que se muestra en la Figura 4.22. y que permite conectar por una de sus bocas una "extremidad" de fierro fundido, y por la otra una punta de tubería de asbesto-cemento. El sellamiento se logra por la presión ejercida con las bridas y tornillos sobre el barrilete y empaques de hule.

Las piezas especiales deben limpiarse antes de su instalación, removiendo tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior, o en las juntas.

Previamente al tendido de un tramo de tubería, se instalan los cruceros del tramo, colocando tapas ciegas provisionales en los extremos de los cruceros que no se conecten de inmediato. Tratándose de piezas especiales con brida, se le instala una extremidad a la cual se conecta una junta o campana de tubo, según sea que se trate del extremo liso de una tubería o de la campana de una tubería de macho y campana. Los cruceros se colocan en posición horizontal, con los vástagos de las válvulas perfectamente verticales, y estarán formados por los cruceros, codos, válvulas y demás piezas especiales que señale el proyecto.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

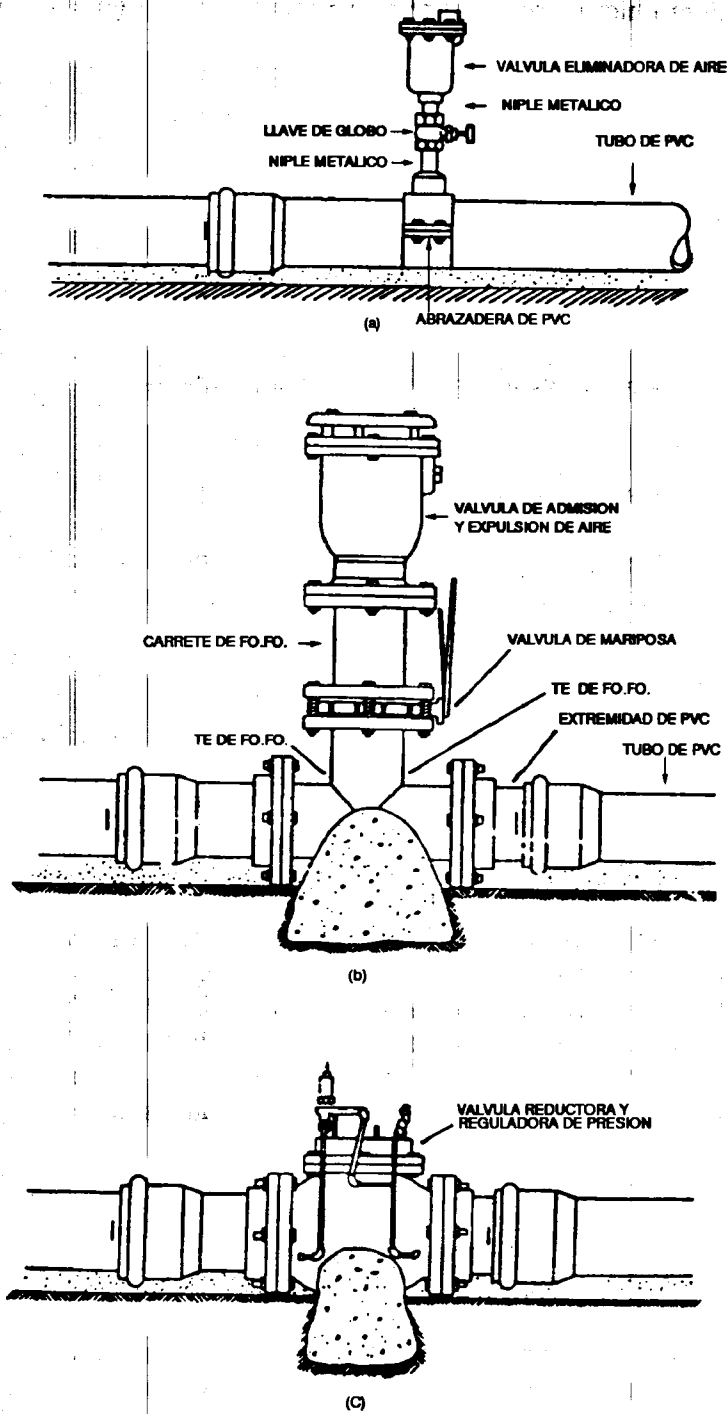


Figura 4.21

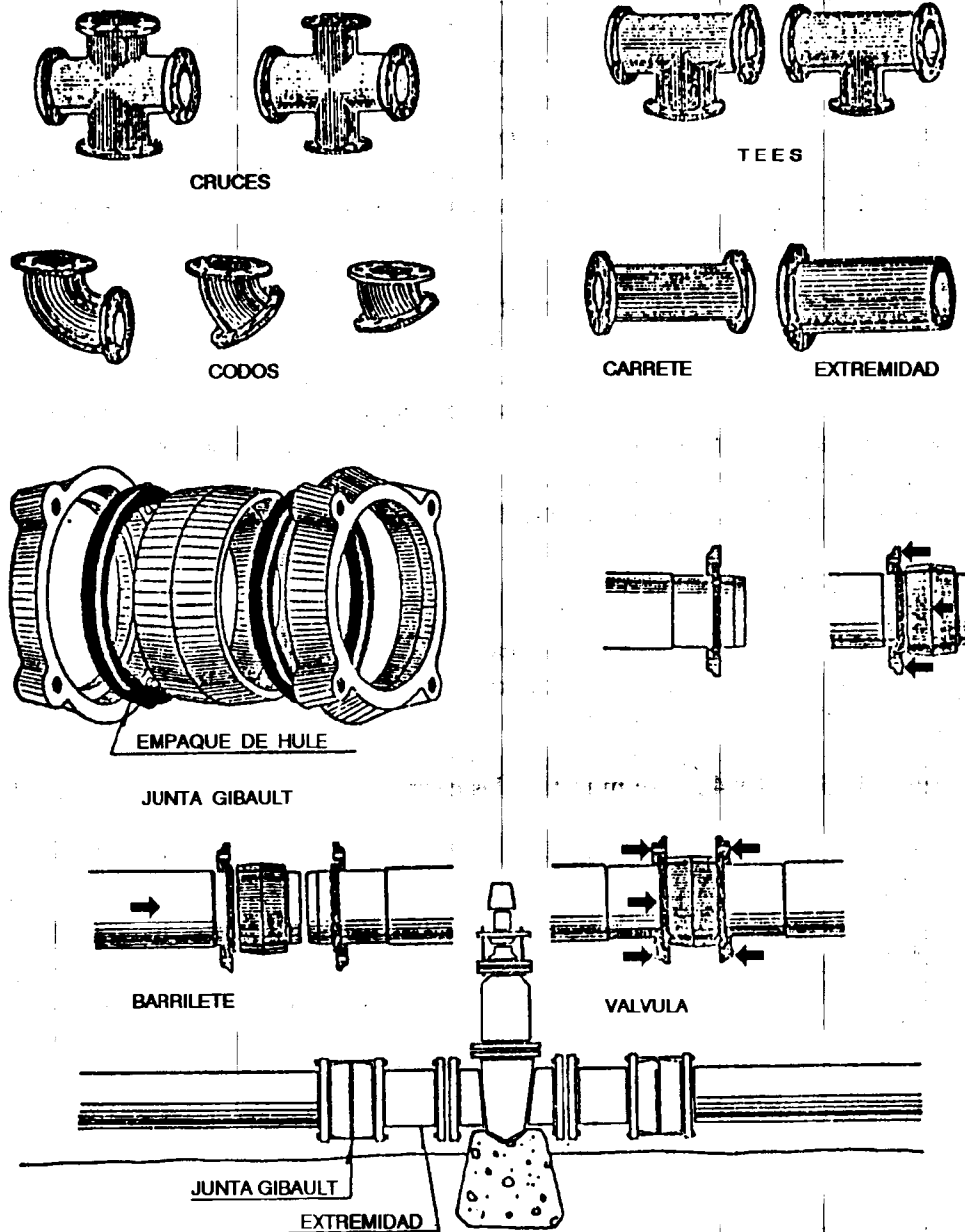


Figura 4.22 Piezas especiales de fierro fundido.

4.8.3 Cajas de operación de válvulas

Las cajas de operación de válvulas son las estructuras de mampostería y concreto construidas con el fin de alojar las válvulas y piezas especiales en cruceros de redes de distribución de agua potable, facilitando la operación de dichas válvulas.

Las cajas de operación de válvulas se construyen a medida que se van instalando las válvulas y piezas especiales que formarán los cruceros correspondientes. La construcción de la cimentación de estas cajas debe hacerse previamente a la colocación de las válvulas, piezas especiales y extremidades que formarán el crucero correspondiente, quedando la parte superior de la cimentación al nivel correspondiente para que queden asentadas correctamente y a sus niveles de proyecto las diversas piezas.

La caja para operación de válvulas es una estructura de mampostería de tabique con mortero de cemento y arena en proporción 1:3. Los tabiques deberán ser mojados previamente a su colocación y dispuestos en hiladas horizontales cuatrapeadas, con juntas de espesor no mayor que 1.5 cm. En caso de que el terreno sea de poca resistencia, la cimentación de las cajas de operación de válvulas quedará formada por una losa de concreto simple o armado, sobre la cual se apoyarán los cuatro muros perimetrales, debiendo existir una correcta liga entre la losa y los muros, los cuales se recubren interiormente con un aplanado de mortero de cemento arena en proporción 1:3 y de 1 cm de espesor, terminado con llana o regla y pulido fino de cemento. Se recomienda curar con agua los aplanados durante diez días.

Para fines de pago, la construcción de cajas de operación de válvulas para redes de distribución se mide en unidades, considerando como unidad una caja totalmente construida, incluyendo la colocación de su correspondiente tapa prefabricada de fierro fundido, o de concreto.

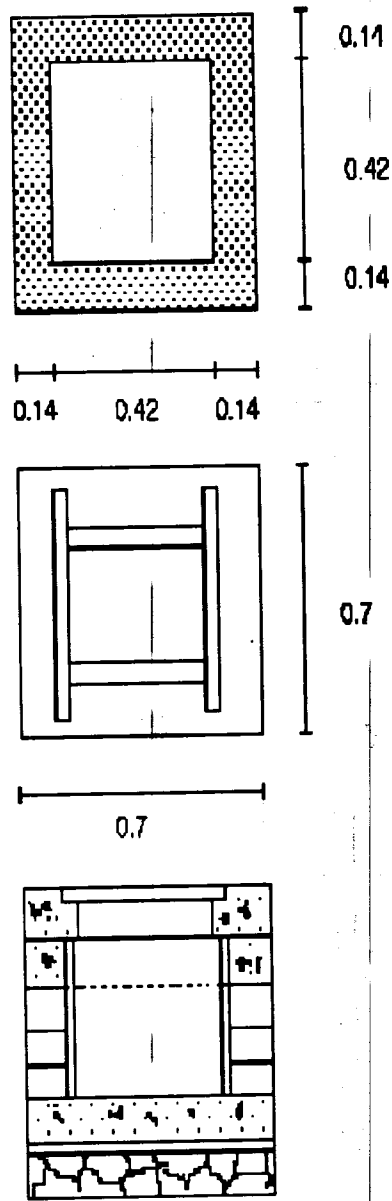
En las Figuras 4.23, 4.24 y 4.25, se muestran las características constructivas de los diferentes tipos de cajas.

4.9 Prueba hidráulica de la instalación

La finalidad de la prueba de presión hidráulica es verificar que no haya fugas de agua en la línea de conducción o red de distribución, lo cual indica que el acoplamiento de los tubos se hizo en forma correcta. Se recomienda probar tramos de 500 a 1000 m, y en el caso de redes la prueba debe hacerse entre crucero y crucero.

Para efectuar la prueba deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. Los atraques deben estar contruidos; se recomienda que la prueba se efectúe como mínimo 5 días después de terminado el último atraque.
2. La tubería debe estar correctamente apoyada y el relleno de la zanja debe ser parcial (Fig. 4.26), compactado a una altura mínima de 30 cm sobre el lomo del tubo, para mantener la tubería en posición y evitar que la presión del agua la levante. Todos los acoplamientos deben quedar visibles para comprobar su hermeticidad, y para efectuar cualquier reparación si fuese necesaria.



TIPO 1 MURO DE TANQUE 14 cm

Figura 4.23 Cajas de operación de válvulas.

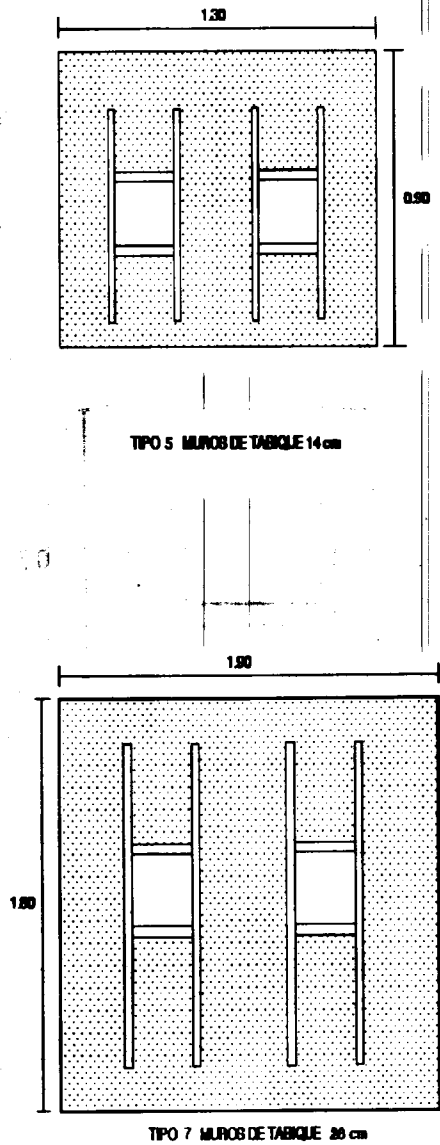


Figura 4.24

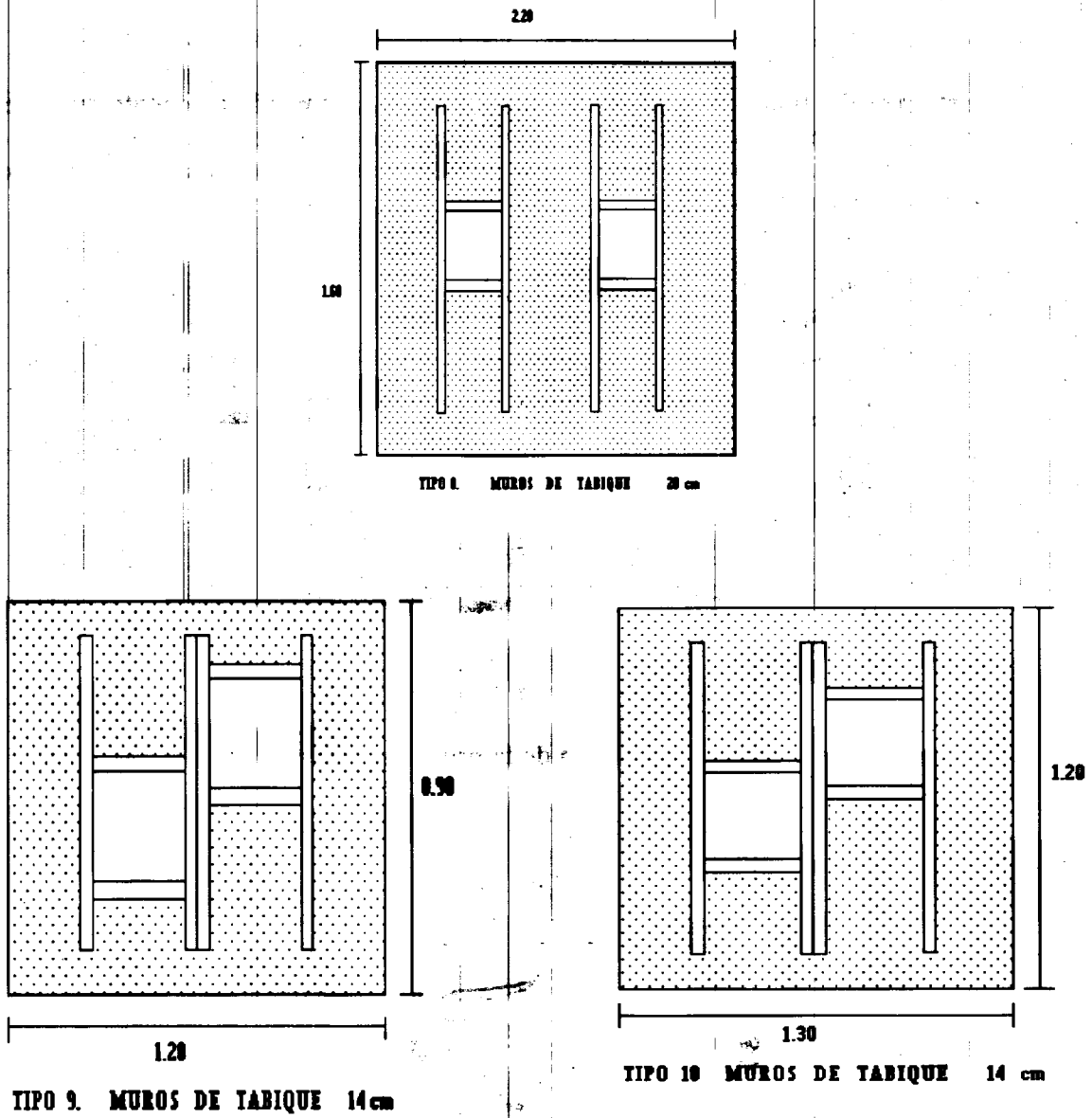


Figura 4.25

3. En el caso de tubos de PVC unidos por el sistema de cementado, la prueba hidráulica debe llevarse a cabo por lo menos 24 horas después de haberse terminado el último cementado.
4. Las válvulas eliminadoras de aire deben estar instaladas en los puntos adecuados.
5. Los extremos del tramo por probar deben estar tapados, tomando en cuenta que el empuje en estos puntos puede alcanzar valores muy altos; por consiguiente, los accesorios que se usen en la prueba deben ser lo suficientemente fuertes y estar colocados en forma adecuada para resistir dicho empuje sin que se dañe el tubo que se está probando.

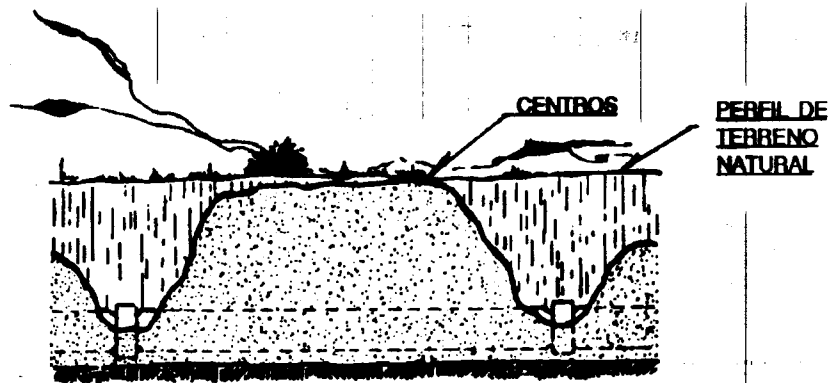


Figura 4.26

El equipo necesario para la realización de la prueba se muestra en la Figura 4.27.

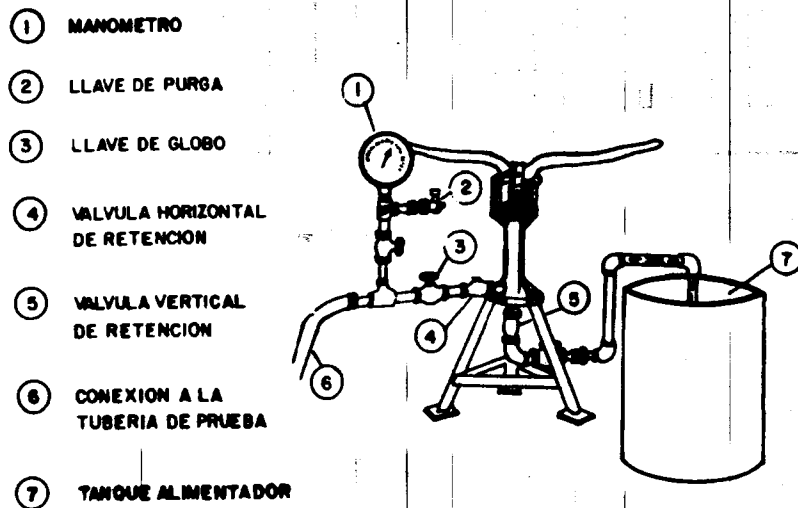


Figura 4.27. Equipo necesario para la prueba hidráulica.

Procedimiento

1. La prueba debe realizarse desde el punto más bajo del tramo a probar y consiste en dos etapas:

Primera etapa

Llenado de la tubería con agua a muy baja presión (máximo 1 kg/cm^2), y baja velocidad (máxima 0.6 m/s), lo cual tiene por objeto eliminar lentamente el aire del sistema y detectar las posibles fugas graves en la instalación.

Segunda etapa

En tuberías de PVC se aumenta la presión hasta 1.5 veces la presión de trabajo. Esto tiene por objeto comprobar la hermeticidad de la instalación a una presión mayor a la que funcionará normalmente la línea.

En el caso de tubos de PVC, durante los 15 minutos siguientes a la obtención de la presión de prueba, disminuye normalmente debido a la elasticidad de los tubos (la elasticidad aumenta cuando se incrementa la temperatura ambiente) y al acomodamiento de los anillos de hule.

En la práctica se recomienda dejar transcurrir otros 15 minutos como mínimo, después del descenso de la presión en el manómetro, para volver al valor deseado, el cual debe mantenerse entre 1 1/2 y 2 horas continuas.

En tubos de asbesto-cemento y tratándose de redes de distribución, la presión de prueba especificada será de 3.5 kg/cm^2 más la presión de trabajo. Cuando se trate de líneas de conducción, la presión de prueba será de 1.2 veces la presión de trabajo. Una vez alcanzada la presión de prueba, deberá mantenerse por lo menos durante dos horas. Las lecturas manométricas deberán tomarse en los puntos más bajos de la línea, asegurando que la presión de prueba no excederá a la especificada en cualquier parte de la línea

2. Cuando no existen fugas, las causas principales de disminución en la presión son las siguientes:

- Elasticidad de los tubos.
- Variaciones de la temperatura ambiente.
- Aire atrapado en el interior de la tubería.
- Manómetro en mal estado.
- Fallas en la bomba de presión o en la válvula de retención.

Si se tiene la seguridad de que no existe ninguna de estas causas, la inestabilidad del manómetro indica la existencia de fugas en la línea. En este caso se procede a recorrer la línea examinando todas las uniones hasta descubrir la mancha de humedad.

3. Las fugas más comunes en las tuberías de PVC se deben a las siguientes causas:

- Anillo mal colocado, o falta de anillo en el acoplamiento espiga campana.
- Acoplamiento mal cementado.
- Rotura en el tubo o en los accesorios debido a maltrato mecánico durante su transporte o manejo.
- Desacoplamiento de la unión, por falta de atraque, en un cambio de dirección o en una pendiente.
- Válvula abierta en algún punto de la red.
- Válvula(s) defectuosa(s).

Si se detecta algún acoplamiento defectuoso, debe hacerse la reparación. En este caso, la tubería debe purgarse y la prueba debe repetirse.

Si los resultados de la prueba son satisfactorios, el responsable de la instalación debe aprobarlos y recibir la instalación.

Debe hacerse un informe completo de la prueba, aprobado y firmado por los responsables de la instalación. El documento debe incluir los siguientes datos:

- Equipo de prueba utilizado.
- Situación de la instalación antes de la prueba.
- Purga de aire.
- Tipo y número de pruebas efectuadas.
- Tiempo utilizado en la prueba y hora del día en que se efectuó.
- Temperatura ambiente.
- Descenso de la presión.
- Tipo y número de fugas.
- Inspección.
- Reparaciones.
- Observaciones.

Una vez terminadas las pruebas de presión hidrostática, los coples expuestos serán cubiertos con relleno de material seleccionado en capas aproximadas de 20 cm, debidamente apisonadas hasta alcanzar una altura de 30 cm sobre la clave de la tubería; partiendo de este nivel, se continúa rellenando a volteo, ya sea por medios manuales o mecánicos, y se prosigue al siguiente tramo.

4.10 Relleno de la zanja

El acostillado, relleno de la zanja y apisonado, debe seguir a la instalación tan pronto como sea posible. De esta manera se disminuye el riesgo de que la tubería sufra algún desperfecto, eliminándose también los problemas que causan las inundaciones en la zanja.

El acostillado inicial es muy importante, ya que suministra la cama firme que amortiguará al tubo. Durante el período de consolidación del terreno, toda la tubería estará sujeta a esfuerzos considerables del terreno y a otras cargas, y a menos que sean adecuadamente distribuidas, se puede

presentar la ruptura (Figura 4.28).

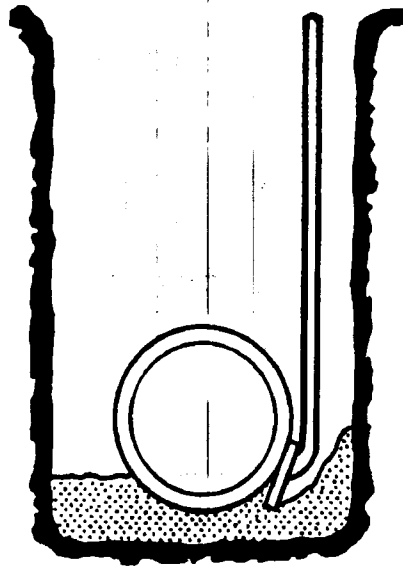


Figura 4.28. Acostillado de la tubería.

La herramienta usada en el acostillado es un pistón de cabeza angosta. Para compactar el material de relleno entre la tubería y las paredes de la zanja, así como para el relleno inicial, se usa un pistón de cabeza plana (Fig. 4.29).

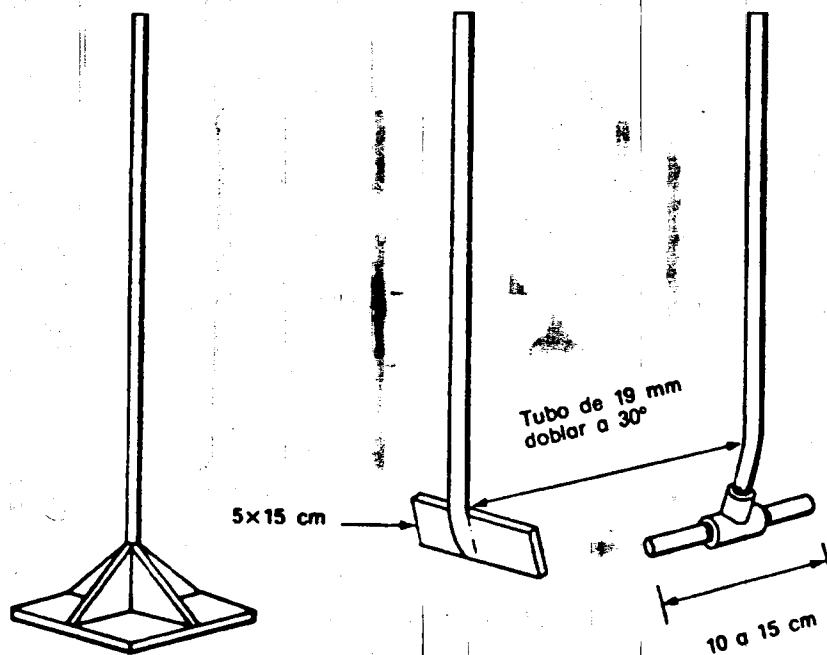


Figura 4.29. Pistón de cabeza angosta (a), y de cabeza plana (b).

Debido a que es necesario probar la hermeticidad y funcionamiento de la instalación, el primer relleno debe ser parcial, o sea, sólo sobre la parte central de los tubos, dejando visibles los acoplamientos, conexiones, válvulas, etcétera (Figura 4.30). Sin embargo, si las condiciones son tales que la superficie del cople descubierto pueda recibir en un momento dado agua freática o pluvial, nieve u otro material objetable (transitorio), el cual podría causar que la zanja quedara inestable, deberá rellenarse completamente.

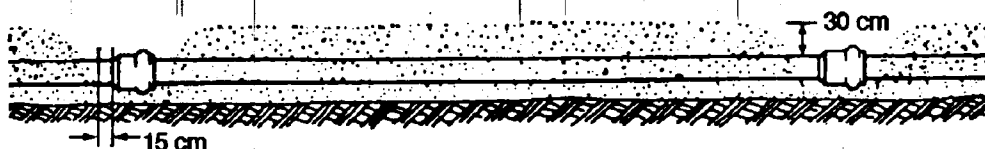


Figura 4.30. Relleno parcial de la zanja.

El acostillado manual consiste en acomodar material seleccionado apisonándolo con herramienta apropiada a ambos lados, por debajo y a todo lo largo de la tubería hasta llegar a su eje, de manera que no queden huecos; se continúa agregando material seleccionado en capas aproximadas de 10 cm (pero nunca mayores a 15 cm) debidamente apisonadas hasta cubrir una altura de 30 cm sobre la clave de la tubería (Figura 4.31); partiendo de este nivel se rellena a volteo en el caso de líneas de conducción sin tráfico. Para líneas de conducción o redes de distribución en zonas urbanas, es recomendable compactar el relleno con equipos mecánicos hasta el nivel del terreno natural, aclarando que dicho equipo no debe actuar directamente sobre la clave de la tubería, pues de lo contrario puede ocasionar trastornos muy serios en su estructura presentándose graves rupturas.

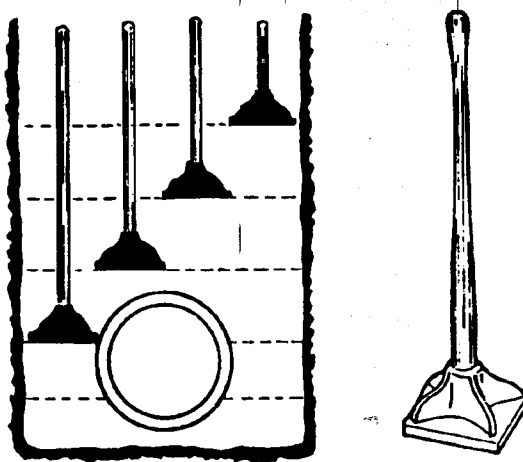


Figura 4.31. Relleno y apisonado de la zanja.

Con la finalidad de inspeccionar las juntas durante la prueba, será conveniente como ya se dijo, dejar descubiertos los coples en su parte superior, dejando únicamente centros, lo cual es sumamente importante para evitar la flotación de la tubería en caso de inundarse la zanja.

El relleno de excavaciones de zanja que efectúe el contratista, le será medido en metros cúbicos de material colocado, con aproximación de un décimo, e incluye: obtención, extracción, carga, acarreo en el primer kilómetro y descarga en el sitio de utilización del material; proporcionar la humedad necesaria para compactación al grado que esté estipulado; seleccionar el material; compactar al porcentaje especificado; acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.11 Lavado y desinfección de la tubería

Todos los sistemas de agua potable deben lavarse y desinfectarse después de su instalación y antes de ser puestos en servicio.

Las causas de contaminación durante la instalación o reparación de una tubería pueden ser las siguientes:

- Introducción de lodo y aguas de la zanja.
- Manipulación de los obreros durante la instalación.
- Introducción de animales y materiales extraños.

Para el lavado de la tubería se recomienda inyectar agua por un extremo, a una velocidad no menor de 0.8 m/s, y dejar abierto el extremo opuesto de la línea.

Para la desinfección se emplean diversos procedimientos; uno de los más sencillos y económicos es hacer fluir una solución de 50 mg/l de hipoclorito de sodio en agua.

No debe colocarse en la tubería sodio o hipoclorito de calcio secos, puesto que puede ocasionarse una explosión cuando el tubo se llena con agua.

4.12 Tomas domiciliarias

La tubería que conduce el agua de la línea de distribución al sistema de plomería de los predios individuales, se denomina, por lo general, toma domiciliaria. Cada toma domiciliaria consiste de dos partes principales: 1) la conexión del servicio, que va desde la línea de distribución en la calle hasta la acera o lindero del predio, y que se instala por cuenta del municipio, y 2) la porción que se extiende desde la acera o lindero de la propiedad hasta el edificio, que se instala a expensas del cliente.

Generalmente, el servicio público instala la toma domiciliaria porque esta operación comprende su inserción en la línea de distribución, trabajos en vías públicas y caminos, y cruzamientos con otras líneas de servicio público. Es lógico que tal responsabilidad recaiga en un organismo idóneo en lugar de recaer en muchos individuos.

Cada toma domiciliaria consiste esencialmente de una conexión a la línea de distribución, de un tramo de tubería de servicio que lleve a la llave de banqueta, y de otro tramo de tubería que lleve al sistema de plomería del predio (Figura 4.32). La toma domiciliaria se conecta a la línea de distribución por medio de una llave de inserción, que se inserta en la línea.

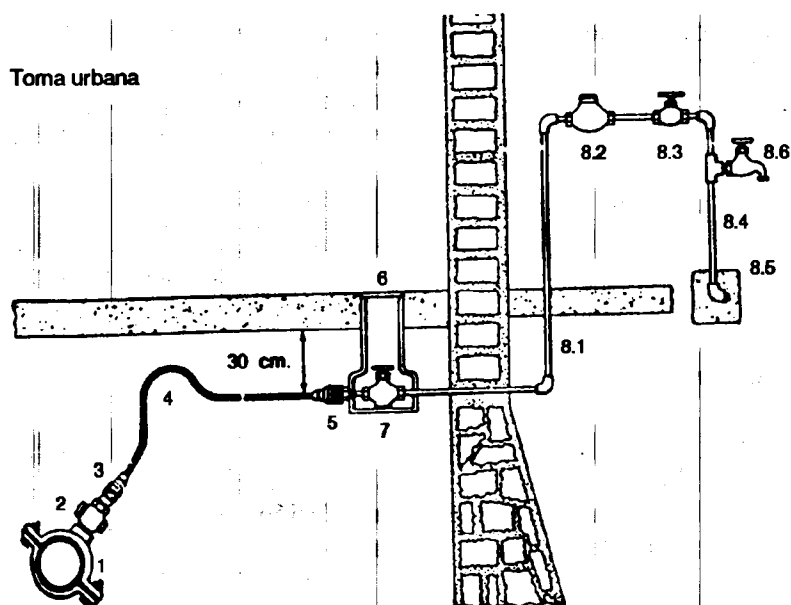


Figura 4.32

El costo de instalación de las tomas domiciliarias, excede comúnmente del 10 por ciento de la inversión total de un servicio público de agua. Por consiguiente, es importante que se hagan todos los esfuerzos para seleccionar, para la toma domiciliaria, aquellos materiales que presten un servicio satisfactorio durante el mayor tiempo posible, que satisfagan las normas de la Dirección General de Normas de la SECOFI y las especificaciones para la selección de materiales e instalaciones de tomas domiciliarias de la CNA.

Las tuberías de acero, negro o galvanizado, se han usado con éxito por muchos años. Son rígidas, exigen el tarrajado de roscas y, por lo tanto, no son fáciles de instalar. Tienen vidas relativamente cortas debido a su susceptibilidad a la acción corrosiva del suelo y del agua dentro de la tubería, lo mismo que a la corrosión galvánica resultante del contacto con las llaves de inserción y de banqueta.

Las tuberías de hierro fundido y asbesto-cemento se usan para servicios importantes, generalmente de 51 mm (2 pulgadas) de diámetro; ambas tienen una excelente resistencia a la corrosión.

La industria del plástico ha desarrollado los tubos de polietileno y una serie de conexiones que cubren las necesidades y presentan varias alternativas de instalación.

Los tipos de tomas comúnmente usadas y aprobados por las Dependencias Oficiales, son la urbana (Figura 4.32), la suburbana (Figura 4.33) y la rural (Figura 4.34).

Con referencia a las Figuras 4.32 a 4.34, los componentes tipo de las tomas domiciliarias son:

- 1) Derivación para toma domiciliaria.
- 2) Llave de inserción, que está en función del tipo de toma y la forma de instalarse.
- 3) Conector o insertor al tubo metálico.
- 4) Tramo de tubo flexible
- 5) Conector o insertor al tubo metálico.
- 6) Caja de banqueta.
- 7) Llave de banqueta.
- 8) Cuadro del medidor.
- 8.1) Tubo metálico.
- 8.2) Medidor (toma urbana).
- 8.3) Llave de globo.
- 8.4) Tubo metálico.
- 8.5) Tapón macho.
- 8.6) Llave de manguera.

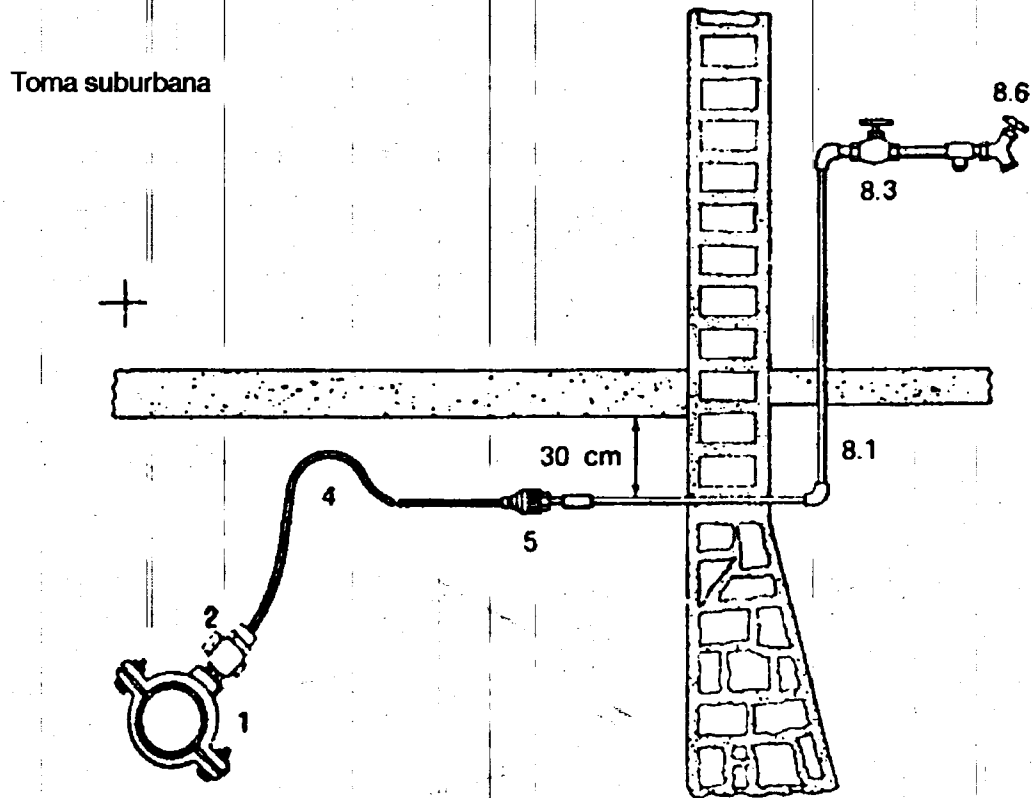


Figura 4.33

Toma rural

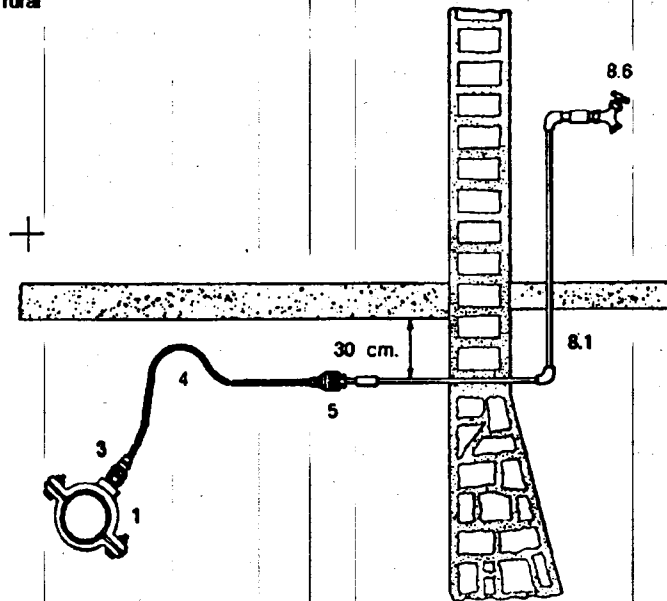


Figura 4.34

En la Figura 4.35 se muestra la forma de instalación de la toma domiciliaria.

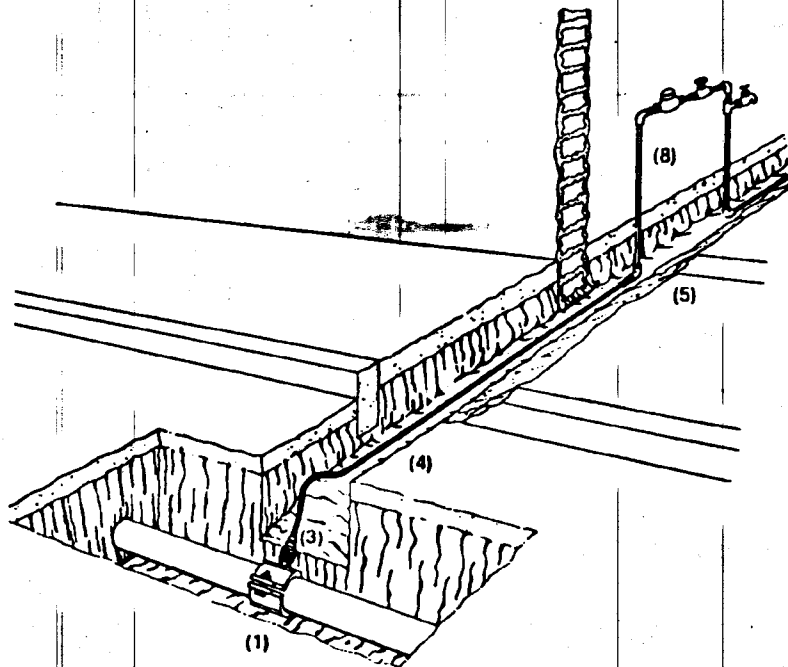


Figura 4.35

4.13 Inspección y supervisión

Es conveniente mantener una inspección constante en las diferentes etapas de construcción de la obra, a fin de verificar que se esté ejecutando de acuerdo con los planos, especificaciones, programa aprobado y presupuesto autorizado; que las pruebas de las tuberías se realicen de acuerdo con las normas establecidas y que los suministros y calidad de los materiales, así como el equipo y procedimientos de construcción se ajusten a las especificaciones y a los plazos en programa.

Los principales aspectos de la obra, motivo de vigilancia, son los siguientes:

1. El pavimento reconstruido debe ser del mismo material y características que el pavimento original y quedar al mismo nivel de éste, evitándose la formación de topes o depresiones.
2. Las paredes de la excavación deben ajustarse a la sección de proyecto, con tolerancias de más o menos cinco centímetros; si hay desviaciones mayores se vigilará para que no se repitan en forma sistemática.
3. Desde el momento en que se inicie la excavación hasta el término del relleno, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no deben transcurrir más de siete días de calendario.
4. En terrenos inestables las excavaciones que se hagan deben garantizar la seguridad necesaria para la obra y los trabajadores, colocándose ademes y puntales en caso necesario.
5. La revisión de las plantillas debe ser previa al tendido de la tubería para asegurarse de que no hay defectos en la construcción.
6. Previamente a su instalación, la tubería debe estar limpia en su interior y exteriormente en sus extremos.
7. No debe procederse al tendido de ningún tramo de tubería mientras no se encuentren instalados los cruceros que lo limitan.
8. Tanto en planta como en perfil, la tubería debe quedar instalada con el alineamiento debido, señalado por el proyecto.
9. Los extremos abiertos de las tuberías en proceso de instalación deben quedar tapados diariamente, al terminar la jornada de trabajo.
10. Debe verificarse que se use únicamente el lubricante especificado, en el caso de tubos de asbesto cemento y PVC.
11. En cada junta debe verificarse que se deje el espacio especificado para absorber los movimientos de expansión y contracción de los tubos.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

12. La posición final de los anillos de sello debe observarse que sea correcta en la junta para asbesto-cemento, y que queden uniformemente aprisionados por las bridas de la junta gibault.
13. El retén alquitranado debe observarse que esté en posición correcta en los tubos de macho y campana de fierro fundido centrifugado, y que previamente al vaciado del sello, la superficie interior de la campana esté seca y libre de polvo, tierra u otras sustancias.
14. Las roscas de los tubos de fierro negro o galvanizado deben estar bien hechas, y las piezas de conexión sin reventaduras ni porosidades.
15. Debe observarse que los tubos de fierro negro o galvanizado no se doblen a golpes cuando se desea obtener curvas.
16. En el caso de que se requiera unir tubos o piezas de acero mediante soldadura autógena o de arco, debe observarse que los tubos sean preparados adecuadamente. Los bordes del tubo que se van a unir se deben esmerilar de modo que formen una v pequeña al unirlos. Esa v debe quedar bien llena de soldadura en todo el rededor de los extremos unidos.
17. Tratándose de soldadura de arco debe verificarse que se use el equipo de seguridad, dado que la luz del arco puede cegar o producir una grave quemadura en la piel descubierta.
18. Cuando exista agua en el interior de la zanja, debe observarse que no se instalen tuberías.
19. La prueba hidrostática debe verificarse que se haga 5 días después de haberse colado el último atraque de concreto, vigilando que en la prueba no existan fugas más allá de las permisibles.
20. El manómetro de la prueba debe estar previamente calibrado.
21. Inspeccionar las juntas, válvulas, cajas de agua, campanas para operación de válvulas y demás piezas especiales para eliminar las que presenten defectos de fabricación.
22. Previamente a su instalación debe observarse que las piezas especiales estén limpias en su interior.
23. Debe supervisarse que se pongan tapas ciegas en los cruceros que no se conecten de inmediato.
24. El relleno debe ejecutarse en la forma especificada colocando capas sucesivas compactadas.

El avance de la obra debe llevarse en formatos diseñados para el efecto, anotando como datos complementarios los acontecimientos de importancia que afecten la construcción, modificaciones al proyecto, fechas de iniciación, suspensión, reanudación o terminación de los trabajos, etcétera.

Es conveniente hacer un informe fotográfico y descriptivo de los trabajos ejecutados en el trimestre, mostrando el avance gráfico en una hoja a escala de los planos de construcción, destacando con colores lo realizado cada mes.

Existen cuadros formulados para los informes tabulares de avance en lo que se refiere a ruptura y reposición de pavimentos, instalación de tuberías e instalación de piezas especiales y válvulas. Teniendo en cuenta que el concepto representativo del avance en una red de distribución es el tendido de tubería, deberán considerarse como avance de la obra únicamente los tramos en los cuales están instaladas y probadas las tuberías y totalmente terminados los demás conceptos de obra, con excepción de la reposición de pavimentos, cuya realización requiere un periodo previo de consolidación.

Los cuadros para el informe tabular de ruptura y reposición de pavimentos e instalación de tuberías contienen diversas columnas que deben llenarse con los datos que se piden, tales como los números con que fueron designados los cruceros, extremos que limitan el tramo; el nombre de la calle en la cual se instaló la tubería; los nombres de las calles que limitan el tramo; la longitud del tramo, de centro a centro de cruceros; el ancho y la profundidad de las zanjas; la sección media de la zanja en metros cuadrados, que es el producto del ancho por la profundidad; el volumen, como producto de la longitud por la sección; la clasificación de los materiales en el tramo en tanto por ciento; el volumen en metros cúbicos de excavación ya clasificada, y que se obtiene del producto de la sección por los porcentajes de material clasificado; el volumen de la plantilla, que es el producto de la longitud del tramo por el ancho de la zanja y por el espesor de la plantilla; la longitud de las piezas especiales en los cruceros extremos del tramo, medida del centro de la línea transversal a los puntos de unión con la tubería; la longitud de la tubería instalada, que se obtiene haciendo la diferencia entre la longitud del tramo y la longitud de las piezas especiales en los cruceros extremos, especificando material, clase y diámetro de la tubería. Finalmente, existe una columna en donde se anotan las observaciones necesarias para mayor claridad de los datos reportados en el cuadro, y al pie de éste, un espacio para notas que se utilizará en el cálculo de los coeficientes expresados en metros cúbicos por metro de zanja, que sirven para obtener los volúmenes de relleno apisonado sobre el lomo del tubo. El coeficiente se obtiene multiplicando el espesor del relleno apisonado por el ancho de la zanja y restándole la sección transversal del tubo. El producto de los coeficientes obtenidos, multiplicados por la longitud total del tramo correspondiente a cada diámetro dará el volumen de relleno apisonado.

El cuadro de instalación de piezas especiales y válvulas sirve para la concentración de todos los datos relativos a los cruceros. Tiene una primera columna para descripción, donde se anotan los nombres y características de las piezas instaladas en los diversos cruceros. En las siguientes columnas se anotan como encabezados los números con los cuales se denominan los cruceros en el plano de construcción, y en los renglones de la columna correspondiente a cada encabezado se anotan las piezas especiales y válvulas que integran cada crucero, correspondiendo con la descripción hecha en la primera columna. Hay otra columna para anotar la suma de piezas por renglones y otra más para anotar el peso por pieza. El producto de los datos que aparecen en estas dos últimas columnas, nos

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

proporciona lógicamente el peso total de las piezas, por renglones. Estos pesos se colocan clasificados por diámetros, en las columnas que siguen, para obtener después las sumas totales por columnas.

En el Apéndice A se presentan las Formas de Avance de Trabajos en lo que se refiere a ruptura y reposición de pavimentos, instalación de tuberías, instalación de piezas especiales y válvulas e instalación de tomas domiciliarias.

Las finalidades de las formas recomendadas son :

- a) Facilitar el cálculo de cantidades de obra usando las formas como esqueletos de cálculo.
- b) Poder utilizar dichas formas como hojas preparatorias para formulación de estimaciones y
- c) Facilitar la verificación de éstas.

APENDICE A

FORMAS DE AVANCE DE TRABAJOS

Las finalidades del sistema de formas que se presentan a continuación son:

- a) Facilitar el cálculo de cantidades de obra usando las formas como tablas de cálculo.
- b) Poder utilizar las formas como hojas preparatorias para formulación de estimaciones.
- c) Facilitar la verificación de estimaciones.

Los trabajos ejecutados y recibidos al contratista es conveniente que se registren en un sistema de Formas de avance de trabajos, de las cuales se enviará mensualmente una copia al proponente del proyecto como informe de avance y otra se adjuntará a la estimación respectiva.

Forma de ruptura y reposición de pavimentos

Esta Forma se recomienda tanto para obras de agua potable como de alcantarillado. Con relación a la Forma A.1, en la columna Fondos del rectángulo superior izquierdo se especifica si estos son fiscales, estatales o de cooperación; en los correspondientes lugares del rectángulo central se anotan las fechas inicial y final del periodo al que se refiera el informe, los nombres de la localidad y entidad respectivas, el de la persona que lo formuló y el de quien lo aprobó. En el rectángulo de la derecha se cruza la opción que corresponda a la obra ejecutada y, si el plano de proyecto hubiere sido revisado, se anotará la fecha de la revisión más reciente.

En el encabezado común a las columnas 3 a 5 se anota la clase de pavimento. las cifras de la columna 5 deben ser el producto de las correspondientes en las columnas 3 y 4.

En la columna 6 se anotan los números 1, 2 ... etc. y las notas aclaratorias precedidas de sus respectivos números usando los renglones inferiores de la Forma.

Forma de instalación de tuberías

Al llenar estas formas se deberán considerar como **avance** de trabajos o **avance** de la obra, únicamente los tramos en los cuales hayan sido instaladas y probadas las tuberías y totalmente terminados los demás conceptos de la obra, con excepción de la reposición de pavimentos. A continuación se indica la manera de llenar estas Formas.

Con relación a la Forma A.2 a, a la derecha del título los 3 rectángulos superiores que contienen los encabezados generales se llenarán en forma semejante a como se explicó para la Forma A.1. Lo que se anota en las columnas se indica en sus encabezados, y el modo de verificar entre sí las cifras se explica en las instrucciones al calce del Cuadro A.2 b, que será la Forma que se use siempre que sea suficiente para contener todos los datos relativos al avance mensual de los trabajos.

Cuando la Forma A.2 b sea insuficiente para contener los datos de avance mensual de los trabajos pueden usarse varias Formas A.2 a, según sea la magnitud del avance, y una Forma A.2 b donde se asentarán las cifras que no puedan ya anotarse en las Formas A.2 a, y las cifras de resumen.

En las columnas 2 y 3 cuando se trate de líneas de conducción, los kilometrajes inicial y final limitarán tramos en los que la clase de material excavado, topografía y dimensiones de la zanja sean más o menos uniformes, pero la longitud de dichos tramos no deberá exceder de 200 m.

Para las columnas 9 a 11 se estimará la composición del material excavado, y se anotarán las proporciones que contenga de cada una de las tres clases cuyas características constan en las especificaciones.

En la columna 17, si existe un crucero extremo, la longitud anotada de éste será la que haya entre su eje transversal y el punto de unión con la tubería; si existen en ambos extremos, se anota la suma de dichas longitudes.

Forma de instalación de cruceros

Esta Forma sirve para la concentración de los datos relativos a los cruceros instalados en obras de captación, líneas de conducción, tanques de regularización o redes de distribución. Los encabezados generales se llenan como se indicó para la Forma A.1.

La Forma A.3.b está completa y puede usarse en todos los casos. La Forma A.3.a está incompleta y, según se explica más adelante se usa como suplementaria de la A.3.b, cuando durante el periodo de que se trate se hayan instalado más de 15 cruceros, que es la capacidad que tiene la columna 2 de la Forma A.3.b, la cual se llena como sigue.

En la columna 1 se anotan los nombres y tamaños que definan las distintas piezas que

componen los cruceros cuya instalación se haya completado en el periodo, incluyendo las válvulas existentes; en cada una de las 15 subdivisiones de la columna 2, inmediatamente abajo del encabezado "crucero número", se anotarán los números que correspondan de acuerdo al plano del proyecto; abajo del encabezado " número de piezas especiales y válvulas en cada crucero" y en el renglón que corresponda se anotará dicho número y en cada renglón de la columna 3 se indicará el número total de piezas del mismo nombre y tamaño que consten en la columna 1.

Así en cada una de las subcolumnas que integran la columna 2 aparecerán todas la piezas definidas en la columna 1 que componen el crucero cuyo número encabeza dicha subcolumna, en tanto que en cada renglón de la columna 3 aparecerá el total de piezas del mismo nombre y tamaño que consten en la citada columna 1 . Sólo por excepción podrán incluirse cruceros que no hayan sido instalados completos, y en tales casos se anotarán las razones de tal inclusión en la columna 9.

Para llenar la columna 4 se tomarán los pesos que constan en las especificaciones verificados en el terreno y las columnas 5 a 8 se llenan multiplicando las cifras de la columna 3 por las de la columna 4 y asentando los productos en la columna que corresponda de acuerdo con su encabezado y con el diámetro indicado en la columna 1.

Cuando la Forma A.3.b sea insuficiente, se utiliza la Forma A.3 a para el detalle de las piezas reservando la A.3 a para el resumen clasificado. Si hasta la columna 2 de la Forma A.3 a fuese insuficiente, puede complementarse con la columna 2 de la Forma A.3 b, o con otra u otras Formas A.3.a

Forma de instalación de tomas domiciliarias

Además de servir para asentar los datos necesarios para la formulación de estimaciones, esta Forma sirve también de base para la formación del Padrón de usuarios.

Los rectángulos superiores se llenan como los de la Formas anteriores. La explicaciones que requiere el llenado de algunas columnas se dan a continuación.

En la columna 1 se anota el número que se haya asignado a la toma, el cual servirá para el control del Padrón de usuarios. En la columna 2, si la casa no tuviese número, se pondrá el que se le asigne de acuerdo con su localización y con el sistema y sentido de la numeración, por ejemplo: 17 bis, 42 A, etc.

En la columna 5 se anota el nombre del usuario de la toma como referencia, cuando el propietario legal no sea el usuario.

La profundidad que se pondrá en la columna 7 será la que tenga la zanja en la unión de la tubería de la toma con la tubería de la red, y la que se pondrá en la columna 9 será la media aritmética de las dos anteriores.

Las cifras de la columna 12 serán los productos de las columnas 9, 10 y 11.

Para llenar las columnas 13 a 15 se estimará la composición del material excavado de acuerdo con las especificaciones, y se asentarán las proporciones que contenga de cada una de las tres clases;

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION**

en las columnas 16 a 18 se anotan los productos de las cifras de la columna 12 por los de las columnas 13, 14 o 15, respectivamente.

La suma de las cifras, en un mismo renglón de las columnas 13, 14 y 15 debe ser siempre 100, y la de las columnas 16 a 18 debe ser igual a la cifra correspondiente en la columna 12 .

En la columna 22 se anota "juego completo" cuando se hayan instalado todas las piezas, desde la llave de inserción hasta la llave y caja de banqueta; En la columna 23 se hará igual la anotación cuando se hayan instalado todas la piezas del cuadro interior.

En la columna 25 se reportan los materiales que se hayan instalado y no estén incluidos en el proyecto de "toma tipo"; si fuese necesario se harán aclaraciones adicionales en la columna 29.

El número que se anota en la columna 27 es el de la matrícula, y la fecha en la columna 28 indica cuando fue aceptada la instalación.

En la Forma A.4, las columnas 7 a 21 pueden dejarse sin llenar si las condiciones de contratación no lo requieren.

SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS JEFATURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN DEPARTAMENTO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE OBRAS AGUA POTABLE - INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				CONTRATO O CONVENIO N° _____			INFORME N° _____								
				CONTRATISTA _____			PERÍODO DE _____								
				ESTIMACIÓN N° _____		FONDOS _____		FECHA _____		FORMULÓ _____					
										RESIDENTE: _____					
										APROBO' _____					
										GERENTE GRAL.: _____					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
NÚMEROS DE LOS CRUCEROS EXTREMOS	NOMBRE DE LA CALLE O KILOMETRAJE INICIAL DEL TRAMO Km.	NOMBRES DE LAS CALLES QUE LIMITAN EL TRAMO O KILOMETRAJE FINAL DEL TRAMO Km.	LONGITUD DEL TRAMO CENTRO A CENTRO m.	E X C A V A C I O N				Z A N J A S M A T E R I A L E							
				ANCHU- RA		PROFUN- DIDAD		SECCIÓN		VOLUMEN DEL TRAMO		CLASIFICACIÓN			V O
				m.	m.	m2	m3	I	II	III	I				
				%	%	%	m3								

INFORME Nº _____	PLANTILLA DE CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA
PERÍODO DE _____ A _____ DE 19 _____	INSTALACIÓN DE CRUCEROS EN <input type="checkbox"/> LÍNEA DE CONDUCCIÓN
FORMULO' _____	<input type="checkbox"/> RED DE DISTRIBUCIÓN
RESIDENTE: _____	LOCALIDAD, MUNICIPIO Y ENTIDAD _____
APROBO' _____	PLANO DE PROYECTO Nº _____ FECHA: _____
GERENTE GRAL: _____	

		3	4	5	6	7	8	9
		RESUMEN CLASIFICADO DE PIEZAS ESPECIALES Y VÁLVULAS						OBSERVACIONES
		DE IGUAL NOMBRE Y TAMAÑO		PESOS, SEGUN DIÁMETROS EN LA COLUMNA I				
	TOTAL	PESO UNITARIO	DE 51 A 76 mm.	DE 101 A 304 mm.	DE 355 A 609 mm.	DE 762 A 1218 mm.		
CERO	NÚMERO	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.		
PESOS TOTALES:								

BIBLIOGRAFIA

Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales Vol. I
Fair, Geyer y Okun
Editorial LIMUSA

Curso de Adiestramiento en la Distribución de Agua
Centro Regional de Ayuda Técnica-México
American Water Works Association (AWWA)

Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable
División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería
UNAM

Elements of Water Supply Engineering
Waterman Earle L.
Editorial Wiley

Ingeniería Sanitaria
W. A. Hardenbergh y E. B. Rodie
Editorial LIMUSA

Instructivo para Estudio y Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable
Programa COPLAMAR
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas

**Información Técnica Sobre Tubos de Presión de Asbesto Cemento para
Abastecimiento de Agua Potable**
MEXALIT

Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana
Dirección General de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado
SEDUE

Manual de Estudios y Proyectos para Desarrollos Industriales
Segunda Parte
Normas Técnicas, Vol II

Manual de Construcción de Sistemas para Abastecimiento de Agua Potable con Tubería de PVC
Gerardo Aguilar Sáncuez
Instituto Nacional de Tuberías Plásticas A.C. (ITP)

Public Water Supplies
Turneure F. E. y H. L. Russell
Editorial Wiley

Saneamiento Ambiental
Organo Oficial de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria Ambiental
Números 1, 2, 3 y 4

Water Supply Engineering
Babbit, Donald y Cleasby
Editorial Mc Graw Hill

**Esta obra se terminó de Imprimir
En junio de 1994.
Departamento de Publicaciones
de la Facultad de Ingeniería
Ciudad Universitaria, México, D.F.
C.P. 04510**

Secretaría de Servicios Académicos

**El tiraje consta de 1000 ejemplares
más sobrantes de reposición.**