



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL
TOPOGRAFICA Y GEODESICA

26
38

"PRUEBAS A PRESION EN TUBERIA PARA
AGUA POTABLE"

TESIS PROFESIONAL

elaborada para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

por

ROBERTO CENTENO GONZALEZ

México, D. F.

Marzo de 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Pág.

DEDICATORIAS.

CAPITULO I

INTRODUCCION 1

CAPITULO II

ESPECIFICACIONES GENERALES.

Tubo de Fierro Fundido	5
Tubo de Fierro Fundido con Brida.....	6
Tubo de Acero	6
Tubo de Concreto	7
Tubo de Plástico	7
Tubo de Asbesto Cemento	8
Especificación del Tubo para la distribu- ción del Agua	9
Velocidad mínima de escurrimiento.....	9
Velocidad máxima permisible de escurri- miento	10
Cálculo Hidráulico de la tubería trabajan- do como canal	10
Cálculo Hidráulico de la tubería trabajan- do a tubo lleno y a presión	10
Valores de K (pérdidas por fricción).....	12
Como evitar sobrepresiones por golpe de - Ariete	13

Recomendaciones en la tubería Asbesto Cemento, Servicio Seguro y Continuo.....	14
Especificaciones de las zanjas en cuanto a su ancho.....	14
Tabla No. 2 Medidas de los anchos y profundidades de las zanjas	15
Especificaciones de las zanjas en cuanto a su profundidad.....	16
Especificación de la cama de arena.....	16
Fondo de las zanjas	17
Especificación de los rellenos de las ceras	18
Especificación de la variación de las presiones del agua.....	18
Especificación de las piezas especiales..	18

CAPITULO III

NOMENCLATURA Y SIGNOS CONVENCIONALES.

Simbología de la tubería de asbesto cemento	21
Simbología de las piezas Especiales de Fierro Fundido.....	23

CAPITULO IV

INSTALACION DEL TUBO DE ASBESTO CEMENTO Y CRUCEROS EN UNA RED TIPO.

Características generales del tubo de asbesto cemento.....	25
Propiedades del tubo de asbesto cemento.....	25
Ventajas del tubo de asbesto cemento....	26
Unión entre tubos de asbesto cemento....	26
Diámetro de los tubos de asbesto cemento.....	26
Diferentes diámetros presiones y pesos - del tubo de asbesto cemento.....	27
Instalación y manejo del tubo de asbesto cemento	28
Lubricante para la instalación del tubo.....	30
Instalación de los tubos de 3", 4" y 6" de diámetro	30
Uso del escantillón	33
Instalación de los tubos de 8" hasta 36" de diámetro.....	33
Cierres de líneas en tuberías.....	35
Uso de la Junta Gibault.....	36
Torno de mano.....	38
Cruceros en una Red Tipo	39
Piezas especiales de Fierro Fundido.....	42
Atraques.....	43
Caja de válvulas.....	43
Contramarcos	44
Marco y tapa.....	45
Dimensiones de las cajas de válvulas....	45

CAPITULO V

PRUEBAS A PRESION.

Centros y atraques provisionales	47
Pruebas de fugas	49
Fugas permisibles	50
Ejemplo de la tolerancia de fugas permiti <u>da</u> s.....	51
Fugas en las tuberías.....	51
Pruebas a presión.....	52
Definición de presión.....	52
Presión en los fluidos	55
Principio de Pascal.....	55
Jeringa de Pascal.....	56
Presión atmosférica.....	56
Experimento de Torricelli.....	56
Cámara barométrica.....	57
Cálculo de la presión atmosférica.....	58
Cálculo de la presión de una columna de - agua.....	59
Como se efectúa una prueba a presión.....	62
Introducción de agua a presión en la red.	62
Componentes para efectuar una prueba a -- presión	62
Bomba manual.....	65

Atraques definitivos	66
Empujes en las conexiones	67

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
Bibliografía	72

C A P I T U L O I

INTRODUCCION.

A medida que la tierra se fue poblando, se formaron comunidades, villas, pueblos y ciudades, que crearon la necesidad y urgencia de tener una fuente de abastecimiento de agua, descargas sanitarias, energía eléctrica, etc., estas necesidades aumentan día a día al parejo del crecimiento de las poblaciones, requiriendo más servicios de los ya establecidos y la creación de otros nuevos. Aquí citaremos la distribución y abastecimiento de agua.

Las fuentes de abastecimiento de que dispone el hombre para el servicio de agua pueden ser: -- atmosféricas, corrientes superficiales o depósitos y corrientes subterráneos.

Si estas fuentes de agua nos las ofrece la naturaleza, lo único que necesita el hombre y tiene que hacer, son las distintas obras de transportación y distribución del vital líquido que comprenden:

- 1.- OBRAS DE CAPTACION,
- 2.- DE CONDUCCION,

- 3.- DE POTABILIZACION,
- 4.- DE REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO,
- 5.- DE DISTRIBUCION.

Una vez ejecutadas las obras de transportación y distribución del agua potable a través de las tuberías, se requiere, que tenga una presión casi constante para que pueda llegar a su destino, que es el fin común de servir y satisfacer nuestras necesidades.

C A P I T U L O I I

ESPECIFICACIONES GENERALES.

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar agua al usuario en cantidad y calidad adecuadas, a una presión determinada y constante.

Una red para el abastecimiento de agua potable es aquella que se compone de tubería y piezas especiales, que forman cruceros, de los cuales algunos son ocultos o sea enterrados, otros se encuentran colocados en recipientes especiales que reciben el nombre de cajas de válvulas.

La función de la tubería es exclusivamente la conducción y distribución del agua a una presión determinada; la función de los cruceros, a través de las cajas de válvulas, es permitir la regularización de la distribución del agua; además sirven para cierres parciales de circulación, ya que en un momento dado pueden hacerse dichos cierres para reparar los desperfectos de la tubería que lleguen a ocurrir dentro de la misma red. Un ejemplo son las fugas por rompimiento de un tubo, o bien la rotura de un cople ocasionada por sobrepresión en la línea de conducción.

Para distribuir y circular el agua en una red, existen distintas maneras de hacerlo, las que se condicionan, primeramente por la naturaleza del terreno y en segundo término por el tipo de tubería que se debe utilizar.

En un terreno accidentado y con suficiente pendiente se hace la transportación del agua por GRAVEDAD y si es plano se utilizará un SISTEMA DE BOMBEO que lleve el agua a un tanque elevado y que después desde éste se distribuya a una presión determinada y así pueda llegar hasta el usuario. También puede efectuarse la conexión directa del sistema de bombeo con la red de distribución.

Existen diversos tipos de tuberías para la conducción del agua, no todos son recomendables debido a las fallas y mal funcionamiento que suelen presentar en un tiempo determinado.

Lo que se busca en la conducción del agua a través de tuberías es que sea ADECUADA Y ECONOMICA . Unas tuberías son más caras que otras, algunas funcionan mejor, otras son de muy fácil instalación, las hay que duran muy poco tiempo, etc., por lo tanto la finalidad debe ser su buena funcionalidad, durabilidad, fácil instalación y eco-

nomía.

En vista de la técnica de fabricación, cálculo de esfuerzos por la presión del agua hacia las paredes y principalmente por la experiencia que se ha tenido sobre las distintas tuberías, se han logrado elaborar unas ESPECIFICACIONES que rigen actualmente la utilización segura de una red para agua potable. Las piezas especiales al igual que las tuberías deben cumplir con las especificaciones, ya que también para ellas son válidas las técnicas, cálculos y experiencias que se han obtenido a través del tiempo.

ANALISIS DE LAS CUALIDADES DE LOS TUBOS.

1.- TUBO DE FIERRO FUNDIDO.

Este tubo sería el ideal para utilizarlo en la conducción del agua, pero tiene el inconveniente de ser muy caro y por lo tanto incosteable. Su principal ventaja es la resistencia a la corrosión de lo que resulta una larga duración; su vida media es aproximadamente de 100 años. Sin embargo con ciertas aguas, también está sujeto a tuberculización, dando lugar a pérdidas de presión y necesitando costosas operaciones de conservación. No es aconsejable utilizarlo por ser muy pesado, de instalación no fácil y como ya se apuntó ser caro.

2.- TUBO DE FIERRO FUNDIDO CON BRIDA.

Este tubo es igual que el anterior, solamente que lleva bridas que sirven para hacerlo rígido y dar firmeza en las uniones, dichas bridas se atornillan entre sí.

3.- TUBO DE ACERO.

Este tubo se utiliza para grandes conducciones de agua y sifones invertidos, donde las presiones son altas y el caudal de agua es considerable. Este tubo no se utiliza en redes debido a las dificultades que presenta a la hora de unir los tramos; es menos pesado y más barato que el de fierro fundido. Sin embargo, tiene muchas desventajas, no es apropiado para resistir cargas exteriores, ya que el vacío parcial que se produce al vaciar un tubo rápidamente puede dar origen a hundimientos y torceduras. Las uniones reducen el diámetro neto y hacen sufrir una pérdida en la capacidad de conducción, ocasionando un adelgazamiento en el espesor de las paredes y una mayor susceptibilidad para la corrosión, lo que da origen a elevados gastos de conservación. Los tubos de acero en condiciones medias, tienen una vida que va de 15 a 20 años.

4.- TUBO DE CONCRETO.

Este tubo no se puede someter a presiones elevadas, además permite filtraciones en ambos sentidos, bien sea hacia el interior o el exterior. -- Los tubos de concreto son análogos a los que se ocupan en el avenamiento (drenaje) y alcantarillado. Este tipo de tubería es inutilizable para la red de distribución de aguas debido a las fallas primeramente anotadas.

5.- TUBO DE PLASTICO.

Este tubo, en los tiempos actuales ha alcanzado una utilización amplia, ya que se puede emplear tanto en instalaciones domésticas como en redes de distribución. Tiene grandes ventajas que son: Instalación fácil, manejo cómodo y precio no muy alto. Siendo reciente su empleo, todavía no es posible medir su eficiencia a largo plazo, eficiencia que solo podrá determinarse a medida que pase el tiempo y en vista de las condiciones de trabajo que desempeñen estas tuberías. Hasta ahora se ha visto que son poco adecuadas a la circulación de aguas a bajas temperaturas, que se les forman escamas por envejecimiento y frecuentemente sufren tensiones producidas, bien sea al instalarse, durante su transporte o en el proceso de fabricación. Según los productores tienen un pro-

medio de vida de hasta 20 años.

6.- TUBO DE ASBESTO CEMENTO.

El tubo de asbesto cemento tiene ventajas -- que aquí citaremos:

Inmunidad a la acción de los suelos ordina-- rios, a la de los ácidos y sales, como no son con-- ductores de la electricidad no les afecta la elec-- trolisis, no se les producen tuberculizaciones y por lo tanto permanecen lisos aun cuando conduz-- can aguas corrosivas. De los ensayos hechos se ha deducido que el valor de C de la fórmula de HAZEN WILLIAMS puede ser de 140. Además cuenta con --- otras ventajas: Su fácil instalación, su manejabi-- lidad, transportación económica y en caso de - descompostura el arreglo es fácil y rápido. Para-- las condiciones de trabajo que se necesitan para-- la conducción de agua a una presión determinada, - cumple con las condiciones de economía, adecua--- ción funcional, seguridad y durabilidad; resiste cómodamente por su flexibilidad en las juntas a - los pequeños hundimientos que a menudo se presen-- tan en el subsuelo de las grandes ciudades. Se le asigna un promedio de vida que alcanza los 50 --- años, de acuerdo con las observaciones hechas has-- ta la fecha.

Para obtener las especificaciones necesarias en las redes, se tuvieron que observar, probar y experimentar en un tiempo todas las cualidades -- reales de las tuberías y piezas especiales que se requieren para la construcción de una red o redes de abastecimiento de agua potable. Estas cualidades son: Resistencia del tubo por las distintas -- presiones de trabajo del agua, no llegar a tener tuberculizaciones (permaneciendo lisos), no ser -- atacables por las substancias corrosivas, ni a su vez llegar a producir corrosión, ser inmunes a -- los suelos ordinarios (sales y ácidos), mal con-- ductor de la electricidad, funcional, durable y -- económico.

El tubo que llegó a reunir más o menos las -- cualidades anteriores fué el de asbesto cemento; -- por eso, en todas las redes de distribución y con-- ducción de agua potable hasta llegar al usuario -- por especificación, debe ser el de ASBESTO CEMEN-- TO.

Si el tubo de asbesto cemento trabaja como -- canal o con líquido lleno a presión, en cualquie-- ra de los dos casos, por especificación la veloci-- dad mínima de escurrimiento será de 0.5 m/s para evitar el asentamiento de las partículas que sue-- le arrastrar el agua. También por especificación,

la velocidad máxima permisible para evitar la erosión, será de 5.00 m/s.

El cálculo hidráulico de la tubería trabajando como canal, se hará empleando la fórmula de -- MANNING:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$
$$S = \frac{hf}{L}$$

En donde:

V = Velocidad del agua, en m/s

n = Coeficiente de Rugosidad

R = Radio Hidráulico

S = Pendiente al millar.

El coeficiente de Rugosidad es de $n = 0.010$ para este tipo de tubo, condición que tiene el de asbesto cemento.

Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no son de tomarse en cuenta por ser muy pequeñas. En este caso se empleará la siguiente fórmula:

$$h_f = K L Q^2$$

en donde:

h_f = Pérdidas por fricción, en m.

$$K = \frac{10.3 n^2}{D^{16/3}}$$

L = Longitud de la Conducción, en m.

Q = Gasto, en m³/s

n = Coeficiente de Rugosidad.

D = Diámetro del tubo, en m.

Los valores de K (pérdidas por fricción)-
de los diferentes diámetros se da en la tabla
No. 1 .

TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO	
Diámetro Nominal en mm.	K n = 0.010
50 mm (2")	8046.88000
64 mm (2 1/2")	2400.93000
76 mm (3")	962.62000
100 mm (4")	199.61000
150 mm (6")	23.79000
200 mm (8")	5.07000
250 mm (10")	1.54000
300 mm (12")	0.58350
350 mm (14")	0.25432
400 mm (16")	0.12610
450 mm (18")	0.06688
500 mm (20")	0.03815
610 mm (24")	0.01439
760 mm (30")	0.00439
910 mm (36")	0.00166

TABLA No. 1

Quando una tubería trabaje a presión, pero utilizando un sistema de bombeo, el cálculo hidráulico se basa en la fórmula:

$$h_f = K L Q^2$$

cuyo significado ya se dió anteriormente.

Como norma, en toda línea o red cuya conducción sea por bombeo, se hará el estudio del diá-

metro más económico, determinando el costo total de operación anual para varias alternativas de diámetro y el valor mínimo será el que haya fijado el diámetro más económico. Se debe de tomar en cuenta la sobre-presión producida por el golpe de ariete.

Para protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción contra la sobrepresión por golpe de ariete, se deben utilizar válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación o tanques neumáticos. En las líneas por impulsión, también se colocarán válvulas de aire y desagües, de acuerdo con las mismas especificaciones dadas para las conducciones por gravedad.

Con objeto de asegurar un servicio continuo, se deberá tener un mínimo de dos equipos de bombeo en operación. En el caso de pozos profundos se deberá contar con una unidad de bombeo extra.

Por especificación, la tubería de asbesto cemento debe alojarse en zanjas o cepas, para obtener la máxima protección y sólo en ocasiones excepcionales, se podrá instalar superficialmente, en cuyo caso deberá garantizarse su protección y seguridad.

Las especificaciones para las zanjas son las

siguientes:

ANCHO:

El ancho de la zanja deberá ser 50 cm. mayor que el diámetro exterior del tubo, si dichas tuberías tienen un diámetro exterior igual o menor de los 50 cm. Cuando éste sea mayor de los 50 cm., el ancho de la zanja excederá en 60 cm., más dicho diámetro.

En la tabla No. 2 se muestra el ancho mínimo de las zanjas en función de su profundidad.

Diámetro mm.	Nominal Pulgadas	Ancho en cm	Profundidad en cm.	Volumen x m.l.
25.4	1	50	70	0.35 M3
50.8	2	55	70	0.39 "
63.5	2.5	60	100	0.60 "
76.2	3	60	100	0.60 "
101.6	4	60	100	0.60 "
152.4	6	70	110	0.77 "
203.2	8	75	115	0.86 "
254.0	10	80	120	0.96 "
304.8	12	85	125	1.06 "
355.6	14	90	130	1.17 "
406.4	16	100	140	1.40 "
457.2	18	115	145	1.67 "
508.0	20	120	150	1.80 "
609.6	24	130	165	2.15 "
762.0	30	150	185	2.78 "
914.4	36	170	220	3.74 "

TABLA No. 2

PROFUNDIDAD:

La profundidad de la excavación será la fijada - en el proyecto. De no hacerse así la mínima será

de 90 cm. más el diámetro exterior de la tubería por instalar, esto siempre y cuando se trate de tuberías con diámetro exterior igual o menor de 90 cm. Si el diámetro exterior del tubo por instalar es mayor de los 90 cm., la profundidad de la zanja será del doble de dicho diámetro, más éste, más el espesor de la cama correspondiente. Para tuberías menores de 5 cm. la profundidad será solamente de 70 cm.

CAMA DE ARENA:

Para recibir el tubo de asbesto cemento se deberá tender lo que se llama una cama de arena negra. El espesor de ésta varía según el diámetro del tubo; para diámetros hasta de 14" la cama será de 10 cm. de espesor y para diámetros mayores hasta llegar a 36" dicha cama deberá medir 20 cm. de espesor.

A continuación se presenta un corte o sección transversal de una cepa (ver figura No. 1).

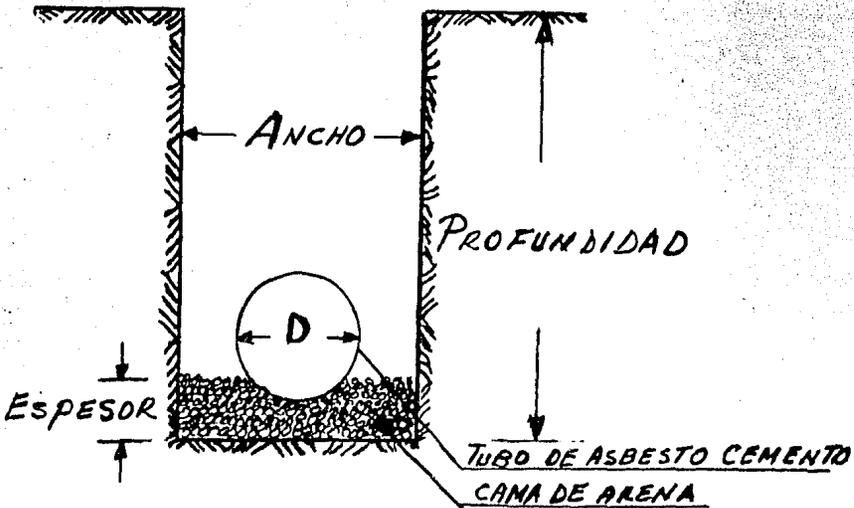
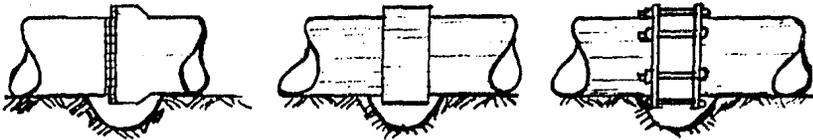


Figura No. 1



Figuras Nos. 2, 3 y 4

FONDO:

Deberán excavarse cuidadosamente a mano -- las cavidades o conchas, tal como se muestra en las figuras Nos. 2, 3 y 4. Esto es con la finalidad de alojar la campana o cople de las juntas de los tubos, a fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre la cama de arena.

RELLENOS:

Se utilizará el material producto de las excavaciones, cuidando de que hasta una altura de 30 cm. por encima del lomo del tubo, la tierra usada se encuentre libre de piedras; deberá ser compactada con pisón. El resto del relleno si es en andadores podrá ser a volteo; si se trata de calles pavimentadas se hará con tepetate compactado en capas de 20 cm. de espesor como máximo; dicha compactación deberá estar al 95% prueba PROCTOR.

Para que pueda llegar al usuario, la presión del agua en las tuberías, por especificación tendrá una variación de 1.50 a 4.50 Kg./cm². El servicio se dará en forma continua a base de tomas domiciliarias.

Para hacer las conexiones de las tuberías en los cruceros y en los cambios de dirección, se utilizarán piezas especiales.

Por especificación, las piezas especiales serán en su mayoría de fierro fundido (Fo.Fo.) con la calidad con que las elaboran las dos grandes fábricas que existen en México, que son MYMACO (Materiales y Maquinaria para Contratistas, S.A. de C.V.) y Fundiciones Ruiz, S.A. Estas fábricas

son las únicas cuyos productos reúnen la calidad de especificaciones que se exigen para piezas especiales de Fo.Fo. en cruceros para agua potable. Todas las TES, CODOS y TAPAS ciegas de Fo.Fo., llevarán atraques de concreto.

C A P I T U L O I I I

NOMENCLATURA Y SIGNOS CONVENCIONALES.

En todo proyecto de red de distribución para agua potable, es de vital importancia la nomenclatura y signos convencionales de las tuberías y piezas especiales que intervienen en el citado proyecto. La nomenclatura y signos convencionales se han nominado conforme a los diámetros de las tuberías y a la figura que presenten las piezas especiales, esto se hizo con la finalidad de uniformar y estandarizar las distintas simbologías y obtener solamente una; también se uniformaron y estandarizaron las medidas de los distintos diámetros de las tuberías de asbesto cemento; incluyendo en dicha uniformidad y estandarización las piezas especiales de Fo.Fo. que se fabrican en México.

A continuación se da la lista de la tubería de asbesto cemento en sus distintos diámetros con la correspondiente simbología para redes de agua potable.

SIMBOLOGIA DE LA TUBERIA PARA LOS DISTINTOS DIAMETROS QUE SE USARAN EN UNA RED DE AGUA POTABLE.

Diámetro ϕ		Simbología
mm.	pulg.	
915	36	— XI — XI — XI —
760	30	— X — X — X —
610	24	— + — + — + —
500	20	— — — — —
450	18	— — — — —
400	16	— — — —
350	14	— + — + — + —
300	12	— — — —
250	10	— — — — —
200	8	— * * * * * —
150	6	— / / / / / —
100	4	— — — — —
75	3	— — — — —

En cuanto a la simbología de las piezas especiales que debe llevar un proyecto de agua potable, se tienen que numerar los cruceros de la red y hacer una tabla en el mismo plano (para que no se extravíe), desglosando y poniendo la nomenclatura y signos convencionales de todas y cada una de las piezas especiales de Fo.Fo. que intervienen en el proyecto.

A continuación se presenta la tabla No. 3 para nomenclatura y signos convencionales

N ————— NUMERO DE CRUCERO
 N = 1, 2, 3 - - - N

PIEZAS ESPECIALES DE Fo.Fo.	SIMBOLOGIA
Te	
Cruz	
Extremidad	
Junta Gibault	
Válvula de Compuerta	
Válvula para toma pública	
Válvula para Incendio	
Válvula Reductora de Presión	
Válvula de Seccionamiento Valflex	
Válvula de Check	
Reducción	
Carrete	
Codo	
Tapa ciega	

TABLA No. 3

Se hace notar que la pieza especial que va a servir para la conexión debe ser del mismo diámetro que tenga la tubería.

El peso y precio de adquisición de las piezas especiales, varía a medida que varía el diámetro de la tubería. También es necesario recalcar que existen codos de Fo.Fo. con ángulos de 90° , 45° , $22^{\circ} 30'$ y $11^{\circ} 15'$.

C A P I T U L O I V

INSTALACION DEL TUBO DE ASBESTO CEMENTO Y CRUCEROS EN UNA RED TIPO.

Características generales:

Los tubos y coples de asbesto cemento se fabrican a partir de una mezcla íntima y homogénea de cemento Portland, Fibras de asbesto, sílice y agua por medio de un proceso llamado --- "MAZZA", mismo que consiste en ir enrollando en un mandril de acero, capas de 0.25 mm. de espesor a una cierta presión, esto asegura una es--- tructura multilaminar que da como resultado final un producto denso, homogéneo y extraordinariamente resistente.

Propiedades:

- 1.- Bajo coeficiente de rugosidad
 $n = 0.010$
- 2.- Inmune a la tuberculización y con alta resistencia a la corrosión, así como a los ataques químicos.
- 3.- Ligereza.
- 4.- Juntas flexibles y herméticas.

Ventajas:

- 1.- Capacidad de conducción perdurable.
- 2.- Nulo costo de mantenimiento.
- 3.- Bajo costo de instalación, debido a su menor peso.
- 4.- Permite deflexiones de hasta 5 grados por cople, reduciendo la cantidad de piezas especiales, aunque no es recomendable hacerlo.

Unión:

La unión entre tubo y tubo se realiza mediante un cople y juntas, el cople es del mismo material que el del tubo y las juntas son dos gomas o anillos de hule. Al efectuar el montaje, los anillos quedan comprimidos entre el tubo y el cople, obteniéndose así un cierre rápido y hermético.

Diámetros:

Las tuberías de asbesto cemento para la distribución clase "A" se fabrican en diámetros que van de 75 mm. (3") hasta 450 mm. (18"), que son los más usuales en nuestro medio para la construcción de redes de abastecimiento. Sin embargo, se pueden fabricar diámetros de hasta

900 mm. (36") en pedidos especiales. Toda la fabricación de esta tubería, dice el fabricante es tá hecha con presiones de trabajo de 5, 7, 10 y 14 K. por cm², con un factor de seguridad de 4 - veces la presión de trabajo.

A continuación presentamos la tabla No. 4 - con diferentes diámetros, presiones y los pesos en Kg/m. Estos tubos solamente se fabrican en -- tramos con longitud estandard de 4.00 m.

Diámetro		Pesos en Kg/ m			
mm	Pulg.	A-5	A-7	A-10	A-14
75	3	6.0	7.0	7.9	9.9
100	4	7.7	8.4	10.0	12.5
150	6	12.1	13.8	17.2	22.4
200	8	17.3	20.9	26.0	35.2
250	10	26.7	31.2	35.8	49.8
300	12	31.8	38.1	51.0	71.3
356	14	39.8	53.5	75.4	99.5
406	16	50.7	67.7	95.5	127.5
457	18	63.1	83.7	118.2	159.3

TABLA No. 4

INSTALACION Y MANEJO DE LOS TUBOS.

Lo siguiente será una norma general para la colocación y unión de tuberías en abastecimiento de agua potable. El tendido se hará colocando la tubería en el fondo de la zanja de manera que se apoye en su cuadrante inferior y en toda la longitud de su cuerpo, como se muestra en la figura No. 5.

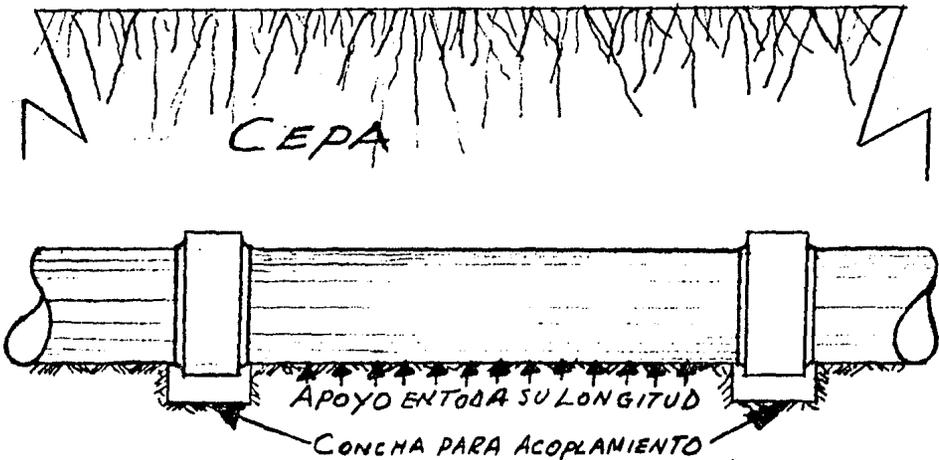


FIGURA No. 5

Las operaciones de manejo, incluyen la -descarga de los camiones, el transporte hasta el lugar de colocación o almacenaje en un patio o en la calle y su colocación en la zanja. El manejo de los tubos de pequeño tamaño se facilita mediante una cabria montada en un

camión o una grúa. Cada tubo se descarga del camión mediante una eslinga (cuerda con gancho) y además se prueba por su sonido si tiene defectos que puedan haberse producido en el transporte. Las grúas facilitan el manejo sobre el terreno. El tubo puede colocarse directamente en la zanja, sin necesidad de arrastrarlo a lo largo de la calle. En un momento dado si no se cuenta con una grúa para bajar los tubos del camión, el tubo debe deslizarse desde la plataforma hasta el suelo. Para colocarlo a mano dentro de la zanja se dispone de una cuerda en cada extremo del tubo enrollándolo con una vuelta; los operarios sujetan un extremo de la cuerda pisándolo, y tiran del otro extremo tan uniformemente como sea posible. Una vez levantado el tubo, debe de examinarse de nuevo la sonoridad del tubo, antes de bajarlo a la zanja.

Una vez que el tubo de asbesto cemento se ha bajado al fondo de la cepa y se le ha hecho la concha para el acoplamiento procederemos a su instalación.

La instalación consiste en unir tramo por tramo la tubería hasta formar una línea y a su

vez la línea de tubería con las piezas especiales hasta llegar a formar una red.

Recalcando, para unir un tramo de tubo con otro hasta formar una línea se hace lo siguiente:

1.- Se lubrica el extremo del tubo, única y exclusivamente con el lubricante especial -- que expende el fabricante. No se deben usar -- grasas, aceites, ni jabón por ser destructores del empaque o goma de hule. Aplíquese cuidadosamente en todo el rededor, pues la aplicación defectuosa o la falta en algún punto, origina mordeduras de la goma y por lo tanto la posible falla de la junta.

Limpiense las ranuras del cople y las gomas. Insértense éstas dentro de aquellas, empujándolas hasta la parte interior de la ranura. Lubriquense las gomas una vez alojadas en el cople.

2.- Las tuberías de 3", 4" y 6" de diámetro, se pueden instalar fácilmente introduciendo al mismo tiempo los dos extremos. Para ello se coloca el cople entre los tubos y al que -- sea final se le colocará un taquete de madera

para poder, mediante una barreta, empujarlo -- con lo que se logrará la unión de los tubos -- (véase figura No. 7). Se pone la madera para que no se deteriore el extremo del tubo que es donde se insertan el cople y goma, este extremo se presenta en la figura No. 6.

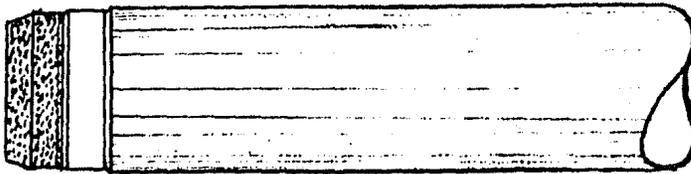


FIGURA No. 6

En las figuras Nos. 7, 8, 9 y 10 se muestra la instalación para estas tuberías de 3", 4" y 6" de diámetro.

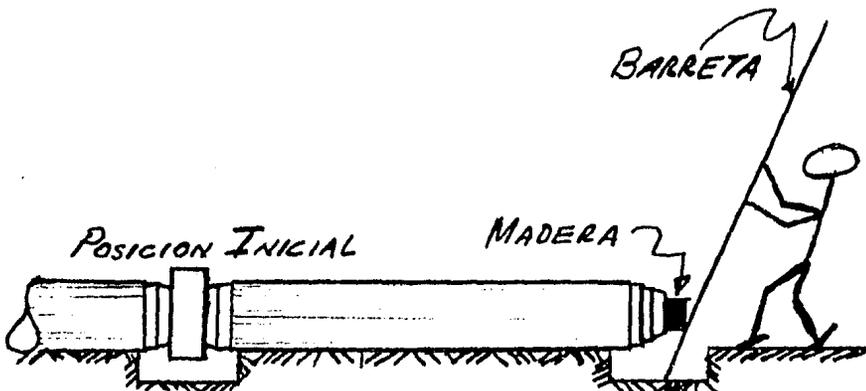


Figura No. 7

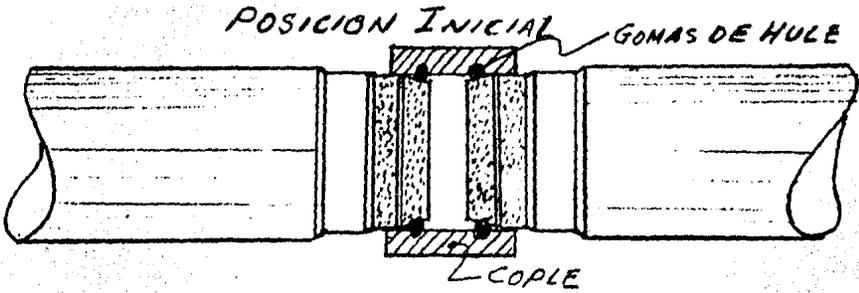


Figura No. 8

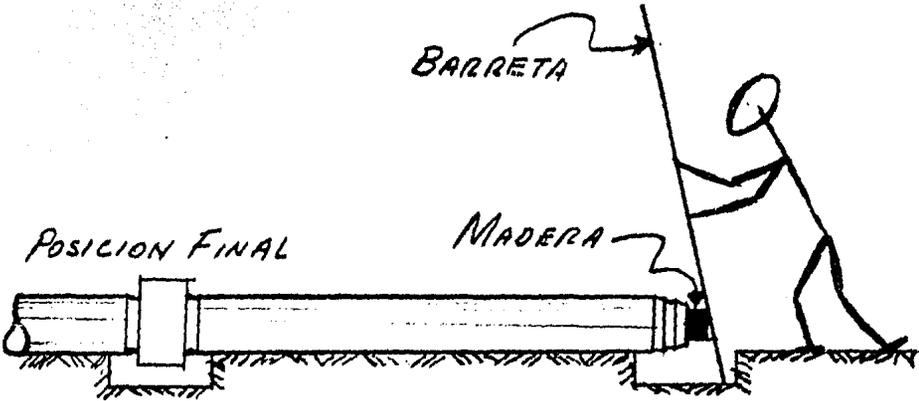


Figura No. 9

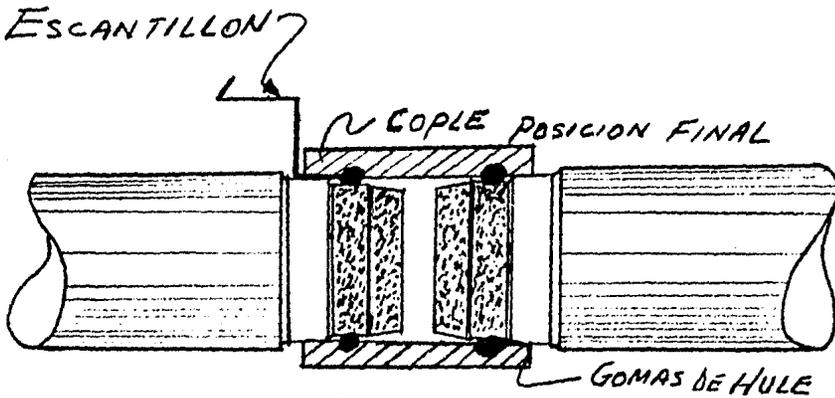


Figura No. 10

Después que se ha llegado a la posición final se revisan las gomas en el sitio en que deben estar; la revisión se hace mediante un escantillón que tiene las características y medidas que se marcan en la figura No. 11 .

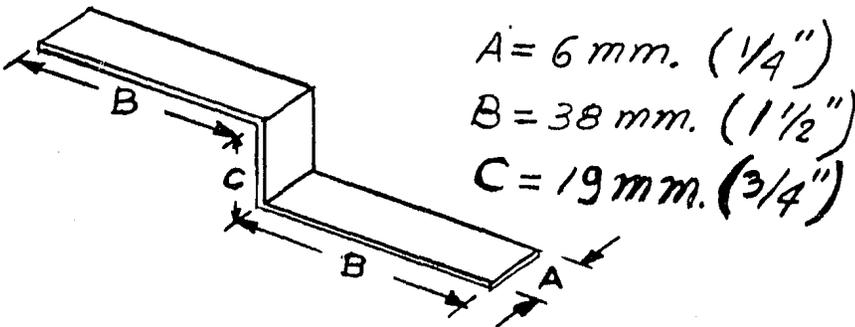


Figura No. 11

3.- Uso del escantillón.

Introdúzcase entre el cople y el tubo re corriéndolo a todo el rededor. Un contacto -- continuo con la goma, indica que la posición es correcta; el no tocarla en algún o algunos de sus puntos, señala una colocación defectuo sa, la que tiene que corregirse desmontando e instalando nuevamente.

4.- Instalación de tuberías de 8" de diámetro en adelante.

a.- Se lubrican los extremos de ambos tubos.

b.- Después de lubricar, se coloca el cople entre ellos, como se muestra en la posición inicial de la figura 7.

c.- Sepárese un tubo e introdúzcase horizontalmente una tabla entre su extremo y el cople tal como se muestra en la figura 12.

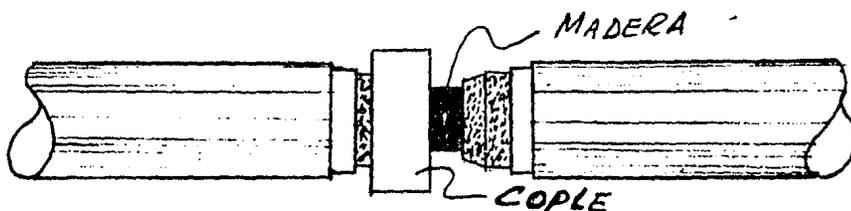


Figura NO. 12

d.- Jállese con el gato lo más horizontalmente que se pueda el tubo que se separó y al que se le puso la madera hasta que penetre el cople en el extremo del tubo no separado, tal como se muestra en la figura No. 13

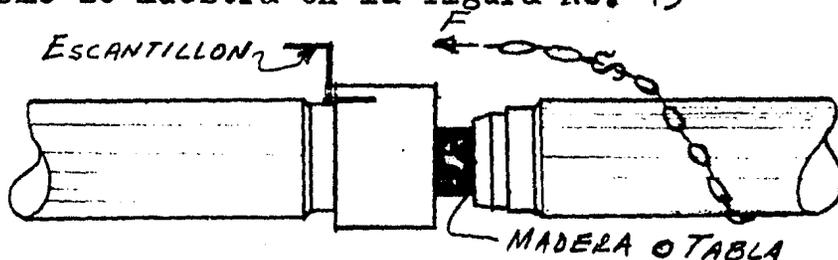


Figura No. 13

e.- Quítese la tabla y vuélvase a jalar para completar el enchufe de dos tramos y así se continúa efectuando la instalación hasta llegar a la pieza especial de Fo.Fo. que viene a formar una línea de tubería. En la figura No. 14 se muestra el final de la instalación de dos tramos.

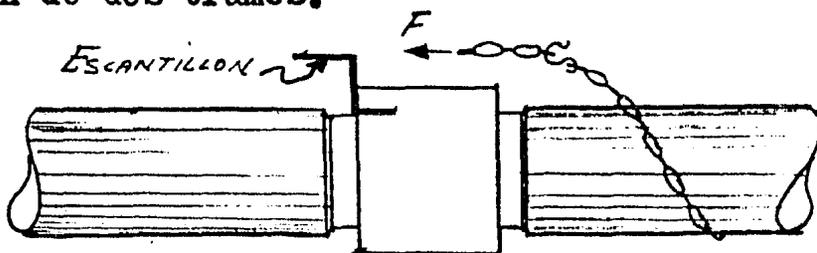


Figura No. 14

f.- Por último se revisan con el escantillon los anillos de goma para comprobar que la conexión de los tubos ha quedado bien hecha.

5.- Cierres.

Se llama cierre al tramo de tubo que va a completar la instalación de una línea de tubería entre crucero y crucero.

Este cierre puede hacerse de dos maneras:

a.- Se instala toda la línea comenzando

por un crucero cualquiera para lo cual se usará una junta GIBAULT. En el otro extremo de la línea se colocará otra junta y si fuere necesario se recortará el tubo terminal en el extremo en que va a unirse a la pieza especial; aquí es el sitio donde va colocada la segunda junta GIBAULT que hemos mencionado más arriba. El corte que se haga será hecho con segueta. Téngase muy presente que solamente se cortará el extremo que va a unirse a la pieza especial.

Esto se hace cuando no se tienen tornos de mano. Este procedimiento es el más usual en el campo, ya que los operarios se acomodan muy bien a la hora de instalar los cierres en las líneas de tuberías de asbesto cemento. En la figura No. 15 se ilustra como queda este cierre, los diámetros de las piezas especiales deben de ser iguales a las de la tubería.

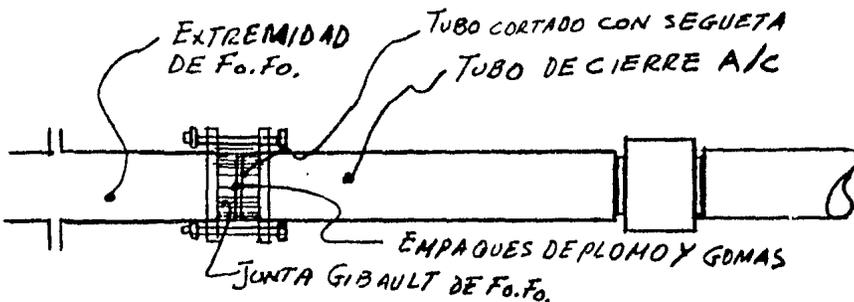


Figura No. 15

b.- Cuando se cuenta con torno de mano - el cierre de la línea se hace de tubo a tubo. La longitud del tramo que se recorte deberá ser de (dos) 2 cm menor que el claro en que va a colocarse; este tramo deberá tornearse en - ambos extremos y quedará de la manera que se muestran en las figuras Nos. 16 y 17.

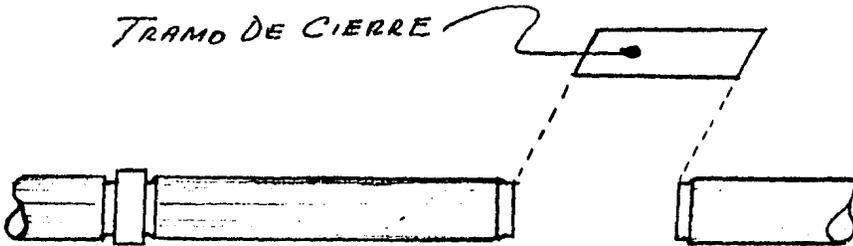


Figura No. 16

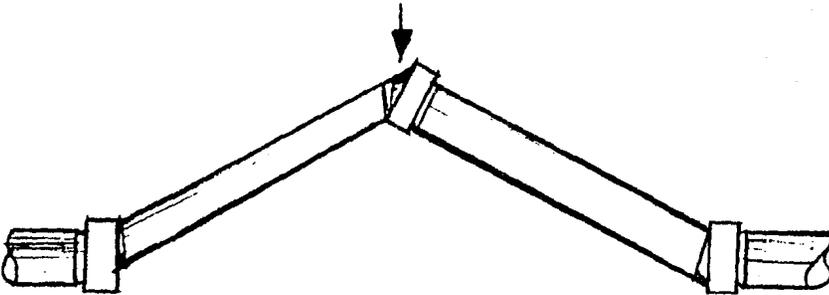


Figura No. 17

Hay fábricas que suministran tramos cortos de diferentes medidas ya totalmente torneados. En los casos que haya que hacer los torneados en la obra, se usarán los tornos de mano mostrados en la figura No. 18, que consisten esencialmente en: (1) .- Un arbol ajustable que se inserta dentro del tubo y que actúa como mandril sobre el que se opera el maneral; (2) .- Un maneral giratorio con soportes para las cortadoras y (3) .- Hojas cortadoras de carburo de tungsteno.

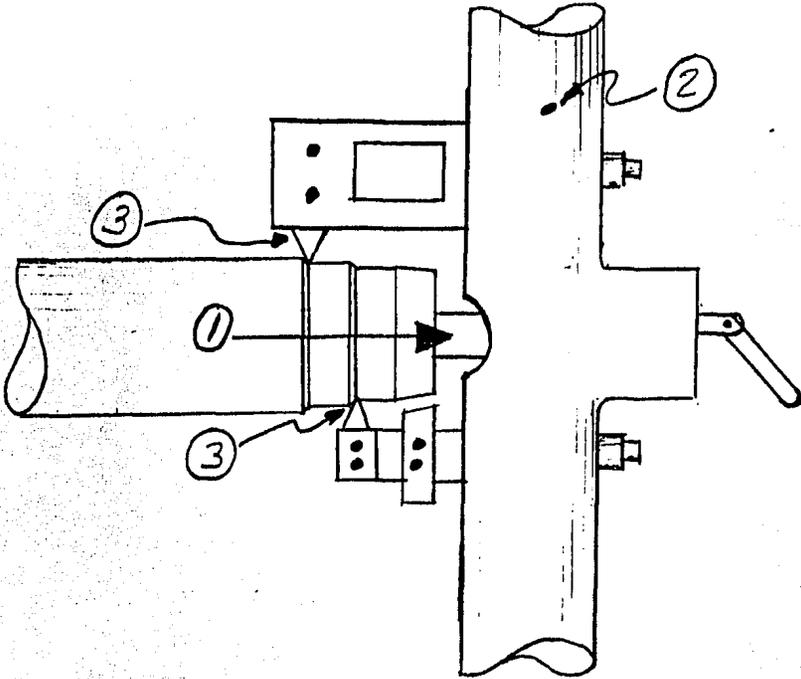


Figura No. 18

6.- Cruceros en una red tipo.

Como describimos anteriormente, la conexión entre una tubería de asbesto cemento con los cruceros (que contienen las piezas especiales de fierro fundido) se hace siempre por medio de la junta Gibault y la extremidad.

La conexión entre piezas especiales se hace mediante tornillerías y empaques de plomo, como estas piezas generalmente son muy pesadas con frecuencia se utiliza el tripié diferencial para depositarlas en el sitio de su conexión.

Un crucero puede ser visible o invisible. Invisible será si queda enterrado en el piso o tierra. Visible cuando quede depositado en una caja o registro de válvulas y que sirve para regular o cerrar parcial o totalmente un circuito de la red.

Una red para el abastecimiento de agua potable contiene la tubería de asbesto cemento incluyendo coples y gomas, y a las piezas especiales formando cruceros. A continuación se presente una red tipo en la figura No. 19. Esta red tipo se puede utilizar como modelo para visualizar todos sus componentes y cons-

trucción, ocupando la nomenclatura y signos convencionales del capítulo III.

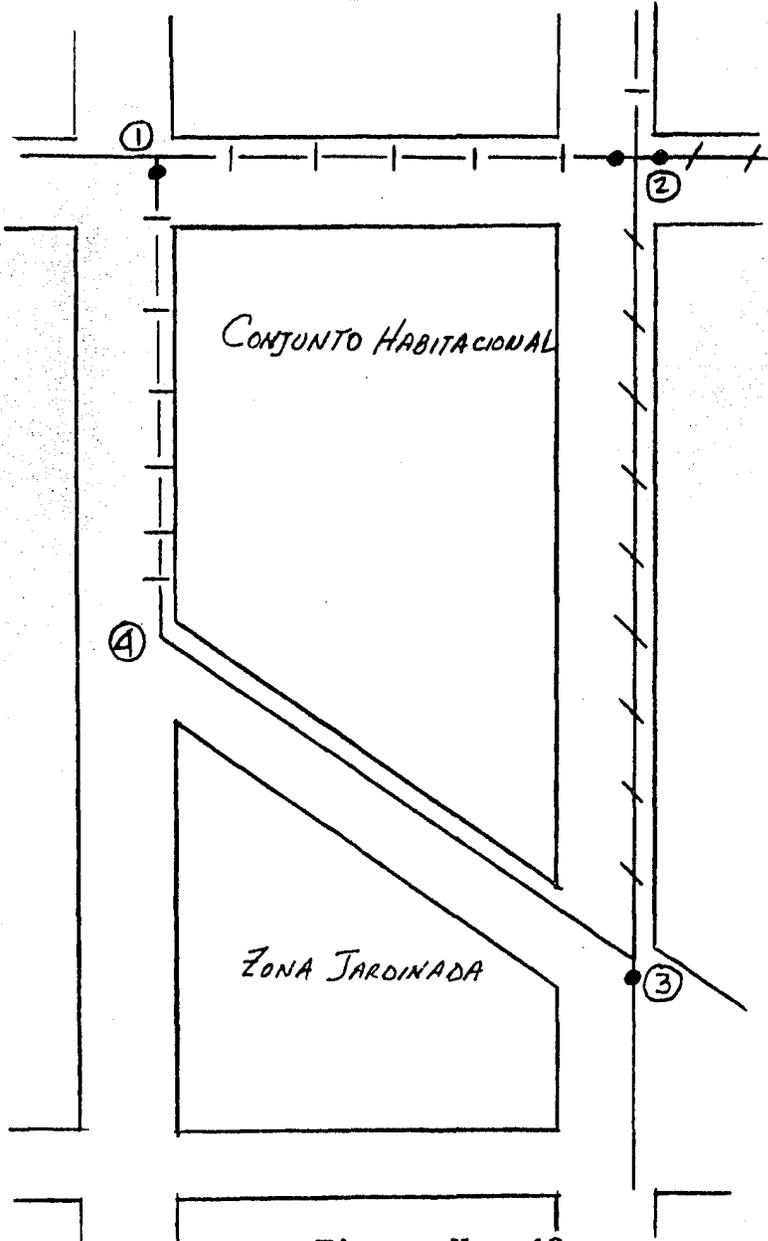


Figura No. 19

Nomenclatura y signos convencionales.

TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO

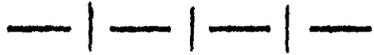
Tubo de 4"



Tubo de 6"



Tubo de 12"



CRUCEROS

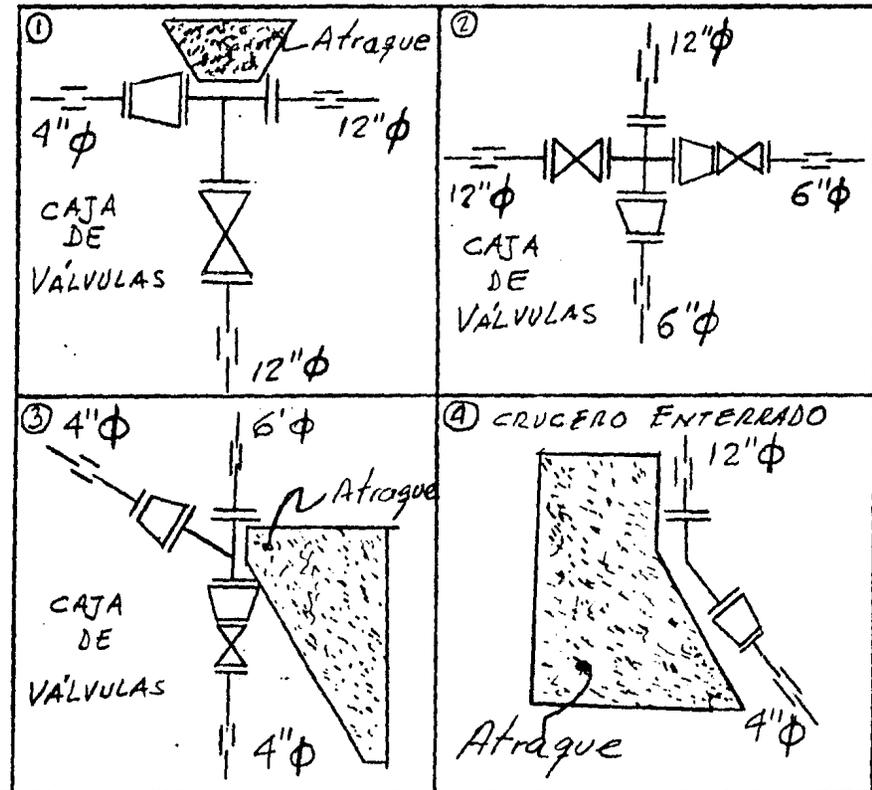


Tabla No. 5

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES.

Crucero (1)

Junta Gibault de Fo.Fo. de 4" ϕ	1	Pza.
Junta Gibault de Fo.Fo. de 12" ϕ	2	Pzas.
Extremidad de Fo.Fo. de 4" ϕ	1	Pza.
Extremidad de Fo.Fo. de 12" ϕ	2	Pzas.
Reducción de Fo.Fo. de 12" a 4" ϕ	1	Pza.
Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 12" ϕ	1	Pza.
Te de Fo.Fo. de 12" x 12" ϕ	1	Pza.

Crucero (2)

Junta Gibault de Fo.Fo. de 6" ϕ	2	Pzas.
Junta Gibault de Fo.Fo. de 12" ϕ	2	Pzas.
Extremidad de Fo.Fo. de 6" ϕ	2	Pzas.
Extremidad de Fo.Fo. de 12" ϕ	2	Pzas.
Reducción de Fo.Fo. de 12" a 6" ϕ	2	Pzas.
Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 6" ϕ	1	Pza.
Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 12" ϕ	1	Pza.
Cruz de Fo.Fo. de 12" x 12" ϕ	1	Pza.

Crucero (3)

Junta Gibault de Fo.Fo. de 4" ϕ	2	Pzas.
Junta Gibault de Fo.Fo. de 6" ϕ	1	Pza.
Extremidad de Fo.Fo. de 4" ϕ	2	Pzas.
Extremidad de Fo.Fo. de 6" ϕ	1	Pza.

Continúa Crucero

3

Válvula de compuerta de Fo.Fo. de 4" ϕ	1	Pza.
Reducción de Fo.Fo. de 6" a 4" ϕ	2	Pzas.
Ye de Fo.Fo. de 6" x 6" ϕ	1	Pza.

Crucero

4

Junta Gibault de Fo.Fo. de 4" ϕ	1	Pza.
Junta Gibault de Fo.Fo. de 12" ϕ	1	Pza.
Extremidad de Fo.Fo. de 4" ϕ	1	Pza.
Extremidad de Fo.Fo. de 12" ϕ	1	Pza.
Reducción de Fo.Fo. de 12" a 4" ϕ ...	1	Pza.
Codo de Fo.Fo. de 45° x 12" ϕ	1	Pza.

ATRAQUES

Atraques o muertos. Son de concreto hidráulico normal $f_c^1 = 200 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados de 40 mm. y un revenimiento de 10 cm. Estos atraques sirven para soportar el empuje a que se ven sujetas las conexiones de las piezas especiales debido a las presiones normales de trabajo y eventuales pruebas.

CAJAS DE VALVULAS.

Las cajas de válvulas sirven para proteger las válvulas de compuerta o cualquier tipo.

de válvula, pudiéndose controlar con ellas los suministros de agua potable; también sirven para cerrar o abrir circuitos parciales o totales en un desperfecto ocurrido en la red.

Para la construcción de las cajas de válvulas se necesita lo siguiente:

a.- Plantilla de concreto hidráulico pobre $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ y agregado de 40 mm. con un espesor de 10 cm.

b.- Firme de concreto hidráulico normal $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados de 40 mm. y revenimiento de 10 cm., con un espesor de 10 cm.

c.- Muros de tabique rojo recocido de 7 x 14 x 28 (cm.) con espesor del muro de 28 cm. asentado con mortero cemento arena proporción 1:6 y junteado debidamente.

d.- En la losa tapa se colará un concreto armado hidráulico normal $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ y agregado de 25 mm. revenimiento de 10 cm. y con un espesor de 12 cm., en el armado se usará varilla de $3/8" \phi$ con separación entre una y otra de 20 cm. en ambos sentidos. Además se dejarán ahogados en la losa tapa los contramarcos cuyo pe--

ralte de canal será de 10 cm., estos contramarcos servirán posteriormente para la colocación del marco y tapa. Las tapas llevarán una leyenda que diga "AGUA POTABLE". Estas tapas deberán ser se Fo.Fo. Cuando un crucero contiene 2 válvulas de compuertas, se necesitan 2 marcos con tapa individual; si solamente alberga una válvula compuerta, entonces únicamente se hacen necesarios un marco y una tapa.

Las dimensiones superficiales de una caja para 2 válvulas, son de 2.30 m. de largo por 1.60 m. de ancho. Si se tratare de válvula compuerta única, entonces serían dichas dimensiones las siguientes: 1.90 m. de largo por 1.60 de ancho.

La profundidad de la caja de válvulas se calculará tomando como punto de partida la rasante del pavimento y a partir de ahí deberá tener el espacio suficiente para una cómoda operación y la colocación de la o de las válvulas. En consecuencia deberán tomarse muy en cuenta las siguientes cosas: Espacio para operaciones posteriores, altura total de la o de las válvulas de compuerta, espesor del firme y espesor de la plantilla. En la figura No. 20 se muestra en cor

te y planta una caja de válvula.

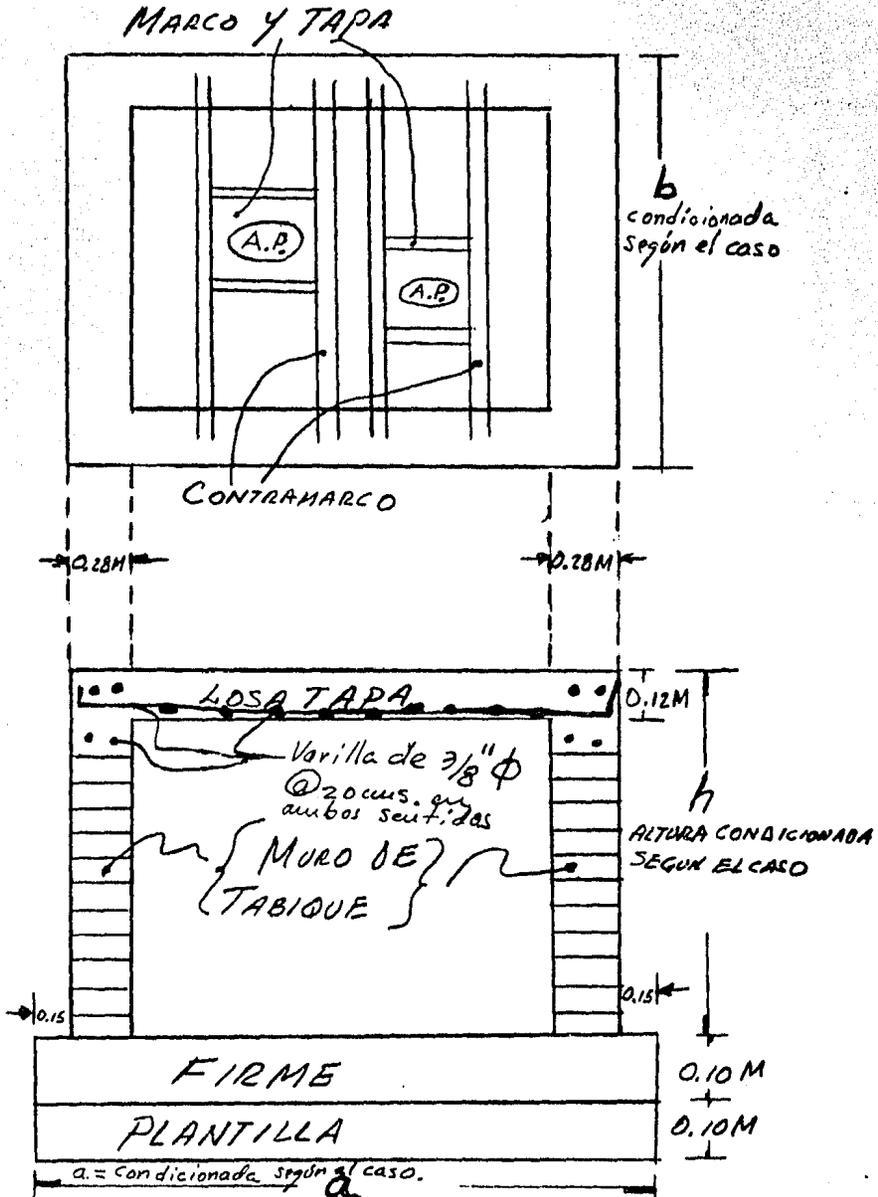


Figura No. 20

C A P I T U L O V

PRUEBAS A PRESION.

1.- Centros y atraques provisionales.

Cuando ya se tengan las tuberías de asbesto cemento en el fondo de las cepas, y estas se encuentren sobre la cama de arena debidamente tendidas, alineadas, conectadas entre sí y con las piezas especiales, y formando una red de distribución, se procederá a hacer una prueba a presión.

Para hacer la prueba a presión en un circuito de la red se requiere lo siguiente:

a.- Poner los centros.- Los centros son los rellenos que van en la parte media del tramo del tubo entre cople y cople, tienen 2 finalidades, dejar a los coples visibles para que se detecte alguna fuga de agua y dado el caso hacer los cambios necesarios y la otra evitar que la tubería se levante durante la prueba a presión que se esta ejerciendo. En la figura No. 21 se muestran estos centros o rellenos centrales.

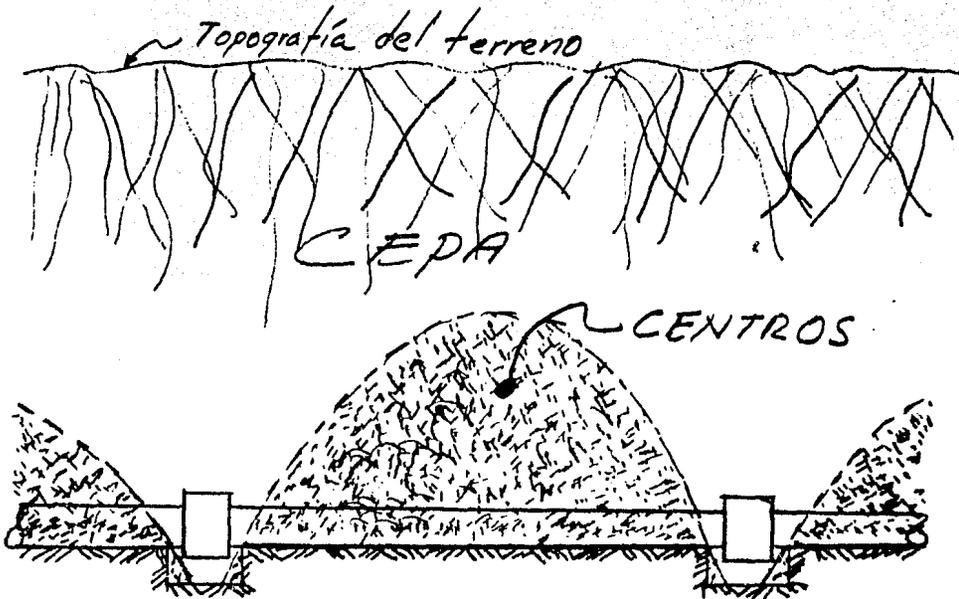


Figura No. 21

Algunos operarios al efectuar la prueba a presión hacen sus rellenos a medio tubo corrido en toda la línea, incluyendo coples, esta práctica no es recomendable, debido a que no es posible detectar rápidamente una fuga de agua y a que en un momento dado puede levantarse el tubo por la prueba a presión. En la figura No. 22 se muestra este relleno.

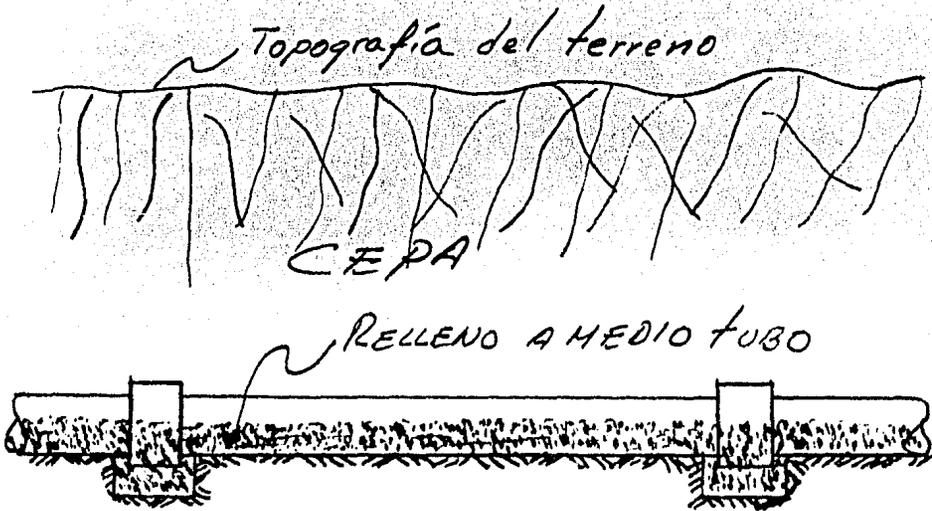


Figura No. 22

b.- Atraques provisionales.

Al hacer la prueba a presión en la tubería, en los cruceros donde existan piezas especiales de fierro fundido, tales como, tapas ciegas, tes y codos se pondrán atraques provisionales de madera mientras se efectúa la prueba a presión. -- Posteriormente se quitarán, ya que se construirá la caja de válvulas completa incluyendo el atraque formal de concreto.

2.- Pruebas de fugas.

Su propósito es averiguar la hermeticidad de las secciones de la línea bajo las presiones

a prueba incluyéndose las juntas y las conexiones entre tubo y tubo, y entre tubo y piezas especiales.

Debido a que las tuberías de asbesto cemento absorben cierta cantidad de agua, las líneas deberán llenarse por lo menos con 24 horas de anticipación.

Para efectuarlas se aplica la presión normal de trabajo en 3.5 Kg/cm^2 y se mantiene tan constante como sea posible. Siempre deberá ser la misma ya que si hay aire dentro de la tubería al ejercer una mayor presión, al final de la prueba aparentará una fuga más grande de la real porque el aire se habrá comprimido; mientras que el ejercicio de una presión la hará aparecer más pequeña, toda vez que el aire se habrá expandido.

3.- Fugas Permisibles. (Véase tabla No.6)

Presión a Prueba en Kg/cm^2	Fugas en Lts. por mm. de diámetro por 24 Hrs. por junta
10.00	0.0224
7.00	0.0193
5.00	0.0158
2.50	0.0137

Tabla No. 6

Evaluadas sobre una base de 10 Kg/cm^2 , estas fugas son, de aproximadamente 5.7 litros - en 24 horas por milímetro de diámetro y 1000 - metros de longitud en tramos de 4 metros.

Para determinar la pérdida total en una - línea dada, multiplíquese el número de juntas por el diámetro en milímetros y por el factor que corresponde a la presión de prueba.

Ejemplo:

La tolerancia de fugas permitida en una - línea de 203 mm de diámetro y 2535 m. de longitud durante 24 horas y bajo una presión a prueba de 10 Kg/cm^2 es de:

Diámetro del tubo en mm.	203 mm.
Longitud de la línea	2535 m.
Tramo del tubo	4 m.
Número de juntas = $\frac{2535}{4}$	634 Pzs.
Factor de presión a prueba a 10 Kg/cm^2	0.0224

T. F. = $634 \times 203 \times 0.0224 = 2882.92 \text{ Lts.}$

T. F. = Tolerancia de fugas.

Cuando durante las pruebas, se noten fugas en los coples a consecuencia del descuido de los operarios al comprobar la colocación de

las gomas, se hará necesario removerlas y sustituírlas. para ello descúbranse los tramos - de tubería adyacentes y rómpase el cople con un cincel o golpeándolo con un martillo de bola y después hágase el cambio indicado.

4.- Pruebas a presión.

Su objeto es cerciorarse de que la línea soportará la presión normal de trabajo, más - un margen razonable de sobrepresión que pudie ra ocurrir accidentalmente. En las líneas di- señadas correctamente se reducen las presio-- nes excesivas mediante el uso de válvulas au- tomáticas de purga, válvulas de cierre y aper tura lenta, por el arranque y suspensión len- tas de bombeo. Por lo que una presión a prue- ba de 3.5 Kg/cm^2 sobre la de trabajo, es por lo general suficiente.

Antes de seguir adelante con las pruebas a presión, vamos a definir lo que es presión.

PRESION.

Presión es la acción y efecto de apretar o comprimir. También puede decirse que pre--- sión es la resultante de aplicar una fuerza o un peso sobre una superficie determinada.

A la fuerza o peso por unidad de área o superficie se le conoce como intensidad de -- presión.

$$\text{Fórmula: } P = \frac{F}{S}$$

Donde:

F.- Fuerza o peso aplicado, expresado en, toneladas, Kilogramos y gramos, normalmente se utiliza el Kg.

S.- Superficie o área de contacto expresada en kilómetros cuadrados, metros cuadrados y centímetros cuadrados, normalmente se utiliza el cm^2 .

P.- Presión resultante, expresada en toneladas por metro cuadrado, kilogramo por metro cuadrado y kilogramo por centímetro cuadrado, normalmente se utiliza Kg/cm^2 .

De la fórmula de presión se deduce que el valor de ésta, es directamente proporcional a la fuerza o peso aplicado e inversamente proporcional a la superficie o área de contacto.-- Es decir, a mayor fuerza o peso sobre una misma área o superficie de contacto, es necesariamente mayor el resultado de la presión; contra

riamente a mayor área o superficie de contacto si permanece constante el valor de la fuerza o peso aplicado, el valor de la presión resultante es menor.

Un mismo cuerpo puede producir por su peso, diversas presiones en una superficie en que se apoye, ver la figura No. 23; basta con que se apoye en distintas caras. Así por ejemplo la presión del cuerpo en el caso (I) vale $\frac{P}{S_1}$ y en el caso (II) el mismo peso produce una presión mayor y que vale $\frac{P}{S_2}$.

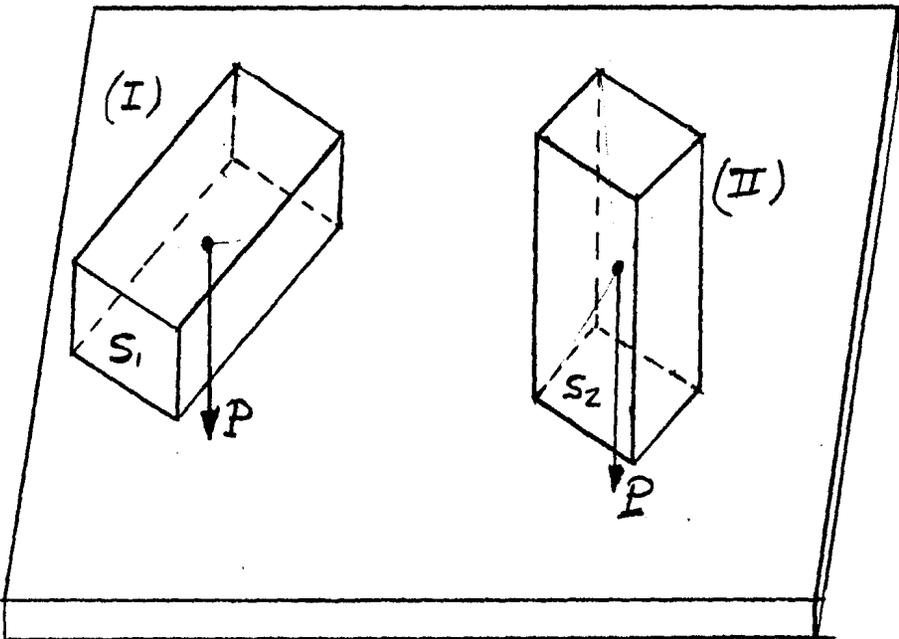


Figura No. 23

PRESION EN LOS FLUIDOS.

Principio de Pascal.- La presión ejercida sobre un punto cualquiera de un líquido en reposo, actúa con igual intensidad en todas direcciones y perpendicularmente a las paredes interiores de las tuberías o recipientes que lo contienen.

Este principio de Pascal se puede comprobar de dos maneras:

a.- Comprobación experimental con la jeringa de Pascal (Figura No. 24), consistente en un depósito esférico que tiene en uno de sus planos diametrales un conjunto de perforaciones. Tiene además un cilindro en el que entra un émbolo destinado a aplicar cierta presión al agua de que se llena el conjunto. Se pone horizontal el plano que contiene las perforaciones y se aplica la presión. Se observa que por todos los orificios sale disparada el agua con la misma fuerza.

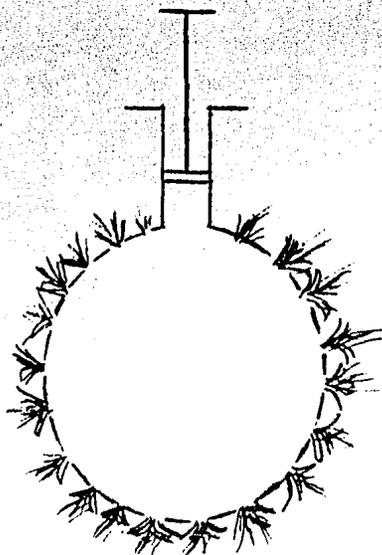


Figura No. 24

b.- Se instalan varios manómetros en diferentes lugares de las tuberías (en circuito cerrado) sujetas a presión, el valor de la presión medida en cada punto a considerar es exactamente el mismo.

PRESION ATMOSFERICA.

La presión atmosférica, es la fuerza unitaria que ejerce la capa que cubre a la tierra, conocida como atmósfera; Torricelli fué el primero en calcular el valor de la presión atmosférica con ayuda de un barómetro sencillo de fabricación casera.

El barómetro consiste en un depósito ---abierto, parcialmente lleno de mercurio y un tubo de vidrio de 85 a 90 cm. de longitud --- (puede ser más largo) con uno de sus extremo cerrado y su sección transversal puede ser de cualquier valor.

Se llena parcialmente de mercurio el depósito, igualmente el tubo se llena con mercurio, tapándole el extremo abierto se invierte y se introduce en el mercurio del depósi---to, se observa que al destapar dicho extremo, el mercurio contenido dentro del tubo desciende por su propio peso hasta estabilizarse a una altura "h", dejando entre el nivel libre del mercurio y el extremo cerrado, un espacio vacío al cual se le conoce como "CAMARA BAROMETRICA". Ver la figura No. 25.

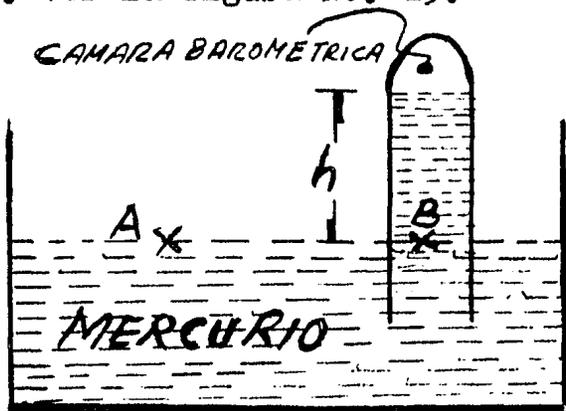


Figura No. 25

Para calcular el valor de la presión atmosférica es necesario tener presente:

Si se consideran los puntos A y B, se observa que se trata de dos puntos diferentes en un mismo nivel de un líquido homogéneo en reposo, por lo tanto, la presión en ambos puntos debe ser exactamente la misma.

Considerando lo anterior, la presión sobre el punto "A" es únicamente la atmosférica y debe ser igual a la presión sobre el punto "B", que es la ejercida por la columna de mercurio.

El valor de la presión sobre el punto -- "B" se obtiene al multiplicar el peso volumétrico del mercurio (W_m) por la altura "h" de la columna.

Por lo tanto:

$$\text{Presión atmosférica} = W_m \times h = P.A.$$

Ejemplo:

$$W_m = 13600 \text{ Kg/m}^3$$

$$h = 76 \text{ cm.}$$

$$P.A. = 13600 \text{ Kg/m}^3 \times 0.76 \text{ m.}$$

$$P.A. = 10330.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$P.A. = 1.033 \text{ Kg/cm}^2 ; \text{ presión atmosférica estándar.}$$

Como puede observarse, si la presión --- ejercida por la columna de mercurio sobre un punto es igual al peso volumétrico del mercurio ($W_m = 13600 \text{ Kg/m}^3$) multiplicado por la altura ($h = 0.76 \text{ m}$), ésto explica que en instalaciones hidráulicas y sanitarias, el instalador exprese las presiones en metros de columna de agua.

Considerando lo anterior y recordando -- que el peso volumétrico del agua es:

$$W_a = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

Para obtener una presión de 1.00 Kg/cm^2 es necesario disponer de una columna de agua de 10.00 m .

$$\text{De la fórmula } P = W_a \times h$$

$$P = 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 10 \text{ m}$$

$$P = 10000 \text{ Kg/m}^3 \times \text{m}$$

$$P = 10000 \text{ Kg/m}^2$$

$$\underline{P = 1.00 \text{ Kg/cm}^2}$$

En consecuencia:

10.00 m de columna de agua = 1.00 Kg/cm²

Por su similitud con el de la presión atmosférica estandard, a la presión unitaria -- del sistema métrico, se le denomina Atmósfera Métrica. Con lo cual puede expresarse la presión a 1.00 Kg/cm² ó a 1.00 atmósfera.

Después de haberse definido lo que es -- presión con todas sus características, continuamos con las pruebas a presión en una red -- de agua potable.

Para probar una red de agua potable a -- presión, es conveniente dividirla en circui-- tos y éstos deben ser circuitos cerrados.

La presión se obtiene por bombeo a mano o con pequeñas bombas accionadas por motor -- eléctrico o de combustión interna, teniendo -- cuidado de que no suba más allá de un límite indicado, como podría suceder al colocar el -- manómetro en las partes altas de la línea, ya que en tal caso la presión en las partes ba-- jas sería mayor.

Las presiones de trabajo deberán ser las

calculadas en el proyecto, y que tendrá el -- agua normalmente en la tubería. Estas presiones se clasifican según el tipo de tubería, -- como lo muestra la tabla No. 7.

Tubería	De trabajo
Tipo	Kg/cm ²
A - 5	5
A - 7	7
A - 10	10
A - 14	14

Tabla No. 7

Las presiones de prueba se efectúan en la fábrica y en la obra, estas sobrepresiones se hacen para garantizar que la red de agua potable tiene un factor de seguridad tanto en el material como en las instalaciones que se hicieron en obra y que en un momento dado pueden resistir las sobrepresiones que lleguen a ocurrir, el fabricante en su suministro de tuberías de asbesto cemento da estas garantías en su material, en la tabla No. 8 se muestran estas sobrepresiones.

Tubería Tipo	DE PRUEBA	
	En Fábrica	En Obra
	Kg/cm ²	Kg/cm ²
A - 5	17.50	7.80
A - 7	24.50	10.50
A - 10	35.00	14.00
A - 14	49.00	17.60

Tabla No. 8

5.- COMO SE EFECTUA UNA PRUEBA A PRESION.

a.- Se hace un circuito cerrado en la red. Si la red no está terminada y se desea probar, se comalea o sea se ponen tapas ciegas con sus respectivos atraques provisionales en las piezas especiales tales como tapas ciegas, codos y tes.

b.- Para introducir agua y presión en el circuito cerrado:

Se le hace un taladro al tubo de asbesto cemento.

Se coloca una abrazadera simple de dos -

- 1..... Abrazadera simple de dos piezas de --
Fo.Fo.
- 2..... Llave de Inserción de bronce (figura
No. 27)
- 3..... Junta de presión de la llave de inser
ción (figura No. 28)
- 4..... Manguera flexible.
- 5..... Bomba de embolo (figura No. 29)

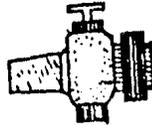


Figura No. 27



Figura No. 28

BOMBAS DE

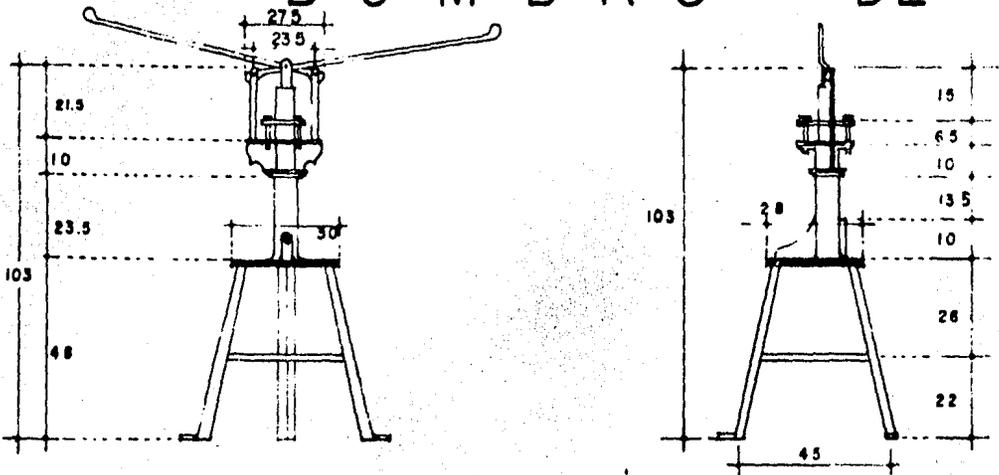


Figura No. 29

ACCESORIOS PARA INSTALAR LA BOMBA MANUAL.

TOMA:

- 1 Reducción Bushing de 1/2" a.
- 1 Niple c/c.
- 1 Válvula check --- vertical.
- 1 Niple de 1/4".
- 1 Codo de 90°.
- 1 Niple de 4" para conectar a la manguera.

DESCARGA:

- 1 Reducción Bushing de 1" a.
- 3 Niples c/c.
- 1 Válvula check hori---zontal.
- 1 Te.
- 1 Reducción para la te.
- 1 Niple c/cople de 1/4" x 4".
- 1 Manómetro.
- 1 Niple para conectar a las mangueras.

c.- Teniendo el circuito cerrado y lista la instalación para la prueba a presión, lo que se necesita hacer, es inyectar agua hasta llegar a la presión especificada y observar los efectos que ha causado en la tubería, ya sea para dar el visto bueno o corregir los defectos o anomalías que se hayan encontrado durante la prueba a presión; tal como se muestra en la tabla anterior (No.8).

6.- ATRAQUES DEFINITIVOS.

Para soportar el empuje a que se ven sujetas las conexiones (piezas especiales tales como tapas ciegas, codos y tes), de la tubería, bajo las presiones normales de trabajos y eventuales pruebas; se construyen de concreto hidráulico normal $f'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, con agregados de 40 mm. y un revenimiento de 10 cm. La finalidad de estos atraques es resistir el empuje y transmitirlos al terreno donde se apoyan.

En la tabla No. 9 se da la resistencia aproximada de estos terrenos.

Material	Carga de seguridad gr/cm ²
Lodo turba	0
Arcilla suave	2400
Arena	4800
Arena y grava	7300
Arena y grava cementada	9700
Pizarra	24500

Tabla No. 9

En lodo y terrenos flojos se reciben los atraques con estacas o varillas cruzadas sobre cimientos sólidos o también puede hacerse y es lo más recomendable, quitar el terreno flojo y reemplazarlo con materiales de resistencia suficiente para soportar el empuje.

En la tabla No. 10 se dan los empujes en las conexiones, cuando la tubería está cargada a una presión de 7 Kg/cm².

EMPUJE EN LAS CONEXIONES

a 7 Kg./cm. de presión del agua.

Diámetro	Tubo	Tees y uniones muñecos		Codos de 90°		Codos de 45°		Codos de 22°30'		
		Clase	Tipo	Kg	Lbs	Kg	Lbs	Kg	Lbs	
										MM
76	3	75 A-5	478	1050	676	1482	386	805	186	409
		100 A-7	554	1220	780	1770	422	931	215	474
		150 A-10	604	1350	855	1890	462	1020	235	519
		200 A-14	731	1610	1030	2270	557	1230	285	628
102	4	75 A-5	783	1773	1109	2439	598	1317	305	671
		100 A-7	880	1940	1250	2750	675	1450	344	759
		150 A-10	955	2070	1280	2860	702	1550	358	790
		200 A-14	1065	2350	1510	3330	816	1800	416	919
152	6	75 A-5	1612	3547	2279	5010	1231	2710	629	1384
		100 A-7	1750	3870	2460	5470	1330	2930	680	1500
		150 A-10	1880	4190	2630	5800	1422	3140	720	1600
		200 A-14	2185	4750	3460	7710	1643	3630	834	1850
203	8	75 A-5	2914	6480	3980	8750	2180	4730	1098	2415
		100 A-7	2985	6590	4220	9310	2280	5040	1165	2570
		150 A-10	3170	6960	4480	9870	2420	5340	1265	2720
		200 A-14	3550	7910	5020	11200	2740	6050	1410	3080
254	10	75 A-5	4277	9410	6020	13310	3260	7160	1679	3690
		100 A-7	4675	10300	6620	14600	3575	7890	1820	4020
		150 A-10	5125	11300	7210	15900	3905	8620	1995	4400
		200 A-14	5580	12300	7850	17400	4260	9450	2180	4810
305	12	75 A-5	6167	13590	8740	19190	4710	10380	2410	5300
		100 A-7	6620	14600	9345	20600	5080	11200	2582	5700
		150 A-10	7210	15900	10410	22500	5430	12000	2820	6210
		200 A-14	7800	17200	11080	24400	5990	13200	3050	6720
356	14	75 A-5	8330	18330	11780	25950	6370	14000	3240	7130
		100 A-7	8920	19800	12700	28000	6900	15200	3505	7740
		150 A-10	9600	21600	13900	30500	7480	16500	3825	8440
		200 A-14	10460	23300	14930	32900	8075	17800	4110	9080
406	16	75 A-5	10794	23750	15230	33550	8260	18200	4200	9240
		100 A-7	11620	25700	16500	36300	8940	19700	4539	10000
		150 A-10	12610	27800	17900	39400	9670	21300	4965	10900
		200 A-14	13750	30300	19400	42800	10520	23200	5395	11800
457	18	75 A-5	13671	30080	19300	42500	10450	23000	5320	11700
		100 A-7	14650	32300	20700	45600	11200	24700	5710	12600
		150 A-10	15850	34900	22450	49500	12150	26800	6210	13700
		200 A-14	17380	38300	24500	54100	13300	29300	6760	14900
508	20	75 A-5	16814	37000	24010	52300	12010	26400	6570	14450
		100 A-7	18000	39700	25450	56100	13000	28300	7025	15500
		150 A-10	19500	43000	27600	60800	14200	30900	7610	16800
		200 A-14	21400	47100	30400	67000	15480	33600	8390	18500
610	24	75 A-5	24185	53100	34190	75100	18420	40500	9410	20700
		100 A-7	25800	56800	36400	80300	19750	43500	10080	22200
		150 A-10	27600	61000	39600	87300	21400	47200	10820	24100
		200 A-14	30080	66800	43300	96400	23700	52200	12050	26600
762	30	75 A-5	37625	82850	53200	117000	28000	63400	14690	32300
		100 A-7	40000	88200	56800	125000	30620	67500	15600	34400
		150 A-10	43000	95000	61000	137000	33580	74000	17200	37700
		200 A-14	46050	102000	66000	150000	36800	81100	18800	41400
914	36	75 A-5	53670	118500	76250	167500	41300	91000	18170	40000
		100 A-7	57600	127000	81100	179000	44900	96900	22400	49400
		150 A-10	63000	139000	89250	197000	48600	107000	24610	54300
		200 A-14	68500	152000	97500	215000	52600	116000	26900	59300

Tabla No. 10

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En construcción de redes con tuberías de asbesto cemento y piezas especiales para el -- abastecimiento de agua potable, a un poblado, a una ciudad o a un conjunto habitacional es -- muy importante que a medida que se vayan ejecu-- tando los trabajos, se vayan también haciendo las pruebas a presión en las tuberías y cone-- xiones, y al final de los trabajos se vuelvan a hacer estas pruebas a presión en toda la red general. La finalidad de las pruebas a presión en toda la red es la seguridad del servicio -- sin fugas y por tanto en beneficio del usua--- rio.

Terminada la red de abastecimiento de --- agua potable y también efectuada la prueba a -- presión, se recomienda darle servicio de lim-- pieza y desinfección a toda ella.

Se recomienda guardar en un lugar seguro los proyectos con que se ejecutaron los traba-- jos de la red de agua potable, ya que si en lo futuro hubiera modificación o ampliación de la misma, se tengan todas las referencias y datos

necesarios.

Como la tubería de agua potable no es la única instalación en la vialidad, es recomendable que la línea pase a una cuarta parte -- del claro del arroyo de la calle ($L/4$). Si la calle es de norte a sur, que la línea o tubería pase en la acera oriente y si la calle es de oriente a poniente, que la línea de la tubería pase en la acera norte. También es -- recomendable que la numeración de los cruces sigan el movimiento de las manecillas del reloj.

Se recomienda que la junta Gibault que-- de siempre alojada casi al centro del muro en la construcción de las cajas de válvulas para su fácil reposición.

Es muy conveniente darle mantenimiento a las piezas especiales que se encuentran alojadas en las cajas de válvulas, dicho mantenimiento consiste en su aseo y pintura, lo que evita la corrosión.

Se recomienda que cuando sea necesario -- cerrar o abrir un circuito a través de las ca

jas de válvulas, se haga de manera muy lenta para evitar el golpe de ariete.

B I B L I O G R A F I A

A U T O R	T I T U L O
Ernest W. Steel	Abastecimiento de agua y Alcantarillado.
Secretaría de Asentamientos Humanos y -- Obras Públicas	Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua -- Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana.
Ing. Diego O. Becerril	Datos prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.
Asbestos de México, S.A.	Manual Práctico.
Materiales y Maquinaria para Contratistas, S.A. de C.V. (MYMACO)	Catálogo.
Roberto Centeno González.	Experiencias adquiridas en diferentes Obras de Urbanización y Edificación que ha ejecutado.