



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CAMPUS ARAGÓN

**“REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE
EN LA COLONIA LOMAS DE LA ESTANCIA
DELEGACIÓN IZTAPALAPA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A

OMAR ROJAS MEXICANO

ASESORA: ING. MARIDEL ZARATE MORALES

SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MÉXICO 2010





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.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Teresa Mexicano Martínez y José Luis Rojas Cruz

Por haber creído y tenido confianza en mí, sin ustedes no hubiera llegado hasta aquí. Gracias por los consejos, por las preocupaciones que les he hecho pasar, por todo lo que me han dado y por lo que solo ustedes saben han hecho por mí.

Por ustedes he aprendido a valorar las cosas lo cual sin duda considero la herencia y satisfacción más grande que puedo tener. Por haberme brindado todo su amor, confianza y su motivación sin obtener nada a cambio, además de darme todo lo necesario para que yo estudiara y poder obtener un título.

¡Gracias papas!

A la Ingeniera Maridel Zárate Morales

Por el apoyo y el tiempo brindado para la realización de este trabajo.

A los Ingenieros

Mtra. María Eugenia Borrego Mora

Ing. Luis Pomposo Viguera Muños

M. en I. Mario Sosa Rodríguez

Ing. Karla Ivonne Gutiérrez Vázquez

Por su gran apoyo y orientación en la carrera y en este trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	6
Antecedentes	8
Objetivo	12
CAPÍTULO I IMPORTANCIA DEL AGUA	13
I.1- Uso del Agua	13
I.2- Propiedad del Agua	17
1.2.1- Densidad	17
1.2.2- Viscosidad	18
1.2.3- Peso específico	19
1.2.4- Temperatura	19
1.2.5- Ebullición	20
1.2.6- Presión de vapor	21
CAPÍTULO II CONCEPTOS GENERALES	22
II.1- Vida útil de las obras	22
II.2- Línea de conducción	24
II.3- Materiales	24
II.4- Observaciones y recomendaciones para selección de tubería	25
II.5- Piezas especiales de bomba y tuberías	25
II.5.1- Instalación de válvulas y piezas especiales	27
II.5.2- Junta flexible	27
II.5.3- Válvulas eliminadoras de aire	27
II.6- Caja de operación de válvulas	29
II.7- Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD)	30
II.7.1- Instalación de tubería de polietileno (PEAD).....	30
II.7.2- Control de la deflexión	30
II.7.3- Instalación de accesorios y válvulas	31
II.8- Atraques	32
CAPÍTULO III COMPONENTES DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN	35
III.1-Requisitos que debe satisfacer a la red de distribución	35
III.1.1- Redes primarias	36
III.1.2- Redes secundarias o de relleno	37

III.2- Fugas en la red de distribución	38
III.3- Incidencia de los cambios de temperatura en la tubería de PEAD.....	40
III.3.1- Climas calientes	40
III.3.2- Climas fríos	41
CAPÍTULO IV METODO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	42
IV.1- Trazo.....	42
IV.2- Ruptura de pavimentos.....	42
IV.3- Excavación	43
IV.3.1- Clasificación del material excavado	43
IV.3.2- Medidas de seguridad	44
IV.3.3- Plantilla	45
IV.4- Acoplamiento de la tubería	45
IV.4.1- Acoplamiento fuera de la zanja	46
IV.5- Prueba Hidráulica de la instalación	46
IV.5.1- Equipos y accesorios	46
IV.5.2- Preparación, procedimientos y precauciones de la prueba de presión hidrostática	47
IV.5.3- Consideraciones de la presión hidrostática.....	48
IV.5.4- Pruebas de presión	48
IV.6- Prueba de presión hidrostática en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).....	49
IV.7- Relleno de la zanja	50
IV.8- Tomas domiciliarias.....	52
IV.8.1- Descripción de una toma domiciliaria y sus componentes	52
IV.8.2- Tomas especiales	55
IV.9- Inspección y supervisión	63
IV.10- Estimación N.1 de la calle Polotitlan entre Pirul y Acambay.....	64
IV.10.1- Precios unitarios Rehabilitación de red.....	65
IV.10.2- Precios unitarios Rehabilitación de ramales	66
IV.10.3- Precios unitarios Piezas especiales.....	67
IV.10.4- Precios unitarios señalamientos	67
IV.10.5- Croquis de ramales	68
IV.10.6- Control de pruebas hidrostáticas	70
IV.11- Estimación N.2 de la calle 5, calle 4 y calle 3.....	71
IV.11.1- Precios unitarios Rehabilitación de red.....	72
IV.11.2- Precios unitarios Rehabilitación de ramales.....	73
IV.11.3- Precios unitarios Piezas especiales.....	74
IV.11.4- Precios unitarios señalamientos.....	74
IV.11.5- Croquis de ramales calle 5.....	75
IV.11.6- Control de pruebas hidrostáticas.....	76
IV.11.7- Croquis de ramales calle 4.....	77
IV.11.8- Control de pruebas hidrostáticas.....	78
IV.11.9- Croquis de ramales calle 3.....	79

IV.11.10- Control de pruebas hidrostáticas.....81

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 82

BIBLIOGRAFÍA 84



Figura 1.- Localización de la Colonia Lomas de la Estancia en la Delegación Iztapalapa.

INTRODUCCION

Como una definición sencilla y elemental el agua potable es aquella que es “buena para ser bebida” el agua que no causa daño ni molestia al ser ingerida si no que es agradable, al paladar y realiza sin daño ni peligro las funciones fisiológicas del organismo humano. El agua es siempre un papel de gran importancia en la vida del hombre la cual se aprovecha en diversos menesteres y con finalidades diferentes, y según el empleo que se le da, es el estudio que de ella debe hacerse, el agua es un recurso natural, en la naturaleza se presenta en los estados sólido, líquido y gaseoso y en cada uno de ellos desempeña un papel de gran importancia para la vida de las plantas, de los animales y del género humano.

Solo 3% del agua del planeta tierra es agua dulce, de la cual el 3% resulta de muy difícil acceso para el consumo, por lo cual es de suma importancia colaborar de manera integral en el buen uso y cuidado de este vital elemento. En el caso particular de la ciudad de México y en las zonas conurbadas es ésta, las pérdidas por fugas de agua potable en redes de distribución representan aproximadamente el 37% del caudal con que se abastece a esta urbe, esto representa mas de 12,000 lts. por segundo equivalente a un desperdicio anual de 400,000 metros cúbicos de agua potable. Provocado por diferentes factores tales como: antigüedad de tuberías, fisuras y fracturas originadas por los asentamientos diferenciales en los suelos.

Los problemas graves que enfrenta la Ciudad de México y en particular la delegación Iztapalapa, es el del agua. La zona metropolitana del valle de México cuenta con una dotación de 75m^3 de agua por segundo, en tanto que el Distrito Federal tiene un suministro de 35m^3 por segundo. Estas dotaciones para 18 y casi 19 millones de habitantes respectivamente, cumplen en lo general con las normas estipuladas por la Organización Mundial de la Salud que indican un consumo mínimo de 250 litros por habitante al día. Sin embargo, en este como en otros indicadores fundamentales del bienestar y nivel de vida de la población, hay injusticias y desigualdades. Mientras en la zona poniente de la Metrópoli cada habitante cuenta con mas de 500 litros por día, en la zona oriente solo se tiene un promedio de 80 litros por habitante, aunque también un servicio discontinuo, tanto en las delegaciones de la región, como en los municipios del Estado de México colindante.

En el caso de la delegación Iztapalapa recibe diariamente 4,430 litros por segundo, pero se tiene la necesidad de recibir un suministro de 6,493 litros en el mismo lapso, es decir que día con día se padece de un déficit de 2,063 litros por segundo. Esta demanda ha originado la sobre explotación de los mantos acuíferos mediante la excavación de pozos mas profundos, de los que se extrae agua con residuos y apariencia turbia. El 60% se obtiene de la extracción del acuífero, el cual solo recibe de la acción de la naturaleza menos del 40% de recarga. Esto genera un gran desequilibrio con consecuencias funestas para el medio ambiente y la estructura de los suelos de la ciudad.

Por tanto es urgente, en el presente y para el futuro de la región oriente de la metrópoli, impulsar una política y un programa hidráulico con visión integral y de largo aliento que considere como premisas tanto la preservación del acuífero con agua de lluvia en las áreas de conservación ecológica, como la educación en torno a una nueva cultura del agua con base a su ahorro y uso racional.

Es importante, en lo inmediato, dar continuidad a algunas de las acciones que el Gobierno de la ciudad y la Delegación Iztapalapa han venido acordando, entre otras: la rehabilitación de pozos y de la red de agua potable en la Colonia Lomas de la Estancia, el establecimiento de plantas potabilizadoras para mejorar la calidad del agua, así como la supresión de fugas y programas como el de la recarga del acuífero, principalmente.

Calles con pavimento alzado, casas desvencijadas, algunas prácticamente encimadas y múltiples fugas de agua por el rompimiento de la red hidráulica, así como el constante temor de que la tierra sucumba es lo que habitantes deben soportar a diario y a pesar de que las autoridades de la delegación saben del problema, sus moradores advierten que nadie se ha acercado para iniciar trabajos con el objetivo de mitigar los riesgos.

Predios irregulares y vivienda

La gran cantidad de asentamientos irregulares que existen en la delegación -alrededor de 170- son consecuencia de un deficiente proceso de planeación del desarrollo urbano y de un crecimiento poblacional explosivo acumulado en décadas; por ello, en Iztapalapa, la vivienda es una de las demandas con mayor relevancia. Dichos asentamientos, algunos de los cuales se encuentran en áreas naturales protegidas, no solo generan conflictos sociales o de servicios; impactan también en el ambiente y coloca en situación de riesgo a los propios demandantes. Son aproximadamente 30,000 familias. Es decir casi 150,000 pobladores, quienes viven en condiciones sumamente precarias, ya que no cuentan con los servicios básicos: agua, drenaje, luz y vivienda.

El desarrollo de este proyecto esta constituido por cinco capítulos a continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

En el capítulo I se describe la importancia del agua, así como sus usos del agua y propiedades

En el capítulo II conceptos generales, vida útil de las obras, línea de conducción, materiales, observaciones y recomendaciones para la selección de tubería, piezas especiales de bombas y de tuberías, caja de operación de válvulas, tubería de alta densidad, y atraques.

Capítulo III componentes de una red de distribución, así como sus requisitos que debe satisfacer, fugas en la red de distribución, incidencia de los cambios de temperatura en tubería de PEAD,

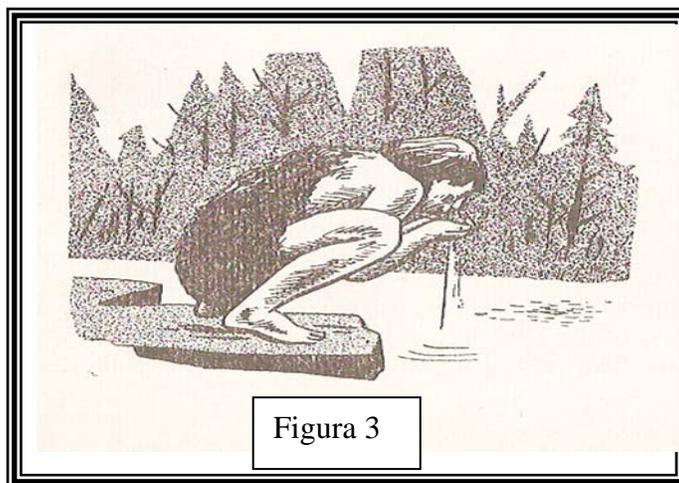
Capítulo IV método del proceso constructivo, trazo, ruptura de pavimento, excavación, acoplamiento de la tubería, prueba hidráulica de la instalación, prueba de presión hidrostática en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), relleno de la zanja, Tomas domiciliarias, inspección y supervisión y Estimación No.1 de la calle Polotitlan entre calle Pirul y Acambay, Estimación No.2 de la calle 5, calle 4 y calle3.

Capítulo V conclusiones y recomendaciones

ANTECEDENTES

Desde el principio de la humanidad el hombre siempre ha buscado las mejores condiciones para construir sus viviendas, y esto ha sido en zonas donde principalmente exista agua ya que es vital para que se genere la vida, lo cual conlleva a diversas civilizaciones ha establecerse en las riveras de ríos o de lagos, siendo el caso de los antiguos aztecas que se establecieron precisamente sobre el lago de Texcoco, donde se erigió la gran TENOCHTITLAN.

Sin embargo el edificar la ciudad sobre el inmenso lago en la zona denominada la “MESETA DEL ANAHUAC” acarrearía grandes dificultades desde todos los puntos de vista y no solo para los Aztecas, también para las civilizaciones posteriores.



Con la llegada de los españoles en el siglo XVI, una nueva civilización surgiría, la nueva España flotando prácticamente sobre el lago y siendo atravesada por canales, conductos y zanjas, con agua casi a flotar de tierra, literalmente moría de sed.

Desde el principio se había previsto que el suministro sería insuficiente, pero se confió en la gran cantidad de manantiales que la rodeaban y en varios afluentes relativamente cercanos.

Los problemas de sanidad que se habían enfrentado años atrás tenían preocupadas a las nuevas autoridades, ya que estaban seguras de que el no disponer de agua podría acarrear enfermedades y otras situaciones que lamentar.

Una de las disposiciones más importantes de cortes fue la reparación del acueducto que como estrategia para el sitio de Tenochtitlán se había destruido en gran parte; quizá en lo que menos le importaba es que se tratara de una obra hidráulica notable, si no que evitaba a los nuevos pobladores el trabajo de acarrear el agua hasta la ciudad y no desperdiciar un manantial cuyo volumen estaban probando ser suficiente para cubrir la demanda que poco a poco iría surgiendo.

La primera obra española de ingeniería que ayudo en gran medida al suministro de agua fue la construcción de un acueducto de poca altura, que sustituyó al anterior, que venía descubierto por las calzadas de la Verónica y San Cosme hasta la esquina de Tlaxpana, de ahí continuaba

bajo una bóveda con lumbreras hasta la fuente de la mariscala localizada en la esquina noroeste de la traza. Para introducirla, el 6 de septiembre de 1527 se saco a remate la construcción de la tubería hasta la plaza de la ciudad.

El abastecimiento entre los IBERICOS siguió la práctica indígena tanto de cauces urbanos como de repartir por canoas. Para el primer aspecto, los conductos se repararon y limpiaron, y cuando había necesidad de cruzar alguna acequia, se prolongaba mediante un canal de madera que recibía el nombre de “canoas” en el segundo caso, el abastecimiento público se limitaba a dos tomas o “ladrones de agua” como se les conoció; uno de ellos ubicado en Santa Isabel, donde ahora es el cruce, de Avenida Hidalgo y San Juan de Letran. Ahí el acueducto arrojaba agua, que era captada por los naturales en sus propias canoas y se distribuía mediante paga, entre la población española, e inclusive a los barrios indígenas.

Al principio, esto satisficó la demanda, aún cuando el sistema tenía grandes inconvenientes, el agua se ensuciaba fácilmente, solo unas eran las privilegiadas por la cercanía de los cauces, y la distribución mediante canoas no cubría el volumen de consumo que ya empezaba a ser grande.

Ni por un momento el agua de ser objeto de cuidados administrativos al grado de que el 26 de agosto de 1524 se nombró a Juan Garrido guarda del cauce que venía de Chapultepec, para lo cual se asignaron cincuenta pesos oro al año, a fin de que llegara limpia el agua ala ciudad y sobre todo para evitar que los naturales arrojaran basura en el cauce como callada venganza hacia los españoles.

Inclusive, el agua que circulaba y se distribuía en la urbe también se vigiló, viéndose destinado para ello a Juan Miles como guarda del agua de la ciudad el 15 de septiembre de ese año.

La derrama de agua fue al principio un servicio que se brinda indiscriminadamente por el ayuntamiento a los habitantes de agua bajo control exclusivo de éste y sin ningún costo; sin embargo, la necesidad que tenia del líquido, en especial los buenos de las huertas para regar sus propiedades, hizo que las autoridades cambiaran su posición y se otorgaran las primeras “mercedes” (autorización para tener agua) de agua en 1525 con lo cual se pretendía eliminar la rápida costumbre que surgió de tomar agua sin tiempo ni medida. Se concedieron licencias, pero con innovaciones tales como que cada mercado tomara y condujera agua del acueducto mediante un tubo de metal de 3 cm. La concesión de abundantes mercedes implicó que se reglamentara el horario a que debía sujetarse los beneficiados y a fin de no perjudicar a los habitantes urbanos, se autorizó dispusiera la población rural del agua desde 3 horas del amanecer, con multa de diez pesos oro su inobservancia.

Para el año de 1570 con la llegada del virrey Martín Enríquez de Almansa, se tenía tres propuestas para abastecer a la ciudad de agua ya que ésta seguía padeciendo gravemente por la escasez de este servicio. Dichas alternativas fueron traer agua de churubusco, San Agustín y Santa Fe.

Dichas propuestas ya habían sido estudiadas con detenimiento y había sido también motivo de apasionadas discusiones.

También se pensó en algunos manantiales cercanos a la ciudad, pero pronto fueron desechados pues su caudal no se comparaba con los anteriores y no era costeable su explotación.

Las tres posibles fuentes presentaban diversas problemáticas, uno de ellos fué la distancia, que repercutía en el costo, la cal y la piedra estaban alcanzando elevados precios; otro fue el volumen de cada una, y finalmente su altura respecto a la ciudad, factores que fueron considerados minuciosamente por el virrey (de hecho la presión del agua puede ocasionar fallas en la tubería, probablemente lo que hoy se conoce como el golpe de ariete)

De esta forma se empezaron a dar soluciones paulatinamente conforme las necesidades se iban acrecentando sin embargo poco a poco, éstas fueron mas costosas y mas difíciles.

Para 1900 la capital aún se surtía por tres clases de agua; de manantial, fluvial y de pozos artesianos. La de manantial se dividía en “delgada” y “gorda” la primera procedía de los manantiales del desierto de los leones, de santa Fe y abastecía la parte norte de la ciudad en una proporción de dos tercios con relación a la “gorda”.

Y ya remontándonos a épocas mas recientes en 1941 se empezaron a realizar los primeros estudios para proporcionar agua al distrito federal, tomando como fuente al alto Lerma; su etapa inicial se termino en 1951, aportando con estas obras un caudal de 4 m³/s.

Como resultó insuficiente para satisfacer las necesidades de la ciudad, fue necesario hacer nuevas captaciones por lo que el gobierno federal decreto el 14 de diciembre de 1966, la autorización para la explotación de los mantos acuíferos localizados en la zona alta del río Lerma, a base perforación de pozos profundos.

En 1979 en que surgió la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) destacados ingenieros al mando del ingeniero Guillermo Guerrero Villalobos, se encargaron de analizar entre otros aspectos, la problemática de abastecimiento del agua, su distribución al mantenimiento de las instalaciones y la ampliación de la infraestructura que la urbe, ya catalogada como una de las mayores del mundo necesitaba.

Y siendo la ciudad de México una de las más grandes del mundo es por consiguiente una de las mas complejas y problemáticas debido a diversos factores entre otras a su situación geográfica como ya se había mencionado con anterioridad el suministro de servicios hidráulicos se fue tomando en verdadero problema.

Esta problemática se ha acrecentando año con año, debido al crecimiento desmesurado de la población lo cual ha traído como consecuencia la sobre explotación del acuífero del valle de México y por consiguiente los constantes asentamientos que sufre la ciudad.

Ahora bien de las 16 delegaciones de las que se subdivide el Distrito Federal, es sin duda Iztapalapa la que mas problemas presenta, en lo referente al suministro de servicios de agua potable y drenaje, debido principalmente a la mencionada expansión de la mancha urbana sin control.

Las autoridades de Iztapalapa diariamente reciben un sin número de quejas por falta de agua potable e incluso la gente se dirige a las mismas instalaciones de la delegación a quejarse de

no recibir el vital líquido en varios días o en semanas, aunado a todo esto también se tiene grandes problemas con la calidad del agua, ya que el laboratorio central de control de calidad de Xotepingo de Sistema de Aguas, ha recibido en los últimos años un gran número de quejas por mala calidad del agua.

Cabe mencionar que el Sistema de Aguas ha hecho y sigue haciendo un esfuerzo para que en medida de lo posible los servicios hidráulicos satisfagan las necesidades de la creciente población, sin embargo las fuentes de abastecimiento cada vez están más alejadas de la ciudad lo que provoca un incremento considerable en los costos para traer el vital líquido hasta la ciudad.

Es por eso que el Sistema de Aguas a través de la unidad departamental de planes hidráulicos delegacionales lleva a cabo diferentes estudios con el fin de tener siempre que un conocimiento actualizado y real de las condiciones, funcionamiento y problemática de las diferentes delegaciones del Distrito Federal, para que de esta forma se puedan plantear una serie de alternativas de solución para el mejoramiento, ampliación y mantenimiento de los recursos hidráulicos de la unidad.

Iztapalapa ha sido el foco de atención desde hace tiempo el Sistema de Aguas y se ha invertido mucho en ella, sin embargo aun no se ha alcanzado la optimización de los servicios.

Por lo anterior Iztapalapa sigue teniendo prioridad para las autoridades gubernamentales y con el afán de dar seguimiento y complemento a estudios y proyectos anteriores, y aun a las obras de ampliación que se están llevando a cabo, el Sistema de Aguas a encomendado a compañías la ejecución del estudio denominado “diseño de alternativas de abastecimiento de agua potable para regularizar el suministro del servicio en la delegación Iztapalapa.

Otra causa de fugas, pero esta en red secundaria se debe a asentamientos del subsuelo en zonas de grietas o bien ocasionadas estas por la sobre explotación de acuíferos, lo cual provoca la fractura o dislocación de la tubería algunas otras fallas son provocadas por el tránsito pesado ya que la tubería en ocasiones no cuenta con el colchón mínimo ni con el material de relleno adecuado.

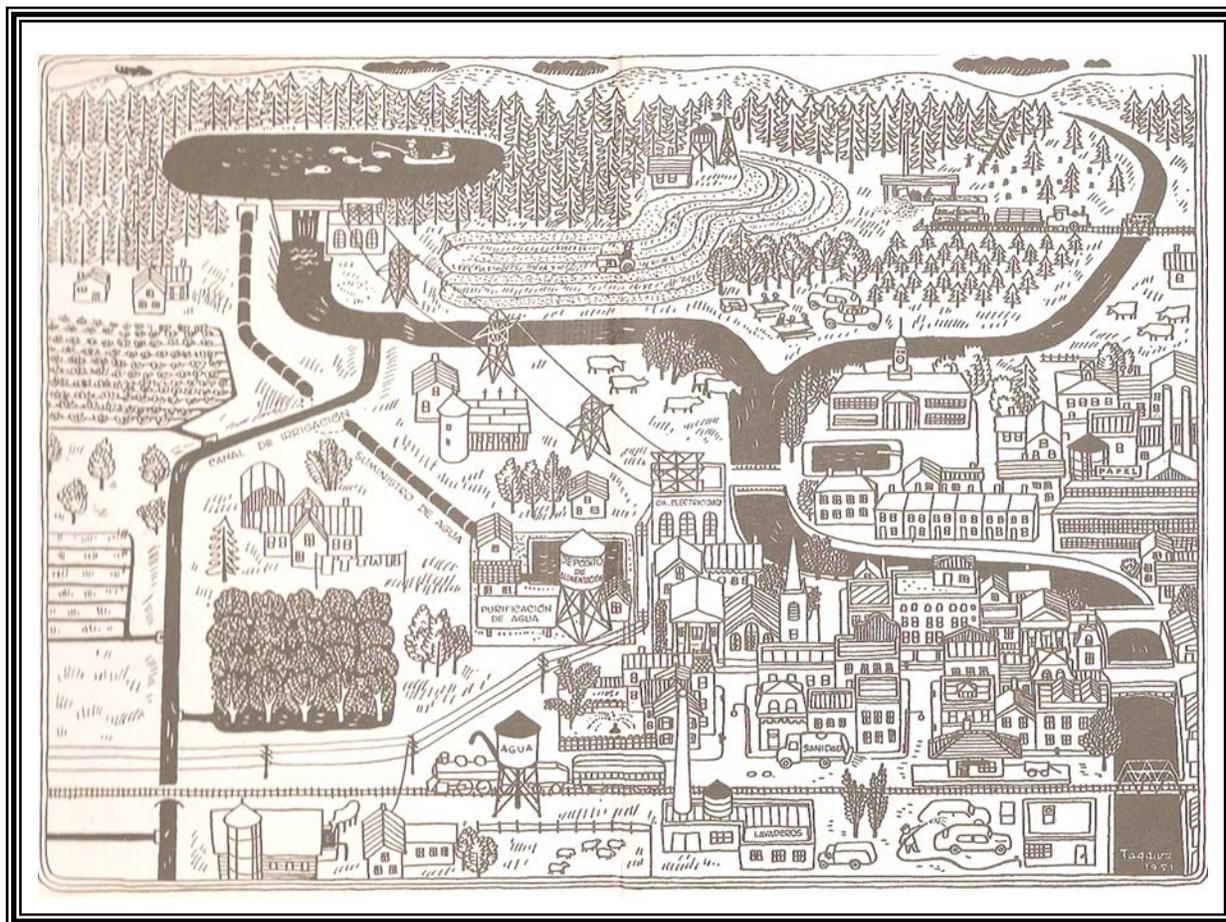


Figura 4

OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo principal resolver los problemas que presenta la tubería de conducción de agua potable, rehabilitando con el proceso constructivo y mejorando la calidad de tubería así como sus ramales de cada casa en la colonia Lomas de la Estancia delegación Iztapalapa. Puesto que la tubería que estaba en servicio, se encontraba muy deteriorada por la antigüedad, presentaba múltiples fugas de agua por el rompimiento de la red hidráulica, calles con pavimento alzado y tomas clandestinas. Esta operación de rehabilitación es la suma de las diversas tareas que deben cumplirse para asegurar la eficiencia del servicio al usuario.

CAPÍTULO I

I. IMPORTANCIA DEL AGUA

El empleo que el hombre hace del agua esta relacionado con factores tan dispares como las costumbres, educación, grado de desarrollo y, sobre todo región del mundo en donde viva. Pero siempre, desde que la especie apareció sobre el planeta nuestra existencia ha estado ligada a este elemento. Y no solo el hombre depende por completo del agua. El agua es el líquido no metálico con mayor conductividad y térmica, además de uno de los mejores disolventes que existen. Este cúmulo de propiedades tan singulares, otorgan al agua una importancia biológica sin parangón, al tiempo que justifica plenamente el porque de su papel protagonista en el alumbramiento y conservación de la vida.

El agua es un bien escaso y muy vulnerable, que el hombre malgasta en la mayoría de los casos. En la actualidad uno de los principales problemas de la Republica Mexicana y en todo el mundo es la escasez de agua, un recurso natural del que dependen todos los ecosistemas que existen en el planeta tierra.

1.1.- USO DEL AGUA

Desafortunadamente cada día crece el descuido del usuario al desperdiciar este vital líquido ya que por falta de cultura no se toma en cuenta que aunque la mayor parte del mundo esta cubierta por agua, solamente una mínima cantidad de esta agua es dulce y que el 97 % es agua salada. Tampoco se toma en cuenta que cada vez es mayor el consumo por el crecimiento desmedido de la población y por consiguiente existe una mayor contaminación de ésta.

Uno de, los medios naturales con los que se cuenta y que ayuda a obtener agua dulce es por medio del ciclo hidrológico que transforma el agua salada en agua dulce que los humanos interceptan en algún lugar de su paso entre el ciclo y el mar.

Como se sabe el agua adquiere impurezas de casi todo elemento con el que tiene contacto, ya sea orgánico o inorgánico y cuando se captan aguas no tan puras se deben someter a un tratamiento para hacerla aptas al consumo humano, este tratamiento tiene un costo elevado ya que se hace con filtros, tanques de sedimentación y fundamentalmente sometiéndola a elevada cloración.

El abastecimiento de un poblado se logra mediante el transporte de este importante líquido desde la fuente de abastecimiento hasta un sitio ubicado en el poblado para su posterior distribución. Las obras de conducción forman parte de un sistema de agua potable que de acuerdo a su diseño tienen un impacto económico en la operación del mismo.

No obstante, antes de consumirla en casa, ya adquirió algo de contaminación pues las tuberías que las conducen tienen filtraciones. Como se sabe la contaminación del agua es causada por organismos tales como bacterias, virus, algas, hongos y otros microorganismos patógenos. Las pérdidas de agua son sinónimos de pérdida de energía, dinero y trabajo y tiempo. La mayor parte de estas pérdidas se presentan en las fugas de agua que ocurren a través de las líneas de

conducción utilizadas para su transportación desde la fuente emisora que son los acuíferos pasando por toda la red de distribución hasta el órgano receptor o sea el consumidor o usuario.

Para satisfacer de manera adecuada el abastecimiento de la población, se estima que se requiere un consumo doméstico promedio de 180 l / hab / día, por lo que existe en la actualidad un déficit de 3.02 m³ /s en toda la ciudad.

Se estima que existen del orden de 1,900,000 tomas domiciliarias para todos los usuarios, de los cuales, el 90 % corresponden a usuarios domésticos y el resto a no domésticos.

Las fugas dependen de varios factores: antigüedad de las tuberías, tipo de material y la profundidad de la instalación; además de las presiones en las redes de distribución y el tipo de suelo en el que estas se hallan instaladas.

La determinación de los caudales desaprovechados se consiguió a partir de una muestra de 4,611 posibles fugas domiciliarias, presentadas en diversas delegaciones.

Las pérdidas totales de agua potable en el Distrito Federal, son aproximadamente 12.88 m³ /s cifra que representa un 37 % del caudal que ingresa al Distrito Federal estas pérdidas están constituidas como siguen:

7.73 m³ / s en tomas domiciliarias y 5.15 m³ / s en redes de distribución, tanto primaria como secundaria.

Como complemento al abastecimiento de agua potable, se consumen 3.770 m³ / s de agua residual tratada que se suministra a los usuarios que en sus aplicaciones no requieren dicha calidad, las delegaciones con mayor consumo de agua tratada son tlahuac y xochimilco con un consumo global de 0.755 y 0.697 m³ / s para el llenado de canales y riego de áreas verdes agrícolas. La asignación de agua tratada en el Distrito Federal es de 38 l / hab.

Las redes de distribución constituyen el sistema que abastece directamente al usuario.

Según el diámetro se clasifican en redes primarias y secundarias.

Las primarias tienen diámetros iguales o mayores a 508 mm (20”), en las que no existen conexiones de tomas domiciliarias. (Ver capítulo III).

Para estudiar la potabilización del agua que se consume en el distrito federal es conveniente distinguir las fuentes subterráneas de las superficiales. Las fuentes subterráneas son generalmente de buena calidad y las superficiales no tanto debido con el contacto que tienen con el medio ambiente. En las subterráneas con excepción de algunos pozos, incluyendo a los manantiales que afloran en el poniente de la ciudad, la inyección del cloro es suficiente para asegurar su potabilización. En las superficiales se necesitan plantas potabilizadoras para asegurar su calidad.

Los pozos y manantiales que inyectan directamente a la red cuentan con dosificadores de cloro en las descargas. Aquellos pozos que concentran su caudal para su posterior distribución, se cloran en algún punto de la línea de conducción con cloro líquido. En la tabla 1 se señalan las principales plantas de cloración, operadas por el Sistema de Aguas.

Tabla 1.

ZONA	PLANTA	PROCESO	
		CLORACION	RECLORACION
Lerma	Alzate	X	
	Almoloya del Río	X	
	Sta. Ma. Atarasquillo	X	
Poniente	San José		X
	El Venado		X
	El Conejo		X
	El Cartero		X
	Campamento Palmas		X
Norte	Planta de bombeo 2		X
	Calmita		X
Sur	Canal Nacional		X
	La Noria		X
	Cerro de la Estrella		X
Oriente	La Caldera		X
	El Peñon		X
Distrito Federal	Pozos	X	
	Manantiales	X	

La operación y mantenimiento no es si no la suma de las diversas tareas que deben cumplirse rutinariamente para asegurar la eficiencia del servicio prestado al usuario.

La correcta realización existe por dos razones fundamentales:

1.- Es importante en si mismo ya que sin operación y mantenimiento adecuados no habrá servicio eficiente.

2.- Por que lo cuantioso de la inversión en instalaciones y equipos hace que esta no pueda repetirse antes del tiempo prefijado para su amortización sin causar grave perjuicio económico ala comunidad.

Cada sistema deberá tener su programa propio de operación y mantenimiento, tal programa es necesario para:

- 1.- Conservar la eficiencia del sistema.
- 2.- Evitar fallas en las instalaciones.
- 3.- Determinar los tipos, cantidad de materiales y piezas de repuesto que se debe almacenar para hacer las reparaciones.
- 4.- Analizar el funcionamiento de las diferentes partes del sistema de distribución para que sirva de guía a futuras instalaciones.
- 5.- Mantener buenas relaciones públicas haciendo las reparaciones necesarias antes de que ocurran daños e interrupciones graves en el sistema.

En el caso especial de la red, para poder llevar esta tarea se necesita primordialmente contar con los planos actualizados de las instalaciones existentes.

Se recomienda como muy conveniente contar con un plano general de la localidad, con la indicación de las obras de tratamiento, tanques de distribución, estaciones de bombeo, cámaras reguladoras de presión, etc. En la red de distribución se señalará la ubicación y diámetros de la tubería, conexiones de los cruces, posición de las válvulas, hidrantes, etc.

En caso especial de la red convendrá recopilar una serie de datos estadísticos, que podrán ser:

- Análisis físicos, químicos y bacteriológicos de muestras obtenidas en diferentes puntos de la localidad.
- Estudios de consumos, variaciones estacionales y determinación de posibles fugas.
- Control periódico del estado de tuberías, válvulas, hidrantes, etc.

Las presiones existentes dentro de la red de distribución permiten el control de las fugas, estas presiones en el distrito federal, están distribuidas de la siguiente manera: $1 \text{ kg} / \text{cm}^2$ en el centro, norte y oriente del distrito, mientras que en el poniente del mismo, en el norte de la delegación Magdalena Contreras, la presión varía entre 2 y $3 \text{ kg} / \text{cm}^2$ Esta última se presenta también en las inmediaciones de la delegación Cuajimalpa, Álvaro Obregón, y al noroeste de la delegación Tlalpan.

Por otro lado, los estudios de geotecnia y sismicidad dentro del distrito, constituyen factores importantes para lograr un adecuado control de las pérdidas. Las zonas de mayor intensidad sísmica se localizan en la parte central de la delegación Coyoacán y poniente de Iztapalapa. De otra manera, la zona de lago ubicada al oriente, nororiental y suroriental del distrito, constituye un área geológica de alto riesgo en la que los hundimientos diferenciales del suelo producen roturas en las redes de conducción y distribución, aumentando el caudal de pérdidas. El material empleado en la fabricación de la red de distribución es otro elemento que condiciona el porcentaje de pérdidas de una unidad, en el Distrito Federal, mas de 90 % del total de tubería es de asbesto-cemento, siguiéndole el extra-pak empleando al norte de la delegación Gustavo A. Madero, oriente de Iztapalapa, suroeste de Coyoacán, centro de Xochimilco y sureste de Tlalpan. El policloruro de vinilo existe en una pequeña porción del centro de la delegación Álvaro Obregón y, las tuberías de acero existen al oriente de Milpa Alta. Otro factor determinante de las pérdidas lo constituye la edad de la tubería en el Distrito Federal, la mayor parte de las tuberías en la delegación Cuauhtémoc, la zona noreste y sureste de Miguel hidalgo, noreste de Venustiano Carranza y una pequeña parte del centro y sur de Azcapozalco, tienen una edad mayor a 50 años. La mayor parte de la zona norte del Distrito Federal posee una tubería con edades que varían entre 15 y 55 años. En las zonas centros y centro-oriente del mismo, la edad de estas varían entre 5 y 15 años y es solo unas pequeñas porciones al sur de la periferia de la Ciudad de México, donde se observan tuberías jóvenes de menos de 5 años de edad.

El análisis de fallas por fugas con materiales de la red y hundimientos durante el período 1983-1994, indica que la delegación Iztapalapa presento el mayor porcentaje de fallas, rebasando el 20 %. Entre el 5 y el 10 % de fallas se encuentran las delegaciones Gustavo A. Madero y Álvaro Obregón. Las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tláhuac y Milpa Alta presentaron el menor porcentaje estimado de fugas.

En los siguientes capítulos se estudian los pasos a seguir para lograr la rehabilitación de una red de agua potable en la colonia lomas de la estancia, teniendo en cuenta las necesidades de la

población así como la premura por el caudal desperdiciado. Otro de los aspectos del proceso de rehabilitación es la determinación de que tipo de equipo se necesitan para realizar dicha labor.

El objetivo de los siguientes capítulos es analizar las partes del proceso constructivo, para determinar, tiempos movimientos y costos de la reparación de la red hidráulica y poder optimizar el proceso de la rehabilitación y que a su vez resulte lo mas económico. Después de haber definido los objetivos del control de fugas se diseña una estrategia, que consiste en proponer un grupo de trabajo que se encarga de coordinar todas las actividades políticas, normas y procedimientos del programa que organice el personal, equipo, herramientas y material.

El procedimiento constructivo esta integrado por las siguientes etapas de reparación, como son: preliminares que consiste en la colocación de señalamientos y la investigación de la clase de material de que esta formada la red de agua potable, las etapas intermedias, como es la excavación y el cambio de piezas dañadas y las etapas finales como son el relleno compactado y la repavimentación y de las áreas previamente dañadas.

I.2.1- DENSIDAD

La densidad (ρ) de un material, es la masa por unidad de volumen del material

$$\rho = \frac{\text{Masa del cuerpo}}{\text{volumen del cuerpo}} = \frac{m}{v}$$

La unidad del SI para la densidad en Kg / m³ también se una en g / cm³ y con mucho menos frecuencia, slug / pies³

$$1000 \text{ kg / m}^3 = 1 \text{ g / cm}^3$$

La mayor parte de los materiales se dilatan al aumentar su temperatura, por lo que una determinada masa de material aumenta su volumen disminuyendo su densidad.

El agua presenta un comportamiento bastante complejo. El hielo (fase sólida) es menos denso que el agua (fase líquida), lo que hace que el hielo flote sobre el agua.

El agua líquida es mas densa que el hielo a presión y temperatura estándar. Existe un cambio positivo en el volumen después del congelamiento, lo que ocasiona que el hielo flote. Si el hielo no flotara, la vida acuática en cuerpos de agua como lagos y en los polos terrestres, no existiría pues estos cuerpos de agua se congelarían desde el fondo hacia la superficie, de hecho, lo contrario, la capa de hielo que se forma sobre estos cuerpos de agua, resulta en un aislante térmico.

La densidad del agua líquida es muy estable y varia poco con los cambios de temperatura y presión. A la presión normal (1 atmósfera), el agua líquida tiene una mínima densidad a los 100 °C, donde tiene 0,958 kg / l. Mientras baja la temperatura, aumenta la densidad (por ejemplo, a 90 °C tiene 0,965 kg / l) y ese aumento es constante hasta llegar a los 3,8 °C donde

alcanza una densidad de 1 Kg / litro. Esa temperatura (3,8 °C) representa un punto de inflexión y es cuando alcanza su máxima densidad (a la presión mencionada). A partir de ese punto, al bajar la temperatura, la densidad comienza a disminuir, aunque muy lentamente (casi nada en la práctica), hasta que a los 0° disminuye hasta 0,9999 kg / litro. Cuando pasa al estado sólido (a 0 °C), ocurre una brusca disminución de la densidad pasando de 0,9999 kg / l a 0,917 kg / l.

Es importante establecer que la densidad de un líquido es diferente a la viscosidad; un ejemplo de ello es que el aceite comestible flota en la superficie del agua debido a su menor densidad, sin embargo, presenta más resistencia a fluir.

I.2.2- VISCOSIDAD (η)

Es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes de fluido determina su viscosidad, que se mide con un recipiente (viscosímetro) que tiene un orificio de tamaño conocido en el fondo. La velocidad con la que el fluido sale por el orificio es una medida de su viscosidad.

EFECTO DE CALOR La viscosidad de un fluido disminuye con la reducción de densidad que tiene lugar al aumentar la temperatura. En un fluido menos denso hay menos moléculas por unidad de volumen que puedan transferir impulso desde la capa en movimiento hasta la capa estacionaria. Esto, a su vez, afecta a la velocidad de las distintas capas. El momento se transfiere con más dificultad entre las capas y la viscosidad disminuye. En algunos líquidos, el aumento de la velocidad molecular compensa la reducción de la densidad. Los aceites de silicona, por ejemplo, cambian muy poco su tendencia a fluir cuando cambia la temperatura, por lo que son muy útiles como lubricantes cuando una máquina está sometida a grandes cambios de temperatura.

Un fluido muy viscoso como el alquitrán, tiene una alta viscosidad. Supóngase que un fluido no elástico se corta entre dos placas como se muestra en la siguiente figura, si la velocidad v de la placa superior no es muy grande, el fluido se cortará de modo indicado. La viscosidad η se relaciona con la fuerza F que se requiere para producir la velocidad v por

$$F = \frac{VA}{d} \eta$$

Donde A es el área de cada placa y d es la distancia entre las placas la unidad del SI para η es $N \cdot s / m^2$ o $kg / m \cdot s$ otras unidades son.

1 poiseville (pi) = $1 N \cdot s / m^2 = kg / m \cdot s$

1 poise (p) = $0.1 kg / m \cdot s$

1 centipoise (cp) = $10^{-3} kg / pie^2$

la unidad inglesa para η es $lb \cdot s / pie^2$

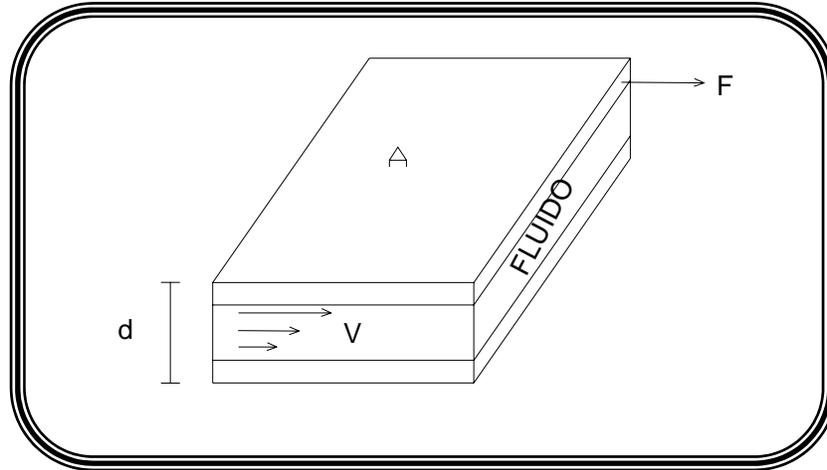


Figura 5

I.2.3- PESO ESPECIFICO (D)

El peso específico de un material es el peso por unidad del volumen del material.

$$D = \frac{\text{Peso del cuerpo}}{\text{Volumen del cuerpo}} = \frac{\text{mg}}{v}$$

Las unidades son N / m^3 , $\text{lb} / \text{pl exsi}$ o $\text{lb} / \text{pulg}^3$

El agua tiene un peso específico aproximado de $62.4 \text{ lb} / \text{pie}^3$

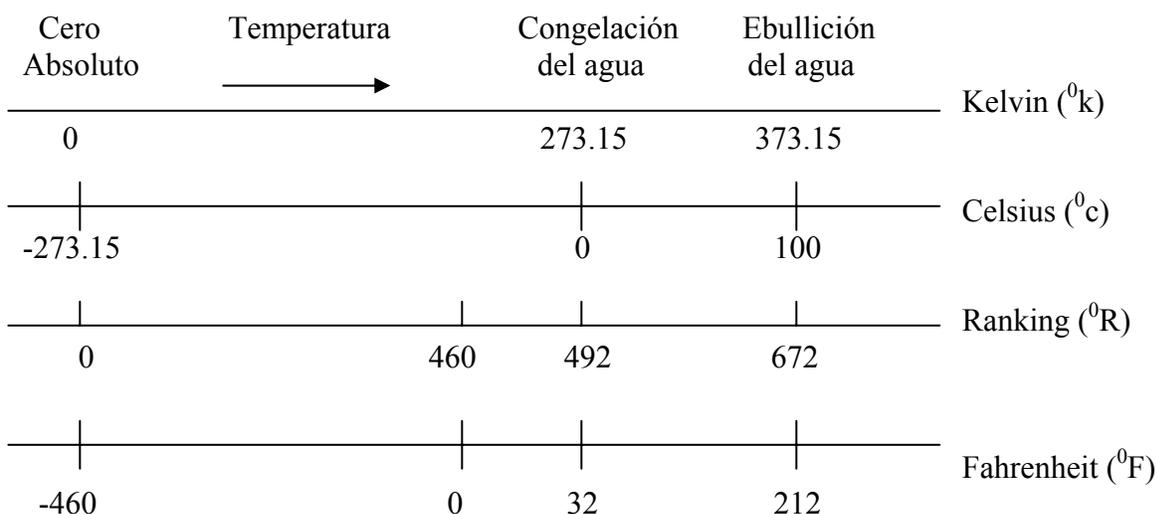
I.2.4- TEMPERATURA

Es la medida de la energía interna y comúnmente se mide en la escala Celsius (o centígrada) y en la escala Fahrenheit. Para propósitos científicos se usan las escalas absolutas Kelvin y Ranking.

Las escalas kelvin y Celsius emplean los mismos intervalos para los grados. Las escalas Fahrenheit y Ranking usan intervalos tales que

$$1 \text{ grado Celsius} = \frac{180}{100} = \frac{9}{5} \text{ grado Fahrenheit.}$$

Una comparación de las cuatro escalas se da en la figura siguiente:



Ya que el punto de congelación del agua (para una presión de un atmósfera) es 0⁰C y 32 ⁰F, y porque un grado Celsius es igual a 9 / 5 de grado Fahrenheit, las dos escalas pueden convertirse por:

$$\text{Temperatura Fahrenheit} = 9/5 (\text{temperatura Celsius}) + 32$$

$$\text{Temperatura Celsius} = 5/9 (\text{temperatura Fahrenheit} - 32)$$

I.2.5- EBULLICION

Definimos el punto de ebullición como la temperatura a la cual se produce la transición de la fase líquida a la gaseosa. En el caso de sustancias puras a una presión fija. El proceso de ebullición o de vaporización ocurre a una sola temperatura; conforme se añade calor la temperatura permanece constante hasta que todo líquido ha hervido.

El punto normal de ebullición se define como el punto de ebullición a una presión total aplicada de 101.325 kilopascales (1 atm); es decir, la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido es igual a una atmósfera. El punto de ebullición aumenta cuando se aplica presión.

El punto de ebullición no puede elevarse en forma indefinida. Conforme se aumenta la presión, la densidad de la fase gaseosa aumenta hasta que finalmente, se vuelve indistinguible de la fase líquida con la que está en equilibrio; ésta es la temperatura crítica, por encima de la cual no existe una fase líquida clara. El helio tiene el punto normal de ebullición más bajo (4.2 k) de los correspondientes a cualquier sustancia, y el carburo de tungsteno, uno de los más altos (6300 k).

Cuando se calienta un líquido, alcanza eventualmente una temperatura en la cual la presión del vapor es lo bastante grande que se forman burbujas dentro del cuerpo del líquido. Esta temperatura se llama punto de ebullición. Una vez que el líquido comienza a hervir, la temperatura permanece constante hasta que todo líquido se ha convertido en gas.

El punto de ebullición normal del agua es 100 a una atmósfera de presión.

I.2.6- PRESION DE VAPOR

La presión de vapor o más comúnmente es la presión de saturación, para una temperatura dada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico; su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas.

Este fenómeno también lo presentan los sólidos; cuando un sólido pasa al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido (proceso dominado “sublimación” o el proceso inverso llamado “deposición”) también se produce una presión de vapor. En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado. Esta propiedad posee una relación inversamente proporcional con las fuerzas de atracción intermoleculares, debido a que cuanto mayor sea el módulo de las mismas, mayor deberá ser la cantidad de energía entregada (ya sea en forma de calor u otra manifestación) para vencerla y producir el cambio de estado.

Imaginemos una ampolla de cristal en la que se ha realizado el vacío y que se mantiene a una temperatura constante; si introducimos una cierta cantidad de líquido en su interior este se evapora rápidamente al principio hasta que se alcance el equilibrio entre ambas fases.

Inicialmente solo se produce la evaporación ya que no hay vapor; sin embargo a medida que la cantidad de vapor aumenta y por tanto la presión en el interior de la ampolla, se va incrementando también la velocidad de condensación, hasta que transcurrido un cierto tiempo ambas velocidades se igualan. Llegados a este punto se habrá alcanzado la presión máxima posible en la ampolla (presión de vapor o de saturación) que no podrá superarse salvo que se incremente la temperatura.

El equilibrio dinámico se alcanzara más rápidamente cuanto mayor sea la superficie de contacto entre el líquido y el vapor, pues así se favorece la evaporación del líquido; del mismo modo que un charco de agua extenso pero de poca profundidad se seca más rápido que uno más pequeño pero de mayor profundidad que contenga igual cantidad de agua. Sin embargo, el equilibrio se alcanza en ambos casos para igual presión.

El factor más importante que determina el valor de la presión de saturación es la propia naturaleza del líquido, encontrándose que en general entre líquidos de naturaleza similar, la presión de vapor a una temperatura dada es tanto menor cuanto mayor es el peso molecular del líquido.

CAPÍTULO II

CONCEPTOS GENERALES

Se llama red de distribución 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 de consumo.



Figura 6

II.1.- VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS

Depende de múltiples factores, entre los cuales los más importantes son los siguientes:

- a) Calidad de la construcción y de los materiales utilizados en la ejecución de la obra.
- b) Calidad de los equipos electromecánicos y de control.
- c) Calidad del agua a manejar.
- d) Diseño del sistema.
- e) Operación y mantenimiento.

A continuación se explicara brevemente a que se refiere cada uno de estos factores.

a) Calidad de construcción y de los materiales utilizados en la ejecución de la obra: la obra civil dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable juega un papel muy importante, ya que esta es la base para la instalación de equipos y controles, así como para el almacenamiento del agua; por ello, es muy importante realizar una construcción de buena

calidad, asegurando y prolongando de esta manera la vida útil de los equipos que alberga y por ende, la del sistema.

La obra civil generalmente tiene una duración muy superior a la obra electromecánica y de control, por lo que en la estimación de la vida útil lo que predomina es esta última.

b) Calidad de los equipos electromecánicos y de control: como se mencionó, este equipo es el que en forma conjunta con las tuberías nos define el período de vida útil de la obra ya que su costo representa el mayor porcentaje del sistema. Es conveniente aclarar que las tuberías tienen una vida útil mucho mayor que los equipos, pero no tiene la flexibilidad de estos que se pueden cambiar o modificar resolviendo el problema económico que esto implica, mientras que sustituir tuberías implica rehacer el sistema.

c) Calidad del agua a manejar: la calidad del agua a manejar es el factor definitivo en la duración de los equipos y materiales. Como ejemplo podemos citar lo siguiente si una agua es dura, las paredes de la tubería se incrustaran, reduciendo su vida útil hasta un 90% mientras que si es corrosiva reduce su vida en un tiempo que esta en función de las características de agua.

d) Diseño del sistema: la optimización que se haya realizado en el diseño del sistema, influirá directamente en la calidad del servicio que se presentara y en la duración de este, ya que un mal diseño hará que el sistema trabaje en condiciones desfavorables, lo que requerirá de un esfuerzo adicional para realizar su función.

Este punto es el mas importante que los anteriores, ya que el diseño por alguna razón quedo escaso, la vida útil se disminuirá tanto como en el mismo error; siendo en ocasiones este periodo mas corto que el de los propios equipos, por lo que queda absoluto antes de cumplir con su cometido.

e) La operación y mantenimiento

Este factor es el más importante de todos ya que, dependiendo de la forma en que se efectúa la operación y el mantenimiento del sistema, se acortara o prolongara el periodo de trabajo de cada uno de sus componentes.

En nuestro país este factor es uno de los principales problemas en el manejo de sistemas.

Con el fin de dar una vida útil de los diversos elementos, en el cuadro siguiente se proporcionan algunos valores estimados, partiendo del entendido que estos tendrán un mantenimiento adecuado y trabajando en condiciones bajo las cuales fueron diseñadas.

ELEMENTOS	VIDA UTIL (AÑOS)
- Línea y tubería de acero recubiertas y tuberías de concreto reforzado.	25(d)
- Líneas de tuberías de acero sin recubrir.	20(d)
- Tubería de asbesto-cemento P.V.C.	20(e)
- Tuberías de fierro fundido secundario.	15(e)
- Válvulas de compuerta, globo, etc.	15

(d) La vida útil debe reducirse por cinco años aproximadamente en caso de aguas o suelos corrosivos. En cada caso se determinaran por medio de análisis las características corrosivas de agua.

(e) La vida útil debe reducirse de 5 a 10 años aproximadamente en caso de aguas duras este tipo se definirá en base a las características del agua.

II.2.- LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La fuente no siempre se localiza próxima a la población, si no 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 considera factores tales como:

Calidad del agua, fragosidad del terreno, desnivel de la fuente con respecto de 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.

II.3.- 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. Los requisitos de los materiales deben ser satisfactorios, 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 secretaria de desarrollo social, Sistema de Aguas.

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. La inexistencia de especificaciones propias la confusión e determinación que, como consecuencia, originan una deficiente calidad de las obras.

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 o 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 debido a su importancia y por ser la última que debe realizarse en un tramo de línea instalado.

II.4.- OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍA

Cuando se requieren diámetros superiores a 150mm, para presiones menores de 14 kg / cm², son recomendables las tuberías de asbesto cemento.

Para conducciones con presiones de trabajo superiores a 14 kg /cm² se hará el estudio económico entre tuberías de acero y concreto presforzado.

Para tomas domiciliarias se recomiendan tuberías de polietileno de alta densidad y, para el cuadro tubo de acero galvanizado en diámetros de 13 y 19 mm.

Los factores principales que los proyectistas deben tener en cuenta para la selección de tuberías son:

- a) Calidad y cantidad de agua por conducir.
- b) Características topográficas de la conducción y calidad del terreno por excavar.
- c) Costos de suministro e instalación.

II.5.- PIEZAS ESPECIALES DE BOMBAS Y TUBERÍAS

Las condiciones de la tubería en las intersecciones cambian de dirección, variación de diámetros, accesos a válvulas, etc., se denominan comúnmente como “piezas especiales” y pueden ser de fierro fundido, asbesto-cemento o PVC, dependiendo del material que sean los tubos.

Las piezas especiales de fierro fundido son las más empleadas y se fabrican para todos los diámetros de tuberías. Estas piezas se conectan entre sí las válvulas por medio de bridas y tornillos con un empaque de sellamiento intermedio que puede ser de plomo, hule o plástico.

La unión de estas piezas con las tuberías de asbesto-cemento, se efectúa utilizando la “junta gibault” el sellamiento se logra mediante la presión ejercida con las bridas y tornillos sobre el barrilete y empaques de hule. (Figura 7).

En las líneas de conducción siempre es necesario el empleo de ciertos elementos cuyo objeto es, proteger las tuberías primordialmente y si hay el equipo en general del fenómeno llamado golpe de ariete; otros elementos controlan la descarga de la línea de conducción.

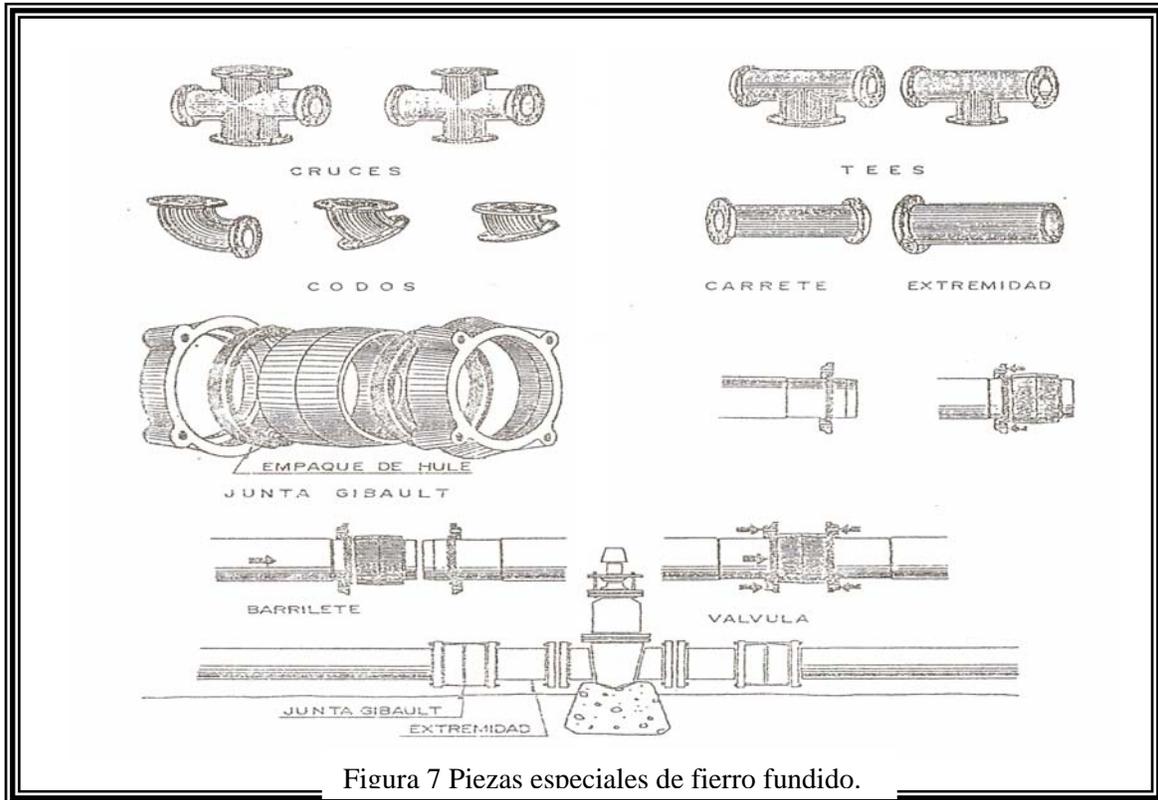


Figura 7 Piezas especiales de fierro fundido.

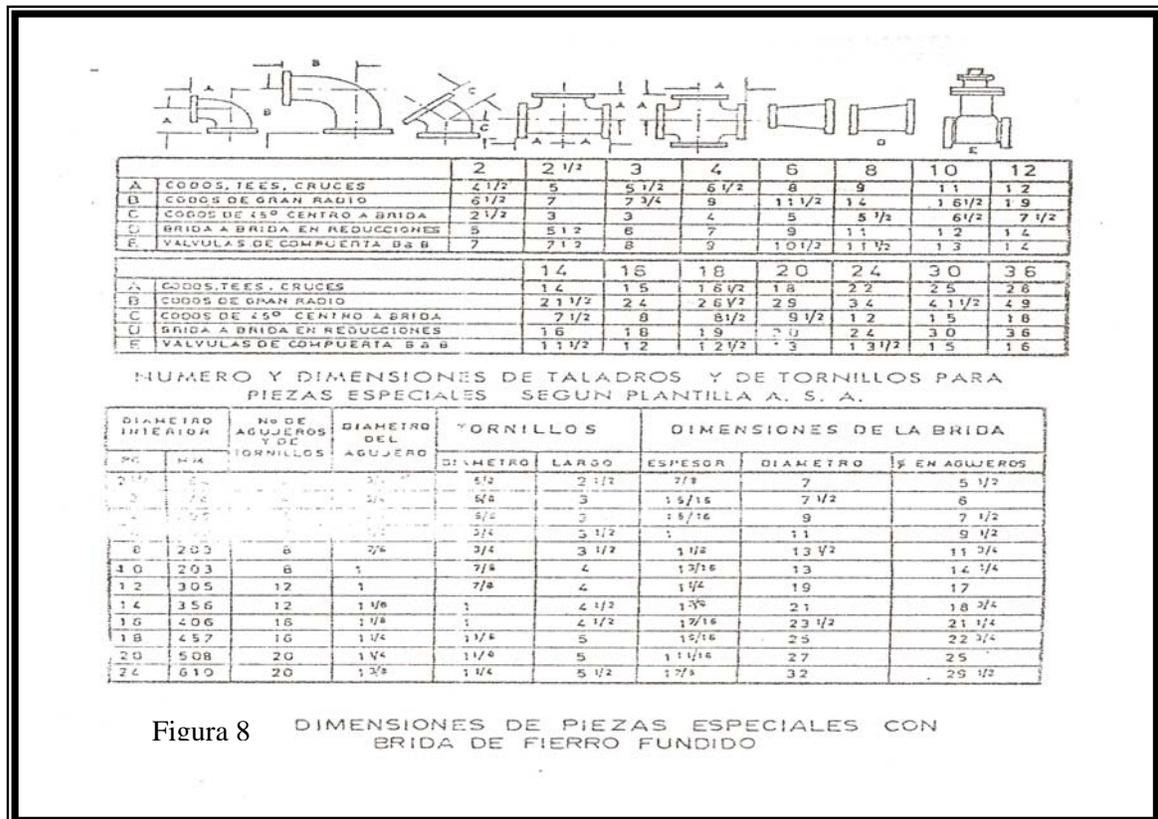


Figura 8 DIMENSIONES DE PIEZAS ESPECIALES CON BRIDA DE FIERRO FUNDIDO

II.5.1- 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.

En tuberías de PVC la instalación de válvulas dependen del tipo de válvula requerida y del diámetro de la línea de conducción, las válvulas pueden ser instaladas mediante una abrazadera o con extremidades bridadas debidamente ancladas en concreto.

Para conexiones de la tubería de asbesto cemento en las intersecciones, cambia de dirección, variación de diámetro y con válvulas, se requiere el uso de “piezas especiales” de fierro fundido, las cuales se fabrican para todos los diámetros de tubería.

Las piezas especiales de fierro fundido se conectan entre si y las válvulas por medio de bridas y tornillos, 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 permite conectar por una de sus bocas una “extremidad” de fierro fundido y por 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.

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.

II.5.2- JUNTA FLEXIBLE.

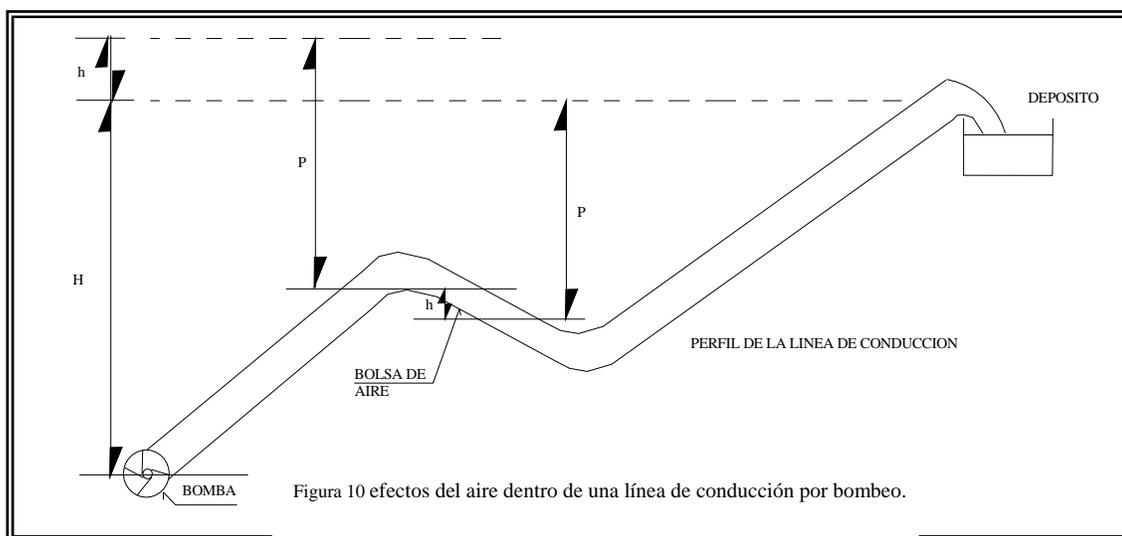
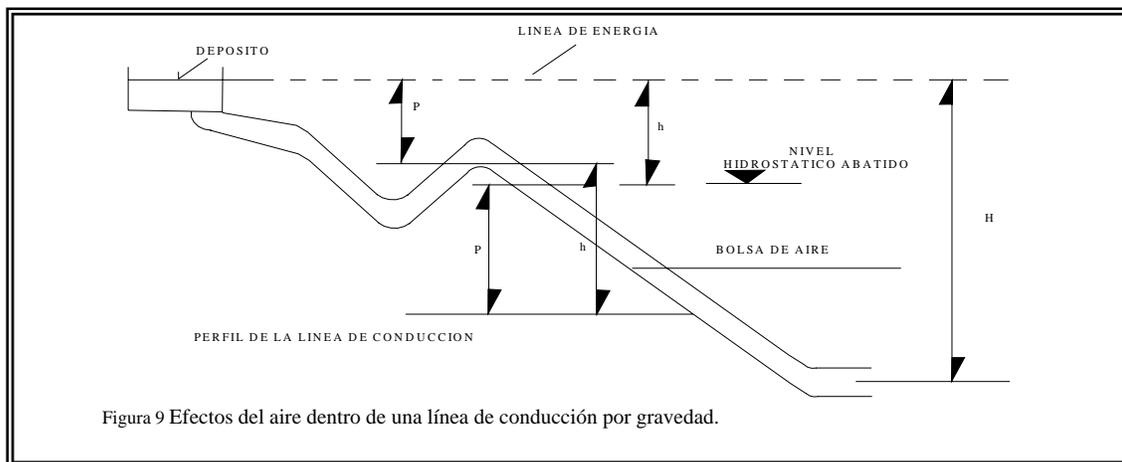
Son recomendables para absorber algunos movimientos ocasionados por el trabajo de la bomba, generalmente son empleadas las juntas Dresser y Gibault o algún otro elemento similar se indica en la figura 7 y son conocidas como juntas flexibles.

II.5.3- VÁLVULAS ELIMINADORAS DE AIRE

Algunas se instalan con el objeto de expulsar el aire retenido en la succión cuando la bomba no trabaja. Esta expulsión se efectúa luego de iniciarse la operación de la bomba; se ubican generalmente a continuación de la junta flexible. Uno de los tipos mas usados es la válvula check que tiene el objeto de amortiguar el golpe del agua para prolongar la vida útil de la bomba y evitar ruidos desagradables. La instalación de esta Check es sumamente recomendable.

También se instalan válvulas eliminadoras de aire a lo largo de la línea de conducción, pues el aire en las tuberías supone una condición altamente perjudicial y potencialmente peligrosa cualquiera que sea el material que constituye el tubo.

El mayor peligro, sin embargo, está en la posible compresión de este aire y su expulsión súbita así como en una interrupción repentina del flujo que puede multiplicar enormemente la presión de la bolsa de aire acumulado en la tubería traduciéndose en una verdadera explosión con proyección de fragmentos.



En la figura 9 muestra el caso de una línea de conducción por gravedad en la cual la presión utilizable H se reduce en una cantidad h correspondiente a la diferencia de nivel entre los extremos de la bolsa de aire; en consecuencia, se reduce el gasto útil de la producción.

En la figura 10 se muestra el caso en la que la conducción es por bombeo, la bolsa de aire provoca un aumento de presión en las bombas, por lo que para conducir el mismo gasto el

consumo de energía se incrementa en la misma proporción del aumento de presión en la bomba.

Cuando una línea de conducción no esta llena de agua, es decir “purgada”, los inconvenientes descritos se repiten en cada punto alto del perfil de la línea; sus efectos se suman y el rendimiento de la conducción disminuye en forma progresiva.

II.6.- CAJA 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. (Figura No. 11) Las cajas de operación de válvulas se construyen a medida que se van instalando las válvulas y piezas especiales que forman los cruceros correspondientes. La caja de 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 cuatrapiadadas, con juntas de espesor no mayor que 1.5 cm. (Figura No. 12)



Figura 11



Figura 12

II.7.- TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

Las tuberías, conexiones y accesorios en polietileno de alta densidad (PEAD), para diámetros de 12.5 mm. hasta 630 mm; son favorables para el uso de la conducción de agua potable, drenajes, riegos, gas domestico y varios usos.

Así como también tuberías de polipropileno, Copolimero para tubos y filtros para pozos de agua y tubería con rosca NPT desde ½” hasta 3”. Se utilizan los sistemas de soldadura por polifucion térmica en polietileno más sencillos comprobados desde hace muchos años; están identificados por soldadura a Encaje, Solape y soldadura a Tope.

También se utiliza los sistemas de soldadura por electrofusión, los cuales se identifican como soldadura a encaje y soldadura a solape, cuyas conexiones son importadas.

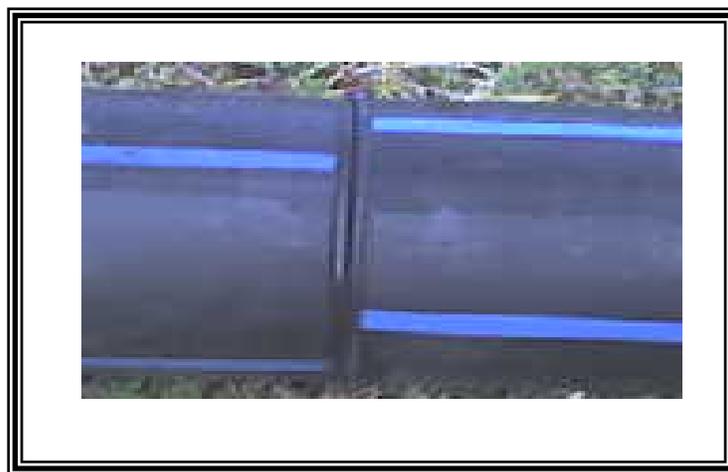


Figura 13

II.7.1- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO (PEAD)

En cualquier tipo de instalación subterránea, la calidad de instalación es uno de los factores más importantes en el comportamiento a largo plazo de los ductos utilizados. La tubería de polietileno puede unirse a nivel de la tierra y puede bajarse hacia adentro de la zanja o en el caso en que fuese necesario se podrá usar soldaduras dentro de ella. El exceso de esfuerzo o tensión debe evitarse durante toda la instalación, eliminando la posibilidad de quedar esfuerzos residuales después de la compactación.

II.7.2- CONTROL DE LA DEFLEXIÓN.

La capacidad de carga que tiene una tubería puede ser incrementada por la tierra cuando ésta es encajada. Cuando la tubería es cargada, el peso es transferido de la tubería a la tierra y refuerza a su vez la pasiva resistencia de la tierra. Esta resistencia ayuda a prevenir más allá la deformación de la tubería y contribuye al soporte vertical de los pesos. La cantidad de resistencia encontrada en la tierra asentada es consecuencia directa del procedimiento de instalación.

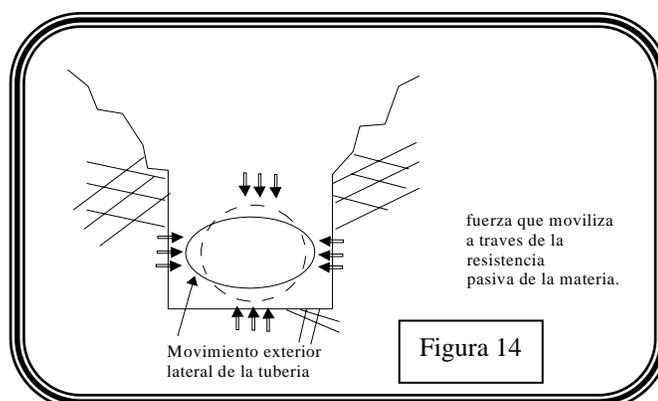


Figura 14. La deflexión en instalación esta sujeta al control del cuidado de la colocación y consolidación del relleno de la tubería.

El objetivo principal en una instalación de tubería de polietileno es limitar el control de la deflexión (el termino “deflexión” significa un cambio en el diámetro vertical de la tubería). La deflexión de la tubería de PEAD es la suma total de dos componentes: la “deflexión en la instalación” que refleja la técnica y cuidado de la tubería que se maneja; y la “deflexión en servicio” que refleja el acomodamiento de la construcción del sistema tubería-tierra, la subsiguiente fuerza y otras cargas.

La “deflexión en servicio” es normalmente una disminución en el diámetro vertical de la tubería, la “deflexión en la instalación”, puede ser un incremento o disminución en el diámetro vertical de la tubería. Un incremento en el diámetro vertical de la tubería, se refiere al “levantamiento” y es usualmente un resultado de los esfuerzos que actúan en la tubería durante la compactación y el relleno. Hasta cierto punto esto beneficia la compensación de la deflexión en servicio.

La flexibilidad y grandes diámetros de las tuberías de PEAD, junto con su habilidad de fusión térmica en grandes diámetros conectados en tierra permiten el uso de técnicas de instalación que son diferentes a las técnicas de instalación utilizadas en tuberías de otros materiales.

Las paredes de la zanja pueden estar en un declive de un ángulo de 45° o el ángulo de reposo del material. Cuando sean necesarias zanjas anchas, el relleno de zanja debe ser compactado por niveles para poder así resistir la carga final.

II.7.3- INSTALACIÓN DE TUBERIAS ACCESORIOS Y VÁLVULAS.

Cuando en la instalación de tuberías se conectan accesorios y/o estructuras rígidas, el movimiento o doblado debe prevenirse. Los rellenos de zanja deben compactarse para proporcionar apoyo total, o un apoyo de concreto puede construirse bajo la tubería y accesorios.

Debe presentarse una particular atención a la compactación llevada a cabo alrededor de los accesorios y prolongar los extremos de la tubería más allá del montaje. Es recomendada la compactación del 90% (proctor density) o mayor en estas áreas.

Precaución: si la tubería une sus extremos a una tee y se levanta sin tener apoyo del peso de la tubería, la tee puede fisurarse o romperse.

Cuando la tubería de polietileno este conectada con collarín a accesorios fijos en una estructura rígida, por ejemplo una válvula, un refuerzo de concreto puede verse en la tubería generando un anclaje. Estos soportes pueden extenderse de la unión del collarín, un mínimo de un diámetro de la tubería para las tuberías más grandes que 12 in. nominal; o un mínimo de un ft. para las tuberías más pequeñas.

La inspección en el campo de cada instalación, deberá ser lo suficientemente adecuada para minimizar la posibilidad de que alguna tubería plástica que tenga imperfecciones peligrosas sean instaladas en una red.

Los ensayos no destructivos son aquellos que no determinan la durabilidad, o calidad de una parte o material sin limitar su utilidad, o la aplicación de métodos físicos indirectos, como es la transmisión del sonido; etc.

II.8.- 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 ($f'c = 100\text{Kg} / \text{cm}^2$) elaborado con una mezcla integrada por una parte de cemento, seis y medio de arena limpia, siete de grava de $\frac{3}{4}$ 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 este en línea directa con la fuerza generada en el tubo o accesorio (ver Figura 16).

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.

Tabla 2.

Diámetro nominal la tubería, en mm		Medidas de los atraques en cm							
		Codos de 90		Tes y tapones De terminales		Codos de 45		Codos de 22.5	
Serie inglesa	Serie métrica	H	I	H	I	H	I	H	I
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

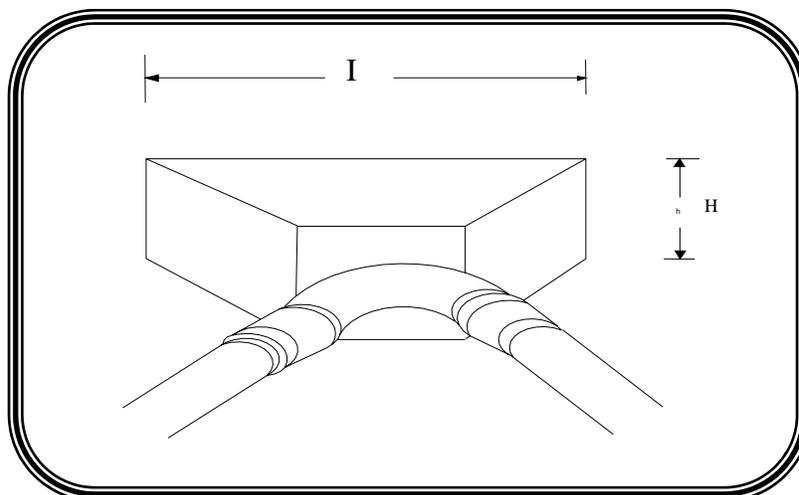


Figura 15.- Atraque

En la figura 15 se presentan las dimensiones de atraques recomendadas para tubos de PVC calculadas considerando una presión de prueba de 15kg/cm² y tipo de suelo semifirme de 2kg/cm².

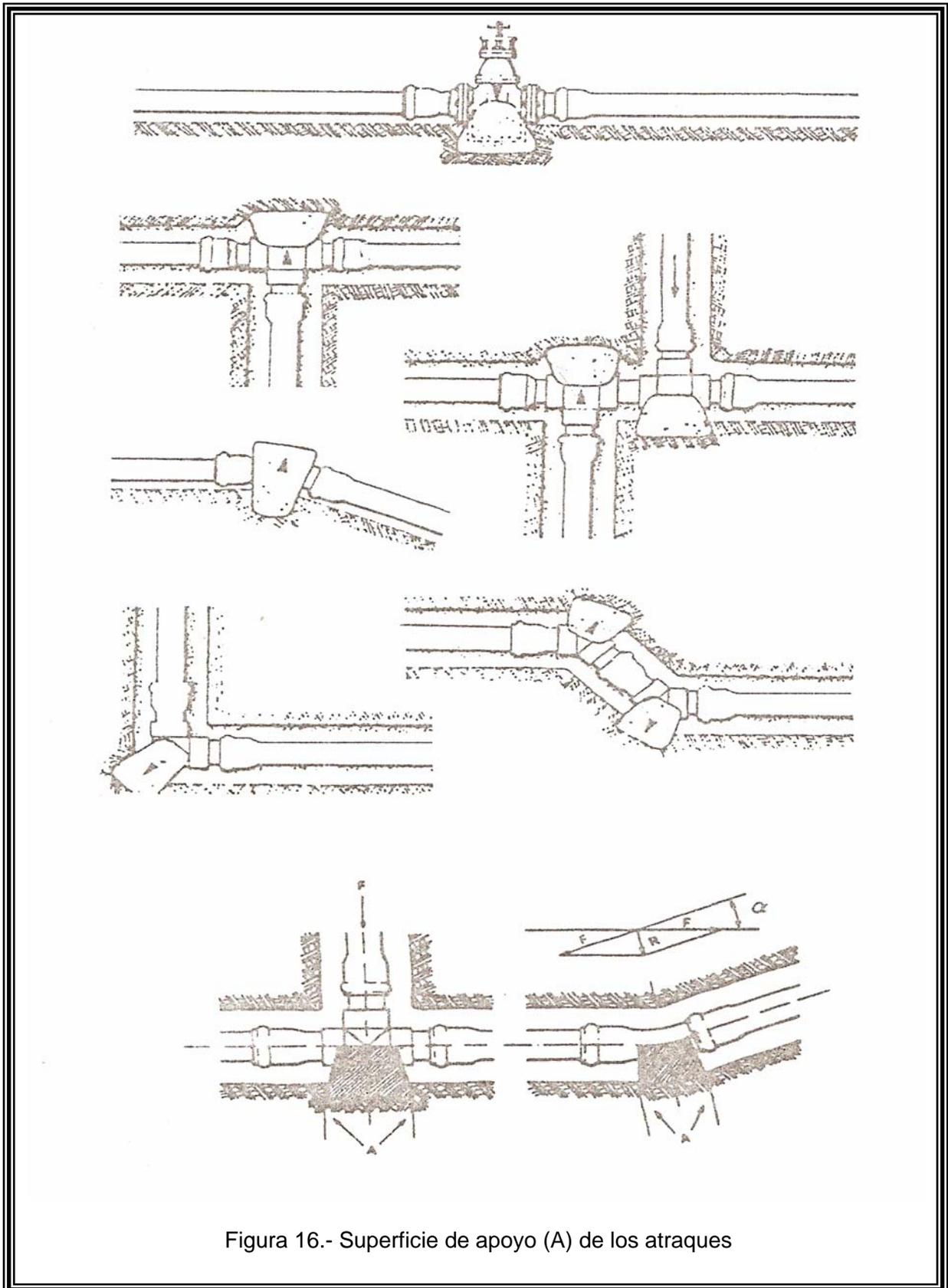


Figura 16.- Superficie de apoyo (A) de los atraques

CAPÍTULO III

COMPONENTES DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

El sistema de distribución consiste en una red de tuberías subterráneas, que tiene por objeto entregar el agua hasta la entrada de los predios de los usuarios. Este sistema se forma con dos partes principales:

- A. Instalaciones del servicio público. De acuerdo con la magnitud de sus diámetros, las tuberías se clasifican en: líneas de alimentación, redes primarias, redes secundarias o de relleno y tomas domiciliarias.
- B. Instalaciones particulares. Instalación hidráulica de toda la edificación, que a partir del cuadro de la toma domiciliaria, es responsabilidad de los usuarios, pero deben cumplir con el Reglamento de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Pluviales Vigente.

III.1.- REQUISITOS QUE DEBE SATISFACER LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

- Suministrar agua en cantidad suficiente conforme al gasto máximo horario (QMH) de proyecto. Para lograrlo se deben considerar las recomendaciones dadas.
- El agua debe ser potable. Se debe tomar en cuenta lo indicado en las normas vigentes, referentes a la calidad del agua potable. (NOM-127-SSA1-1994).
- Las presiones de servicio o disponibles en cualquier punto de la red deben estar comprendidas entre 1.5 kg/cm^2 y 2.0 kg/cm^2 como máximo (carga estática).
- Las tuberías de agua potable se ubican separadas de otros conductos subterráneos (alcantarillado, gas, electricidad y telecomunicaciones), a una distancia libre mínima de 100 cm. La tubería de agua potable siempre debe localizarse por encima del alcantarillado y evitar los cruces interiores o laterales por pozos de visita y coladeras pluviales.
- En el caso de acueductos con diámetro de 36cm (14") a 61cm (24"), la separación mínima horizontal deberá ser de 1.50m. para diámetros de 76cm (30") a 91cm (36"), la separación será de 2.0m; y en caso de diámetros mayores, la distancia mínima será de 3.0m, tomando en cuenta el ancho de la zanja y la profundidad a la que se instala cada uno de ellos.
- Cualquier tipo y clase de tubería a proyectar en las redes, deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes que para tal fin se han emitido.
- En función de la topografía de la zona y del sistema de regularización proyectado, se define el funcionamiento hidráulico de la red de distribución y en caso necesario se divide en zonas independientes entre si. Se debe analizar la operación y

mantenimiento de la red, en condiciones normales y extraordinarias, para diseñar los seccionamientos adecuados.

- De acuerdo a la planimetría, se debe proyectar redes a base de circuitos, por su eficiencia hidráulica y flexibilidad de operación. Además, se deben establecer Sectores Hidrométricos, como se establece enseguida.

Deberán contemplar la sectorización de la red de distribución en sectores hidrométricos especificando lo siguiente:

- Aislamiento del sector, contemplando de 1000 a 1500 tomas, tomando en cuenta, en su aislamiento, válvulas de compuerta resistente, tipo vástago fijo, eliminando las cajas de válvulas tradicionales y en su lugar utilizar registro tipo telescópico.

- Simulación matemática en cada sector, para poder identificar los diámetros adecuados de las tuberías, así también verificar si se requiere de la instalación de válvulas reductoras de presión.

Definición de puntos de medición. (Entrada a un sector hidráulico). *Se deberá instalar un macromedidor en cada circuito hidrométrico.*

- Para la operación de las válvulas reductoras de presión se deberá aplicar el criterio del sistema de modulación dinámica por caudal de demanda, así mismo, integrar su automatización al sistema de telemetría con la que cuenta actualmente la institución.

Líneas de alimentación.

Una línea de alimentación es una tubería que inicia en un tanque de regularización y suministra agua directamente a la red de distribución. En caso de que haya más de una línea de alimentación, la suma de los gastos en estas líneas hacia la red de distribución debe ser igual al gasto máximo horario.

III.1.1- REDES PRIMARIAS.

Este tipo de tubería le sigue en importancia a la línea de alimentación, en función al gasto que conduce. A las redes primarias están conectadas las líneas secundarias o de relleno.

Cuando la traza de las calles forme una malla que permita proyectar circuitos, su longitud debe variar entre 400 y 600 m. El diámetro mínimo por utilizar es de 150 mm (6") Ø.

El cálculo hidráulico de la red primaria se realiza para las condiciones estáticas; sin embargo, cuando es posible, ésta se calcula para las condiciones dinámicas, lo que permite verificar las presiones en la red y las variaciones de nivel en los tanques a través del tiempo. Los cálculos podrán realizarse con la ayuda de computadoras, para lo cual existen varios programas.

Las válvulas de seccionamiento sirven principalmente para operar y dar mantenimiento a la red primaria y el número de válvulas debe tender al mínimo, considerando que su operación y mantenimiento sean económicos y que se pueden realizar acciones de detección y control de fugas en forma sistemática.

III.1.2- REDES SECUNDARIAS Ó DE RELLENO.

La red secundaria esta constituida por todas las tuberías de menor diámetro y en ella se realizan las conexiones de las tomas domiciliarias. Otra particularidad que se desprende de la subdivisión realizada, es que las primarias son operadas por el Sistema de Agua y las secundarias por las delegaciones (tabla 3).

Tabla 3.

Delegación	Red de distribución (km)		Relación
	Primaria	Secundaria	
Álvaro Obregón	64.6	834.9	12.92
Azcapotzalco	50.1	580.2	11.58
Benito Juárez	44.8	600.4	13.40
Coyoacán	59.4	876.8	14.76
Cuajimalpa	19.8	290.5	14.67
Cuauhtémoc	62.5	685.8	10.97
Gustavo A. Madero	134.5	1,692.0	12.58
Magdalena Contreras	21.3	288.0	13.52
Miguel Hidalgo	52.3	726.3	13.89
Milpa Alta	6.4	256.0	40.00
Iztacalco	38.9	524.9	13.49
Iztapalapa	146.5	2,060.9	14.07
Tlahuac	52.5	478.8	9.12
Tlalpan	54.7	796.8	14.57
Venustiano Carranza	32.3	643.5	19.92
Xochimilco	34.5	617.7	17.90
Total	875.1	11,953.5	13.66

Una vez definidas las líneas de alimentación y las redes primarias, las tuberías restantes para cubrir la totalidad de calles son conocidas como redes secundarias o de relleno. El diámetro mínimo de las redes secundarias para áreas urbanas debe ser de 100 mm (4")Ø. La red de relleno no se calcula hidráulicamente, se consideran dos arreglos: red convencional y red en dos planos.

En la red convencional, los conductos se unen a la red primaria y entre sí en cada cruce de calles, instalando válvulas de seccionamiento tanto en su conexión a la red primaria como en sitios estratégicos de la red secundaria. Este arreglo da por resultado utilizar una gran cantidad de válvulas y piezas especiales, lo que representa un alto costo de los accesorios y una complicada operación de las redes.

En tanto en la red en dos planos, las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos y se cruzan a desnivel en la intersección de calles. Las principales ventajas de este arreglo son su economía en el costo de piezas especiales y la facilidad en su construcción, operación y mantenimiento, por lo que se deberá adoptar este sistema cuando las condiciones de traza urbana lo permitan.

En condiciones topográficas favorables, la longitud máxima de una tubería secundaria debe ser del orden de 700 m, principalmente cuando se tiene una sola conexión a la red primaria (funcionando como línea abierta).

Para conexiones de tomas domiciliarias, sólo se permitirá realizarlo en tuberías de hasta 250 mm (10") de diámetro siempre y cuando éstas no sean líneas de bombeo (Conducción) y/o de alimentación a otra zona. Si una línea se encuentra en cualquiera de estos casos, no importa el diámetro no se deberá conectar tomas domiciliarias.

Requerimientos contra incendio.

En las zonas donde sea necesario atender la demanda contra incendio, principalmente en las zonas industriales, se deben ubicar hidrantes en función a las necesidades, equipo disponible, y experiencia del cuerpo de bomberos. El diseño deberá hacerse conforme a los estándares internacionales (de AWWA y NFPA, entre otros) y a las disposiciones del cuerpo de bomberos.

En condiciones de emergencia se acepta que el suministro de la red de distribución se destine a la zona de conflicto, mediante el manejo de válvulas disminuyendo el servicio a los usuarios, exclusivamente en esos casos.

III.2.- FUGAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Las fugas de las tuberías se deben a tres causas principales:

- 1.- Rotura de tubos.
- 2.- Corrosión.
- 3.- Juntas defectuosas.

Las roturas de los tubos son el resultado de asentamientos desiguales del terreno debido al efecto de grandes cargas concentradas en su superficie o variaciones en las características del terreno. Las roturas por presión son el resultado del “golpe de ariete” y la corrosión puede ser debida a corrientes vagabundas o a la acción galvanica del terreno. Las juntas flojas se deben por lo general al bombeo, a la vibración en calles con intenso tránsito y en caso de tuberías de plástico a defecto de pegado.

Si el terreno es de grano fino y bien compacto, el agua subirá a la superficie y se descubrirá la fuga o se producirá hundimientos que la pondrán de manifiesto. En cambio si el terreno es muy poroso, roca partida, etc., el agua puede recorrer una gran distancia antes de aparecer en la superficie, o insumirse totalmente sin acusar la falla.

A continuación en la tabla 4 se muestra una lista de los accesorios en donde se presentan con más frecuencia las fugas de agua en una red de abastecimiento.

Tabla 4: ubicación y frecuencia de las fugas en una red de distribución de agua potable.

Accesorios donde se presentan fugas	Frecuencia de fugas
Válvulas	9.2
Uniones de plomo	3.6
Anillos	1.1
Tapones	1.0
Uniones simples	1.1
Tuberías partidas	13.6
Tuberías perforadas	12.3
Tuberías rajadas	2.3

- CORROSIÓN

Sin duda alguna la corrosión es una de las causas principales de deterioro estructural de una tubería de agua potable. El acarreo de aguas corrosivas puede causar pequeñas perforaciones o desgaste en la tubería debilitándola.

La corrosión de tuberías metálicas es una reacción electroquímica (reacciones químicas y flujo de electrones entre el metal del tubo y su medio ambiente) en el cual la tubería pierde su componente ferroso quedando solo grafito.

- EFECTOS DEL TRÁFICO VEHICULAR

Las tuberías viejas entre 150 y 200 años que se encuentran bajo las superficies no diseñadas para recibir cargas impuestas por el tráfico pesado, son susceptibles de fracturarse y mas aun aquellas con uniones rígidas o también pueden fracturarse si la profundidad y la compactación no son las adecuadas.

- MOVIMIENTO DEL SUELO

Es una causa frecuente de fugas, sobre todo en suelos arcillosos que sufren cambios de acuerdo con el contenido de humedad. Los sismos también afectan las tuberías ocasionando fugas de importancia.

- MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ACCESORIOS.

La mala calidad redundo en una vida útil mas corta en reparaciones defectuosas y frecuentes que implican a su vez desperdicios de agua potable.

- MALA CALIDAD DE LA MANO DE OBRA

Esta implica trabajos defectuosos y de mayor duración en la ejecución, por ello es importante el adiestramiento del personal en las técnicas de fontanería mas adecuadas y dotarlo de los equipos y herramientas indispensables.

- GOLPE DE ARIETE

El golpe de ariete es un fenómeno que se produce por cambios súbitos de energía cinética a energía de presión esta presión se transmite en toda la longitud de la tubería como una onda cuya velocidad máxima es igual a la transmisión del sólido en el líquido que se conduce, en este caso el agua potable y se origina por el cierre repentino de válvulas. Este efecto, produce fallas por altas presiones que causan fracturas en las tuberías municipales y de servicio, así como desplazamientos en los bloques de anclaje. El personal debe ser adiestrado para abrir y cerrar las válvulas en el tiempo requerido para impedir la formación de ondas de sobrepresión.

III.3.- INCIDENCIA DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA EN LA TUBERÍA DE PEAD

La tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), resisten el daño de la radiación ultravioleta. Las tuberías de otro color que no sea negro tienden a deteriorarse bajo la exposición constante al sol. Las instalaciones superficiales serán afectadas por cambios de longitud térmicos. “Culebrear” la tubería hacia atrás y adelante puede permitir mayor longitud de tubería de manera que la contracción en tiempo frío puede ser controlada. Puede necesitarse de anclas de retención para mantener la tubería dentro del derecho de vía. La clasificación de presión por temperatura elevada puede aplicarse si la tubería esta expuesta al calentamiento solar. Los aditamentos fabricados en grandes diámetros pueden requerir esfuerzos de tracción por cambios de longitud térmicos.

Hay muchas situaciones en las cuales instalar tuberías sobre la superficie tiene sus ventajas. Algunas de estas ventajas son las siguientes:

- La dureza y flexibilidad del polietileno permiten a menudo, instalaciones a través de pantanos o ciénagas, encima de áreas heladas y en otras condiciones medio ambientales más ásperas.
- Instalaciones por encima de piedras sólidas o por agua son algunas veces los métodos de instalación más económicos.
- La tubería de PEAD es ligera y facilita el ensamble rápido y a su vez la rápida disponibilidad del sistema.

Las tuberías sobre tierra se exponen a los cambios de temperaturas del medio ambiente.

La tubería puede contraerse y dilatarse. Quedara como una “serpiente” o rodara ligeramente. Deben hacerse algunas concesiones para la expansión térmica. La tubería de polietileno debe fijarse a los intervalos predeterminados para limitar su movimiento.

III.3.1- CLIMAS CALIENTES

La línea debe instalarse de modo de que se pueda aprovechar al máximo la sombra del sol. La expansión térmica también puede minimizarse, si el flujo del fluido se mantiene en todo momento, o al menos, durante el tiempo mas caliente del ciclo térmico (figura 17).



Figura 17

III.3.2- CLIMAS FRIOS

Una llama o fuego no pueden usarse para derretir una tubería de polietileno que se encuentre helada. Los productos de PEAD están diseñados para resistir el calor, pero se recomienda que la temperatura tenga un máximo de 140⁰F (60⁰C). Donde ocurra congelamiento en aplicaciones sobre tierra, deben tomarse precauciones para no atarugar la tubería. El flujo constante podrá reducir las oportunidades de congelamiento. Además, se debe aprovisionar de tubos de drenaje, los cuales se pueden incluir en el diseño. Es importante aclarar que el congelamiento no producirá estallido en la tubería, la tubería puede dilatarse con la dilatación del fluido cuando el agua se deshiela, la tubería retorna ilesa a las dimensiones originales.

CAPÍTULO IV

METODO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

IV.1.- 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 excavara. 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 si 50 o 60 cm (figura 18). Si no hay pavimento, el trazo se puede hacer picando el terreno con un zapapico.

La apertura de zanjas para la instalación de tuberías de la red de distribución se hace en la parte lateral de la calle que mas 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.



Figura 18

IV.2. - 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 (figura 19).

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.

Figura 19



IV.3. - EXCAVACIÓN

La excavación se puede efectuar por una de las formas aprobadas; manualmente, por retroexcavadora, por draga o por maquina zanjadota (figura 20).

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.

La excavación se realiza aflojando el material manualmente o con equipo mecánico (figura 21). 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 colocara la plantilla, hacer el acoplamiento, acostillar, rellenar y consolidar los rellenos. Normalmente, el ancho de la zanja se recomienda que sea de 60 cm más el diámetro exterior del tubo.



Figura 20



Figura 21

La profundidad de la zanja se recomienda de 1.00 m, una profundidad relativamente escasa provocara que la carga viva incidente sea notable; si sucede lo contrario, la carga muerta del relleno que actúa sobre la clave, será mayor.

IV.3.1 - 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, piedra suelta, peñascos, etcétera, que cubiquen aisladamente menos de $\frac{3}{4}$ 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 resquebrada económicamente con el uso del zapapico, y que solo puede removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole.

IV.3.2 - MEDIDAS DE SEGURIDAD

En lo que respecta al tránsito de vehículos, se mantendrán abiertos los caminos sujetos a interferencia por el trabajo, o en su defecto se indicaran las desviaciones adecuadas. Las calles cerradas al tránsito se protegen con señales, sobre las cuales se colocan luces rojas, y signos de desviación (figuras 22 y 23). 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.



Figura 22



figura 23

Se tendrá cuidado de poner tablas de suficiente tamaño 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.

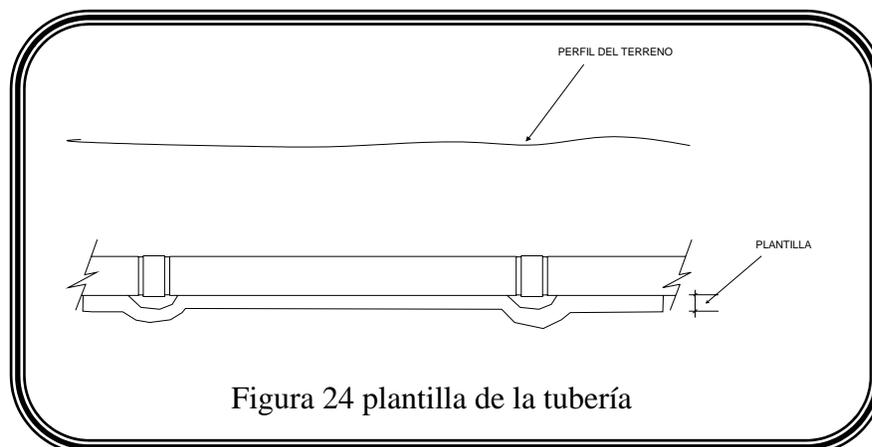
Se debe proporcionar a los trabajadores el equipo necesario para la ejecución del trabajo en condiciones de seguridad, tal como: botas altas de hule para trabajar en zanjas anegadas; guantes de cuero para manipular cables y tubos así como cascos metálicos o de plástico. El equipo de seguridad debe reponerse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

IV.3.3 - 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 10cm, que deberá presentar una superficie nivelada, alineada y debidamente compactada; además se efectuaran 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 24).



La plantilla deberá estar exenta de piedras, raíces y afloramientos rocosos, y se apisonara hasta que el rebote del pison indique que se ha logrado la mayor compactación posible. El apisonado puede hacerse con pison metálico o equipo necesario.

IV.4. - ACOPLAMIENTO DE LA TUBERÍA

El descenso de la tubería a la zanja puede considerarse como la primera etapa del acoplamiento, y su avance se vera 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. La tubería se tendrá alineada y debidamente distribuida a un lado de la zanja con anticipación.

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 usaran 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. Para bajar tubos con equipo mecánico, pueden utilizarse: grúas, y poleas diferenciales, etc. Su uso es limitado por los costos y dificultades de transporte, pero es muy útil en tubos de grandes diámetros. Antes de acoplar los tubos es conveniente revisar el interior de cada uno, a fin de eliminar cualquier posible obstrucción.

Revisión de tuberías, juntas y materiales para certificar su buen estado; maniobras y acarreo 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.

IV.4.1 - ACOPLAMIENTO FUERA DE LA ZANJA

Siempre que sea posible, se recomiendan que los tubos de PVC y conexiones se acoplen fuera de la zanja (figura 25). 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 la cual se emplean cables y varias personas (una para cada tramo); cuidando de no desacoplar (figura 26).



Figura 25



Figura 26

IV.5.- PRUEBA HIDRÁULICA DE LA INSTALACIÓN

La finalidad de la prueba de presión hidráulica es verificar que no haya fuga 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 de prueba debe hacerse entre cruceo y cruceo.

Para efectuar la prueba debe cumplirse el siguiente requisito:

-Los atraques deben estar contruidos; se recomienda que la prueba se efectúe como mínimo 5 días después de terminado el último atraque.

IV.5.1 - EQUIPOS Y ACCESORIOS.

- . Manómetros fijos. Estos deben tener una subdivisión tal, que pueda tener una lectura exacta con variación de presión de 0.1 bar.
- . Válvulas de extracción de aire.
- . Bombas de obturación, descarga.
- . Contador de agua (medidor de volumen) con subdivisiones en litros.
- . Registradores de datos.
- . Brida ciega.

IV.5.2 - PREPARACIÓN, PROCEDIMIENTOS Y PRECAUCIONES DE LA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

La prueba de tuberías de polietileno de alta densidades debe realizarse en “longitudes razonables”, basadas en el sitio de trabajo, en el diámetro de la tubería y la disponibilidad del volumen de agua requerido para la prueba hidrostática. Las líneas de tuberías de 2640 ft a 5280 ft. pueden que requieran probarse en secciones. Subsiguiente a la prueba, el agua puede ser “bombeada lejos”, aguas abajo a la próxima sección del conducto unido, o como este dispuesto de una manera apropiada según el medio ambiente.

- 1.- Para la prueba hidrostática normalmente se sella la tubería por secciones, para la presurización.
- 2.- Se considera dejar expuestas las tuberías en sus uniones durante la prueba hidrostática. Una pequeña fuga en la junta (soldadura) de fusión se puede localizar mas fácilmente cuando este expuesta. Las condiciones del sitio, la instalación de la tubería, el procedimiento de la prueba y el contratista o el ingeniero dictaran si la soldadura quedara expuesta durante la prueba.
- 3.- Cualquier tubería de PEAD expuesta debe protegerse temporalmente contra los cambios bruscos de temperaturas durante la prueba. El agua, la tubería y el terreno deben estabilizarse térmicamente y equilibrarse. La tubería debe llenarse y asentarse durante la noche (32 °f el agua) para la estabilización térmica. El periodo de tiempo para la estabilización térmica dependerá de la temperatura del agua de descarga, las dimensiones de la tubería y condiciones del tiempo.
- 4.- Para la estabilidad térmica, seguridad y para limitar la desviación del anillo que se forma por la unión, se recomienda que la tubería deberá ser sostenida fuertemente no solo al inicio y en el extremo de la línea a examinar, si no también en todas las curvas y desviaciones horizontales y verticales para así evitar una variación en las dimensiones.
- 5.- Es importante en las tuberías enterradas que estén colocadas sobre puentes Colchones de arena durante la prueba. Estos a su vez contribuirán a prevenir el movimiento axial o lateral de la tubería en el momento en que la tubería se someta a la presión de la prueba hidrostática.
- 6.- La presión de la prueba debe tomarse a partir del punto mas bajo de la tubería. Y debe ajustarse a la temperatura del ambiente.
- 7.- El medidor de presión debe ubicarse en el punto mas bajo de la sección de prueba de manera que se expulse el aire a medida que la tubería se este llenando. Debe localizarse unos dispositivos mecánicos de descarga de aire, adecuados en los puntos altos.
- 8.- La tubería debe instalarse de tal manera de que se pueda mantener la presión baja, el volumen alto cuando se este llenando rápido.
Esto es seguido por un volumen bajo moderado, presurización alta durante la prueba real y la despresurización final. El metal de la brida ciega debe tener una tubería -derivación apropiada o entradas de válvulas para facilitar el llenado de agua, medidores de presión necesarios, registradores de datos y/o la instrumentación apropiada. Una válvula de extracción de aire como dispositivo también debe incorporarse en el contorno de la tubería a cada extremo de la sección de prueba.
- 9.- La bomba puede operar a mano o mecánicamente. Ésta debe clasificarse según el tamaño y la presión necesaria para manejar el volumen de agua de relleno y la prueba de presión.
Una pre-prueba, “chequeo” debe hacerse en las bombas de obturación y en las válvulas, para asegurarse de no existir goteos o fugas de agua en la prueba.

10.- Deben calibrarse los medidores de presión o registradores de datos y deben clasificarse según su capacidad para proporcionar los datos, la lectura fácil, interpretación y exactitud. Todas estas presiones deben leerse en dispositivos de medidor / registros con referencia a la elevación de presión que se va a trabajar.

IV.5.3.- CONSIDERACIONES DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA

1.- La prueba hidrostática en polietileno de alta densidad (PEAD), es más severa, porque enfatiza la tubería y la junta mas del 33% de tensión del rendimiento mínimo en este tipo de material elástico. Este porcentaje alto de intensidad de tensión raramente se logra en la prueba hidrostática de la tubería de metal.

2.- La proporción a la que la presión de la prueba se alcanza es importante, (es decir, el tiempo necesario para levantar la presión interior a la prueba-presión seleccionada). La presión debe levantarse uniformemente de manera estimada pero predeterminando continuamente el bombeo a una proporción de volumen constante. El uso del volumen inicial puede ser estimado por el número de golpes de llenado de una bomba de pistón calibrada.

3.- Una vez que durante la prueba, la presión alcanza su valor normal, una inspección puede hacerse de la tubería entera y sus sistemas. Pueden verificarse las válvulas para la función apropiada. Las válvulas deben estar en posición “open” para una prueba de presión hidrostática exacta.

IV.5.4 - PRUEBAS DE PRESIÓN

Llamadas también de integridad, son aquellas en las que se prueba la capacidad de un componente o de un recipiente para contener un fluido (líquido o gaseoso), a una presión establecida, sin que existan pérdidas apreciables de presión de prueba en un periodo previamente establecido. Este tipo de inspección se utiliza empleando cualquiera de los siguientes ensayos:

- a.- prueba por cambio de presión hidrostática
- b.- prueba por cambio de presión neumática.

Estas pruebas aseguran que no haya fugas del fluido en las soldaduras efectuadas en un tramo parcial o en la red total, (según lo permita el urbanismo), y se hará con la tubería fuera de las zanjas o dentro de ellas. Se recomienda que antes de la inspección con ensayos no destructivos se realice una operación de purga. Esta operación se realizará antes de poner en funcionamiento la tubería con el objeto de despojarla de toda la suciedad que pueda contener. Se realiza con aire comprimido a una presión. El tiempo de duración de la purga es el tiempo necesario para que la tubería quede completamente limpia.

IV.6. - PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

En este procedimiento se encuentran los métodos de presión hidrostática mas confiables utilizados por las diferentes empresas de fabricación e inspección de tuberías de polietileno de alta densidad. Por ello que se recomienda realizar cualquier inspección en el campo de las mismas.

Se encuentran detalles preparatorios, dificultades de estos métodos e interpretación racional de los resultados de la prueba. A continuación se mencionan una serie de factores que contribuyen en la aplicación de los métodos de presión hidrostática y en la variación de los resultados.

- . Longitud de la sección de la prueba (1000 ft. Vs. 10.000 ft. Por volumen de agua de relleno total).
- . Diámetro de la tubería (2" vs. 24").
- . Cambios de temperatura (alta-baja o baja-alta).
- . Taza de intensificación de presión.
- . Presencia de cualquier aire en la tubería.
- . El grado de cualquier fuga o fuga total de la tubería.
- . Movimiento axial o desprendimiento mecánico de accesorios / conexiones.
- . Eficiencia de la compactación del suelo de la fundación, del relleno de la zanja.
- . La exactitud y eficiencia del aparato de comprobación de ensayo, instrumentación y hardware.

Es necesario aclarar que debido a la viscosidad del plástico produce un alargamiento por la elevada tensión periférica, adicionalmente se requiere agua de relleno como sustancia para la intensidad de la presión hidrostática. El éxito de la prueba es juzgado entonces por la cantidad de agua de relleno que se necesita para restaurar y mantener la presión original de la prueba. Los trabajos deben ser realizados por personas especializadas, tanto por los que realizan las unidades como las que ejecutaran los ensayos y la aprobación de la instalación.



1. Manómetro
2. Llave de purga
3. Llave de globo
4. Válvula horizontal de retención
5. Válvula vertical de retención
6. Conexión a la tubería de prueba
7. Tanque alimentador

IV.7. - RELLENO DE LA ZANJA

El acostillado, relleno de la zanja y apisonado, debe seguir a la instalación tan pronto como sea posible (figura 28). De esta manera se disminuye el riesgo de que la tubería sufra algún desperfecto, eliminándose los problemas que causan las inundaciones en la zanja.



La herramienta usada en el acostillado es un pisón de cabeza angosta. Para compactar el material de relleno entre la tubería y las paredes de la zanja, como para el relleno inicial, se usa un pisón de cabeza plana (figura 29).

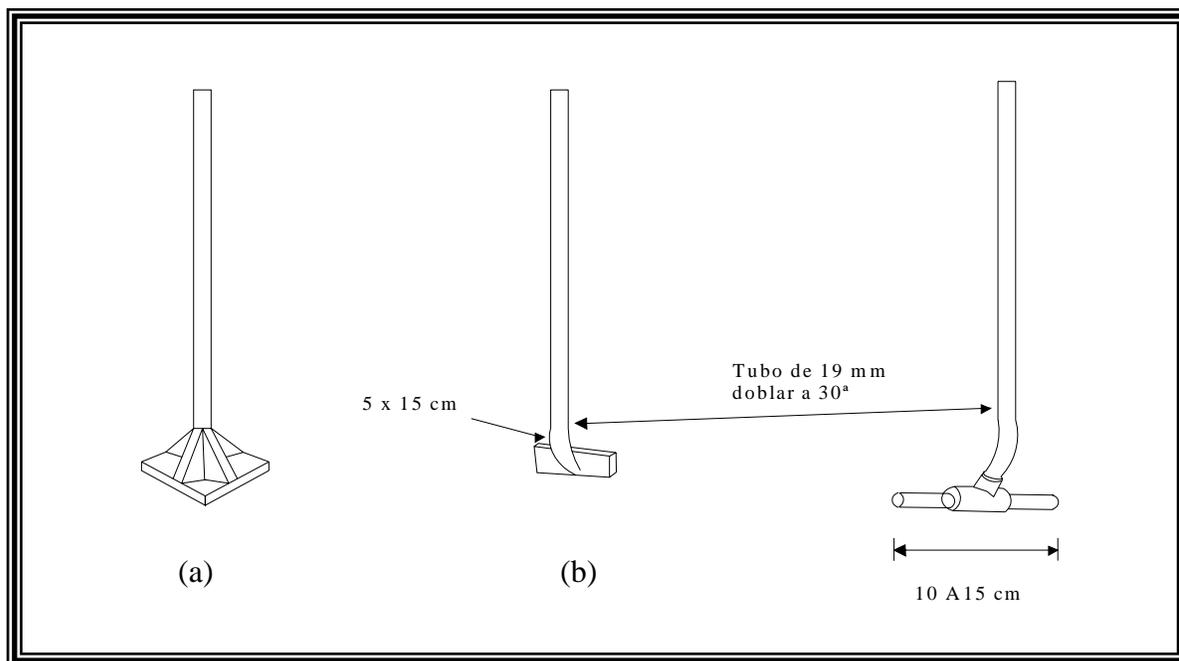


Figura 29.- Pisón de cabeza plana (a), y de cabeza angosta (b)

Debido a que es necesario probar la hermeticidad y funcionamiento de la instalación, el primer relleno debe ser parcial, o sea, solo sobre la parte central de los tubos, dejando visibles los acoplamientos, conexiones, válvulas, etcétera (ver la figura 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.

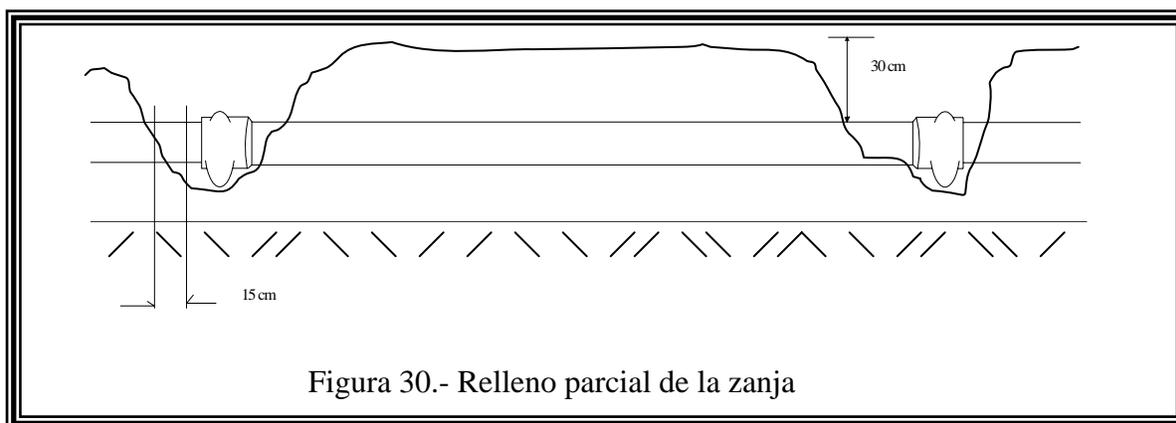
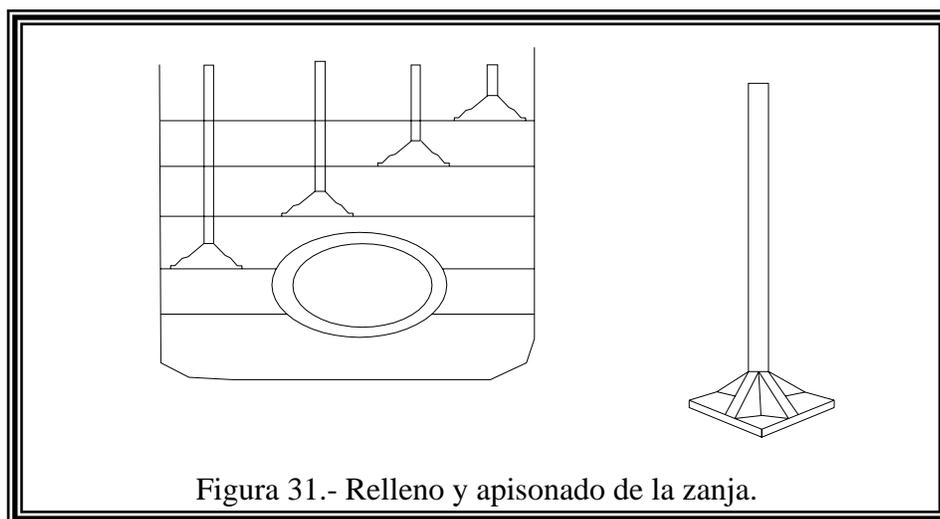


Figura 30.- Relleno parcial de la zanja

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 continua agregando material seleccionado en capas aproximadas de 10 cm (pero nunca mayores de 15 cm) debidamente apisonadas hasta

cubrir una altura de 30 cm sobre la clave de la tubería (ver figura 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.



IV.8. - TOMAS DOMICILIARIAS

Los estudios de evaluación de pérdidas elaborados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) han permitido concluir que el problema principal de fugas se presenta en las tomas domiciliarias, debido a que no se cuenta con una normatividad completa y adecuada, los procesos de instalación y reparación son deficientes y no existe un buen control de calidad de los materiales.

La falla se puede presentar en los diferentes componentes de la toma como: la abrazadera, conectores, llave de inserción, ramal, válvula de banqueta, válvula de globo y de manguera. Aunque con mayor frecuencia la falla se presenta en el ramal.

IV.8.1 - DESCRIPCION DE UNA TOMA DOMICILIARIA Y SUS COMPONENTES

La toma domiciliaria es la instalación que se deriva de la tubería de la red de distribución de agua y termina dentro del predio del usuario. Se clasifican las tomas domiciliarias según su distinto propósito de abastecimiento: habitacional unifamiliar, habitacional multifamiliar, comercial e industrial.

- Toma tipo habitacional unifamiliar:

Es la que se utiliza para el abastecimiento de una vivienda unifamiliar y cuyo uso sea exclusivamente doméstico. El diámetro que se utilizara es de 19 mm (3/4") en todos los casos.

- Toma tipo habitacional plurifamiliar:

Se utiliza para el abastecimiento de un núcleo de viviendas ya sea departamentos, vecindades, condominios, etc., y que requiere un diámetro mayor al del tipo unifamiliar, y que deberá estar sustentado de acuerdo a la demanda total.

- Toma tipo comercial:

Es la que abastece a todo local comercial y dentro de esta clasificación se incluye también a los centros de recreo, de espectáculo, oficinas y diversiones (cines, centros nocturnos, hoteles, talleres de servicio etc.) y cuyo diámetro dependerá de la demanda en particular del tipo de comercio, ya que deberá sustentarse con el estudio correspondiente.

- Toma tipo industrial:

Es la que abastecerá a aquella edificación en la cual se desarrollan actividades de producción de bienes o artículos manufacturados, mediante la transformación de materias primas y cuyo diámetro dependerá de la demanda según el tipo de industria y la cual deberá justificarse con el estudio correspondiente.

La toma domiciliaria esta constituida por dos elementos básicos: el ramal y el cuadro:

El componente se refiere a cada una de las partes que se interconectan o se colocan para formar la toma domiciliaria.

El ramal es la parte de la toma domiciliaria cuya función es la conducción del agua de la tubería de la red de distribución hacia la instalación hidráulica intradomiciliaria. Da inicio en el acoplamiento con la tubería de la red y concluye en el codo inferior de primer tubo vertical del cuadro.

La abrazadera corresponde a la pieza que se coloca en la tubería de distribución, proporcionando el medio de sujeción adecuado para recibir al insertor (llave de inserción o adaptador). Su selección depende del tipo de material empleado en la red de distribución y en el ramal. Se emplean abrazaderas en redes de policloruro de vinilo (PVC), asbesto-cemento y fierro fundido (Fo.Fo), para el caso de redes de polietileno de alta densidad (PEAD) se utiliza silletas con sistema de unión por termofusión). La abrazadera es la parte de la toma domiciliaria que hace hermética la perforación de la tubería de la red y mediante una salida llamada derivación, permite la interconexión con la tubería del ramal.

El insertor es la pieza que permite unir la abrazadera con la tubería del ramal, roscándose en ésta y con salidas adaptables para diferentes tipos de tubería flexibles; se fabrican en bronce y en PVC. Cuando se instale tubería de PEAD en el ramal, no debe utilizarse insertores con espiga estriada para su conexión; ya que el polietileno no actúa como elemento sellador. Para estos casos se debe instalar un conector de PVC o bronce que funcione a base del sistema de compresión.

La tubería flexible corresponde a la parte del ramal cuya función es absorber un posible desplazamiento diferencial del terreno entre la red de distribución y la toma domiciliaria, para lo cual se realiza una deflexión a la tubería flexible, conocida como “cuello de ganso” durante su instalación. El material que se debe utilizar debe ser de cobre flexible tipo “L” o PEAD.

La llave de banqueta es un elemento fabricado generalmente con bronce que permite el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones o limitar el servicio, sin necesidad de excavar el terreno del lugar en donde se encuentra la toma, ya que se tiene acceso desde el exterior a través de la caja de banqueta. Sus elementos de conexión varían dependiendo de los diferentes tipos de tubería que se utilicen en el ramal de la toma. La unión de una llave de banqueta con la tubería de PEAD se debe realizar mediante un conector que funcione a base del sistema de compresión.

El codo interior del cuadro tiene como función unir la tubería del ramal con el cuadro de la toma, dependiendo de los materiales de la toma, el codo puede ser de Fo.Go. cobre o bronce. Los conectores y niples son generalmente de bronce o PVC que permiten la unión entre las piezas que integran el ramal; se utilizan principalmente para la unión de la tubería con: el insertor, la llave de banqueta y del codo que une el ramal con el cuadro.

El cuadro es la parte de la toma domiciliaria que permite la instalación de: el medidor, la válvula de globo y la llave de manguera. El tipo de material con que se forma el cuadro es Fo.Go. o cobre rígido. Las dimensiones promedio son: 0.60 m de altura a partir del nivel de piso, que permite tomar las lecturas del medidor y 0.50 m de largo aproximadamente para colocar el medidor y los accesorios que se requieran. Es conveniente mencionar que las dimensiones señaladas para el cuadro, son las que se han usado tradicionalmente.

El cuadro está formado por las partes siguientes:

- Tubos rígidos colocados en posición horizontal y vertical de Fo.Go. o cobre.
- Codos de bronce, cobre o Fo.Go.
- Medidor; su selección depende básicamente de tres aspectos: calidad del agua, régimen de operación del sistema y del consumo por registrar.
- Adaptadores; sirven para ajustar cuando se requieren las dimensiones del cuadro; o de conexión temporal cuando la instalación del medidor se posponga.
- Válvula de globo, sirve para interrumpir el flujo de agua cuando se efectúa en una reparación en el cuadro de la toma, se instala antes del medidor si el cuadro no cuenta con llave de banqueta, en caso contrario se instala después del mismo.
- “Tee” para derivar el agua hacia la llave de manguera.
- Llave de manguera, es la primera llave de uso para el propietario del inmueble además sirve para: tomas de muestras de agua para verificar su calidad, probar el funcionamiento del medidor y medir la presión disponible en la toma.
- Tapón al final de la toma; se utiliza en forma provisional para el cierre de la toma al final del cuadro, y se elimina cuando la toma domiciliaria se conecta a la instalación hidráulica intradomiciliaria.

IV.8.2 - TOMAS ESPECIALES

Para nuevos fraccionamientos o en el caso que se construya o sustituya una red de distribución, se pueden instalar tomas domiciliarias duplex, con objeto de reducir costos de instalación y mantenimiento.

Una toma duplex consiste en utilizar un ramal para abastecer a dos predios contiguos; para este caso el diámetro del ramal debe de ser de 19mm (3/4”), se coloca una tee o una yee con los accesorios requeridos para tener dos salidas de 13mm (1/2”), posteriormente se coloca una llave de banqueta en cada salida (en caso de que proceda) y se realiza la unión de cada salida con el cuadro correspondiente.

Este tipo de instalación ofrece las siguientes ventajas y desventajas:

- a) Ventajas: Reduce los costos de instalación y mantenimiento, y se realiza menor número de perforaciones a la línea de distribución para derivar el servicio.
- b) Desventajas: en el caso de una falla (antes de la válvula de globo) se interrumpe el servicio a dos usuarios. Si en las dos tomas derivadas mediante este sistema se hace uso del servicio simultáneamente, disminuye la presión de servicio.

Para conjuntos habitacionales en condominios (hasta 60 viviendas), las tomas de agua son especiales, ya que se consideran al conjunto habitacional como un solo usuario, lo cual modifica al diseño y tipo de la toma respecto a las convencionales:

-El diámetro de las tomas pueden ser de 1” a 2 ½ “dependiendo del caudal a conducir y de la presión disponible en la red.

-Cuenta con caja de medición con los siguientes elementos:

Válvula de control.

Medidor.

Junta flexible o tuerca unión para mantenimiento.

Los tipos de tomas comúnmente usadas se dividen en: urbana y rural, la diferencia entre ellas es el número y tipo de componentes que las integran como: la llave de banqueta, la de inserción y el medidor de agua.

Por el tipo de material de la tubería del ramal, las tomas domiciliarias pueden ser de: PEAD, Fo.Go., cobre o combinadas. En todos los casos se necesita contar con las conexiones apropiadas para cada tipo de tubería. El material (plástico o metálico) de la abrazadera y el de la red de distribución deben de ser compatibles.

Existen varias alternativas de instalación de una toma domiciliaria, pero el tipo y el número de componentes lo determina principalmente la zona en la que se realizara la instalación (urbana o rural). En las tablas 5 y 6 se presentan los componentes de una toma para zona urbana y rural respectivamente:

Tabla 5

TOMA DOMICILIARIA	RAMAL	CUADRO
ZONA URBANA	<ul style="list-style-type: none"> - Abrazadera o silleta - Insertor - Válvula de inserción (*) - Tubería flexible - Llave de banqueta (*) - Caja de llave de banqueta (*) - Tubería rígida - Codo inferior vertical 	<ul style="list-style-type: none"> - Tramos de tubería rígida colocados en posición horizontal o vertical. - Codo de 90⁰ - Medidor - Adaptadores - Válvula de globo - Tee (o rincón) - Llave de manguera - Tapón al final de la toma

Tabla 6

TOMA DOMICILIARIA	RAMAL	CUADRO
ZONA RURAL	<ul style="list-style-type: none"> - Abrazadera o silleta - Insertor - Tubería flexible - Tubería rígida - Codo inferior del vertical - Conectores y niples 	<ul style="list-style-type: none"> - Tramos de tubería colocados en posición horizontal y vertical - Codos de 90⁰ - Medidor (*) - Adaptadores - Válvula de globo - Tee (o rincón) - Llave de manguera - Tapón al final de la toma

(*) Estas piezas son opcionales y su uso queda a criterio del organismo operador.

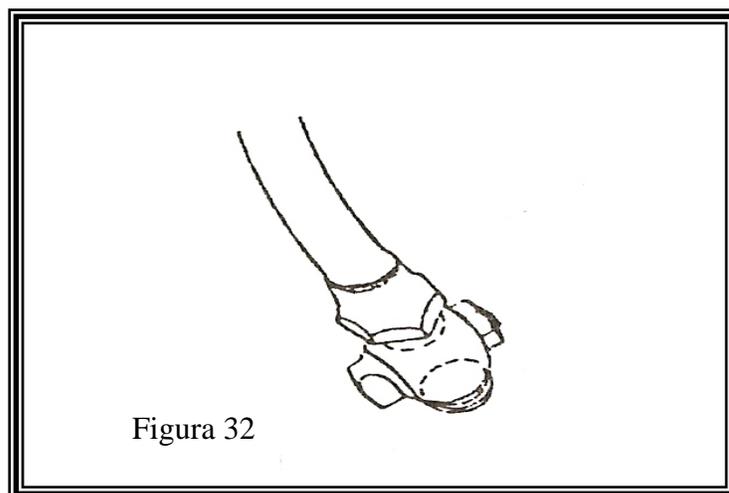
Cuando no se utilice la llave de banqueta en el ramal, ésta puede colocarse en el cuadro de la toma, antes del medidor, para que de esta manera cumpla con la función de elemento de cierre, para limitar el flujo de agua y dar mantenimiento al medidor.

De la tubería de distribución pueden derivarse las tomas domiciliarias directamente, con abrazadera o silletas. Los diámetros máximos de derivación que se consideran aconsejables, por diámetro de tubería y la forma de instalarse, se presentan en la tabla siguiente.

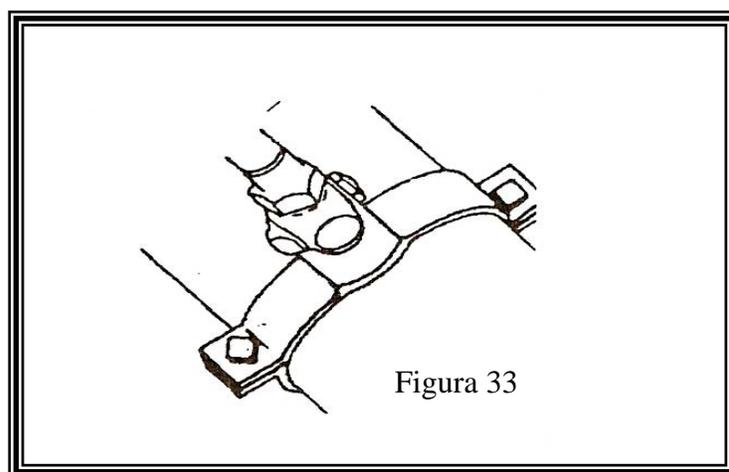
Tabla 7.

DIÁMETRO MÁXIMO RECOMENDABLE DE DERIVACIÓN		
DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA PRINCIPAL	DIRECTA	ABRAZADERA
38 -75 mm	No recomendable	19 mm
100 mm	No recomendable	25 mm
150 mm	13 mm	25 mm
200 – 250 mm	19 mm	25 mm
MAYORES	25 mm	38 mm

La derivación directa es la que se hace conectando el insertor o la válvula de inserción en una perforación con cuerda hecha a la tubería (figura 32).



La derivación con abrazadera permite derivaciones de mayor diámetro en comparación con las derivaciones directas (figura 33). Pueden instalarse con la tubería vacía o trabajando a presión, en el primer caso se perfora la tubería antes de colocarse la abrazadera, usando un taladro común o berbiquí con la broca adecuada para cada tipo de material, en el segundo caso con la abrazadera y la válvula de inserción colocadas y perforando a través de ellas, cuidando que el diámetro de la broca sea igual al interior de la inserción.



La derivación por termofusión en tuberías de PEAD, se lleva a cabo por medio de una silleta; la unión de esta y la tubería se realiza calentando la superficie de estos dos componentes, hasta alcanzar el grado de fusión y después mediante una presión controlada sobre ambos elementos se logra una unión monolítica. Para hacer una transición entre el polietileno y otro tipo de material se dispone de uniones mecánicas y adaptadores del sistema de compresión, en la sección de procedimientos se describe el sistema de unión para tubería de PEAD.

Instalación de toma domiciliaria con material de plástico

En la tabla siguiente se presenta los componentes, materiales y herramientas para la instalación de una toma domiciliaria con material de plástico.

Tabla 8

PARTES DE LA TOMA	COMPONENTES (3)	HERRAMIENTAS
RAMAL	<ul style="list-style-type: none"> - Abrazadera de plástico o metálica con salida para cuerda o silleta termofusionada para tubería principal de PEAD. - Válvula de inserción de plástico o metálica (*) - Conexiones a compresión de plástico. - Tubería de PEAD. - Llave de banqueta de metal o plástico (*) - Caja de banqueta (*) - Codo metálico de 90°. 	<p>a) <u>Sin termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarmador plano (si la abrazadera lleva tornillo) - Berbiquí con broca sacabocado - Llave de estilson (1) - Perico (2) <ul style="list-style-type: none"> - Cinta de teflón o similar <p>b) <u>Con termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Carro alineador - Calentadores que se sujetan a los diámetros requeridos - Generador de corrientes eléctrica a base de gasolina o batería. - Franela. - Cepillo metálico - Taladro probador de línea viva.
CUADRO	<ul style="list-style-type: none"> - Tubería metálica (cobre o Fo.Go.). - nicle metálico (Fo.Go.) - Medidor - Válvula de globo metálica. - Tee metálica o rincón (cobre o Fo.Go.). - Codo de 90° (Cobre o Fo.Go.) - Llave de manguera metálica. - Tapón metálico. - Conectores de cobre (en caso de que el cuadro sea de cobre) 	

No se recomienda hacer combinaciones metálicas entre cobre y Fo.Go.

- (1) Se recomienda de 2" de apertura y 14" de brazo
- (2) Se recomienda de 1 11/16" de apertura y 15" de brazo.
- (3) Las dimensiones de los componentes dependen del diámetro de la toma (generalmente de 13 o 19 mm).
- (*) Estas piezas son opcionales y su uso queda a criterio del organismo operador.

Instalación de toma domiciliaria con material de Fo.Go.

En la tabla siguiente se presenta los componentes, materiales y herramientas para la instalación de una toma domiciliaria con material de Fo.Go.

Tabla 9

PARTES DE LA TOMA	COMPONENTES (3)	HERRAMIENTAS
RAMAL	<ul style="list-style-type: none"> -Abrazadera metálica o de plástico con salida para cuerda o silleta de PEAD. Termofusionada. -Válvula de inserción metálica o de plástico (*) -Adaptadores con sistema a compresión. -Tubería de PEAD y de Fo.Go. -Caja para llave de banqueta (*) -Llave de banqueta (*) -Tuerca unión para unir tubería de Fo.Go. a la llave de banqueta (*) 	<p>a) <u>Sin termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarmador plano (si la abrazadera lleva tornillos) -Berbiquí con broca sacabocado -Llave estilson (1) -Perico (2) -Cinta de teflón o similar <p>b) <u>Con termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipo de termofusión, si el acoplamiento es con silleta a tubería de PEAD.
CUADRO	<ul style="list-style-type: none"> -Tubería metálica (cobre o Fo.Go.) -Codos de 90⁰ (Cobre o Fo.Go.) -Válvula de globo metálica -Medidor -Tee o rincón (Fo.Go.) -Llave de manguera -Tapón metálico 	

No se recomienda hacer combinaciones metálicas entre cobre y Fo.Go.

- (4) Se recomienda de 2" de apertura y 14" de brazo
- (5) Se recomienda de 1 11/16" de apertura y 15" de brazo.
- (6) Las dimensiones de los componentes dependen del diámetro de la toma (generalmente de 13 o 19 mm).
- (*) Estas piezas son opcionales y su uso queda a criterio del organismo operador.

En la tabla siguiente se presentan los componentes, materiales y herramientas para la instalación de toma domiciliaria con material de cobre.

Tabla 10

PARTE DE LA TOMA	COMPONENTES (3)	HERRAMIENTAS
RAMAL	<ul style="list-style-type: none"> -Abrazadera metálica o de plástico con salida para cuerda o silleta de PEAD. Termofusionada. -Válvula de inserción metálica (*) -Tubería de cobre tipo “L” flexible y tubería de cobre tipo “M” -Llave de banqueta metálica(*) -Caja para llave de banqueta (*) -Conector de cobre con cuerda interior para llave de banqueta. 	<p>a) <u>Sin termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarmador plano (si la abrazadera lleva tornillos) -Berbiquí con broca sacabocado -Llave estilson (1) -Berbiquí con broca sacabocado -Perico (2) -Cortador -Abocinador -Soplete -Pasta fundente -Lija -Soldadura -Estopa -cinta de teflón o similar
CUADRO	<ul style="list-style-type: none"> -Tubería de cobre tipo “M” -Codo de 90⁰ soldable o con cuerda interior -Conector de cobre con cuerda exterior (p/válvula de globo con cuerda) -Válvula de globo con cuerda o soldable. -Medidor (*) -Tee de cobre soldable a cuerda interior -Conector de cobre a cuerda interior -Llave de manguera metálica. 	<p>c) <u>Con termofusión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipo de termofusión, si el acoplamiento es con silleta a tubería de PEAD.

No se recomienda hacer combinaciones metálicas entre cobre y Fo.Go.

(1) Se recomienda de 2” de apertura y 14” de brazo.

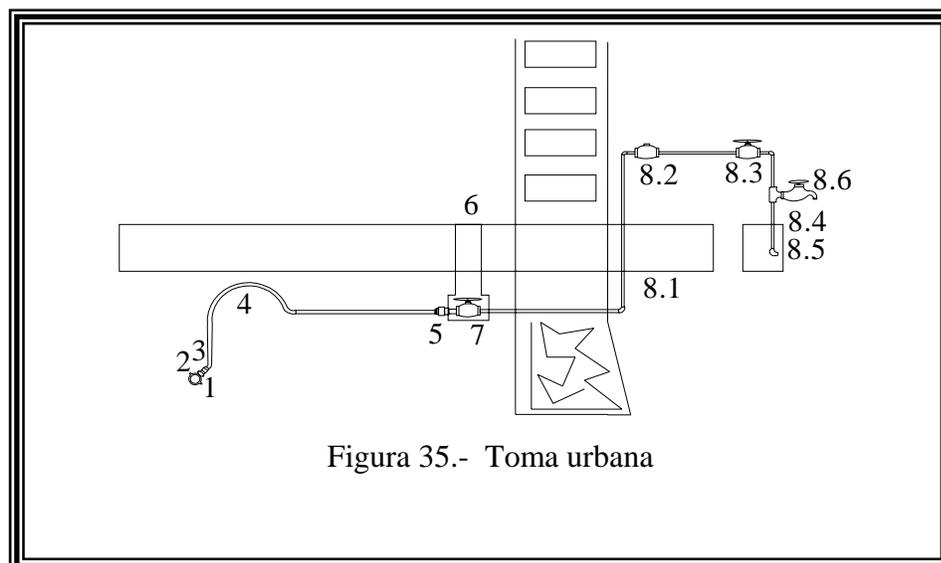
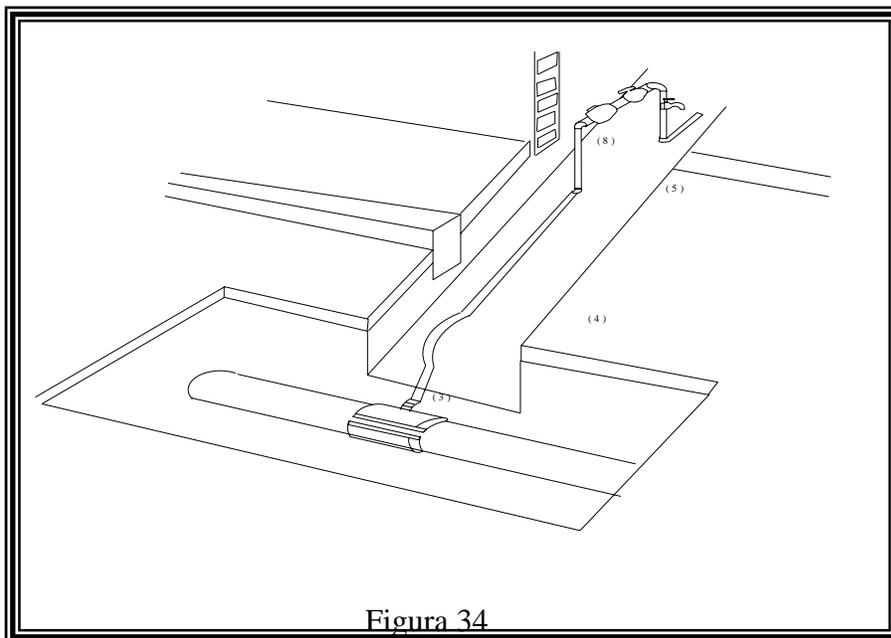
(2) Se recomienda de 1 11/16” de apertura y 15” de brazo.

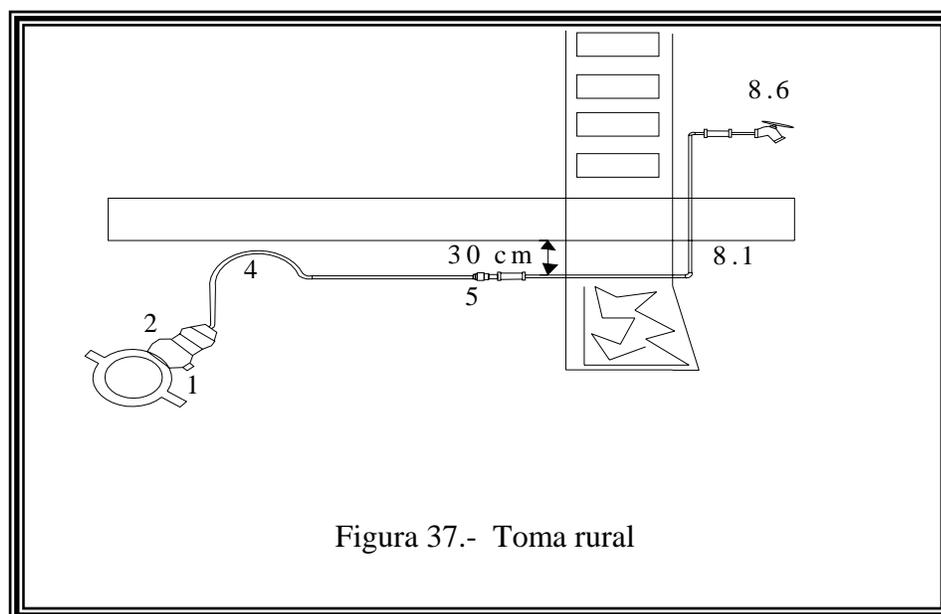
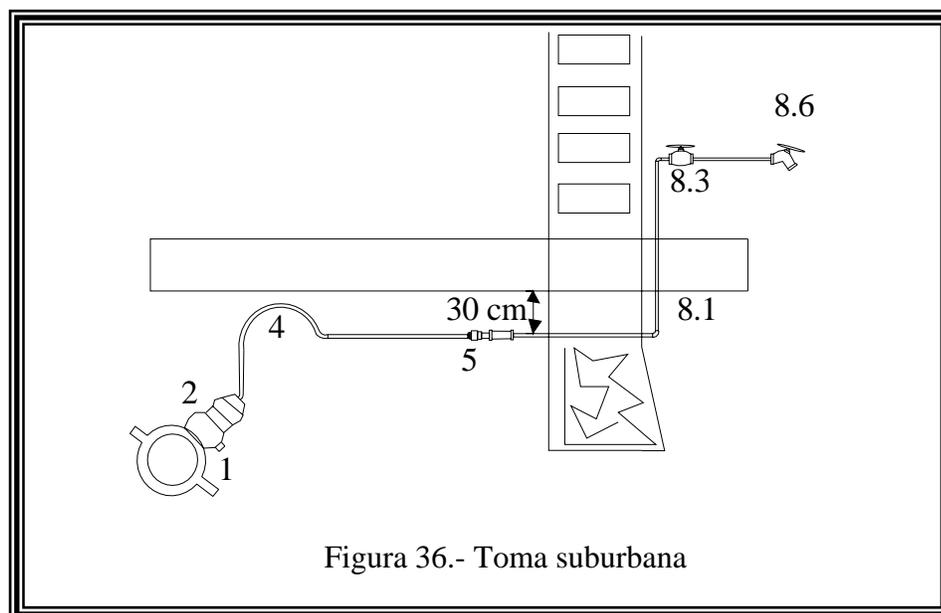
(3) Las dimensiones de los componentes dependerán del diámetro de la toma (generalmente 13 ó 16 mm).

(*) Estas piezas son opcionales y su uso queda a criterio del Organismo operador.

Tabla 11. Dimensiones recomendadas para la zanja

Ancho mínimo cm	Ancho máximo cm	Profundidad min. cm	Profundidad máx. cm
40	50	30	60





- Derivación para toma domiciliaria.
- Llave de inserción, que esta en función del tipo de toma y la forma de instalarse.
- Conector o insertor al tubo metálico.
- 4.- Tramo del tubo flexible.
- 5.-Conector o insertor al tubo metálico.
- 6.-Caja de banqueta.
- 7.-Llave de banqueta.
- 8.-Cuadro del medidor.

Medidas de seguridad

En terrenos arenosos con poca estabilidad, las paredes de la excavación se podrán hacer con talud aumentando su ancho en la parte superior. Se debe utilizar la señalización adecuada, como barreras y luces, en caso de trabajar en una vialidad de tránsito intenso.

Para que la ejecución del trabajo se realice en condiciones de seguridad, se proporcionara a los trabajadores las herramientas, instrumentos y materiales necesarios como: botas altas de hule para trabajar en zanjas anegadas, guantes de carnaza para manipular cables y tubería, cascos metálicos o de plástico; reponiéndolos cuando sea necesario.

IV.9. - INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN

Es conveniente mantener una inspección constante en las diferentes etapas de construcción de la toma, a fin de verificar que la prueba de la instalación (hermeticidad), se realice de acuerdo con las normas establecidas y que la calidad de los materiales, equipo y procedimientos de construcción se ajusten a las especificaciones.

Los principales aspectos de la obra, son:

- a) Las dimensiones de la excavación deben ajustarse a las recomendadas en la tabla anterior, con tolerancia de más o menos de cinco centímetros.
- b) En terrenos inestables las excavaciones que se realicen deben garantizar la seguridad necesaria para los trabajadores y la obra.
- c) Cuando exista agua en el interior de la zanja, es conveniente extraerla para realizar la instalación.
- d) La colocación

IV.10. - ESTIMACIÓN N.1 DE LA CALLE POLOTITLAN ENTRE CALLE PIRUL Y ACAMBAY

ESTIMACION No 1

REHABILITACION DE RED

REHABILITACION	\$	44.690,35
RAMALES	\$	11.464,62
PIEZAS ESPECIALES	\$	69,49
VALVULAS SEÑALAMIENTO	\$	3.258,13
PEAJES		
	\$	59.482,59

DEL 14 DE MAYO AL 19 DE MAYO 2007

IV.10.1 - PRECIOS UNITARIOS REHABILITACIÓN DE RED

Periodo de estimación del 14 de mayo al 19 de mayo 2007		ESTIMACIÓN N° 1		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CORTE EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.	ML	694,32	\$6,97	\$4.839,41
DEMOLICION A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	M3	16,78	\$36,40	\$610,79
EXCAVACION A MANO ZONA C CLASE IIA	M3	14,69	\$107,53	\$1.579,62
EXCAVACION A MANO ZONA C CLASE III	M3	1,49	\$389,80	\$580,80
EXCAVACION A MAQUINA ZONA C CLASE IIA	M3	57,88	\$88,82	\$5.140,90
EXCAVACION A MAQUINA ZONA C CLASE III	M3		\$289,79	
CARGA Y ACARREO EN CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACION PRIMERA ESTACION.	M3		\$17,95	
CARGA Y ACARREO EN CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION PRIMERA ESTACION.	M3		\$25,05	
ACARREO EN CAMION CARGA MECANICA MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACIÓN PRIMER KM.	M3	74,61	\$14,48	\$1.080,35
ACARREO EN CAMION DE TIERRA SUBSECUENTE AL PRIMER KM ZONA URBANA.	M3-KM	2.237,81	\$3,77	\$8.436,54
ACARREO EN CAMION CARGA MECANICA MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLCION DE CARPETA ASFALTICA 1er KM.	M3	18,27	\$15,55	\$284,10
ACARREO EN CAMION MECANICO MATERIAL DE DEMOLICION CONCRETO KM. SUBSECUENTES	M3-KM	557,25	\$4,06	\$2.262,44
RELLENO TEPETATE AL 90%	M3	82,81	\$148,64	\$12.308,88
DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCIÓN DE TUBERIA	VENTANA	11,00	\$101,91	\$1.121,01
BARRIDO FINO	M2	149,50	\$1,25	\$186,88
ACARREO LOCAL DE TUBERIA	ML	149,50	\$4,46	\$666,77
PRUEBA HIDROSTATICA PARA TUBERIA DE PEAD DE (4") DE DIAMETRO	ML	149,50	\$4,15	\$620,43
TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED DE TUBERIA	ML	149,50	\$1,42	\$212,29
CIERRE DE VALVULAS	CRUCERO	1,00	\$174,59	\$174,59
REPARACION DE TUBERIA DE ALBAÑAL DE 20 CM DE DIAMETRO	ML	7,00	\$63,76	\$446,32
COLOCACIÓN DE TUBERIA DE 4" TRADICIONAL	ML	149,50	\$19,00	\$2.840,50
PLANTILLA DE ARENA	M3	8,94	\$145,16	\$1.297,73
SUBTOTAL				\$44.690,35
TOTAL RED				\$44.690,35

IV.10.2 - PRECIOS UNITARIOS REHABILITACIÓN DE RAMALES

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CORTE DE CONCRETO HIDRAULICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.	ML	33,14	\$8,48	\$281,03
CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROF. MAYOR A 5 CM.	ML	129,50	\$6,97	\$902,62
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	M3	5,21	\$102,74	\$535,28
DEMOLICION DE GUARNICION Y BANQUETA	M3	0,93	\$128,47	\$119,48
EXCAVACION A MANO EN ZANJA, ZONA "C" CLASE II, DE 0.00 A 2.0 M.	M3	2,85	\$79,04	\$225,26
EXCAVACIÓN. A MANO ZONA "C" CLASE IIA	M3	4,65	\$107,53	\$500,01
ALBAÑAL CON TUBO DE CONCRETO DE 20 CM. DE DIAMETRO.	M	6,30	\$63,76	\$401,69
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC 1er KM	M3	7,51	\$14,48	\$108,74
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	M3-KM	228,94	\$3,77	\$863,10
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CARPETA 1er KM	M3	5,21	\$15,55	\$81,02
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CARPETA KM SUBSECUENTE	M3-KM	158,93	\$4,06	\$645,26
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CONCRETO 1er KM	M3	0,93	\$15,55	\$14,46
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CONCRETO KM SUBSECUENTE	M3-KM	28,70	\$4,06	\$116,52
RELLENO TEPETATE AL 90%	M3	13,34	\$148,64	\$1.982,86
BANQUETA DE CONCRETO SIMPLE F´C=150 KG/CM2 FABRICADO EN OBRA DE 10 CM ESPESOR.	M2	9,51	\$109,75	\$1.043,72
TRAZO DE EJES	ML	170,64	\$1,42	\$242,31
PASO DE DALA	PASO	17,00	\$58,05	\$986,85
LLAVE NARIZ 13MM	PIEZA	15,00	\$ -	
CON VERTICAL	RAMAL	19,00	\$22,20	\$421,80
SIN VERTICAL	RAMAL	1,00	\$18,50	\$18,50
LANZAMIENTO DE TUBO (RAMAL) TRADICIONAL	ML		\$6,80	
COPEL RED. 19MM A 13MM	PIEZA	15,00	\$49,00	\$735,00
			SUBTOTAL	\$10.225,51

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
TUBO COBRE 13MM	ML	12,27	\$52,70	\$646,63
CODO 90° 13MM	PZA	13,00	\$21,16	\$275,08
CODO CRI 13mm	PZA	15,00	\$21,16	\$317,40
SUBTOTAL				\$1.239,11
TOTAL RAMAL				\$11.464,62

IV.10.3 - PRECIOS UNITARIOS PIEZAS ESPECIALES

SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPON CAPA DE PEAD DE 4"	PIEZA	1,00	\$ 69,49	\$69,49
ATRAQUE DE CONCRETO DE 0.40 X 0.70 X 0.20 M	PIEZA	1,00		
SUBTOTAL				\$69,49
TOTAL PIEZAS ESPECIALES				\$69,49

IV.10.4 - PRECIOS UNITARIOS SEÑALAMIENTOS

BARRA DOBLE CON PLACA 0.30 x 2.44 M	PZA/DIA	22,00	\$ 5,12	\$112,64
SEÑAL DE PROTECCIÓN 30 x 120 CM	PZA/DIA	242,00	\$ 2,37	\$573,54
UTILIZACION DE CINTA PREVENTIVA 15 CM	M	156,00	\$ 1,56	\$243,36
BRIGADA DE BANDEREROS	JOR	11,00	\$211,69	\$2.328,59
BRIGADA PARA COLOCACION DE SEÑALAMIENTO DE BANDEREROS	JOR	6,00		
SUBTOTAL				\$3.258,13
TOTAL SEÑALAMIENTO				\$3.258,13

IV.10.5 - CROQUIS DE RAMALES

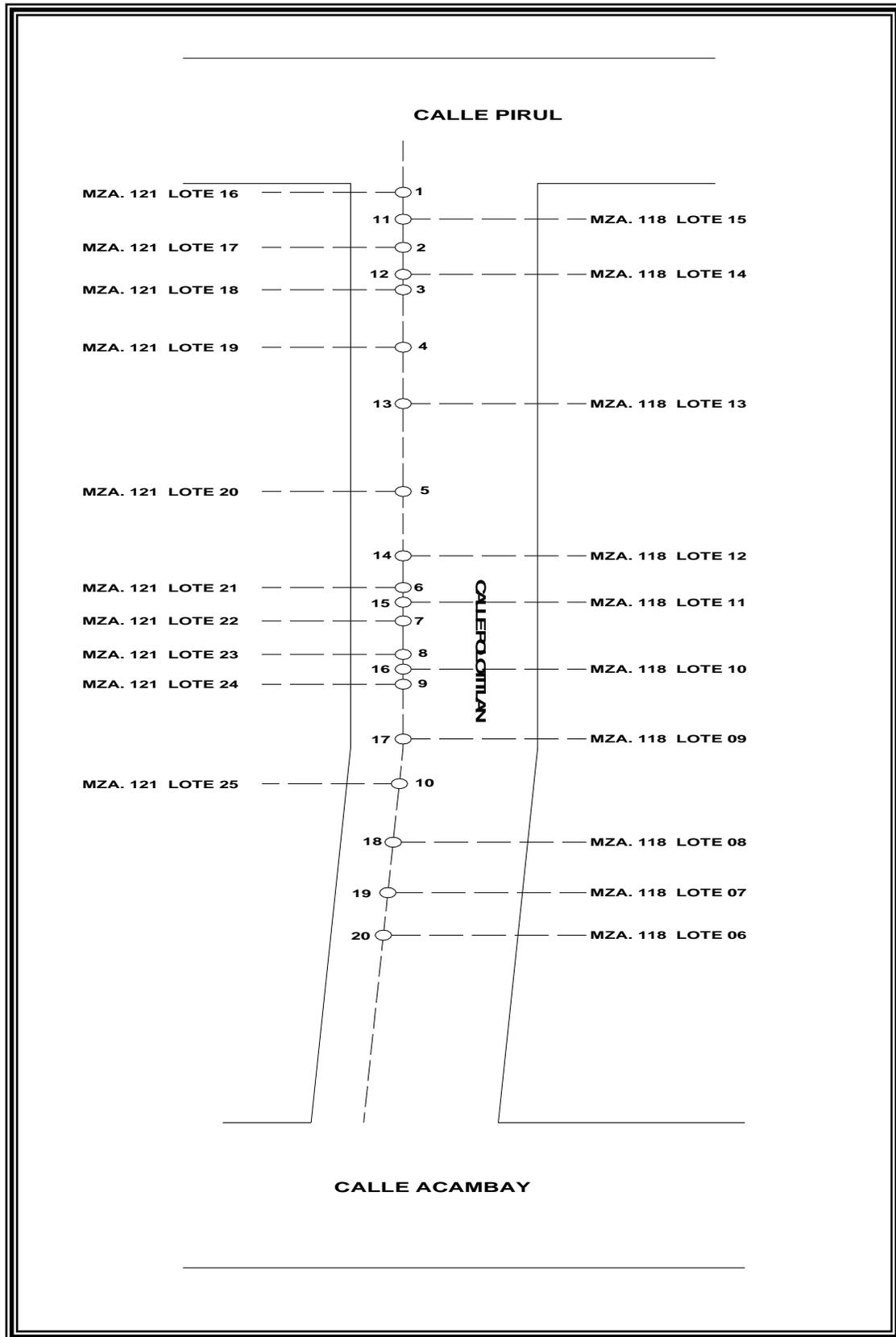




Figura 37. Croquis de localización de la red de agua potable de la calle Polotitlan

IV.11.- ESTIMACIÓN No.2 DE LA CALLE 5, CALLE 4 Y CALLE 3**ESTIMACION No 02****REHABILITACION DE RED**

REHABILITACION	\$	81.632,62
RAMALES	\$	52.332,97
PIEZAS ESPECIALES	\$	277,96
VALVULAS	\$	
SEÑALAMIENTO	\$	6.018,44

\$ 140.261.99**DEL 21 AL 26 DE MAYO 2007**

IV.11.1 - PRECIOS UNITARIOS REHABILITACIÓN DE RED

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CORTE EN PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.	ML	716,60	\$ 6,97	\$4.994,70
DEMOLICION A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	M3	32,07	\$ 36,40	\$1.167,35
EXCAVACION A MANO ZONA C CLASE IIA	M3	19,98	\$ 107,53	\$2.148,45
EXCAVACION A MANO ZONA C CLASE III	M3	0,83	\$ 389,80	\$323,53
EXCAVACION A MAQUINA ZONA C CLASE IIA	M3	123,13	\$ 88,82	\$10.936,41
EXCAVACION A MAQUINA ZONA C CLASE III	M3	0,21	\$ 289,79	\$60,86
CARGA Y ACARREO EN CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACION PRIMERA ESTACION.	M3		\$ 17,95	
CARGA Y ACARREO EN CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION PRIMERA ESTACION.	M3		\$ 25,05	
ACARREO EN CAMION CARGA MECANICA MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACIÓN PRIMER KM.	M3	143,11	\$ 14,48	\$2.072,23
ACARREO EN CAMION DE TIERRA SUBSECUENTE AL PRIMER KM ZONA URBANA.	M3-KM	4.364,87	\$ 3,77	\$16.455,56
ACARREO EN CAMION CARGA MECANICA MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLCION DE CARPETA ASFALTICA 1er KM.	M3	33,11	\$ 15,55	\$514,86
ACARREO EN CAMION MECANICO MATERIAL DE DEMOLICION CONCRETO KM. SUBSECUENTES	M3-KM	1.010,01	\$ 4,06	\$4.100,64
RELLENO TEPETATE AL 90%	M3	152,00	\$ 148,64	\$22.593,28
DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCIÓN DE TUBERIA	VENTANA	32,00	\$ 101,91	\$3.261,12
BARRIDO FINO	M2	327,00	\$ 1,25	\$408,75
ACARREO LOCAL DE TUBERIA	ML	327,00	\$ 4,46	\$1.458,42
PRUEBA HIDROSTATICA PARA TUBERIA DE PEAD DE (4") DE DIAMETRO	ML	327,00	\$ 4,15	\$1.357,05
TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED DE TUBERIA	ML	327,00	\$ 1,42	\$464,34
CIERRE DE VALVULAS	CRUCERO		\$ 174,59	
REPARACION DE TUBERIA DE ALBAÑAL DE 20 CM DE DIAMETRO	ML		\$ 63,76	
COLOCACIÓN DE TUBERIA DE 4"TRADICIONAL	ML	327,00	\$ 19,00	\$6.213,00
PLANTILLA DE ARENA	M3	21,37	\$ 145,16	\$3.102,07
			SUBTOTAL	\$81.632,62
			TOTAL RED	\$81.632,62

IV.11.2 - PRECIOS UNITARIOS REHABILITACIÓN DE RAMALES

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CORTE DE CONCRETO HIDRAULICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5 CM.	ML	283,44	\$ 8,48	\$2.403,57
CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROF. MAYOR A 5 CM.	ML	578,54	\$ 6,97	\$4.032,42
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	M3	17,46	\$ 102,74	\$1.793,84
DEMOLICION DE GUARNICION Y BANQUETA	M3	6,04	\$ 128,47	\$775,96
EXC. A MANO ZONA C CLASE III	M3		\$ 389,80	
EXCAVACION A MANO EN ZANJA, ZONA "C" CLASE II, DE 0.00 A 2.0 M.	M3	44,51	\$ 79,04	\$3.518,07
EXCAVACIÓN. A MANO ZONA "C" CLASE IIA	M3		\$ 107,53	
ALBAÑAL CON TUBO DE CONCRETO DE 20 CM. DE DIAMETRO.	M		\$ 63,76	
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC 1er KM	M3	44,51	\$ 14,48	\$644,50
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	M3-KM	1.357,16	\$ 3,77	\$5.116,49
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CARPETA 1er KM	M3	17,46	\$ 15,55	\$271,50
ACARRREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CARPETA KM SUBSECUENTE	M3-KM	532,70	\$ 4,06	\$2.162,76
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CONCRETO 1er KM	M3	6,04	\$ 15,55	\$93,92
ACARREO EN CAMION MECANICA MAT DEM CONCRETO KM SUBSECUENTE	M3-KM	184,45	\$ 4,06	\$748,87
RELLENO TEPETATE AL 90%	M3	62,88	\$ 148,64	\$9.346,48
BANQUETA DE CONCRETO SIMPLE F`C=150 KG/CM2 FABRICADO EN OBRA DE 10 CM ESPESOR.	M2	59,30	\$ 109,75	\$6.508,18
TRAZO DE EJES	ML	451,14	\$ 1,42	\$640,62
PASO DE DALA	PASO	66,00	\$ 58,05	\$3.831,30
CON VERTICAL	RAMAL	69,00	\$ 22,20	\$1.531,80
SIN VERTICAL	RAMAL	2,00	\$ 18,50	\$37,00
LANZAMIENTO DE TUBO (RAMAL) TRADICIONAL	ML		\$ 6,80	
COPEL RED. 19MM A 13MM	PIEZA	70,00	\$ 49,00	\$3.430,00
			SUBTOTAL	\$46.887,28

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
TUBO COBRE 13MM	ML	54,75	\$ 52,70	\$2.885,33
CODO 90° 13MM	PZA	58,00	\$ 21,16	\$1.227,28
CODO CRI 13mm	PZA	63,00	\$ 21,16	\$1.333,08
Llave Nariz 13mm	PZA	-		
SUBTOTAL				\$5.445,69
TOTAL RAMAL				\$52.332,97

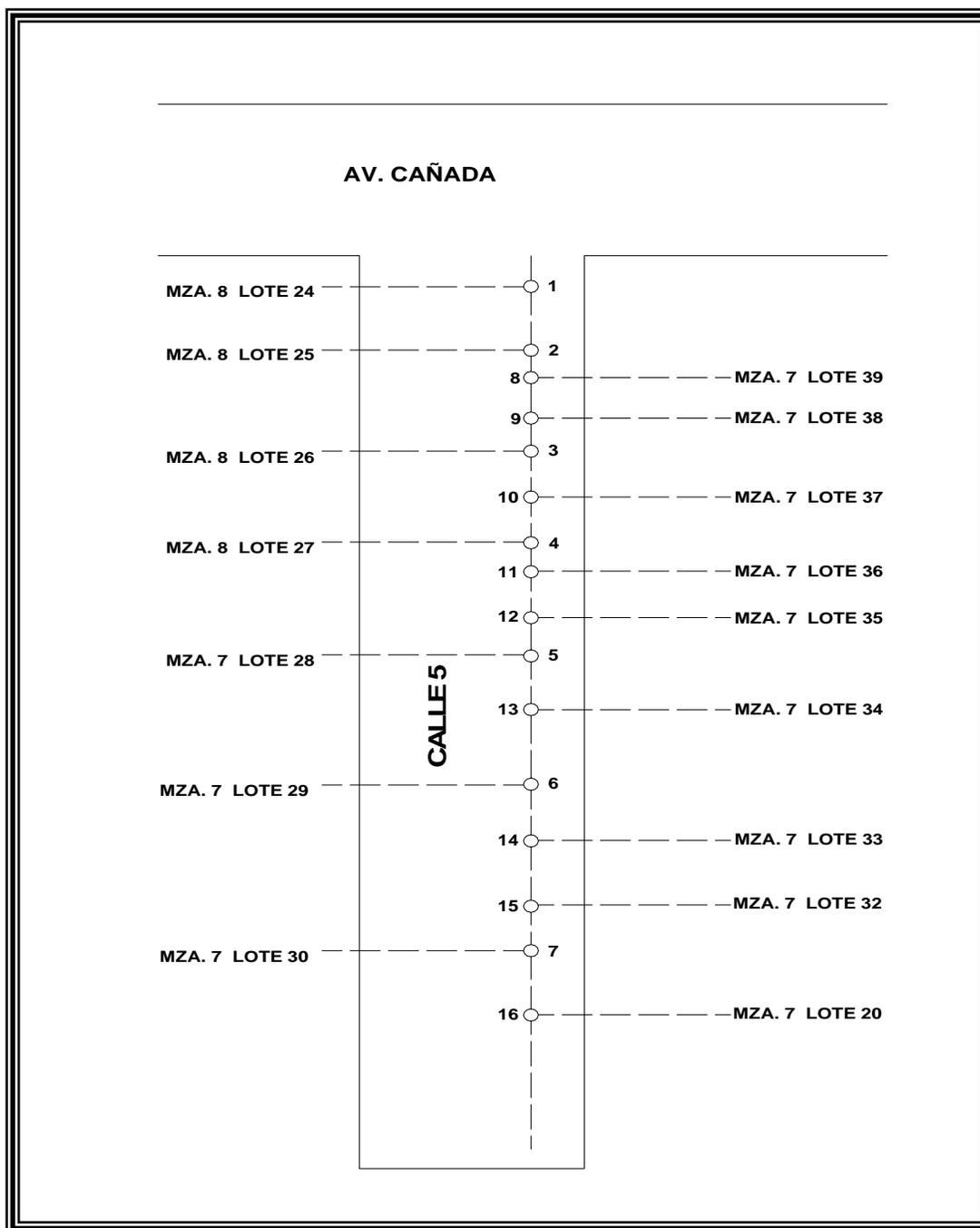
IV.11.3 - PRECIOS UNITARIOS PIEZAS ESPECIALES

SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPON CAPA DE PEAD DE 4"	PIEZA	4,00	\$ 69,49	\$277,96
ATRAQUE DE CONCRETO DE 0.40 X 0.70 X 0.20 M	PIEZA	3,00		
SUBTOTAL				\$277,96
TOTAL PIEZAS ESPECIALES				\$277,96

IV.11.4 - PRECIOS UNITARIOS SEÑALAMIENTOS

BARRA DOBLE CON PLACA 0.30 x 2.44 M	PZA/DIA	34,00	\$ 5,12	\$174,08
SEÑAL DE PROTECCIÓN 30 x 120 CM	PZA/DIA	343,00	\$ 2,37	\$812,91
UTILIZACION DE CINTA PREVENTIVA 15 CM	M	2.004,00	\$ 1,56	\$3.126,24
BRIGADA DE BANDEREROS	JOR	9,00	\$ 211,69	\$1.905,21
BRIGADA PARA COLOCACION DE SEÑALAMIENTO DE BANDEREROS	JOR			
SUBTOTAL				\$6.018,44
TOTAL SEÑALAMIENTO				\$6.018,44

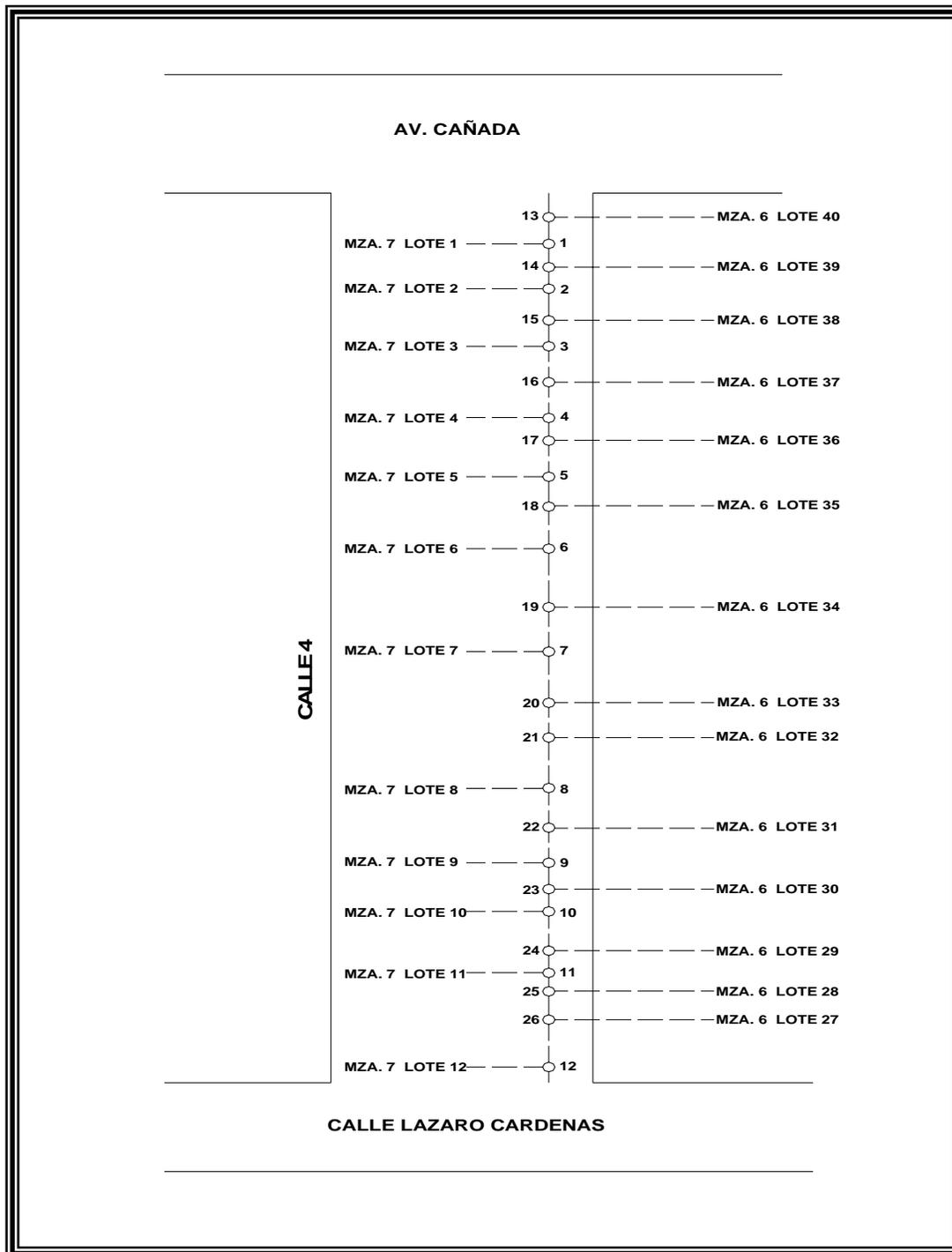
IV.11.5 - CROQUIS DE RAMALES CALLE 5 ENTRE CAÑADA Y CERRADA



IV.11.6 - CONTROL DE PRUEBAS HIDROSTATICAS

Calle:	_____ Calle 5 _____
Entre:	_____ Cañada _____ Y _____ Cerrada _____
Colonia:	_____ Lomas de la estancia _____
Delegación:	_____ Iztapalapa _____
Diámetro:	_____ 4"Ø _____
Presión inicial:	_____ 9.70 kg/cm2 hora: 8:10 am _____
Presión final:	_____ 9.20 kg/cm2 hora: 11:10 pm _____
Hipoclorito:	_____ SI _____ NO _____ _____ X _____ _____
Longitud:	_____ 79.50 M. _____
Observaciones:	<p>PARA LA PRUEBA HIDROSTATICA SE UTILIZARON (DOS) TAPAS CIEGAS DE 4"Ø, (2) EMPAQUES DE NEOPRENO DE 4" Ø, 16 TORNILLOS DE 5/6" X 3 1/2" CADMINIZADOS, 1 SILLETA DE 3/4"Ø, UN CONECTOR RECTO DE 3/4" X 1/2", 10 MTS. DE MANGUERA DE 3/4"Ø, UNA BOMBA AUTOMATICA MCA. KARTCHER, UN CODO A COPLE HEMBRA DE 3/4", UN MANOMETRO DE 12 KG/CM., UNA VALVULA CHECK DE 1/2" DE BRONCE, DOS VALVULAS TIPO GLOBO DE 1/2" DE BRONCE, DOS TEE DE 1/2" COBRE Y 6 NIPLES DE 1/2" COBRE Y CINTA TEFLON.</p>

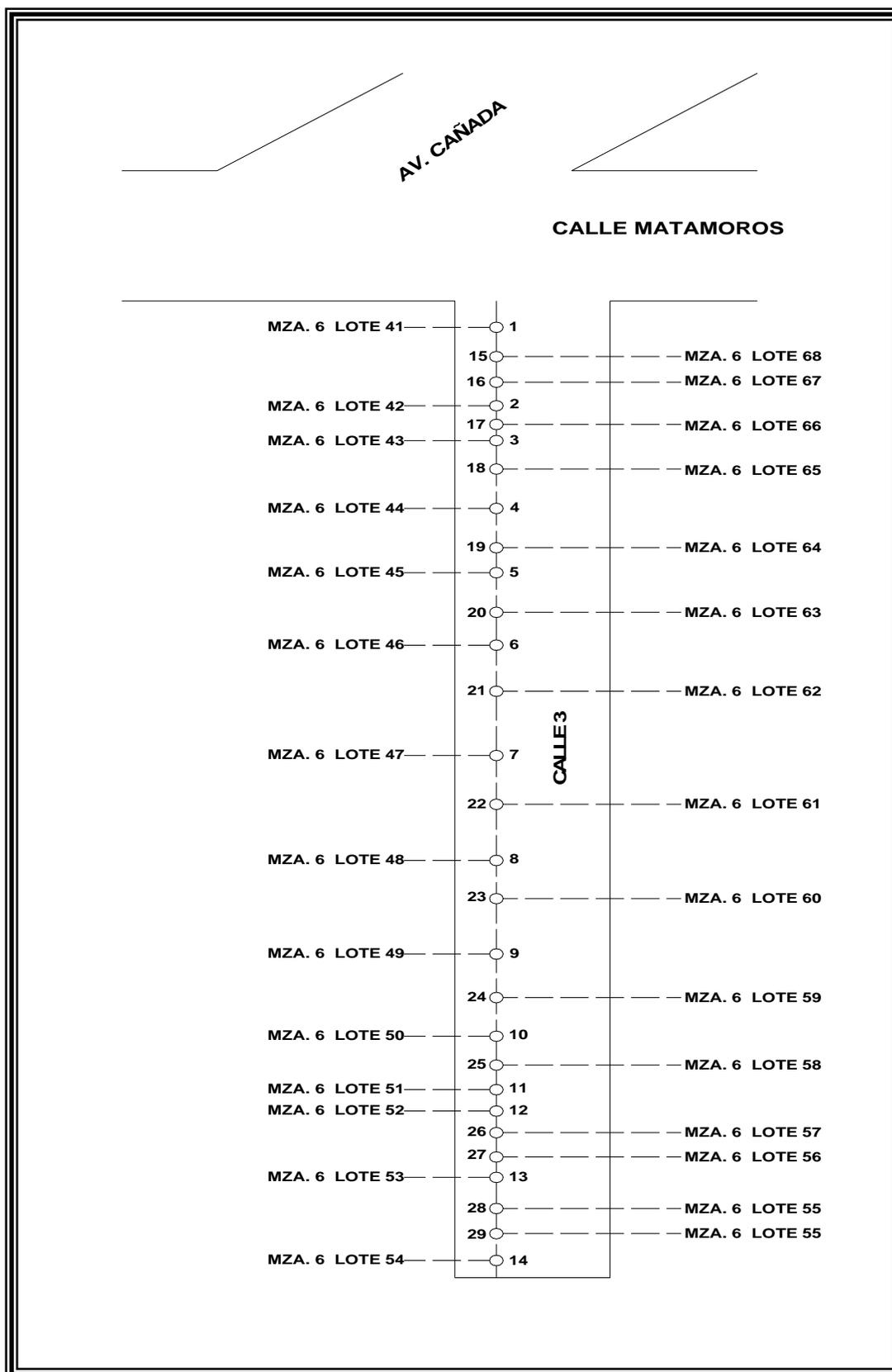
IV-11.7 - CROQUIS DE RAMALES CALLE 4. ENTRE CALLE CAÑADA Y LÁZARO CÁRDENAS



IV.11.8 - CONTROL DE PRUEBAS HIDROSTATICAS

Calle:	Calle 4	
Entre:	Calle Cañada	Y Calle Lázaro cárdenas
Colonia:	Lomas de la estancia	
Delegación:	Iztapalapa	
Diámetro:	4"Ø	
Presión inicial:	9.80 kg/cm2 hora: 12:10 pm	
Presión final:	9.45 kg/cm2 hora: 14:10 pm	
Hipoclorito:	SI x	NO
Longitud:	123.00 M.	
Observaciones:	PARA LA PRUEBA HIDROSTATICA SE UTILIZARON (DOS) TAPAS CIEGAS DE 4"Ø, (2) EMPAQUES DE NEOPRENO DE 4" Ø, 16 TORNILLOS DE 5/6" X 3 1/2" CADMINIZADOS, 1 SILLETA DE 3/4"Ø, UN CONECTOR RECTO DE 3/4" X 1/2", 10 MTS. DE MANGUERA DE 3/4"Ø, UNA BOMBA AUTOMATICA MCA. KARTCHER, UN CODO A COPLE HEMBRA DE 3/4", UN MANOMETRO DE 12 KG/CM., UNA VALVULA CHECK DE 1/2" DE BRONCE, DOS VALVULAS TIPO GLOBO DE 1/2" DE BRONCE, DOS TEE DE 1/2" COBRE Y 6 NIPLES DE 1/2" COBRE Y CINTA TEFLON.	

IV.11.9 - CROQUIS DE RAMALES CALLE 3. ENTRE CAÑADA Y MATAMOROS





Croquis de localización de la red de agua potable de la calle 5, calle 4 y calle 3

IV.11.10 - CONTROL DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS

Calle:	<u>Cerrada Calle 3</u>
Entre:	<u>Cañada</u> Y <u>Matamoros</u>
Colonia:	<u>Lomas de la estancia</u>
Delegación:	<u>Iztapalapa</u>
Diámetro:	<u>4"Ø</u>
Presión inicial:	<u>10.05 kg/cm2</u> hora: 9:10 am
Presión final:	<u>9.55 kg/cm2</u> hora: 12:10 pm
Hipoclorito:	<u>SI</u> <u>NO</u> <u>X</u>
Longitud:	<u>124.00 M.</u>
Observaciones:	PARA LA PRUEBA HIDROSTATICA SE UTILIZARON (DOS) TAPAS CIEGAS DE 4"Ø, (2) EMPAQUES DE NEOPRENO DE 4" Ø, 16 TORNILLOS DE 5/6" X 3 1/2" CADMINIZADOS, 1 SILLETA DE 3/4"Ø, UN CONECTOR RECTO DE 3/4" X 1/2", 10 MTS. DE MANGUERA DE 3/4"Ø, UNA BOMBA AUTOMATICA MCA KARTCHER, UN CODO A COPLA HEMBRA DE 3/4", UN MANOMETRO DE 12 KG/CM., UNA VALVULA CHECK DE 1/2" DE BRONCE, DOS VALVULAS TIPO GLOBO DE 1/2" DE BRONCE, DOS TEE DE 1/2" COBRE Y 6 NIPLES DE 1/2" COBRE Y CINTA TEFLON.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las importantes deficiencias hidráulicas o estructurales, en la Colonia Lomas de la Estancia, en las redes de distribución de agua potable implicaban también problemas en la calidad del agua, se considero su rehabilitación como una opción para mejorar la calidad del servicio que presta la entidad suministradora.

A medida que envejecen las líneas de agua potable la tubería tiende a romperse con más frecuencia, las válvulas y los demás accesorios por consiguiente dejan de operar correctamente y las fugas se incrementan. La pérdida de agua es tan grande que resulta más económico rehabilitar las tuberías que continuar eliminando fugas.

Por ello es el cambio de materiales en zonas con fugas o escasez de agua como en Lomas de la Estancia Delegación Iztapalapa; se trata de tuberías plásticas de alta densidad, además de que se realizaron pruebas al momento de la instalación, para garantizar que no se repita el problema.

La calidad de la tubería que se instalo ofreció grandes ventajas, las paredes del tubo son sumamente lisas lo cual no permite las incrustaciones ni la formación de sarro, con lo que el área hidráulica se conserva, la flexibilidad de la tubería absorbe las deflexiones eliminando en algunos casos las piezas especiales y es muy resistente a los desplazamientos del suelo (por sismos, asentamientos etc.)

Actualmente en muchas de estas ciudades la red hidráulica ha envejecido, como lo demuestran las numerosas fugas de agua que se detectaron a diario en esta colonia. Pero en otras poblaciones los habitantes todavía esperan contar con agua potable en sus casas.

Los problemas de agua potable que la aquejan son tan serios que obligaron a replantear la política que se tenía con respecto a este vital líquido, debido a las grandes erogaciones de dinero que tiene que hacer el gobierno para revertir la falta de agua para cubrir las necesidades básicas de la población, se permitió la participación de las empresas privadas las cuales dan recursos económicos frescos que atacan los problemas de manera inmediata. El gobierno por medio de la Comisión de Agua y las delegaciones continúa operando la infraestructura hidráulica de la ciudad, pero se concesiono a dichas empresas la rehabilitación de las redes más viejas.

Como complemento a las acciones para el abasto se incluye el aumentar la eficiencia en el manejo de agua con las fuentes e infraestructura, esto implica la distribución hasta donde sea física y económicamente restable, a zonas donde debido a la topografía del terreno no tiene presión suficiente para el abastecimiento de la red secundaria y en las tomas domiciliarias; antes de entrar a cada uno de los predios.

Además es necesario contar con padrones actualizados y autorizados de usuarios que faciliten la implantación de sistemas eficientes de medición, basados en la facturación y cobro por el suministro de los servicios e instalar medidores de consumo que permitan recuperar el costo de los servicios de agua potable. Otro aspecto fundamental es incorporar en los marcos legales correspondientes la posibilidad de restricción del servicio de agua potable a quien no lo pague.

De esta forma se eliminarán subsidios, a través del manejo eficiente del servicio estableciendo medición y tarifas adecuadas, dentro de la equidad social, mantenimiento permanente y facturación justa y oportuna. Redunda lo anterior en un ahorro de agua, prolongación de la vida de las instalaciones, conservación y reducción de inversiones económicas.

Entre las acciones sugeridas para el mejoramiento de los sistemas hidráulicos se encuentran:

- Catastro técnico de la red se conforma con una serie de planos y fichas técnicas (puede haber varios con distinto nivel de detalle) y sirven para ubicar de manera gráfica los elementos de la red, así como referir sus características físicas, tipo de material, diámetro, estado de deterioro, profundidad y aquellos que identifican plenamente cada elemento que componen a la red (válvulas, hidrantes, tramos de tubería, cruceros, cotas de terreno etc.)
- Operación del sistema de distribución de agua potable, detección y reparación de fugas visibles y no visibles de agua potable, desazolbe de la red secundaria de drenaje, mantenimiento, rehabilitación y ampliación de redes secundarias de agua potable y drenaje, así como la sustitución y renivelación de accesorios en mal estado de la red secundaria.

La principal característica de una red de distribución de agua potable es que debe ser hermética. Su adecuado funcionamiento es primordial para evitar el desperdicio del recurso, por lo que la selección de material en su construcción es de vital importancia, así como de la instalación de los mismos por personal calificado, observando estrictamente las especificaciones de construcción. Lo anterior permitirá evitar riesgos de que aguas freáticas o aguas residuales que rodean la tubería fluyan hacia el interior, lo que provocara serios problemas de contaminación. Pues al rehabilitar las tuberías, se evitara el derrame de esa cantidad. Este ahorro permitirá dotar agua a ciudadanos que no cuenten con el servicio.

La coordinación lleva necesariamente a la creación de un sistema de agua potable eficiente y de fácil manejo, ya que se tiene la gran ventaja de influir directamente en él, no solo se rehabilita las líneas existentes si no además se tiene la total libertad de colocar las válvulas de seccionamiento de forma tal que la operación del sistema sea muy sencilla y práctica. Sería imperdonable caer en los errores de antaño, sustituyendo las redes y dejando el error igual.

BIBLIOGRAFÍA

- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Tomas domiciliarias

1ra. Sección 1996

Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento

-ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Volumen 1

Enrique Cesar Valdés 1990

-ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Volumen II

Recomendaciones de construcción

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua “IMTA”

UNAM

Facultad de Ingeniería 1993

-DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA REGULARIZAR EL SUMINISTRO del servicio en la delegación Iztapalapa.

Dirección general de construcción y operación hidráulica.

-PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO FEDERAL

1997 – 2010

Dirección General de Construcción y operación hidráulica.

-DISEÑO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Ricardo Alfredo López Cualla.

2da. Edición.

-DISEÑO, SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO PARA LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE

Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Comisión nacional del agua 1996

-DETECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE FUGAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Tesis

Escuela Nacional de Estudios Profesionales,

Campus Aragón Estado de México 2004

-AGUA

Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

González Pérez Abel 2004

Comisión del Agua

Nezahualcoyot 69 Colonia centro metro Isabela Católica

-REHABILITACIÓN DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE POR EL MÉTODO DE
REVENTAMIENTO (TECNOLOGÍA SIN ZANJA) HASTA UN DIÁMETRO DE 12”

Tesis

Escuela Nacional de Estudios Profesionales,
Campus Aragón Estado de México 2002

Internet

<http://www.imta.gob.mx/>

<http://www.eleconomista.com.mx/>

<http://www.eluniversal.com.mx>

<http://www.conagua.gob.mx>