



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGON

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE  
TRES MÉTODOS EMPLEADOS EN LA  
REHABILITACIÓN DE TUBERÍA DE PEAD

DESARROLLO DE UN  
CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

MIGUEL ANGEL TOVAR ESPINOZA

DIRECTOR: M. EN I. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ

San Juan de Aragón, Edo. de México mayo del 2011.





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

---

---

*D E D I C A T O R I A S*  
*Y*  
*A G R A D E C I M I E N T O S*

**A mi Dios:**

Por estar conmigo todo el tiempo  
y permitir estar en esta etapa de mi vida  
La dedico a ti.

**A la UNAM, FES Aragón.**

Por la oportunidad de estudiar esta gran  
carrera y poder concluir una meta mas en  
mi vida.

**A mi Madre Susana Espinoza Ahumada.**

Gracias Mam..., por darme la vida y apoyarme en  
en los momentos importantes de mi vida.

**A mi Padre Felipe Miguel Tovar Razo.**

Por aportar un ejemplo en mi vida y apoyarme  
para poder realizar una de mis metas.

**A mi Abuelita Luz. †**

Gracias abue, por darme la oportunidad  
de conocerte y convivir parte de mi vida  
contigo, te dedico este logro.

**A mi Mimosa, Tania Ramírez Hernández**

Por el apoyo brindado y por estar a mi lado  
y darme una gran familia y ser  
mi gran esposa.

---

---

**A mis hermanos Karina, Armando y Betty**

Por confiar en mi y darme ese apoyo incondicional de hermanos y por darme el ejemplo de ser unos profesionistas.

**A mis grandes amores Miguel y Astrid**

Gracias mis amores por estar conmigo y darnos la oportunidad de disfrutar esto.

**A mis suegros, Don Tony y Sra. Mary**

Por brindarme esa confianza y tener su apoyo

**A mis grandes compañeros de carrera.**

El Gabo, Bouchan, Oliver, Lemus  
Gracias por todo el apoyo que me brindaron.

**A mis maestros.**

Por compartir sus conocimientos y experiencia de trabajo, siempre con paciencia y dedicación. Gracias por todo lo aprendido.

**A mis amigos y a todos aquellos**

que colaboraron en la realización de este trabajo, para no correr el riesgo de omitirlos no menciono

**GRACIAS.**

# I N D I C E

Introducción.

Objetivos.

Alcances.

## **I. GENERALIDADES.**

1.1 Introducción.

1.2 Características de la tubería de PEAD.

1.3 Metodología para el análisis de costos.

1.4 Normativa.

## **II. MÉTODOS DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍA**

2.1 Tradicional.

2.2 De rompimiento.

2.3 Zanjadora.

## **III. CASOS DE ESTUDIO:**

### **“REHABILITACIÓN EN DIVERSAS COLONIAS EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA, DISTRITO FEDERAL**

3.1 Localización.

3.2 Análisis de costos por el método tradicional.

3.3 Análisis de costos por el método de rompimiento.

3.4 Análisis de costos por el método de zanjadora.

3.5 Análisis comparativo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## CAPITULO I.- GENERALIDADES

### 1.1.- Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida y el desarrollo de la sociedad, por lo mismo, su abastecimiento, distribución, aprovechamiento y la adecuada retribución de quien la utiliza es de la mayor prioridad para la sociedad.

El abastecimiento de agua potable y el manejo y desalojo del agua a través del drenaje es uno de los problemas más comunes y frecuentes en cualquier ciudad, y la ciudad de México, D. F., la que junto con el área conurbada, es la metrópoli más grande del mundo, no se escapa de tal problemática.

La zona metropolitana del Valle de México cuenta con un caudal aproximado de 62 m<sup>3</sup>/seg, de los cuales 41 m<sup>3</sup>/seg son de recursos hidráulicos locales y 21m<sup>3</sup>/seg son traídos desde cuencas distantes como las del Lerma y Cutzamala<sup>1</sup>. El Distrito Federal distribuye 35 m<sup>3</sup>/seg para beneficiar a una población de 8.5 millones de habitantes lo cual significa una dotación media de 355 lt/hab/día<sup>1</sup>, sin embargo esta dotación no se refleja en el abastecimiento a nivel domiciliario, ya que en algunas zonas se tienen importantes carencias del vital líquido.

La carencia de agua en algunas zonas de la Cd. de México, se debe en gran parte al tipo de suelo, la alta sismicidad, la antigüedad en la instalación (generalmente mayor a 50 años), el escaso mantenimiento, y el tipo de material de las tuberías, generalmente muy rígidas que con los constantes movimientos telúricos provocan fracturas y/o rompimientos en las tuberías y sus uniones, provocando una alta incidencia de pérdidas en los sistemas de tubería.

<sup>1</sup> COMISIÓN DE AGUAS DEL DISTRITO FEDERAL.- Plan Director Triannual 1998-1999-2000.

Durante los últimos años se han realizado diferentes estudios de evaluación de pérdidas de agua en los sistemas de agua potable de más de treinta ciudades del país, y los resultados han demostrado que en promedio se pierde por fugas, alrededor del 40% del gasto total suministrado<sup>2</sup>.

Desde el punto de vista económico, la situación anterior se hace crítica, dado que el costo que se tiene de inversión de infraestructura para traer 1 m<sup>3</sup>/seg. al Valle de México del sistema Cutzamala, es de 120 millones de U.S.A. dólares<sup>1</sup>, además del costo de la operación una vez que esta se encuentra en el sistema de Agua del D.F., lo que hace todavía más crítica la situación, si consideramos que nuestro país requiere de recursos para invertir en diversas áreas de desarrollo.

Además de los problemas económicos que representa la alta incidencia de fugas, desde el punto de vista social la falta del líquido vital para atender necesidades básicas de la población, provoca serias molestias a la ciudadanía, problemas viales, y en el menor de los casos, graves molestias e irritación en la población, sobretodo cuando en los sistemas de drenaje se tienen encharcamientos producto de las tuberías tapadas por basura y/o por otros materiales.

Por otro lado, la falla en las tuberías de drenaje, y la consecuente fuga de líquido y otros materiales contamina enormemente el subsuelo de la ciudad y por consiguiente los mantos freáticos, mismos que servirán para posteriormente alimentar al mismo sistema de agua vía la extracción de pozos.

Para evitar los problemas de un alto índice de agua perdida, las graves molestias que se provocan a la ciudadanía por esta situación, la alta inversión económica que se requiere para dotar del vital líquido a cada vez una mayor población, etc., se hace necesario la rehabilitación y/o instalación de tubería de agua y de drenaje que garantice una mejor operación de la infraestructura hidráulica en el sistema.

<sup>2</sup> INSTITUTO MEXICANO DE LA TECNOLOGÍA DEL AGUA. Recuperación integral de pérdidas de agua. M. en Ingeniería Leonel Ochoa.

Cuando se lleva a cabo una rehabilitación de tubería por el método tradicional, es decir excavación, desmantelamiento e instalación de tubería nueva, generalmente se ocasionan trastornos en el tráfico vehicular y peatonal, debido a la apertura de zanjas.

En tuberías que se encuentran en zonas urbanas, es de suma importancia realizar las labores de rehabilitación de la manera más rápida y eficiente, para no ocasionar trastornos tanto en la operación del mismo sistema hidráulico como a la ciudadanía

La rehabilitación de tuberías tanto de agua potable como de drenaje, se puede efectuar empleando en ambos casos la tecnología de punta denominada “Trench – Less” o “Casi sin Zanja”, la cual en comparación con los métodos tradicionales (Excavación manual, con retroexcavadora, con zanjadora, etc.) presenta amplias ventajas, tanto económicas ( menor costo inicial, menor costo de mantenimiento, mayor utilidad, menor pérdida por fugas, etc.) y sociales ( menor tiempo de ejecución, menores molestias a los usuarios, menores problemas de vialidad, etc.).

Por todo lo anterior, se deduce que es totalmente recomendable la utilización de esta tecnología como medio de rehabilitación de tuberías, tanto para los organismos operadores de los sistemas de agua potable y drenaje, como para los empresarios que utilicen este sistema y en general para la ciudadanía.

## **1.2.- Características de la tubería de PEAD.**

*VENTAJAS Y CARACTERISTICAS:*

### ***FACILIDAD DE MANEJO:***

Al comparar tuberías similares se encontró que las tuberías de PEAD pesan 8 veces menos que el acero (cédula 40) y 3 veces menos que el asbesto cemento, lo que genera ahorros considerables en el manejo para acarreo e instalación de éstos sistemas, principalmente en zonas montañosas o lugares de difícil acceso.



### **SISTEMA DE UNION POR TERMOFUSION:**

Este sistema de tubería y conexiones de PEAD debido a su avanzada técnica, ofrece la mejor alternativa para la conducción de fluidos de muy diversas naturalezas. Uno de los principales problemas en el tendido de tuberías de todos los otros sistemas que transportan fluidos los constituye su unión, la gran mayoría de las fugas son principalmente en esta parte del sistema, por tal motivo es de vital importancia que la unión tenga las siguientes características: facilidad y rapidez de ejecución, hermeticidad total y económica. La unión entre tuberías y conexiones de PEAD básicamente se lleva a cabo por medio del sistema de termofusión, teniendo así una unión permanente y una hermeticidad total, formando un tramo de tubería continuo y monolítico (una sólo pieza), siendo la unión más resistente que la misma tubería. Esto debido a que se fortalece su orientación molecular al llevarse a cabo éste proceso de termofusión. Teniendo así, un sistema 100% confiable y seguro, y que nos ayuda a evitar problemas de fugas ó pérdidas de agua, con ello ayudamos a eficientar el buen uso del agua. El sistema de unión por medio de termofusión es una de las características que nos diferencian fuertemente de los otros sistemas convencionales. La termofusión consiste en calentar ambos extremos de la tubería hasta alcanzar el grado de fusión necesario para que después, con una presión controlada entre ambos extremos, se logre una unión monolítica más resistente que la tubería misma y 100% hermética.

La unión se genera al compenetrarse ambas caras del tubo formando una misma pared, la pared del tubo tiene una orientación molecular lineal, después del proceso de termofusión, las moléculas se conforman en una orientación molecular axial que la hace aún más sólida. No existe ningún producto químico o cementante que pueda unir la tubería o conexiones, pero tenemos la opción de poder realizar uniones mecánicas o de transición con válvulas, bombas u otro tipo de tuberías (PVC, acero, etc.) mediante el empleo de adaptadores bridados o adaptadores tuerca unión.

**COMPRESIBILIDAD:**

La tubería de PEAD es el único material capaz de comprimirse por medio de una prensa hasta interrumpir su flujo.

Esto permite que se hagan reparaciones en línea viva, sin tener que afectar a otros usuarios suspendiéndoles el suministro del agua. Esto puede hacerse en repetidas ocasiones y siempre la tubería recupera su forma original. Además su resistencia mecánica le permite soportar todo tipo de golpes o impactos sin estrellarse o romperse, debido a que la tubería de PEAD es capaz de elongarse hasta en un 400%, esto reafirma su capacidad de soportar impactos y opresiones. Con ello se logra tener un nulo desperdicio en obra por las maniobras de instalación de la tubería o de golpes en su manejo.

**CONDICIONES DE ZANJA Y DE INSTALACION:**

La tubería de PEAD es un sistema que puede operar sin encamado en el fondo de la zanja (Sólo si está libre de piedras con aristas), y no es necesario recurrir a material seleccionado (De algún banco) para el relleno de la misma. Por otro lado, los perfiles de excavación son 60% menores a los de sistemas convencionales. Lo anterior es debido a que se pueden realizar las uniones de los tramos de la tubería (tramos de 12 m cada tubo), en tramos muy largos fuera de la zanja, y posteriormente sólo se baja la tubería a la zanja. Todo esto hace que su proceso constructivo o de instalación sea más sencillo y económico, generando grandes ahorros por la disminución en los conceptos de obra y terminación de la obra en menor tiempo con respecto a otros sistemas.

**FLEXIBILIDAD Y DURABILIDAD:**

En todos los diámetros de la tubería de PEAD es posible disminuir considerablemente la cantidad de codos para el cambio de dirección (horizontal y vertical), debido a su gran flexibilidad se adapta a diferentes perfiles topográficos, generando ahorros

considerables en conexiones y en tiempos de instalación. Además, debido a la tersura de su pared interna, se disminuyen al mínimo posible las pérdidas por fricción, conduciendo con mayor eficiencia los fluidos y ahorrando energía cuando se usan bombas. También, tiene una alta resistencia a la intemperie (Para el caso de líneas superficiales, sin zanja), ya que cuenta con protección a los rayos ultravioleta del sol. El tiempo de vida útil estimado para la tubería en redes subterráneas que conducen agua a 23°C y en condiciones normales de operación es de 50 años, lo que supera con creces cualquier estimado de amortización en este capítulo de servicios públicos. En éste tipo de tuberías de PEAD, no se tienen los problemas de corrosión por electrólisis debido a que no conduce electricidad por sus paredes. No favorece el crecimiento de hongos o de otros microorganismos, ni la incrustación de los sólidos presentes en el agua en las paredes internas del tubo, debido a que es un material totalmente inerte a los ácidos, bases y alcalinos. Con base en todas las ventajas y características mencionadas anteriormente, se elimina la necesidad del mantenimiento en las tuberías de PEAD, y lo que es más importante, no se tienen los problemas de pérdidas constantes de agua por las uniones o por fracturas del material, que afectan a los pavimentos, costo de equipo de bombeo y motivan elevados desperdicios de agua o contaminación de la misma. Optimizando así, los recursos de inversión pública para la construcción de más sistemas para la dotación de agua.

### ***PRINCIPALES CAMPOS DE APLICACIÓN:***

Los sistemas de tuberías de PEAD por sus características, pueden ser utilizados en diversos campos como son:

- Conducción de agua potable.
- Sistemas de riego.
- Minería y dragados, conducción de slurrys (lodos).
- Conducción de drenajes o aguas residuales.
- Conducción de desechos industriales.
- Conducción de gas natural o gas licuado de petróleo (LP).

- Procesos químicos en la industria en general.
- Conductores eléctricos y de comunicación (fibra óptica y cableado eléctrico).
- Redes contra incendio.
- Acuicultura (es el desarrollo de especies acuáticas en medios naturales y artificiales manejados por el hombre con la finalidad de sustento o comercial)

### ***ESPECIFICACIONES DE LA TUBERIA DE PEAD:***

Ofrecemos una amplia gama de diámetros y presiones de trabajo, en sistema inglés, para satisfacer con esto las múltiples necesidades de la conducción de fluidos.

### ***PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA:***

Es la presión interna máxima a la cual se deberá someter la tubería cuando está en operación.

### ***RELACION DE DIMENSIONES (RD):***

El término RD, utilizado como referencia para establecer las diferentes clasificaciones de las tuberías de PEAD según su rango de presión de trabajo, es la abreviatura de Relación de Dimensiones. Esta se refiere a la proporción que existe entre el diámetro exterior y el espesor mínimo de pared del tubo.

Dentro de un mismo RD la proporción entre el diámetro exterior y el espesor de pared se mantiene constante. Esto significa que en un RD-17 el diámetro exterior es 17 veces mayor que el espesor de pared. Esto sin importar el diámetro de que se trate. Por ejemplo, una tubería de 4" (100 mm) con diámetro exterior real de 114.3 mm y un espesor de pared de 6.7 mm es un RD-17. O un tubo de 12" (300 mm) con un diámetro exterior real de 323.8 mm y un espesor de pared de 19 mm es también un RD-17.

## **1.3 Metodología para el análisis de costos.**

### 1.3.1.- Económica.

Entre las principales ventajas que tiene la rehabilitación de tuberías por distintos métodos debemos considerar las siguientes características:

- Menor costo (Aproximadamente un 60% respecto al método tradicional).
- Menor tiempo de ejecución (Aproximadamente un 15% del tiempo del método tradicional).
- Menor mantenimiento a la red.
- Menores fugas.
- Oportunidad de reasignar los recursos económicos sobrantes a otras inversiones.

### 1.3.2.- Social:

- Menores molestias a los usuarios (considerando el menor tiempo de ejecución de los trabajos).
- Menores problemas de vialidad, mejor imagen de la obra, menor tiempo en el reestablecimiento del servicio.
- Mayor creación de empleos, ya que se pueden generar otros proyectos por el ahorro económico que esta metodología genera.
- Mayor duración de las obras (La tubería de polietileno de alta densidad, la cual es la base para la instalación de tubería por el método sin zanjeo tiene generalmente una vida útil de entre 50 y 60 años)
- Mejor respuesta ante asentamientos del terreno (ya que la tubería es flexible, lo que le permite acomodarse a ciertos movimientos del subsuelo).

## **1.4 Normatividad.**

La red de distribución es la parte de un Sistema de Abastecimiento de Agua integrada por la (s) tubería (s) alimentación, circuitos, líneas abiertas y accesorios, instalados en las vialidades de las localidades, por medio de la cual se lleva el agua hasta las redes

para su entrega a los usuarios. Su correcto funcionamiento depende de un diseño adecuado, de una selección cuidadosa de los materiales por utilizar, de mano de obra calificada para su instalación, de la observancia estricta de las especificaciones de construcción, de la correcta supervisión de la ejecución de la obra y de una operación y conservación eficiente.

La falta de atención a los aspectos ya mencionados, origina la no hermeticidad de las redes de distribución, lo que puede ocasionar fugas y la incorporación de otros fluidos al interior de las tuberías de distribución de agua.

Un aspecto que impacta en forma considerable en el volumen de fugas que se presentan en la red, es la falta de una operación y mantenimiento acorde con las características del sistema.

Por lo anterior, una de las principales características que deben cumplir las redes de distribución de agua, con objeto de evitar los riesgos antes citados y preservar el volumen del recurso, así como su calidad, es que sean herméticas.

Los estudios de evaluación de perdidas en las redes de distribución del sistema de agua, realizados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), han demostrado que para eliminar las fugas es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

La obra se debe realizar bajo un proyecto ejecutivo aprobado por la entidad local responsable de la ejecución de la obra y por el órgano operador responsable de la prestación del servicio.

Se debe contar con personal calificado en la instalación de los elementos que constituyen la red de distribución.

La supervisión y dirección de la obra se debe realizar con personal calificado.

La operación y mantenimiento de la red de distribución se debe efectuar acorde con las características y necesidades del sistema, así como con personal calificado.

**NMX-E-018-SCFI-2002**, Industria del plástico - Tubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión - especificaciones, esta Norma Oficial Mexicana, establece las especificaciones y métodos de prueba que se debe de cumplir para garantizar la hermeticidad y estanquidad, con el fin de preservar el recurso hidráulico.

### 1.4.1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), utilizados para la conducción de agua a presión.

### 1.4.2.- REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-AA-051-SCFI-2001	Análisis de agua - Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de agosto de 2001.
NMX-BB-093-1989	Equipo para uso médico - Contenido de metales pesados - Método Espectrofotométrico de absorción atómica. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1989.
NMX-E-004-1990	Industria del plástico - Densidad relativa y absoluta - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 1990.
NMX-E-013-1998-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones – Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período – Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 1998.
NMX-E-016-SCFI-1999	Industria del plástico - Tubos y conexiones – Resistencia a la presión hidráulica interna por corto período – Método

	de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1999.
NMX-E-021-SCFI-2001	Industria del plástico - Tubos y conexiones – Dimensiones - Método de ensayo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo de 2001.
NMX-E-028-1991	Industria del plástico - Tubos y conexiones – Extracción de metales pesados por contacto con agua - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1992.
NMX-E-034-1990	Industria del plástico - Contenido de negro de humo en materiales de polietileno - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1990.
NMX-E-035-1990	Industria del plástico - Resistencia al envejecimiento acelerado de tubos de polietileno - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 1990.
NMX-E-046-1977	Determinación de la resistencia a la tracción en plásticos tubulares o de anillo por el método de disco dividido. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de abril de 1977.
NMX-E-061-1990	Industria del plástico - Dispersión de negro de humo en polietileno - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1990.
NMX-E-082-1990	Industria del plástico - Resistencia a la tensión de materiales plásticos - método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1990.



NMX-E-088-1979	Plásticos - Determinación de la resistencia a la flexión. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 1979.
NMX-E-114-1989	Plásticos para uso agrícola - Película de polietileno de baja densidad, tratada para usarse en la intemperie, en invernaderos y macrotuneles - Especificaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1989.
NMX-E-135-1984	Plásticos - Velocidad de flujo de polímeros termoplásticos - Determinada con un plastómetro extrusor - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1984. NMX-E-166-1985 Plásticos - Materias primas - Densidad por columna de gradiente - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de noviembre de 1985.
NMX-E-179-1998-SCFI	Industria del plástico - Tubos y conexiones – Reversión térmica - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 1998.
NMX-E-183-1990	Industria del plástico resistencia a la flexión normal - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1990.
NMX-E-184-1990	Industria del plástico - Resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental para los materiales plásticos de etileno - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1990.
NMX-E-185-1990	Industria del plástico - Resina sólida - Densidad – Método del picnómetro. Declaratoria de vigencia publicada en el

Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1990.

MX-Z-012/1-1987	Muestreo para la inspección por atributos - Parte 1: Información general y aplicaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.
MX-Z-012/2-1987	Muestreo para la inspección por atributos - Parte 2: Método de muestreo, tablas y gráficas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.
MX-Z-012/3-1987	Muestreo para la inspección por atributos - Parte 3: Regla de cálculo para la determinación de planes de muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de julio de 1987.

### 1.4.3.- DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

A) Abolsamiento

Es la deformación debida a la expansión anormal localizada en el tubo y conexiones cuando se encuentran sometidos a presión interna.

B) Diámetro exterior (De) o Diámetro interior (Di) de los tubos

Es el diámetro exterior o interior del tubo sobre el cual se fijan las tolerancias.

C) Falla

Es cualquier desperfecto ocurrido al tubo o a la conexión durante su vida útil o ensayo.

D) Filtración

Es el paso del fluido a través de las paredes del tubo y sus uniones.

E) Presión de trabajo (Pt)

Presión máxima a la que deben operar los tubos.

F) Relación de dimensiones (RD)

Es la relación que guarda el diámetro promedio exterior o interior del tubo y el espesor mínimo de pared.

RD = Diámetro exterior o interior promedio / espesor mínimo (RD =  $D_{prom} / e_{min}$ )

G) Reventamiento

Es la falla debida a una fisura o rotura en el tubo con la disminución inmediata de presión y pérdida continua de fluido.

H) Tubos de polietileno

Son los conductos de sección anular de espesor, diámetros y longitudes determinadas, fabricados con polietileno de alta densidad (PEAD).

#### 1.4.4.- CLASIFICACIÓN

A) De acuerdo al control de su diámetro, el producto objeto de esta norma se clasifica en dos tipos:

**TIPO I** Tubo de diámetro interior controlado

**TIPO II** Tubo de diámetro exterior controlado; el cual se divide a su vez en:

TIPO II a cuyos diámetros exteriores son de 13 mm hasta 75 mm

TIPO II b cuyos diámetros exteriores son de 100 mm hasta 1 200 mm

B) De acuerdo a su relación de dimensiones (RD), se clasifican según la tabla 1.

**TABLA 1.- Clasificación de los tubos de acuerdo a su relación de dimensiones (RD)**

<b>TIPO I RD</b>	<b>TIPO II RD</b>
<b>5,3</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>13,5</b>
<b>11,5</b>	<b>15,5</b>
<b>15</b>	<b>17</b>
<b>19</b>	<b>21</b>
<b>-----</b>	<b>26</b>
<b>-----</b>	<b>32,5</b>
<b>-----</b>	<b>41</b>

#### **1.4.5.- ESPECIFICACIONES**

Los tubos de polietileno para la conducción de agua a presión, deben cumplir con las especificaciones que se establecen a continuación:

❖ Dimensionales

Las dimensiones y tolerancias de los tubos se verifican de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-021-SCFI.

**NOTA 1.-** La medición del diámetro exterior del tubo de polietileno debe efectuarse a una distancia de 1,5 veces el diámetro nominal ó 300 mm, lo que sea conveniente, medido a partir del extremo de éste. Lo anterior debido al efecto de contracción que normalmente ocurre cerca del lugar donde se efectúa el corte de los tubos.

A) Diámetro interior (Di), espesor de pared y tolerancias para los tubos **TIPO I**, se establecen en la tabla 2.

B) Diámetros exteriores y sus tolerancias para los tubos **TIPO II**.

- Para los tubos **TIPO II a y II b**, el diámetro nominal, diámetro exterior y espesor de pared así como sus tolerancias deben ser de acuerdo a lo establecido en las tablas 3 y 4, respectivamente.

C) Excentricidad

La excentricidad de un tubo se obtiene midiendo el espesor de pared máximo y el espesor de pared mínimo de un extremo dado del tubo y se calcula de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-021-SCFI (véase 2 Referencias).

La excentricidad máxima permitida es del 12 %.

**TABLA 2.- Diámetro nominal, diámetro interior, espesor de pared y tolerancias para los tubos TIPO I**

Dimensiones en mm

Diámetro nominal (Dn)	Diámetro interior (Di)	Tolerancia (+)   (-)		ESPESOR MINIMO DE PARED ( e )											
				RD 5.3		RD 7		RD 9		RD 11.5		RD 15		RD 19	
				E	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	E	Tol.
13.0	15.8	0.3	0.3	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5	-	-	-	-
19.0	20.9	0.3	0.4	3.9	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5	-	-
25.0	26.6	0.3	0.5	5.0	0.6	3.8	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.5	0.5
32.0	35.1	0.3	0.5	6.6	0.8	5.0	0.6	3.9	0.5	3.0	0.5	2.3	0.5	1.9	0.5
38.0	40.9	0.4	0.5	7.7	0.9	5.8	0.7	4.5	0.5	3.6	0.5	2.7	0.5	2.2	0.5
50.0	52.5	0.4	0.5	9.9	1.2	7.5	0.9	5.8	0.7	4.6	0.6	3.5	0.5	2.8	0.5
60.0	62.7	0.4	0.6	--	--	--	--	--	--	5.5	0.6	4.2	0.5	3.3	0.5
75.0	77.9	0.4	0.8	--	--	--	--	--	--	6.8	0.8	5.8	0.5	4.1	0.5
100.0	102.3	0.4	0.9	--	--	--	--	--	--	8.9	1.1	6.8	0.8	5.4	0.6
150.0	154.1	0.5	0.9	--	--	--	--	--	--	13.4	1.6	10.3	1.2	8.1	1.0

**TABLA 3.- Diámetro nominal, diámetros exteriores y espesor de pared con sus tolerancias para los tubos TIPO II a**

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	Diámetro interior	Tol (+)	RD 9		RD 11		RD 13.5		RD 15.5		RD 17		RD 21		RD 26		RD 32	
			E	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	e	Tol.	E	Tol.	E	Tol.	E	Tol.

**DESARROLLO DE UN CASO PRACTICO**

(Dn)	(Di)			(+)		(+)		(+)		(+)		(+)		(+)		(+)		(+)
13	21.3	0.1	2.4	0.5	1.9	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	26.7	0.1	3.0	0.5	2.4	0.5	2.0	0.5	1.7	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-	-	-
25	33.4	0.1	3.7	0.5	3.1	0.5	2.5	0.5	2.1	0.5	2.0	0.5	1.6	0.5	-	-	-	-
32	42.2	0.1	4.7	0.6	3.8	0.5	3.1	0.5	2.7	0.5	2.5	0.5	2.0	0.5	1.6	0.5	1.6	0.5
38	48.3	0.2	5.4	0.6	4.4	0.5	3.6	0.5	3.1	0.5	2.8	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5	1.8	0.5
50	60.3	0.2	6.7	0.8	5.5	0.7	4.5	0.5	3.9	0.5	3.6	0.5	2.9	0.5	2.3	0.5	1.8	0.5
60	73.0	0.2	8.1	1.0	6.6	0.8	5.4	0.6	4.7	0.5	4.3	0.5	3.5	0.5	2.8	0.5	2.2	0.5
75	88.9	0.2	9.9	1.2	8.1	1.0	6.6	0.8	5.7	0.7	5.2	0.6	4.2	0.5	3.4	0.5	2.7	0.5

**TABLA 4.- Diámetro nominal, diámetro exterior con su tolerancia y espesores de pared mínimos para los tubos TIPO II b**

Dimensiones en mm

Diámetro nominal (Dn)	Diámetro interior (Di)	tol (+) (-)	RELACION DE DIMENSIONES (RD)									
			9	11	13.5	15.5	17	21	26	32.5	41	
			Espesores mínimos									
100	114.3	0.5	12.7	10.4	8.5	7.4	6.7	5.4	4.4	3.5	-	
150	168.3	0.8	18.7	15.3	12.5	10.8	9.9	8.0	6.5	5.2	4.1	
200	219.1	1.0	24.3	19.9	16.2	14.1	12.9	10.4	8.4	6.7	5.3	
250	273.1	1.2	30.3	24.8	20.2	17.6	16.1	13.0	10.5	8.4	6.7	
300	323.8	1.4	36.0	29.4	24.0	20.9	19.1	15.4	12.5	10.0	7.9	
350	355.6	1.6	39.5	32.3	26.3	22.9	20.9	16.9	13.7	10.9	8.7	
400	406.4	1.8	45.2	37.0	30.1	26.2	23.9	19.4	15.6	12.5	9.9	
450	457.2	2.1	50.8	41.6	33.9	29.5	26.9	21.8	17.6	14.1	11.2	
500	508.0	2.3	56.4	46.2	37.6	32.8	29.9	24.2	19.5	15.6	12.4	
550	558.8	2.5	62.1	50.8	41.4	36.0	32.9	26.6	21.5	17.2	13.6	
600	609.6	2.7	67.7	55.4	45.2	39.3	35.9	29.0	23.4	18.7	14.9	
650	660.4	3.0	--	60.0	48.9	42.6	38.8	31.4	25.4	20.3	16.1	
700	711.2	3.2	--	64.6	52.7	45.9	41.8	33.9	27.4	21.9	17.3	
750	762.0	3.4	--	69.3	56.4	49.1	44.8	36.3	29.3	23.4	18.6	
810	812.8	3.7	--	73.9	60.2	52.5	47.1	38.7	31.3	25.0	19.8	
850	863.6	3.9	--	78.5	64.0	55.7	50.8	41.1	33.2	26.6	21.1	
900	914.4	4.1	--	83.1	67.7	59.0	53.8	43.5	35.2	28.1	22.3	
1050	1066.8	4.8	--	--	--	68.8	62.8	50.8	41.0	32.8	25.6	
1200	1219.2	5.5	--	--	--	78.7	71.7	58.1	46.9	37.5	29.3	

**D) Medidas especiales.**

Los diámetros y RD's (relación de dimensiones) recomendados para la conducción de agua a presión, se establecen en las tablas 2, 3 y 4. Sin embargo, cuando por requisitos del proyecto sea necesario utilizar medidas no incluidas en esta norma, los

diámetros y espesores deben ser establecidos bajo la responsabilidad del usuario y el fabricante, siempre de mutuo acuerdo y siguiendo las recomendaciones siguientes:

- a) La tolerancia de los diámetros y espesores de pared deben especificarse con el mismo porcentaje aplicado a la medida inmediata inferior que se encuentran señaladas en las tablas 2, 3 y 4.
- b) El espesor mínimo de pared debe determinarse empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Tipo I : } e = \frac{PDe}{2S + P}$$

$$\text{Tipo II : } e = \frac{PDe}{2S - P}$$

donde:

- e es el espesor de pared mínimo, en mm;
- P es la presión de trabajo, y
- S es el esfuerzo de diseño = 5,6 MPa ( 56 kgf/cm<sup>2</sup> u 800 psi).

- c) En ningún caso el espesor de pared debe ser menor de 1,5 mm.
- d) La materia prima utilizada para la fabricación de estos tubos debe cumplir con lo establecido por esta norma en el capítulo 6.
- e) Los tubos deben cumplir con las especificaciones establecidas en ésta norma.

❖ Mecánicas

A) Presión máxima de trabajo.

Según la relación de dimensiones, las presiones máximas de trabajo a  $296\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) de los tubos de polietileno se establecen en las tablas 5 y 6.

**TABLA 5.- Presiones máximas de trabajo (Pt) para los tubos TIPO I**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
5.3	1.73	(17)
7	1.38	(14)
9	1.1	(11)
11.5	0.86	(9)
15	0.69	(7)
19	0.55	(5)

**NOTA 2.-** Para efecto de esta norma se considera que  $1\text{MPa} = 10\text{ kgf/cm}^2$ .

**TABLA 6.- Presión máxima de trabajo (Pt) para los tubos TIPO II**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
9	1.38	(14)
11	1.1	(11)
13.5	0.88	(9)
15.5	0.76	(8)
17	0.69	(7)
21	0.55	(5)
26	0.44	(4)
32.5	0.35	(3.5)
41	0.27	(2.7)

B) Resistencia a la presión hidráulica interna a corto período

Los tubos deben soportar como mínimo la presión establecida en las tablas 7 y 8 a  $296\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ), lo anterior se verifica de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-016-SCFI (véase 2 Referencias).



- La prueba de presión hidrostática a corto período para los tubos de polietileno de diámetro mayor de 100 mm puede ser reemplazada por el ensayo de resistencia a la tracción conforme al procedimiento descrito en la norma mexicana NMX-E-046 (véase 2 Referencias). Los especímenes de ensayo deben tener una resistencia mínima a la tracción 20 MPa (200 kgf/cm<sup>2</sup>). Se deben ensayar un mínimo de 5 especímenes.

**TABLA 7.- Presión hidráulica interna a corto período para los tubos TIPO I**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
5.3	5.5	(55)
7	4.3	(43)
9	3.4	(34)
11.5	2.8	(28)
15	2.2	(22)
19	1.7	(17)

**TABLA 8.- Presión hidráulica interna a corto período para los tubos TIPO II**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
8	5.6	(56)
11	4.4	(44)
13.5	3.6	(36)
15.5	3.1	(31)
17	2.8	(28)
21	2.2	(22)
26	1.8	(18)
32.5	1.4	(14)
41	1.1	(11)

**C) Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período**

Los tubos deben estar exentos de fallas, después de haber sido sometidos a la presión de ensayo que se establece en las tablas 9 y 10 durante 1 000 h a 296 K ± 2 K (23°C ±

2°C). Esto se verifica conforme a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-013-SCFI (véase 2 Referencias).

Este ensayo debe efectuarse dos veces como mínimo al año, cada vez en diferente diámetro y RD.

**TABLA 9.- Presión hidráulica interna durante 1 000 h para los tubos TIPO I**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
5.3	3.5	(35)
7	2.8	(28)
9	2.2	(22)
11.5	1.8	(18)
15	1.4	(14)
19	1.1	(11)

**TABLA 10.- Presión hidráulica interna durante 1 000 h para los tubos TIPO II**

RD	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	(kgf/cm <sup>2</sup> )
9	2.9	(29)
11	2.2	(22)
13.5	1.8	(18)
15.5	1.5	(15)
17	1.4	(14)
21	1.1	(11)
26	0.9	(9)
32.5	0.7	(7)
41	0.6	(6)

#### D) Reversión térmica

Cuando los tubos se ensayan durante 30 min a  $383\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $110^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) de acuerdo con lo establecido en la norma mexicana NMX-E-179-SCFI (véase 2 referencias), el

resultado no debe variar más del 3 % en sentido longitudinal, además, en las probetas no deben aparecer burbujas, fisuras, oquedades, así como otros defectos apreciables.

E) Resistencia al envejecimiento acelerado

La muestra no debe presentar abolsamiento, filtración o cualquier otra falla al ser sometida a las presiones de ensayo indicadas en las tablas 9 y 10, de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-035 (véase 2 Referencias).

❖ Físicas y químicas

A) Especificación sanitaria

En la tercera extracción, el agua no debe exceder los contenidos de metales pesados que se indican en la tabla 11, después de estar en contacto con los tubos de polietileno (PE), de acuerdo con lo establecido en la norma mexicana NMX-E-028 (véase 2 Referencias).

Esta prueba debe efectuarse como mínimo dos veces al año.

**TABLA 11.- Especificación sanitaria**

Sustancia	Contenido ppm	Método de ensayo
Plomo	0.05	NMX-AA-051-SCFI o NMX-BB-093
Cadmio	0.01	NMX-AA-051-SCFI o NMX-BB-093
Estaño	0.02	NMX-BB-093
Mercurio	0.001	NMX-AA-051-SCFI
Bario	1.00	NMX-AA-051-SCFI
Antimonio	0.05	NMX-AA-051-SCFI
Cromo	0.05	NMX-AA-051-SCFI
Arsénico	0.05	NMX-AA-051-SCFI
<b>NOTA 3.</b> Esta especificación puede determinarse con algún otro método de ensayo, cuya sencibilidad esté dentro de los límites de las especificaciones establecidas		

B) Protección al intemperismo

a) Contenido de negro de humo

Los tubos de polietileno deben contener de 2,0 % a 3,0 % en masa de negro de humo.

Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en la norma mexicana NMX-E-034 (véase 2 Referencias).

b) Dispersión de negro de humo

Los tubos de polietileno deben cumplir con la dispersión de negro de humo especificada en las fotografías 1 a 6 de la norma mexicana NMX-E-061 (véase 2 Referencias).

C) Densidad del tubo

Los tubos de polietileno de alta densidad, deben tener una densidad mínima de 0,941 g/cm<sup>3</sup>, la cual debe determinarse de acuerdo con lo establecido en cualquiera de los procedimientos descritos en las normas mexicanas NMX-E-004, NMX-E-166 ó NMX-E-185 (véase 2 Referencias).

La densidad de la resina virgen debe calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula:  
Densidad de la resina virgen = (densidad del tubo) - 0,004 (% en masa de negro de humo)

**NOTA 4.-** En caso de inconsistencia en el valor de la densidad reportada por el proveedor de materia prima o el fabricante y los datos obtenidos en la ecuación anterior, establecer como tolerancia  $\pm 0,002$  g/cm<sup>3</sup>.

En caso de utilizar materia prima pigmentada de origen en la fabricación de los tubos, los ensayos indicados en el inciso 5.3.2 no aplican, por lo tanto, la densidad debe

verificarse sobre la materia prima y los ensayos de contenido y dispersión de negro de humo de acuerdo con el plan de inspección del fabricante.

❖ Apariencia

A) Color

Los tubos deben ser de color negro, lo cual se verifica visualmente.

B) Acabado

La superficie interna y externa del tubo debe ser lisa, de color homogéneo, libre de grietas, ampollas, protuberancias o cualquier defecto apreciable. No debe contener impurezas ni porosidades. Lo anterior se verifica visualmente.

#### **1.4.6.- MATERIA PRIMA**

A) Los tubos objeto de esta norma deben ser elaborados con resina o compuesto de polietileno de alta densidad, la cual debe de cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 12. Lo anterior se verifica de acuerdo con el plan de inspección del fabricante incluyendo los certificados emitidos por el proveedor de la materia prima.

B) Para la fabricación de los tubos, se puede emplear el material represado generado durante el proceso de extrusión, siempre y cuando sea del mismo fabricante y el producto cumpla con las especificaciones establecidas en esta norma.

#### **TABLA 12.- Especificaciones del polietileno de alta densidad (PEAD)**

## DESARROLLO DE UN CASO PRACTÍCO

---

Propiedades físicas	Valores mínimos	Normas mexicanas de referencia
Densidad	0.941 g/cm <sup>3</sup>	NMX-E-004, NMX-E-166, NMX-E-185 (ASTM D 1505)
Índice de Fluidez *	0.1 g/10 min máximo a 190°C a 2 160g (2.16 kg) de peso	NMX-E-135, NMX-E-113 (ASTM D 1238)
Módulo de flexión	552 MPa (80 000 psi)	NMX-E-088, NMX-E-183 (ASTM D 790)
Esfuerzo a la tensión	21 MPa (3 000 psi)	NMX-E-082 (ASTM D 638)
Referencia al medio ambiente (agrietamiento)	192 h a 100°C máximo de falla 20%	NMX-E-035, NMX-E-184 (ASTM D 1693)
Base de diseño hidrostática	11.03 MPa	(ASTM D 2837)
<b>NOTA.-</b> * Se pueden utilizar los valores equivalentes a la condición de 190°C a 5 kg y 21.6 kg (para alto peso molecular)		

**NOTA 5.-** Se puede utilizar otros compuestos previo acuerdo con el fabricante de resina, siempre que éste tenga al menos el esfuerzo de diseño hidrostático y la densidad señalados en la tabla 12.

### 1.4.7.- MUESTREO

Para verificar la calidad de los tubos objeto de esta norma debe utilizarse el plan de muestreo establecido de acuerdo con el plan de inspección del fabricante, con un nivel de calidad aceptable máximo de cuatro y de acuerdo con lo indicado en las normas mexicanas NMX-Z-012/1, NMX-Z-012/2 y NMX-Z-012/3 (véase 2 Referencias).

### 1.4.8.- MÉTODOS DE PRUEBA

Para verificar la calidad del producto objeto de esta norma, debe utilizarse los procedimientos de los métodos de ensayo mencionados en las normas del capítulo 2 de Referencias.

### 1.4.9.- MARCADO

Los tubos, deben marcarse en forma clara e indeleble, a intervalos no mayores de dos metros.

## **CAPITULO II -MÉTODOS DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍA**

### **2.1 TRADICIONAL**

#### **METODO TRADICIONAL (INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE LA RED)**

La rehabilitación de la tubería con el sistema tradicional de excavación de zanja a cielo abierto por medio de retroexcavadora y por medios manuales, es en si un método que en la actualidad ya no es muy rentable por el grado de trabajo empleado y el proceso constructivo muy anticuado. Este tipo de método empleado es utilizado cuando el terreno no se presta para realizar la rehabilitación por medios Mecánicos de Rompimiento o aplicando del Método de Zanjeado.

Cuando la red de agua esta en uso ó se encuentra en servicio, es recomendable realizar calas de verificación a todo lo largo de la línea a rehabilitar, dichas calas de verificación tendrán dimensiones proporcionales dependiendo el diámetro de tubería existente, lo común para tuberías de 4" y 6" de diámetro, se realizan calas de verificación de 1m x 1m con una profundidad aproximada al 80% total a excavar, es decir si la línea existente va a una profundidad de 1m se realiza una excavación de aproximadamente 0.80m con equipo de excavación o con retroexcavadora, y el 20% restante se debe realizar por medios manuales para no tener una fuga o fractura prematura de la tubería existente a rehabilitar; esta profundidad se puede corroborar en cajas de válvulas así como ventanas de verificación de cruceros.

Ya que se tenga ubicada la tubería a rehabilitar se procede a realizar:

#### **Trazo y Nivelación**

La localización general del alineamiento elevación y niveles de trabajo será marcados en el campo, se realizara el rayado en la superficie de rodamiento si este fuera el caso, de igual forma si el tramo a rehabilitar no se encuentra encarpetao se utilizaran estacas, los bancos de niveles, monumentos y estacas del levantamiento topográfico

deberán conservarse lo mas intacto posible durante la construcción, en caso de ser movidas o destruidas deberán colocarse de nuevo tal como estaba.

### **Clasificación del material**

La clasificación del material por cortar y demoler, será en base al tipo de terreno encontrado en el tramo a rehabilitar, este puede ser de concreto hidráulico o de pavimento asfáltico. El corte se realizara con equipo de corte a todo lo largo de la longitud a rehabilitar, se debe tomar en cuenta que los cortes deben de estar paralelos, la distancia entre los corte corresponde a lo indicado en la **Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas**, es decir el ancho de zanja corresponde a su diámetro de la tubería.

La demolición del material se realizara por medios mecánicos o manuales.

### **Excavaciones**

Las excavaciones se harán a cielo abierto por medio de retroexcavadora y por medios manuales, dependiendo el caso; las dimensiones de la zanja se realizaran conforme a la Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por material común, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda se clasificado como roca fija se denominaran material clase II.

Se entenderá por “roca fija” la que se encuentra en mantos con dureza y contextura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente sino con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran



dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cúbico, este material se identificara clase III.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija o clase II-A.

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinará en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

La “excavación de zanjas” para alojar la tubería de las redes de agua potable, y alcantarillado incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, entre el límite de la zanja y el pie de talud del bordo formado por dicho material.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 (cinco) cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática.

---

## DESARROLLO DE UN CASO PRACTÍCO

---

El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quedé a la profundidad señalada.

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas; la profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación; el ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 (diez) cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería.

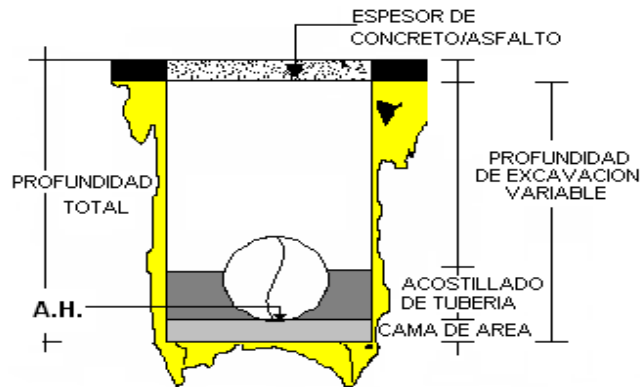
Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, se colocaran ademes y puntales.

Dimensiones de zanjas y plantillas

Diámetro nominal		Ancho Bd	Prof. H	Espesor de la Plantilla	Volumen de excavación
cm	pulg.	cm	cm	cm	m <sup>3</sup> /m
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1.5	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2.5	60	100	7	0.6
7.5	3	60	100	7	0.6
10	4	60	105	10	0.63
15	6	70	110	10	0.77
20	8	75	115	10	0.86
25	10	80	120	10	0.96
30	12	85	125	10	1.06
35	14	90	130	10	1.17
40	16	95	140	10	1.33
45	18	110	145	10	1.6
50	20	115	155	11	1.78
61	24	130	165	13	2.15
76	30	150	185	14	2.77
91	36	170	210	15	3.57
107	42	190	230	17	4.37
122	48	210	245	20	5.14
152	60	250	300	23	7.5
183	72	280	340	27	9.52
213	84	320	380	30	12.16
244	98	350	415	34	14.53

En la tabla se presentan las dimensiones de las zanjas para los diferentes diámetros de tuberías.

Es indispensable que la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente el ancho indicado en la tabla.; a partir de este punto debe dársele a sus paredes el talud necesario para evitar el empleo de ademe.



### Colocación.

Deberá colocarse una plantilla libre de piedras para el asiento total de la tubería. De tal forma que no provoquen esfuerzos adicionales a esta. la plantilla o cama consiste en un piso de material fino colocado sobre el fondo de la zanja.

Previamente colocación de la tubería, se arreglara la plantilla con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería., en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior y de preferencia en su cuadrante inferior.

El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30cm arriba de su lomo con material fino, que puede ser seleccionado del producto de la excavación o de banco, colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad optima al 90% de su pvsmax ashto estándar, llenando todos los espacios

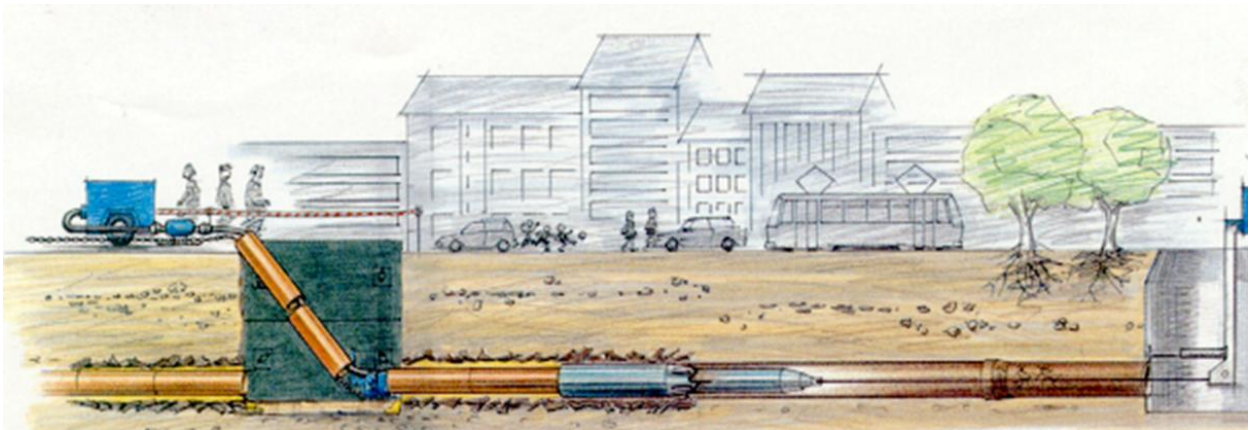
libres abajo y adyacente a la tubería (acostillado). este relleno se hace en capas que no excedan los 15 cm. de espesor sueltos.

El resto de la zanja será relleno con material de banco o material seleccionado del lugar compactado al 90 % proctor.

## 2.2 DE ROMPIMIENTO

### MÉTODO DE REVENTAMIENTO (INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE LA RED)

Los trabajos de la rehabilitación de la red sin abrir zanjas por el método de reventamiento de tubería, es el método de renovación de tuberías, es cuando se desea colocar una tubería de igual o mayor diámetro, aprovechando la instalación existente, para lo cual se revienta la tubería en uso, empleando simultáneamente un equipo de percusión neumática y uno de tracción para introducir en el interior de la tubería existente una nueva línea de polietileno de alta densidad.



Existen básicamente 2 métodos de instalación:

1.- Neumático.- Empleando simultáneamente un equipo de percusión neumática y uno de tracción para introducir en el interior de la tubería existente una nueva línea de polietileno de alta densidad, en el cual la tubería de polietileno se inserta desde una ventana (pozos de 1.00m x 3.00m y de profundidad variable) simultáneamente

empujada por un equipo de percusión neumática y jalada también en sincronía desde el otro extremo mediante un malacate motorizado (winch).

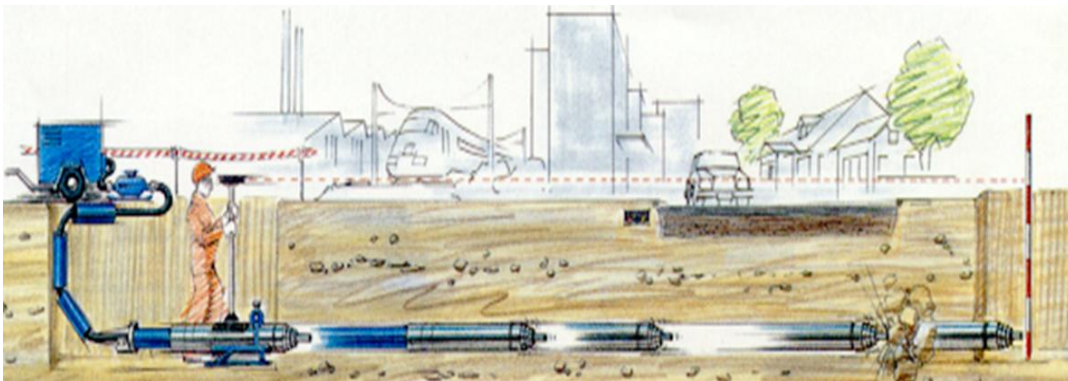
2.- Hidráulico.- Método de barras, consistente en deslizar por la tubería existente las barras de acero necesarias que se trasladen de un extremo del tramo a rehabilitar al otro, para que una vez que se les acople el tramo de tubería de polietileno de alta densidad nuevo a colocar, las barras sean regresadas a la ventana ó pozo inicial, con lo que se tendrá instalado el nuevo tramo de tubería de PEAD.

Con el fin de garantizar que la tubería de PEAD esté debidamente termofusionada se deberá efectuar una prueba hidrostática a una presión de 1.5 veces la presión normal o rutinaria de trabajo, dentro se presenta el formato de campo utilizado para la comprobación de esta prueba.

La cronología de las actividades será la siguiente:

- a) Señalización de los tramos por medio, barreras dobles en extremos de la calle, “Paletas” o “Caramelos” de aviso, y cinta plástica delimitadora, con aviso de “Precaución” y eventualmente la utilización de placas de acero.
- b) Ejecución de los trabajos, de acuerdo a la cronología siguiente:
  1. Trazo y Corte de las zanjas por la trayectoria de la tubería y las ventanas de lanzamiento y de arroyo en el caso del método de reventamiento.
  2. Demolición en el espesor encontrado de la carpeta asfáltica a todo lo ancho y largo de la zanja
  3. Excavación a la profundidad donde se ubica la tubería existente y en la zona alta las zanjas hasta una profundidad de 60 cm.
  4. Paralelamente a las actividades 1 a 3 se preparará la tubería a instalar (Termofusión y Prueba Hidrostática).

5. Una vez terminada la actividad 3, se podrán efectuar la excavación de la zanja para las tomas domiciliarias hasta la ubicación del cuadro de la toma y realizar la instalación de la tubería de PEAD del arroyo al predio por zanja a cielo abierto en el caso del sistema tradicional y se podrán efectuar los microtuneleos para las tomas domiciliarias de las banquetas, hacia la red principal, con los equipos denominados “Topos domiciliarios” e instalación de la tubería de PEAD del arroyo al predio se podrán efectuar los microtuneleos para las tomas domiciliarias de las banquetas, hacia la red principal, con los equipos denominados “Topos domiciliarios” e instalación de la tubería de PEAD del arroyo al predio en el método de reventamiento.



6. Paralelamente a la actividad 5 se podrán hacer los trabajos de plomería en cada uno de los predios.
7. Desconexión de la tubería de red en los extremos del tramo a rehabilitar, dejando taponamientos en los extremos del o los tramos que no serán rehabilitados para evitar el escurrimiento en los tramos contiguos.
8. Montaje de los equipos de rehabilitación de la tubería sobre la red.
9. Retiro de material producto de demolición y excavación de las zanjas y ventanas.
10. Conexión entre red y ramales por medio de la silleta de PEAD termo fusionada.

11. Reconexión de la tubería de la Red rehabilitada con los cruceros en los extremos del tramo. De acuerdo a instrucciones de la supervisión del SACM, se podrán sustituir o instalar nuevas válvulas o piezas de Fo Fo en los cruceros.
12. Construcción o rehabilitación de las cajas de válvulas para la operación de la red.
13. Instalación y conexión del ramal al bastón o cuadro del medidor.
14. Relleno Compactado con material de banco en las excavaciones.
15. Reposición de carpeta de concreto asfáltico de 7.5 cm de espesor en arroyo y de concreto simple de 10 cm. de espesor en banquetta (150 kg/cm<sup>2</sup>).
16. Limpieza Final (Barrido y retiro de escombros final).

Una vez colocada la tubería nueva se procede a hacer la instalación de los cruceros y tomas domiciliarias.

## **2.3 ZANJADORA**

### MÉTODO DE ZANJADORA (INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE LA RED)

Las Zanjadoras T.C.M (Trench cutting machine) son máquinas especialmente diseñadas para la apertura rápida de zanjas en campo abierto. También se les llama zanjadoras continuas y trincheadoras.

Esencialmente son palas metálicas que arrancan la tierra de manera regular, por debajo del nivel de la unidad, trabajando para abrir una zanja del ancho deseado y de una cierta longitud. Estas zanjas quedan perfectamente acabadas, con el fondo plano y los bordes limpios, aptas para instalar en ellas conducciones de agua, tuberías, cables etc.

Una característica importante de estas máquinas es que excavan y descargan el material al mismo tiempo, situándolo en un cordón paralelo a la zanja en la superficie

del terreno, mediante una cinta transportadora situada transversalmente a las máquinas. El tren de rodaje puede ser en cadenas o en ruedas.

La potencia necesaria es proporcional a la sección de la zanja, lo que quiere decir que, dada la potencia de la zanjadora tiene una limitación en ancho y profundidad, y que si aumenta la profundidad hay que disminuir el ancho a excavar.

## PROCESO CONSTRUCTIVO

Lo primero que hay que estudiar es la profundidad, si el objeto de la zanja es la colocación de colectores o tuberías para distribución de agua, se necesitan mayores profundidades y anchos y, en el caso de tierras, existe el peligro de derrumbamientos de las paredes del talud, los cuales pueden ocasionar accidentes de consecuencias fatales.

Este método es muy similar al tradicional o de cielo abierto, para la rehabilitación por este método se debe contemplar lo siguiente:

1.-Se debe verificar la alineación y el trazo por donde se introducirá el equipo de zanjeo, se deben realizar calas de verificación.

2. Dependiendo el diámetro de la tubería a instalar debe ser el tipo de equipo a utilizar:

**La zanjadora de rueda:** puede ser montada sobre orugas o neumáticos de caucho y utiliza una serie de cubos montados sobre una rueda, que se mueve en un movimiento circular para excavar el material. Las zanjadoras de ruedas son el método más rápido de excavación y las más baratas de operar.

**La zanjadora de cadena:** se conduce en torno a un marco metálico redondeado, en el lugar de excavación. Se asemeja a una motosierra gigante. Este tipo de zanjadora puede reducir fácilmente excavaciones difíciles de cortar con una excavadora de cucharón. El ángulo de la barra se puede ajustar para



controlar la profundidad del corte. Para cortar una zanja, el auge se mantiene en un ángulo fijo, mientras que la máquina se arrastra lentamente hacia atrás.

3.- La seguridad en la construcción exige, cuando son zanjas en tierra, protección de los trabajadores en su interior, sean con estibaciones en madera, ademas o los llamados blindajes metálicos, de los que existen varias marcas en el mercado.

Si la excavación es en roca, no es necesario protecciones y la utilización de zanjadoras depende de la longitud de la zanja y del consumo de picas.



4.-Ya que se tiene la zanja terminada a todo lo largo del a la línea a rehabilitar se procede a colocar la tubería dentro de la zanja que previamente se termofusionó y se le aplicaron todas las medidas normativas pertinentes (pruebas hidrostáticas, desinfección, etc.).



5.- Si el tramo presenta tomas domiciliarias, se debe verificar a sobre el trazo a que altura se deberá ampliar la zanja esto para que se permita el trabajo de termofusionado de silletas y la colocación del ramal. Esta ampliación también se puede considerar como cala de verificación.

6.-Tendida la tubería y colocados los ramales de las tomas domiciliarias se procede a el relleno de la cepa o zanja, para este procedimiento se requiere, material de banco si la especificación así lo requiera, o se puede rellenar con el mismo material producto de excavación. Este tipo de relleno puede no estar compactado al 90% proctor, por lo general para zanjas de anchos pequeños es recomendable un relleno fluido de matrial producto de banco y procesado para este fin.

7.- Reposición de carpeta de concreto asfáltico de 7.5 cm de espesor en arroyo y de concreto simple de 10 cm. de espesor en banqueteta ( $150 \text{ kg/cm}^2$ ).

8.-Limpieza Final (Barrido y retiro de escombros final).



## CAPITULO III – CASOS DE ESTUDIO

### “REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE EN DIVERSAS COLONIAS DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA EN EL DISTRITO FEDERAL”

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

En la delegación Iztapalapa el crecimiento demográfico representa una muy alta proporción del incremento total de población del Distrito Federal. En la década 1970-1980, correspondió al 54.3% del crecimiento del D.F. En la década 1980-1990, la Delegación tuvo un crecimiento de 341,088 habitantes, superior en 1.6 veces al crecimiento total del Distrito Federal, indicando que Iztapalapa fue asiento de numerosas familias que abandonaron las delegaciones centrales y destino de familias procedentes de otras entidades federativas. En los últimos años ha alojado el 83.7% del crecimiento del Distrito Federal, agotando prácticamente su reserva de suelo urbanizable.

La población inmigrante se ha asentado en su mayoría al sur oriente de la Delegación, es decir, en las faldas de la Sierra de Santa Catarina, ocupando terrenos sin vocación para usos urbanos.

Lo anterior señala que en los últimos 30 años, Iztapalapa ha sido la principal reserva territorial para el crecimiento urbano del Distrito Federal y que ha cumplido una importante función en la redistribución de la población, alojando una proporción muy significativa de la construcción de nueva vivienda.

La Delegación *Iztapalapa* se encuentra situada en la región Oriente de la Ciudad de México o Distrito Federal, -Capital de los Estados Unidos Mexicanos- cuenta con una superficie aproximada de 117 kilómetros cuadrados, mismos que representan casi el 8% del territorio de la Capital de la República, y su altura sobre el nivel del mar es de 2100 m.

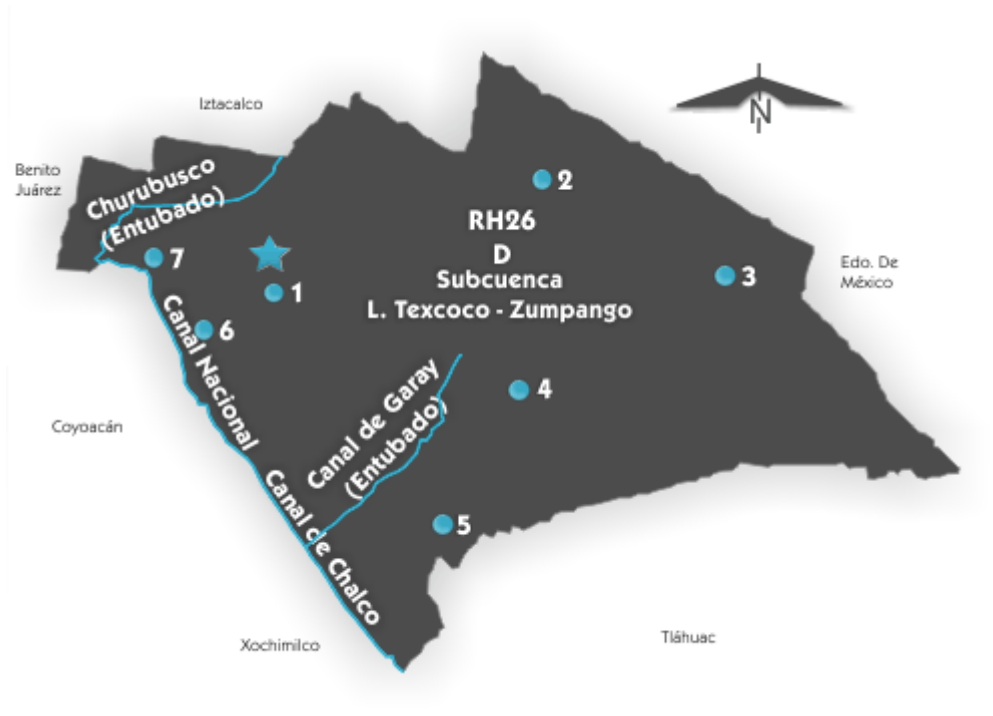
La jurisdicción tiene como rasgo característico, el que además de confluir con otras Delegaciones del Distrito Federal, involucra en sus límites a municipios pertenecientes al Estado de México, lo que obliga a que la política de desarrollo delegacional tenga que atender la compleja problemática que este tipo de conurbación genera. *Iztapalapa* colinda: al Norte, con la Delegación Iztacalco y el Municipio de Netzahualcóyotl - Estado de México- al Este, con los Municipios de los Reyes la Paz e Ixtapaluca -Estado de México- al Sur, con las Delegaciones Tláhuac y Xochimilco, al Oeste, con las Delegaciones Coyoacán y Benito Juárez.

En este espacio se cuenta con realidades contrastantes, barrios y colonias que gozan de servicios públicos que las autoridades delegacionales les brindan con oportunidad, sin desconocer que también se enfrentan los rezagos sociales y marginación más profunda de la capital.



Aún cuando Iztapalapa fue región con grandes extensiones de agua por la antigua colindancia con el Vaso de Texcoco ya que existieron canales para transportarse a Santa Anita, Jamaica y Tlatelolco, actualmente no existen depósitos naturales de agua superficiales por el efecto combinado de la desecación lacustre y la pavimentación urbana.

Queda como un bello recuerdo, pues cabe destacar que a la Delegación le atravesaba el río Churubusco que al unirse con el río de la Piedad ambos actualmente entubados formaban el río Unido. También la cruzaba el Canal Nacional, actualmente Calzada de la Viga, donde recogían las aguas de los canales de Chalco, de Tezontle, Del Moral y el de Garay; que finalmente desembocaban sobre los terrenos que antiguamente formaban parte del lago de Texcoco.



La región Hidrológica denominada Pánuco, actualmente cubre la Delegación Iztapalapa y el 94.9% del territorio del Distrito Federal, incluye sólo la cuenca R. Moctezuma y abarca toda el área de la Ciudad de México.

Están presentes en una porción de la Delegación el río Churubusco (actualmente entubado) y el canal de Chalco, localizados en la cuenca R. Moctezuma.



## 3.2 ANÁLISIS DE COSTOS

### MÉTODO TRADICIONAL

REHABILITACION DE RED  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

**COSTO POR EL MÉTODO TRADICIONAL      \$      163,429.72**



**SAN JUAN DE ARAGÓN A 20 DE MAYO DE 2011**



## 3.2 ANÁLISIS DE COSTOS POR EL MÉTODO TRADICIONAL

319.50 ML LONGITUD DE TUBERÍA DE 4 " Ø  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

UBICACIÓN	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5.00 CM	DEMOLICIÓN A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	EXC. A MANO ZONA C CLASE II	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE II	ACARREO EN CARRETILLA MAT EXC HASTA 20 MTS	ACARREO CARRET MAT DEMOLICION HASTA 20 MTS	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO KM SUBSECUENTE	RELLENO TEPETATE AL 90%	DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCION DE TUBERIA
REHABILITACION POR MMÉTODO TRADICIONAL	BN12BF	BL12DH	BF15CB	BG14CB	BN12BB	BN12CB	BN16BB	BN16BC	BN16EB	BN16EC	BP12DD	RED23
	ML	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3-KM	M3	M3-KM	M3	VENTANA
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	231.20	6.86	11.43	49.39	60.82	6.86	60.82	1921.90	6.86	216.78	67.680	1.00
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	206.20	6.11	16.54	69.46	86.00	6.11	86.00	2717.59	6.11	193.08	92.110	2.00
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	219.00	6.47	14.38	61.06	75.44	6.47	75.44	2383.91	6.47	204.45	81.910	2.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>656.40</b>	<b>19.44</b>	<b>42.35</b>	<b>179.91</b>	<b>222.26</b>	<b>19.44</b>	<b>222.26</b>	<b>7023.40</b>	<b>19.44</b>	<b>614.31</b>	<b>241.70</b>	<b>5.00</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>656.40</b>	<b>19.44</b>	<b>42.35</b>	<b>179.91</b>	<b>222.26</b>	<b>19.44</b>	<b>222.26</b>	<b>7,023.40</b>	<b>19.44</b>	<b>614.31</b>	<b>241.70</b>	<b>5.00</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>656.40</b>	<b>19.44</b>	<b>42.35</b>	<b>179.91</b>	<b>222.26</b>	<b>19.44</b>	<b>222.26</b>	<b>7,023.40</b>	<b>19.44</b>	<b>614.31</b>	<b>241.70</b>	<b>5.00</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 9.70</b>	<b>\$ 49.56</b>	<b>\$ 107.33</b>	<b>\$ 45.64</b>	<b>\$ 25.89</b>	<b>\$ 36.64</b>	<b>\$ 19.62</b>	<b>\$ 4.76</b>	<b>\$ 21.13</b>	<b>\$ 5.35</b>	<b>\$ 189.72</b>	<b>\$ 166.23</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 6,367.08</b>	<b>\$ 963.45</b>	<b>\$ 4,545.43</b>	<b>\$ 8,211.09</b>	<b>\$ 5,754.31</b>	<b>\$ 712.28</b>	<b>\$ 4,360.74</b>	<b>\$ 33,431.38</b>	<b>\$ 410.77</b>	<b>\$ 3,286.56</b>	<b>\$ 45,855.32</b>	<b>\$ 831.15</b>



UBICACIÓN	BARRIDO FINO	ACARREO LOCAL DE TUBERIA	PRUEBA HIDROSTATICA 4"	TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED	SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 4" TRADICIONAL	PLANTILLA DE ARENA
REHABILITACION POR MMÉTODO TRADICIONAL	RED27	RED30	RED04	RED01	OE14CE	ND12BB
	M2	ML	ML	ML	ML	M3
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	1141.30	113.00	113.00	113.00	113.00	6.86
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	1106.51	100.50	100.50	100.50	100.50	6.11
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	1004.88	106.00	106.00	106.00	106.00	6.47
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>19.44</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>3,252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>19.44</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>3,252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>19.44</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 1.95</b>	<b>\$ 13.42</b>	<b>\$ 5.60</b>	<b>\$ 2.53</b>	<b>\$ 98.35</b>	<b>\$ 208.30</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 6,342.75</b>	<b>\$ 4,287.69</b>	<b>\$ 1,789.20</b>	<b>\$ 808.34</b>	<b>\$31,422.83</b>	<b>\$4,049.35</b>

IMPORTE DE ESTIMACION **\$ 163,429.72**





**CASO DE ESTUDIO  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

<b>FES ARAGON</b>		<b>MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA</b>		<b>KM DEL TIRO ESCOMBRO</b>	<b>31.60</b>
viernes 20 de mayo de 2011		<b>MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIENT</b>	<b>0</b>	<b>KM PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>24.40</b>
<b>DIÁMETRO</b>	<b>4 PULGADAS</b>	<b>VENTANAS DE LANZAMIENTO</b>	<b>1</b>	<b>CALAS DE VER.</b>	<b>2</b>
<b>RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO</b>		<b>NUMERO DE BARRIDOS</b>	<b>1</b>	<b>DRENAJES DE 15 CM</b>	
<b>COL:</b>	<b>1</b>	<b>PLACAS</b>	<b>0</b>	<b>DRENAJES DE 20 CM</b>	
<b>LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>113.00</b>	<b>BOMBEO</b>	<b>0</b>	<b>DRENAJES DE 30 CM</b>	
<b>ANCHO DE CALLE</b>	<b>10.10</b>	<b>CIERRE DE VALVULAS</b>	<b>0</b>	<b>RAMALES INSTALADOS</b>	
<b>METODO REHABILITACION</b>	<b>T</b>	<b>SEÑALAMIENTO CAJAS DE VALVULAS</b>			

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, IIA, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA
	<b>CLAVE</b>							0.24	
		ML	ML	ML	ML				
	<b>FORMULA EMPLEADA</b>			(P - E)					
1	TRADICIONAL	111.00	0.60	0.90	0.10	A	II	0%	80%
1	AUXILIAR	1.00	1.00	0.90	0.10	A	II	0%	80%
1	AUXILIAR	1.00	1.00	0.90	0.10	A	II	0%	80%
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
3	<b>TOTAL</b>								



**CASO DE ESTUDIO  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

<b>FES ARAGON</b>		<b>MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA</b>		<b>KM DEL TIRO ESCOMBRO</b>	<b>31.60</b>
viernes 20 de mayo de 2011		<b>MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIMIENTO</b>	<b>0</b>	<b>KM PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>24.40</b>
<b>DIÁMETRO:</b>	<b>4 PULGADAS</b>	<b>VENTANAS DE LANZAMIENTO</b>	<b>2</b>	<b>CALAS DE VER.</b>	<b>1</b>
<b>RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO</b>		<b>NUMERO DE BARRIDOS</b>	<b>1</b>	<b>DRENAJES DE 15 CM</b>	
<b>COL:</b>	<b>1</b>	<b>PLACAS</b>		<b>DRENAJES DE 20 CM</b>	
<b>LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>100.50</b>	<b>BOMBEO</b>		<b>DRENAJES DE 30 CM</b>	
<b>ANCHO DE CALLE</b>	<b>11.01</b>	<b>CIERRE DE VALVULAS</b>		<b>RAMALES INSTALADOS</b>	
<b>METODO REHABILITACION</b>	<b>T</b>	<b>SEÑALAMIENTO CAJAS DE VALVULAS</b>			

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, II, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA
	<b>CLAVE</b>							0.24	
		ML	ML	ML	ML				
	<b>FORMULA EMPLEADA</b>			(P -E)					
1	TRADICIONAL	98.50	0.60	1.42	0.10	A	II	0%	80%
1	CALA	1.00	1.00	1.50	0.10	A	II	0%	80%
1	CALA	1.00	1.00	1.40	0.10	A	II	0%	80%
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
3	<b>TOTAL</b>								



**CASO DE ESTUDIO  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

<b>FES ARAGON</b>	<b>MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA</b>		<b>KM DEL TIRO ESCOMBRO</b>	<b>31.60</b>
viernes 20 de mayo de 2011	<b>MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIMIENTO</b>	<b>0</b>	<b>KM PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>24.40</b>
<b>DIÁMETRO: 4 PULGADAS</b>	<b>VENTANAS DE LANZAMIENTO</b>	<b>2</b>	<b>CALAS DE VER.</b>	<b>2</b>
<b>RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL</b>	<b>NUMERO DE BARRIDOS</b>	<b>1</b>	<b>DRENAJES DE 15 CM</b>	
<b>COL: 1</b>	<b>PLACAS</b>		<b>DRENAJES DE 20 CM</b>	
<b>LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>106.00</b>	<b>BOMBEO</b>	<b>DRENAJES DE 30 CM</b>	
<b>ANCHO DE CALLE</b>	<b>9.48</b>	<b>CIERRE DE VALVULAS</b>	<b>RAMALES INSTALADOS</b>	
<b>METODO REHABILITACION</b>	<b>T</b>	<b>SEÑALAMIENTO CAJAS DE VALVULAS</b>		

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, II, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA
	<b>CLAVE</b>							0.24	
		ML	ML	ML	ML				
	<b>FORMULA EMPLEADA</b>			(P -E)					
1	TRADICIONAL	103.00	0.60	1.18	0.10	A	II	0%	80%
2	CALA	1.00	1.00	1.06	0.10	A	II	0%	80%
3	CALA	1.00	1.00	1.37	0.10	A	II	0%	80%
4	CALA	1.10	0.80	1.10	0.10	A	II	0%	80%
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
<b>TOTAL</b>									



GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON								KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
	viernes 20 de mayo de 2011							KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIAMETRO	4	PULGADAS			VENTANAS DE LANZAMIENTO			CALAS DE VER.	2
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO								DRENAJES DE 15 CM	
COL:	San Lorenzo				PLACAS			DRENAJES DE 20 CM	
LONGITUD DE TRAMO	113.00				BOMBEO			DRENAJES DE 30 CM	
ANCHO DE CALLE	10.10				CIERRE DE VALVULAS			RAMALES INSTALADOS	

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO/CONCRETO/ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACIÓN (I, IA, II)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	OBRA CIVIL													ASFALTO												
											BI12BF	BI12BC	BI12DB	BI12CD	BF15CB	BF16DB	BF16EB	BF19CB	BG14CB	BG18DB	BG18EB	BN16BB	BN16BC	BN16DB	BN16DC	BN16EB	BN16EC	SB14EF	BP12DD	BF14CB	BN12BB	BN15BB	BN15BC	067	068	ND12BB
FORMULA EMPLEADA		(P-E)	(L+A)*2	(L+A)*2	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*PE	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E	(L*A)*E
1	TRADICIONAL	111.00	0.60	1.00	0.90	0.10	A	II	80%	223.20		6.66		11.09			47.95			59.04	1,865.66		6.66	210.46			65.70	5.00	5.00	5.00	158.00					6.66
2	AUXILIAR	1.00	1.00	1.00	0.90	0.10	A	II	80%	4.00		0.10		0.17			0.72			0.89	28.12		0.10	3.16			0.99	0.08	0.08	0.08	2.53					0.10
3	AUXILIAR	1.00	1.00	1.00	0.90	0.10	A	II	80%	4.00		0.10		0.17			0.72			0.89	28.12		0.10	3.16			0.99	0.08	0.08	0.08	2.53					0.10
TOTAL										231.20		6.86		11.43			49.39			60.82	1,921.90		6.86	216.78			67.68	5.16	5.16	5.16	163.06					6.86





GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON				KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
	viernes 20 de mayo de 2011			KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIÁMETRO	4	PULGADAS	VENTANAS DE LANZAMIENTO	CALAS DE VER.	2
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL				DRENAJES DE 15 CM	
COL.	San Lorenzo		PLACAS	DRENAJES DE 20 CM	
LONGITUD DE TRAMO	106.00		BOMBEO	DRENAJES DE 30 CM	
ANCHO DE CALLE	9.48		CIERRE DE VALVULAS	RAMALES INSTALADOS	

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, IA, II)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	OBRA CIVIL															ASFALTO													
											BL12BF	BL12BC	BL12DB	BL12CD	BF15CB	BF16DB	BF16EB	BF19CB	BG14CB	BG18DB	BG18EB	BN16BB	BN16BC	BN16DB	BN16DC	BN16EB	BN16EC	BN16EF	BP12DD	BF14CB	BN12BB	BN15BB	BN15BC	067	068	ND12BB			
CLAVE	ML	ML	ML	ML	ML	ML			0.24		ML	ML	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3						
FORMULA EMPLEADA	(P-E)										(L+A)*2	(L+A)*2	(L'A'E)	(L'A'E)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)						
1	TRADICIONAL	103.00	0.60	1.28	1.18	0.10	A	II		80%	207.20		6.18		13.74																			6.18					
2	CALA	1.00	1.00	1.16	1.06	0.10	A	II		80%	4.00		0.10		0.20																			0.10					
3	CALA	1.00	1.00	1.47	1.37	0.10	A	II		80%	4.00		0.10		0.26																			0.10					
4	CALA	1.10	0.80	1.20	1.10	0.10	A	II		80%	3.80		0.09		0.18																			0.09					
TOTAL											219.00		6.47		14.38					61.06				75.44	2,383.91				6.47	204.45				81.91	4.87	4.87	4.87	153.89	6.47



## 3.3 ANÁLISIS DE COSTOS

### MÉTODO DE ROMPIMIENTO

REHABILITACION DE RED  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

**COSTO POR EL MÉTODO ROMPIMIENTO      \$      126,171.91**



**SAN JUAN DE ARAGÓN A 20 DE MAYO DE 2011**



### 3.3 ANÁLISIS DE COSTOS POR EL MÉTODO ROMPIMIENTO

319.50 ML LONGITUD DE TUBERÍA DE 4 " Ø  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

UBICACIÓN	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5.00 CM	DEMOLICIÓN A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	EXC. A MANO ZONA C CLASE II	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE II	ACARREO EN CARRETILLA MAT EXC HASTA 20 MTS	ACARREO CARRET. MAT DEMOLICION HASTA 20 MTS
<b>REHABILITACIÓN CON MÉTODO ROMPIMIENTO</b>	B112BF	BL12DH	BF15CB	BG14CB	BN12BB	BN12CB
	ML	M3	M3	M3	M3	M3
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	16.72	0.71	2.16	8.78	10.94	0.71
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	21.50	0.86	2.43	9.90	12.33	0.86
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	24.64	0.80	1.78	7.36	9.14	0.80
<b>SUBTOTAL</b>	<b>62.86</b>	<b>2.37</b>	<b>6.37</b>	<b>26.04</b>	<b>32.41</b>	<b>2.37</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>62.86</b>	<b>2.37</b>	<b>6.37</b>	<b>26.04</b>	<b>32.41</b>	<b>2.37</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>62.86</b>	<b>2.37</b>	<b>6.37</b>	<b>26.04</b>	<b>32.41</b>	<b>2.37</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 9.70</b>	<b>\$ 49.56</b>	<b>\$ 107.33</b>	<b>\$ 45.64</b>	<b>\$ 25.89</b>	<b>\$ 36.64</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 609.74</b>	<b>\$ 117.46</b>	<b>\$ 683.69</b>	<b>\$ 1,188.47</b>	<b>\$ 839.09</b>	<b>\$ 86.84</b>





UBICACIÓN	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO KM SUBSECUENTE	RELLENO TEPETATE AL 90%	DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCION DE TUBERIA
<b>REHABILITACIÓN CON MÉTODO ROMPIMIENTO</b>	<b>BN16BB</b>	<b>BN16BC</b>	<b>BN16EB</b>	<b>BN16EC</b>	<b>BP12DD</b>	<b>RED23</b>
	<b>M3</b>	<b>M3-KM</b>	<b>M3</b>	<b>M3-KM</b>	<b>M3</b>	<b>VENTANA</b>
<b>RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO</b>	10.94	345.70	0.71	22.44	11.650	2.00
<b>RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO</b>	12.33	389.63	0.86	27.18	13.190	2.00
<b>RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL</b>	9.14	288.82	0.80	25.27	9.940	2.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>32.41</b>	<b>1024.15</b>	<b>2.37</b>	<b>74.89</b>	<b>34.78</b>	<b>6.00</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>32.41</b>	<b>1,024.15</b>	<b>2.37</b>	<b>74.89</b>	<b>34.78</b>	<b>6.00</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>32.41</b>	<b>1,024.15</b>	<b>2.37</b>	<b>74.89</b>	<b>34.78</b>	<b>6.00</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 19.62</b>	<b>\$ 4.76</b>	<b>\$ 21.13</b>	<b>\$ 5.35</b>	<b>\$ 189.72</b>	<b>\$ 166.23</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 635.88</b>	<b>\$ 4,874.95</b>	<b>\$ 50.08</b>	<b>\$ 400.66</b>	<b>\$ 6,598.46</b>	<b>\$ 997.38</b>

IMPORTE DE ESTIMACION

<b>\$ 126,171.91</b>
----------------------



UBICACIÓN	BARRIDO FINO	ACARREO LOCAL DE TUBERIA	PRUEBA HIDROSTATICA 4"	TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED	SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 4" ROMPIMIENTO	PLANTILLA DE ARENA
<b>REHABILITACIÓN CON MÉTODO ROMPIMIENTO</b>	RED27	RED30	RED04	RED01	RED16	ND12BB
	M2	ML	ML	ML	ML	M3
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	1141.30	113.00	113.00	113.00	113.00	0.71
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	1106.51	100.50	100.50	100.50	100.50	0.86
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	1004.88	106.00	106.00	106.00	106.00	0.80
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>2.37</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>3,252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>2.37</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>3,252.69</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>319.50</b>	<b>2.37</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 1.95</b>	<b>\$ 13.42</b>	<b>\$ 5.60</b>	<b>\$ 2.53</b>	<b>\$ 298.49</b>	<b>\$ 208.30</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 6,342.75</b>	<b>\$ 4,287.69</b>	<b>\$ 1,789.20</b>	<b>\$ 808.34</b>	<b>\$ 95,367.56</b>	<b>\$ 493.67</b>





**CASO DE ESTUDIO  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

<b>FES ARAGON</b>		<b>MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA</b>		<b>KM DEL TIRO ESCOMBRO</b>	<b>31.60</b>
viernes 20 de mayo de 2011		<b>MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIMIENTO</b>	<b>0</b>	<b>KM PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>24.40</b>
<b>DIÁMETRO:</b>	<b>4 PULGADAS</b>	<b>VENTANAS DE LANZAMIENTO</b>	<b>2</b>	<b>CALAS DE VER.</b>	<b>1</b>
<b>RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO</b>		<b>NUMERO DE BARRIDOS</b>	<b>1</b>	<b>DRENAJES DE 15 CM</b>	
<b>COL:</b>	<b>1</b>	<b>PLACAS</b>		<b>DRENAJES DE 20 CM</b>	
<b>LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>100.50</b>	<b>BOMBEO</b>		<b>DRENAJES DE 30 CM</b>	
<b>ANCHO DE CALLE</b>	<b>11.01</b>	<b>CIERRE DE VALVULAS</b>		<b>RAMALES INSTALADOS</b>	
<b>METODO REHABILITACION</b>	<b>R</b>	<b>SEÑALAMIENTO CAJAS DE VALVULAS</b>			

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, II, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA
	<b>CLAVE</b>							0.24	
		ML	ML	ML	ML				
	<b>FORMULA EMPLEADA</b>			(P - E)					
1	ROMPIMIENTO	3.00	1.15	1.42	0.10	A	II	0%	80%
1	ROMPIMIENTO	1.20	3.40	1.50	0.10	A	II	0%	80%
1	CALA	1.20	0.80	1.40	0.10	A	II	0%	80%
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
3	<b>TOTAL</b>								



**CASO DE ESTUDIO  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

<b>FES ARAGON</b>	<b>MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA</b>		<b>KM DEL TIRO ESCOMBRO</b>	<b>31.60</b>
<b>viernes 20 de mayo de 2011</b>	<b>MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIMIENTO</b>	<b>0</b>	<b>KM PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>24.40</b>
<b>DIÁMETRO: 4 PULGADAS</b>	<b>VENTANAS DE LANZAMIENTO</b>	<b>2</b>	<b>CALAS DE VER.</b>	<b>2</b>
<b>RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL</b>	<b>NUMERO DE BARRIDOS</b>	<b>1</b>	<b>DRENAJES DE 15 CM</b>	
<b>COL: 1</b>	<b>PLACAS</b>		<b>DRENAJES DE 20 CM</b>	
<b>LONGITUD DE TRAMO</b>	<b>106.00</b>	<b>BOMBEO</b>	<b>DRENAJES DE 30 CM</b>	
<b>ANCHO DE CALLE</b>	<b>9.48</b>	<b>CIERRE DE VALVULAS</b>	<b>RAMALES INSTALADOS</b>	
<b>METODO REHABILITACION</b>	<b>R</b>	<b>SEÑALAMIENTO CAJAS DE VALVULAS</b>		

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, II, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA
	<b>CLAVE</b>							0.24	
		ML	ML	ML	ML				
	<b>FORMULA EMPLEADA</b>			<b>(P -E)</b>					
1	ROMPIMIENTO	3.00	0.90	1.18	0.10	A	II	0%	80%
2	ROMPIMIENTO	3.00	0.95	1.06	0.10	A	II	0%	80%
3	CALA	1.70	0.87	1.37	0.10	A	II	0%	80%
4	CALA	1.10	0.80	1.10	0.10	A	II	0%	80%
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
<b>TOTAL</b>									







GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON					KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
	viernes 20 de mayo de 2011				KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIÁMETRO	4	PULGADAS		VENTANAS DE LANZAMIENTO	CALAS DE VER.	2
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL					DRENAJES DE 15 CM	
COL:	Valle de San Lorenzo			PLACAS	DRENAJES DE 20 CM	
LONGITUD DE TRAMO	106.00			BOMBEO	DRENAJES DE 30 CM	
ANCHO DE CALLE	9.48			CIERRE DE VALVULAS	RAMALES INSTALADOS	

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, IA, II)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	OBRA CIVIL																	ASFALTO										
											COORTE DE PAVIMENTO MAYOR DE 5.0 CMS ESPESOR	COORTE DE CONCRETO HIDRAULICO DE 2.5 A 5.0 CMS ESPESOR	DEROCLICIÓN A MANO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	DEMOLICIÓN MANUAL DE GUARNICIONES Y BANQUETAS	EXC. A MANO ZONA C CLASE II	EXC. A MANO ZONA C CLASE IA	EXC. A MANO ZONA C CLASE III	EXC. A MANO ZONA C CLASE II SATURADO	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE I	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE IA	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE III	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA DEM. CONCRETO 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA DEM. CONCRETO KM SUBSECUENTE	ACARREO CAMIÓN MECÁNICA MAT. DEM. ASFALTO 1er KM	ACARREO CAMIÓN MECÁNICA MAT. DEM. ASFALTO KM SUBSECUENTE	BANQUETA DE CONCRETO SIMPLE DE 150 KG/CM2, FABRICADO EN OBRA DE 10 CM DE ESPESOR	RELLENO TERPETATE AL 9%	EXC A MANO ZONA C CLASE II	ACARREO CARRETILLA MAT EXCAVACION HASTA 20 MTS	ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION 1ER KM	ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION KM SUB	CARGA DIRECTA A CAMION TIPO II	CARGA DIRECTA A CAMION TIPO I-A	PLANTILLA DE ARENA		
CLAVE	ML	ML	ML	ML	ML	ML			0.24		BI12BF	BI12BC	BI12DB	BI12CD	BF16CB	BF16DB	BF16EB	BF16CB	BG14CB	BG16DB	BG16EB	BG16EB	BG16EB	BG16EC	SB14EF	BP12DD	BF14CB	BN12BB	BN19BB	BN19BC	067	068	ND12BB					
FORMULA EMPLEADA	(P-E)										(L+A)²	(L+A)²	(L'A'E)	(L'A'E)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' PE)	(L'A' E)	(L'A' E) KM	L'A'P	L'A'.07 5	L'A'.075	L'A'.07 5								
1	ROMPIMIENTO	3.00	0.90	1.28	1.18	0.10	A	II	80%		7.80	0.27			0.62				2.55						0.27	8.53		3.44	0.20	0.20	0.20	6.32		0.27				
2	ROMPIMIENTO	3.00	0.95	1.16	1.06	0.10	A	II	80%		7.90	0.29			0.58				2.42						0.29	9.16		3.29	0.21	0.21	0.21	6.64		0.29				
3	CALA	1.70	0.87	1.47	1.37	0.10	A	II	80%		5.14	0.15			0.40				1.62						0.15	4.74		2.17	0.11	0.11	0.11	3.48		0.15				
4	CALA	1.10	0.80	1.20	1.10	0.10	A	II	80%		3.80	0.09			0.18				0.77						0.09	2.84		1.04	0.07	0.07	0.07	2.21		0.09				
TOTAL											24.64	0.80			1.78				7.36					9.14	288.82				0.80	25.27		9.94	0.59	0.59	0.59	18.65		0.80





## 3.4 ANÁLISIS DE COSTOS

### MÉTODO DE ZANJADORA

REHABILITACION DE RED  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

<b>COSTO POR EL MÉTODO ZANJADORA</b>	<b>\$</b>	<b>101,630.09</b>
--------------------------------------	-----------	-------------------



**SAN JUAN DE ARAGÓN A 20 DE MAYO DE 2011**



## 3.4 ANÁLISIS DE COSTOS POR EL MÉTODO ZANJADORA

319.50 ML LONGITUD DE TUBERÍA DE 4 " Ø  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

UBICACIÓN	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5.00 CM	DEMOLICIÓN A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO 1er KM	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO KM SUBSECUENTE	RELLENO TEPETATE FLUIDO	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (TEPETATE) A 20 M 1er ESTACION
REHABILITACIÓN CON ZANJADORA	BI12BF	BL12DH	BN16EB	BN16EC	EXT12	S/C
	ML	M3	M3	M3-KM	M3	M3
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	226.00	2.26	2.26	71.42	19.424	0.00
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	201.20	2.01	2.01	63.52	17.275	0.00
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	212.20	2.12	2.12	66.99	18.221	18.22
SUBTOTAL	639.40	6.39	6.39	201.93	54.92	18.22
ESTIMACION	639.40	6.39	6.39	201.93	54.92	18.22
CANTIDAD	639.40	6.39	6.39	201.93	54.92	18.22
P.U.	\$ -	\$ -	\$ 21.13	\$ 5.35	\$ 208.70	\$ 25.90
IMPORTE ESTIMACION	\$ -	\$ -	\$ 135.02	\$ 1,080.33	\$ 11,461.80	\$ 471.90



UBICACIÓN	EXC. ZANJADORA ZONA C CLASE II	ASFALTO			DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCION DE TUBERIA	BARRIDO FINO
		ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION KM SUB	SUMITRO Y COLOCACION DE CARPETA	BARRIDO		
REHABILITACIÓN CON ZANJADORA	EXT 443	BN15BC	RED31	RED27	RED23	RED27
	M3	M3-KM	M2	M2	VENTANA	M2
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	20.34	642.74	22.60	22.60	1.00	113.00
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	18.09	571.64	20.10	20.10	1.00	100.50
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	19.08	602.93	21.20	21.20	1.00	106.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>57.51</b>	<b>1817.31</b>	<b>63.90</b>	<b>63.90</b>	<b>3.00</b>	<b>319.50</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>57.51</b>	<b>1,817.31</b>	<b>63.90</b>	<b>63.90</b>	<b>3.00</b>	<b>319.50</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>57.51</b>	<b>1817.31</b>	<b>63.90</b>	<b>63.90</b>	<b>3.00</b>	<b>319.50</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 379.99</b>	<b>\$ 4.34</b>	<b>\$ 171.08</b>	<b>\$ 1.95</b>	<b>\$ 166.23</b>	<b>\$ 1.95</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 21,853.22</b>	<b>\$ 7,887.13</b>	<b>\$ 10,932.01</b>	<b>\$ 124.61</b>	<b>\$ 498.69</b>	<b>\$ 623.03</b>



UBICACIÓN	ACARREO LOCAL DE TUBERIA	PRUEBA HIDROSTATICA 4"	TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED	DISPOSITIVO DE INFORMACION, SEÑALIZACION Y PROTECCION	SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 4" TRADICIONAL	INST. Y DESINST. DE TAPA CIEGA 4" PROVISIONAL
REHABILITACIÓN CON ZANJADORA	RED30	RED04	RED01	RED11	OE14CE	RED24
	ML	ML	ML	ML	ML	PZA
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	113.00	113.00	113.00	113.00	113.00	2.00
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	100.50	100.50	100.50	100.50	100.50	2.00
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	2.00
SUBTOTAL	319.50	319.50	319.50	319.50	319.50	6.00
ESTIMACION	319.50	319.50	319.50	319.50	319.50	6.00
CANTIDAD	319.50	319.50	319.50	319.50	319.50	6.00
P.U.	\$ 13.42	\$ 5.60	\$ 2.53	\$ 6.33	\$ 98.35	\$ 59.36
IMPORTE ESTIMACION	\$ 4,287.69	\$ 1,789.20	\$ 808.34	\$ 2,022.44	\$ 31,422.83	\$ 356.16
					<b>\$ 101,630.09</b>	



UBICACIÓN	INST. Y DESINST. DE BRIDA Y CONTRABRIDA DE 4" P/PRUEBA HIDROSTATICA	PLANTILLA DE ARENA	CARGA Y ACARREO DE CARRETILLA DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A20 M 1er ESTACION	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A20 M 1er ESTACION	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A ESTACIONES SUBSECUENTES DE 20.00 M
REHABILITACIÓN CON ZANJADORA	RED32	ND12BB	BN12BB	S/C	S/C
	PZA	M3	M3	M3	M3/EST
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO	2.00	2.26	2.26	5.15	0.00
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO	2.00	2.01	2.01	4.00	3.13
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL	2.00	2.12	2.12	4.42	0.00
			0.00	0.00	0.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.00</b>	<b>6.39</b>	<b>6.39</b>	<b>13.57</b>	<b>3.13</b>
<b>ESTIMACION</b>	<b>6.00</b>	<b>6.39</b>	<b>6.39</b>	<b>13.57</b>	<b>3.13</b>
<b>CANTIDAD</b>	<b>6.00</b>	<b>6.39</b>	<b>6.39</b>	<b>13.57</b>	<b>3.13</b>
<b>P.U.</b>	<b>\$ 717.76</b>	<b>\$ 208.30</b>	<b>\$ 25.89</b>	<b>\$ 4.35</b>	<b>\$ 4.35</b>
<b>IMPORTE ESTIMACION</b>	<b>\$ 4,306.56</b>	<b>\$ 1,331.04</b>	<b>\$ 165.44</b>	<b>\$ 59.03</b>	<b>\$ 13.62</b>











GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON		MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA	0	KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
viernes 20 de mayo de 2011		MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIENTO	0	KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIÁMETRO	4 PULGADAS	VENTANAS DE LANZAMIENTO	1	CALAS DE VER.	0
RIO MICHIGAN ENTRE RIO ELBA Y RIO MAYO		NUMERO DE BARRIDOS	1	DRENAJES DE 15 CM	0
COL:	SAN LORENZO	PLACAS	0	DRENAJES DE 20 CM	0
LONGITUD DE TRAMO	113.00	BOMBEO	0.00	DRENAJES DE 30 CM	0
ANCHO DE CALLE	10.10	CIERRE DE VALVULAS	0	RAMALES INSTALADOS	0

No		OBRA CIVIL																											
CLAVE	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO/CONCRETO/ADCRETO)	TIPO DE ESCAVACION (I,II,III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	TRAZO EN VENTANAS DE ARROYO	CORTE DE PAVIMENTO MAYOR DE 5.0 CMS ESPESOR	DEMOLICION A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO 1er KM	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO 2do SUBSECUENTE	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO 1er KM	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO 2do SUBSECUENTE	BAQUETA DE CONCRETO SIMPLE DE 1.90 KG/CM2. FABRICADO EN OBRA DE 10 CM DE ESPESOR	RELLENO FLUIDO	EXT 443	EXT 444	EXT 445	BN15BB	BN15BC	RED21	RED27	NO12BB		
FORMULA EMPLEADA	(P-E)	(L+A)*2	(L+A)*2	(L*A'E)	(L*A'E)	(L*A'E)*KM	(L*A'E)	(L*A'E)*KM	L*A*P	(L*A' PE)	(L*A' PE)	(L*A' PE)	L*A*.075	L*A	L*A	M2	M2	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3
1	ZANJADORA	113.00	0.20	1.00	0.90	0.10	A	II-Z	0%	100%	113.00	226.00	2.26	0.00	0.00	2.26	71.42	0.00	19.42	20.34	0.00	0.00	20.34	642.74	22.60	22.60	2.26		
TOTAL											113.00	226.00	2.26	0.00	0.00	2.26	71.42	0.00	19.42	20.34	0.00	0.00	20.34	642.74	22.60	22.60	2.26		



GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON		MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA	0	KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
viernes 20 de mayo de 2011		MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIENTO	0	KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIÁMETRO	4 PULGADAS	VENTANAS DE LANZAMIENTO	1	CALAS DE VER.	0
RIO FUERTE ENTRE RIO GANGES Y RIO TURBIO		NUMERO DE BARRIDOS	1	DRENAJES DE 15 CM	0
COL:	SAN LORENZO	PLACAS	0	DRENAJES DE 20 CM	0
LONGITUD DE TRAMO	100.50	BOMBEO	0.00	DRENAJES DE 30 CM	0
ANCHO DE CALLE	11.01	CIERRE DE VALVULAS	0	RAMALES INSTALADOS	0

No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO/CONCRETO/ADCRETO)	TIPO DE ESCAVACION (I,II,III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	OBRA CIVIL																
											TRAZO EN VENTANAS DE ARROYO	CORTE DE PAVIMENTO MAYOR DE 5.0 CMS ESPESOR	DEMOLICION A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO 1er KM	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO 2do SUBSECUENTE	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO 1er KM	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO 2do SUBSECUENTE	BAQUETA DE CONCRETO SIMPLE DE 1.90 KG/CM2. FABRICADO EN OBRA DE 10 CM DE ESPESOR	RELLENO FLUIDO	EXC. ZANJADORA ZONA C CLASE II	EXC. ZANJADORA ZONA C CLASE IA	EXC. ZANJADORA ZONA C CLASE III	ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION 1er KM	ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION KM SUB	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARPETA CON CONCRETO ASFALTICO	BARRIDO	PLANTILLA DE ARENA
CLAVE	ML	ML	ML	ML	ML	ML			0.24		EXT08	BN12BF	BL12DH	BN16DB	BN16DC	BN16EB	BN16EC	SB14EF	BP12DD	EXT 443	EXT 444	EXT 445	BN15BB	BN15BC	RED21	RED27	NO12BB
FORMULA EMPLEADA					(P-E)						(L+A) <sup>2</sup>	(L+A) <sup>2</sup>	(L+A) <sup>2</sup>			(L'A'E)	(L'A'E)*KM		L'A*P	(L'A*PE)	(L'A*PE)	(L'A*PE)	(L'A*PE)	L'A*.075	L'A	L'A	
1	ZANJADORA	100.50	0.20	1.00	0.90	0.10	A	II-Z	0%	100%	100.50	201.20	2.01	0.00	0.00	2.01	63.52	0.00	17.28	18.09	0.00	0.00	18.09	571.64	20.10	20.10	2.01
TOTAL											100.50	201.20	2.01	0.00	0.00	2.01	63.52	0.00	17.28	18.09	0.00	0.00	18.09	571.64	20.10	20.10	2.01



GENERADOR DE OBRA  
COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

FES ARAGON			MOVIMIENTOS DE EXCAVADORA	0	KM DEL TIRO ESCOMBRO	31.60
viernes 20 de mayo de 2011			MOVIMIENTOS DE EQUIPO ROMPIENTO	0	KM PLANTA DE ASFALTO	24.40
DIÁMETRO	4	PULGADAS	VENTANAS DE LANZAMIENTO	1	CALAS DE VER.	0
RIO BALSAS ENTRE RIO TURBIO Y RIO ISRAEL			NUMERO DE BARRIDOS	1	DRENAJES DE 15 CM	0
COL:	SAN LORENZO		PLACAS	0	DRENAJES DE 20 CM	0
LONGITUD DE TRAMO	106.00		BOMBEO	0.00	DRENAJES DE 30 CM	0
ANCHO DE CALLE	9.48		CIERRE DE VALVULAS	0	RAMALES INSTALADOS	0

OBRA CIVIL																											
No	DIRECCIÓN	LARGO (L)	ANCHO (A)	PROF. (P)	PROF. DE EXC. (PE)	ESP. (E)	TIPO DE MATERIAL (ASFALTO / CONCRETO / ADOCRETO)	TIPO DE EXCAVACION (I, II, III)	% SATURADO	% DE EXC. A MAQUINA	TRAZO EN VENTANAS DE ARROYO	CORTE DE PAVIMENTO MAYOR DE 5.0 CMS ESPESOR	DEMOLICION A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO 1er KM	ACARREO EN CAMION MECANICA DEM. CONCRETO KM SUBSECUENTE	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO 1er KM	ACARREO CAMION MECANICA MAT. DEM. ASFALTO KM SUBSECUENTE	BAQUETA DE CONCRETO SIMPLE DE 150 KG/ML, PAVIMENTO DE 10 CM DE ESPESOR	RELLENO FLUIDO	EXT 443	EXT 444	EXT 445	BN150B	BN150C	RED01	RED27	NO128B
CLAVE											EXT08	BN28F	BL12DH	BN160B	BN160C	BN160B	BN160C	BN14EF	BP12DD	EXT 443	EXT 444	EXT 445	BN150B	BN150C	RED01	RED27	NO128B
		ML	ML	ML	ML	ML					ML	ML	M3			M3	M3-KM	M2	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M2	M2	M3
	FORMULA EMPLEADA				(P-E)						(L*A) <sup>2</sup>	(L*A) <sup>2</sup>	(L*A) <sup>3</sup>			(L*A) <sup>3</sup>	(L*A) <sup>3</sup> KM		L*A*P	(L*A) <sup>3</sup> PE	(L*A) <sup>3</sup> PE	(L*A) <sup>3</sup> PE	L*A <sup>3</sup> .075		L*A	L*A	
1	ZANJADORA	106.00	0.20	1.00	0.90	0.10	A	II-Z	0%	100%	106.00	212.20	2.12	0.00	0.00	2.12	66.99	0.00	18.22	19.08	0.00	0.00	19.08	602.93	21.20	21.20	2.12
TOTAL											106.00	212.20	2.12	0.00	0.00	2.12	66.99	0.00	18.22	19.08	0.00	0.00	19.08	602.93	21.20	21.20	2.12



## 3.5 ANÁLISIS DE COSTOS

COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA

### REHABILITACION DE RED

REHABILITACION TRADICIONAL	\$	163,429.72
REHABILITACION POR ROMPIMIENTO	\$	126,171.91
REHABILITACION POR ZANJADORA	\$	101,630.09



SAN JUAN DE ARAGÓN A 20 DE MAYO DE 2011

### 3.5 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS TRES MÉTODOS DE REHABILITACIÓN

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PEAD DE 4" DE Ø EN LA RED DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SAN LORENZO, DELEGACIÓN IZTAPALAPA, VIGENCIA DE P.U.=JULIO 2010, FUENTE "CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL. (CONEPU)"

CLAVE	CONCEPTO	P.U.	MÉTODO TRADICIONAL		MÉTODO ROMPIMIENTO		MÉTODO ZANJADORA	
			CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
BH12BF	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO CON PROFUNDIDAD MAYOR A 5.00 CM	\$ 9.70	656.4	\$ 6,367.08	62.86	\$ 609.74		\$ -
BL12DH	DEMOLICIÓN A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	\$ 49.56	19.44	\$ 963.45	2.37	\$ 117.46		\$ -
BF15CB	EXC. A MANO ZONA C CLASE II	\$ 107.33	42.35	\$ 4,545.43	6.37	\$ 683.69		\$ -
BG14CB	EXC. A MAQUINA ZONA C CLASE II	\$ 45.64	179.91	\$ 8,211.09	26.04	\$ 1,188.47		\$ -
BN12BB	ACARREO EN CARRETILLA MAT EXC HASTA 20 MTS	\$ 25.89	222.26	\$ 5,754.31	32.41	\$ 839.09		\$ -
BN12CB	ACARREO CARRET. MAT DEMOLICION HASTA 20 MTS	\$ 36.64	19.44	\$ 712.28	2.37	\$ 86.84		\$ -
BN16BB	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC 1er KM	\$ 19.62	222.26	\$ 4,360.74	32.41	\$ 635.88		\$ -
BN16BC	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT EXC KM SUBSECUENTE	\$ 4.76	7023.4	\$ 33,431.38	1024.15	\$ 4,874.95		\$ -
BN16BD	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO 1er KM	\$ 21.13	19.44	\$ 410.77	2.37	\$ 50.08	6.39	\$ 135.02
BN16BD	ACARREO EN CAMIÓN MECÁNICA MAT DEM ASFALTO KM SUBSECUENTE	\$ 5.35	614.31	\$ 3,286.56	74.89	\$ 400.66	201.93	\$ 1,080.33
BP12DD	RELLENO TEPETATE AL 90%	\$ 189.72	241.7	\$ 45,855.32	34.78	\$ 6,598.46		\$ -
EXT12	RELLENO TEPETATE FLUIDO	\$ 208.70		\$ -		\$ -	54.92	\$ 11,461.80
S/C	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (TEPETATE) A 20 M 1er ESTACION	\$ 25.90		\$ -		\$ -	18.22	\$ 471.90
EXT 443	EXC. ZANJADORA ZONA C CLASE II	\$ 379.99		\$ -		\$ -	57.51	\$ 21,853.22
BN15BC	ACARREO EN CAMION MANUAL MATERIAL EXCAVACION KM SUB	\$ 4.34		\$ -		\$ -	1817.31	\$ 7,887.13
RED31	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARPETA	\$ 171.08		\$ -		\$ -	63.9	\$ 10,932.01
RED27	BARRIDO FINO	\$ 1.95		\$ -		\$ -	63.9	\$ 124.61
RED23	DESCONEXION, CARGA Y EXTRACCION DE TUBERIA	\$ 166.23	5	\$ 831.15	6	\$ 997.38	3	\$ 498.69
RED27	BARRIDO FINO	\$ 1.95	3252.69	\$ 6,342.75	3252.69	\$ 6,342.75	319.5	\$ 623.03
RED30	ACARREO LOCAL DE TUBERIA	\$ 13.42	319.5	\$ 4,287.69	319.5	\$ 4,287.69	319.5	\$ 4,287.69
RED04	PRUEBA HIDROSTATICA 4"	\$ 5.60	319.5	\$ 1,789.20	319.5	\$ 1,789.20	319.5	\$ 1,789.20
RED01	TRAZO DE EJES EN CALLES PARA TENDIDO DE RED	\$ 2.53	319.5	\$ 808.34	319.5	\$ 808.34	319.5	\$ 808.34
RED11	DISPOSITIVO DE INFORMACION, SEÑALIZACION Y PROTECCION	\$ 6.33		\$ -		\$ -	319.5	\$ 2,022.44
RED16	SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 4" ROMPIMIENTO	\$ 298.49		\$ -	319.5	\$ 95,367.56		\$ -
OE14CE	SUM Y COLOC DE TUBERIA DE 4" TRADICIONAL	\$ 98.35	319.5	\$ 31,422.83		\$ -	319.5	\$ 31,422.83
RED24	INST. Y DESINST. DE TAPA CIEGA 4" PROVISIONAL	\$ 59.36		\$ -		\$ -	6	\$ 356.16
RED32	INST. Y DESINST. DE BRIDA Y CONTRABRIDA DE 4" P/PRUEBA HIDROSTATICA	\$ 717.76		\$ -		\$ -	6	\$ 4,306.56
ND12BB	PLANTILLA DE ARENA	\$ 208.30	19.44	\$ 4,049.35	2.37	\$ 493.67	6.39	\$ 1,331.04
BN12BB	CARGA Y ACARREO DE CARRETILLA DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A20 M 1er ESTACION	\$ 25.89		\$ -		\$ -	6.39	\$ 165.44
S/C	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A20 M 1er ESTACION	\$ 4.35		\$ -		\$ -	13.57	\$ 59.03
S/C	CARGA Y ACARREO MEDIOS MECANICOS DE MATERIAL PARA RELLENO (ARENA) A ESTACIONES SUBSECUENTES DE 20.00 M	\$ 4.35		\$ -		\$ -	3.13	\$ 13.62
				\$ 163,429.72		\$ 126,171.91		\$ 101,630.09
				OK		OK		OK
PARAMETROS GENERALES								
LONGITUD DE TUBERÍA DE 4" Ø EN ML				319.5		319.5		319.5
IMPORTE POR ML				\$ 511.52		\$ 394.90		\$ 318.09

## CONCLUSIONES:

Cuando se lleva a cabo una rehabilitación de tubería por el método tradicional, es decir excavación a cielo abierto, desmantelamiento e instalación de tubería nueva, generalmente se ocasionan trastornos en el tráfico vehicular y peatonal, debido a la apertura de zanjas.

En tuberías que se encuentran en zonas con mayor afluencia, es de suma importancia realizar las labores de rehabilitación de la manera más rápida y eficiente, para no ocasionar perturbaciones tanto en la operación como en la ciudadanía.

Con el fin de evitar este tipo de problemas y de optimizar tiempos y costos de los trabajos de rehabilitación, se hace indispensable buscar nuevas alternativas para realizar estos trabajos.

Ante esta situación, se propone la rehabilitación de las tuberías empleando tecnologías de rehabilitación de tuberías que presenten las mejores ventajas de eliminar o al menos minimizar la apertura de zanjas.

Por todo lo anterior, se deduce que esto es totalmente recomendable la utilización de esta tecnología como medio de rehabilitación de tuberías, tanto para los organismos operadores de los sistemas de agua potable y drenaje, como para los empresarios que utilicen este sistema y en general para la ciudadanía, la utilización del método del "Rompimiento" comparativamente con el método tradicional y de zanjadora, entre las cuales, podemos mencionar: Menor costo, Menor tiempo de ejecución, Menores molestias a los usuarios, Menores problemas de vialidad, Mejor imagen de la obra, Menor tiempo en el restablecimiento del servicio, Mayor duración de las obras, Garantía de la hermeticidad en la tubería, Mejor respuesta ante asentamientos del terreno.

Desde el punto de vista económico, y a través de comparaciones, y demostrar las ventajas que tiene la aplicación de esta técnica respecto de los dos métodos tradicional y zanjadora, se puede concluir que el método de Rompimiento es uno de los métodos favorable en cuestión de impacto social y ambiental, en cuanto a lo económico el método de Zanjadora resulta el mas favorable en cuestión económica pero como es un método que se realiza también a cielo abierto se tiene un impacto social no tan favorable como el de Rompimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

CHAVENATO IDALBERTO

Introducción a la teoría general de la Administración.

DR. R. L. MARTINO

Asignación y Programación de Recursos

CARLOS SUAREZ SALAZAR

Costo y Tiempo en Edificación.

Limusa Wiley.

EDUARDO CELAYA DE LA PARRA

Formulación y Evaluación de Proyectos en su PC.

Editorial Iberoamericana.

COMISION NACIONAL DEL AGUA

Lineamientos Técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.

CNA.

Catalogo de Equipos de Instalación de Tuberías sin Zanqueo.

Tracto - Technick Co.

Catalogo de Equipos de Instalación de Tuberías sin Zanqueo.

Ditch – Witch Co.

Catalogo de Equipos de Instalación de Tuberías sin Zanqueo.

Vermeer Manufacturing Company.

CAMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Revista Construcción Panamericana.

SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Plan Director Triannual 2005- 2006- 2008.

INSTITUTO MEXICANO DE LA TECNOLOGÍA DEL AGUA.

Recuperación integral de pérdidas de Agua.

M. en Ingeniería Leonel Ochoa.



Información relativa a Costos de Rehabilitación de Tuberías de Agua y Drenaje por medio de diferentes sistemas constructivos.

NOM-008-SCFI-1993	Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.
ISO-161/1-1978	Thermoplastics pipes for the transport of fluid – Nominal outside diameters and nominal Pressures – Part 1: Metric series.
ISO/DIS 4427-1994	Polyethylene (PE) pipes for water supply – Specifications.
ASTM-D-2239-1996a	Polyethylene (PE) plastic pipe (SIDR – PR) based on controlled inside diameter- Specification.
ASTM D-2513-1996 <sup>a</sup>	Thermoplastic Gas pressure pipe, tubing, and fittings- Specification.
ASTM-D-3035-1995	Polyethylene (PE) plastic pipe (SIDR – PR) based on controlled outside diameter – Specification.
ASTM-D-3350-1996	Polyethylene plastics pipe and fittings material - Specification.
ASTM-F-714-2000	Polyethylene (PE) plastic pipe (SIDR–PR) based on outside diameter - Specification.

CATALOGO DE PRECIOS UNITARIOS DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL, Vigencia julio 2010 (CONEPU).

***“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”***

**UNAM 2011**



# ANEXO FOTOGRAFICO



**SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO DE MÉXICO, MAYO DE 2011**



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

DEMOLICION DE MATERIAL TIPO III





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

EXCAVACION  
POR MEDIOS  
MECANICOS



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

INSTALACION DE  
PIEZAS  
ESPECIALES DE  
Fo Fo





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

SEÑALIZACION DE CEPA



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION	
	<p>REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA</p> <p>EQUIPO DE ROMPIMIENTO HIDRO-BOUSTER</p>
	
	
	



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION	
	<p>REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA</p> <p>EQUIPO DE ROMPIMIENTO HIDRO-BOUSTER</p>
	





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

EQUIPO  
ZANJADORA



## ANEXO FOTOGRÁFICO



### DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

CARGA A ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

EXCAVACION EN  
CEPA POR  
MEDIOS  
MECANICOS



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

RELLENO DE  
CEPA CON  
MATERIAL DE  
BANCO





## ANEXO FOTOGRÁFICO



### DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

ACARREO EN CARRETILLA DE MATERIAL DE RELLENO



## ANEXO FOTOGRÁFICO



### DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

REALIZACION DE PRUEBA HIDROSTATICA A TUBERIA





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION



REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE  
AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

TENDIDO DE  
TUBERIA



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION	
	
<p>REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA</p> <p>REALIZACION DE PRUEBA HIDROSTATICA A TUBERIA</p>	





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE  
AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

LIMPIEZA EN  
ZONA DE  
TRABAJO



## ANEXO FOTOGRÁFICO



### DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

EXCAVACION DE  
CEPA POR  
MEDIOS  
MANUALES Y  
MECANICOS





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

SEÑALIZACION  
EN ZONA DE  
TRABAJO



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

CARGA Y  
ACARREO DE  
MATERIAL  
PRODUCTO DE  
EXCAVACION



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE  
AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

EXCAVACION DE  
CEPA CON  
MATERIAL TIPO II-  
A





## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

CORTE EN PAVIMENTO ASFALTICO



## ANEXO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCION

REHABILITACION DE RED SECUNDARIA DE  
AGUA POTABLE EN LA DELEG. IZTAPALAPA

DESMANTELAMIE  
NTO DE  
TUBERIAS