



Análisis financiero y ambiental de alternativas para
la renovación de redes de distribución de acueducto
: plan piloto acueducto de bogotá zona de
distribución No2

Claudia Esperanza Ladino Ladino
Edgar Eustacio Castro Barbosa
Oscar Renán Velásquez Vigoya
Fredy Camacho Camacho

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia

2015
A515

**ANÁLISIS FINANCIERO Y AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS PARA
LA RENOVACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO
- PLAN PILOTO ACUEDUCTO DE BOGOTÁ ZONA DE
DISTRIBUCIÓN No. 2**

**CLAUDIA ESPERANZA LADINO LADINO
EDGAR EUSTACIO CASTRO BARBOSA
OSCAR RENÁN VELÁSQUEZ VIGOYA
FREDY CAMACHO CAMACHO**

**ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES
GERENCIA INTEGRAL DE OBRAS
BOGOTÁ, 2010**

28.15
ASIS

**ANÁLISIS FINANCIERO Y AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS PARA
LA RENOVACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO
– PLAN PILOTO ACUEDUCTO DE BOGOTÁ ZONA DE
DISTRIBUCIÓN No. 2**

**CLAUDIA ESPERANZA LADINO LADINO
EDGAR EUSTACIO CASTRO BARBOSA
OSCAR RENÁN VELÁSQUEZ VIGOYA
FREDY CAMACHO CAMACHO**

PROYECTO DE GRADO

**DIRECTOR
FABIO ERNESTO CUELLAR GARZÓN**

**ASESOR
RICARDO DE JESÚS CARVAJAL MEDINA MAG.**

**ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES
GERENCIA INTEGRAL DE OBRAS
BOGOTÁ, 2010**

ACEPTACIÓN

JURADO 1

JURADO 2

JURADO 3

BOGOTÁ, D.C. ABRIL DE 2010

La consecución de este logro, no hubiese sido posible sin el sacrificio y comprensión de nuestras familias y los conocimientos transmitidos por los docentes de la especialización, por lo que al finalizar esta etapa y con el inicio de una renovada vida profesional, agradecemos a cada uno de ellos, por todos los esfuerzos realizados durante esta jornada.

Por eso y por todas las cosas y situaciones compartidas y aprendidas.

GRACIAS....

CONTENIDO

1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Origen del Problema o Necesidad	1
1.1.2 Ejecutores del Proyecto.....	1
1.1.3 Razones Generales.....	1
1.2 Antecedentes Temáticos.....	2
1.2.1 Qué hay sobre el tema	2
1.2.2 Qué se ha investigado y proyectos ejecutados.....	2
1.3 Problema	3
1.3.1 Definición.....	3
1.3.2 Pregunta.....	3
1.3.3 Componentes del Problema	4
1.3.3.1 Componentes Primarios.....	4
1.3.3.2 Componentes Secundarios.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.4.1 Utilidad del proyecto	4
1.4.2 Beneficiarios.....	4
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 Generales.....	4
1.5.2 Específicos.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
1.6 Problemática de la renovación de las redes de acueducto	6
1.7 SISTEMAS DE RENOVACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO.....	7
1.8 VENTAJAS DE LOS NUEVOS MÉTODOS DE REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN FRENTE A LOS MÉTODOS CON APERTURA DE ZANJA³	8
1.9 SISTEMAS DE RENOVACIÓN SIN ZANJA	8
1.9.1 GENERALIDADES	8
1.9.2 SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE REDES PIPE BURSTING	9
1.9.3 SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE REDES SLIP LINING	13
1.9.4 Deslizamiento de tubería con reducción simétrica del diámetro	15
1.9.5 SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE REDES CURADO EN SITIO..	16
1.9.6 PORTABURST SUSTITUCIÓN DE ACOMETIDAS SIN ZANJA.....	17
1.9.7 EXPANDIT SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS SIN ZANJA.....	18
1.9.8 Tubería en segmentos Snap-it.....	20
1.9.9 PERFORACIÓN HORIZONTAL CON TOPOS NEUMÁTICOS.....	22
1.9.10 PIPE RAMMING	24

1.9.11	MICROTUNELAJE.....	25
1.10	ESTUDIO SOCIO – ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LAS NUEVAS METODOLOGÍAS PARA LA RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS.....	26
1.10.1	ESTUDIO SOCIO - ECONÓMICO	26
1.10.2	ESTUDIO AMBIENTAL ⁷	27
1.10.2.1	Identificación de los impactos ambientales.....	27
1.10.2.2	Análisis de impacto ambiental y su mitigación.....	27
1.11	SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN	28
3.	<i>TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</i>	30
1.12	Enfoque y tipo de investigación	30
1.13	Metodología de la investigación	30
1.14	Población y muestra	30
1.14.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	30
1.14.2	DESCRIPCIÓN ESPECIFICA	34
1.14.2.1	CLASES DE TUBERÍAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	35
4.	<i>ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</i>	40
5.	<i>DIAGNOSTICO.....</i>	43
1.15	PARÁMETROS de entrada.....	43
1.16	FLUJO NETO DE EFECTIVO.....	43
6.	<i>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</i> ¡Error! Marcador no definido.	
	CONCLUSIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS.....	50

LISTA DE TABLAS

TABLA NO. 1 COMPARATIVO RUGOSIDADES DE TUBERÍAS DE ACUEDUCTO ⁶	15
TABLA NO. 2 CAPACIDADES EXPANDIT	20
TABLA NO. 3 PORCENTAJE DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES	28
TABLA NO. 4 VARIABLES RENOVACIÓN REDES DE ACUEDUCTO.....	29
TABLA NO. 5 REDES SUSCEPTIBLES DE RENOVACIÓN	36
TABLA NO. 6 PRESUPUESTO RENOVACIÓN REDES SIN APERTURA DE ZANJA	38
TABLA NO. 7 DATOS GENERALES DEL PRESTAMO PARA EL PROYECTO SIN ZANJA.....	41
TABLA NO. 8 DATOS GENERALES DEL PRÉSTAMO PARA EL PROYECTO A ZANJA ABIERTA	42
TABLA NO. 9 VARIABLES DE COSTOS SIN APERTURA DE ZANJA.....	42
TABLA NO. 10 VARIABLES DE COSTOS A ZANJA ABIERTA	42
TABLA NO. 11 FLUJO NETO EFECTIVO ALTERNATIVA SIN ZANJA.....	44
TABLA NO. 12 FLUJO NETO EFECTIVO ALTERNATIVA CON ZANJA.....	45
TABLA NO. 13 RESUMEN DE ANÁLISIS FINANCIERO	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA NO. 1 WBS PIPE BURSTING.....	9
FIGURA NO. 2 TÉCNICA DE ROTURA DE TUBERÍA (ARRIBA). DETALLE DE LA FRACTURA DE TUBERÍA.....	10
FIGURA NO. 3 TÉCNICA DE HALADO PARA EL DESLIZAMIENTO DE TUBERÍA (IZQUIERDA) Y TÉCNICA DE EMPUJE (DERECHA) ⁵	13
FIGURA NO. 4 WBS SLIP LINING.....	14
FIGURA NO. 5 COMPARATIVO RUGOSIDADES DE TUBERÍAS DE ACUEDUCTO.....	15
FIGURA NO. 6 ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL DESLIZAMIENTO DE TUBERÍA CON REDUCCIÓN.....	16
FIGURA NO. 9 SISTEMA PORTABURSTS.....	17
FIGURA NO. 10 EQUIPOS PORTABURSTS.....	18
FIGURA NO. 11 SISTEMA EXPANDIT.....	19
FIGURA NO. 12 INSTALACIÓN SLIPLINING.....	21
FIGURA NO. 13 EQUIPOS SLIPLINING.....	21
FIGURA NO. 14 PERFORACIÓN SIN ZANJA.....	22
FIGURA NO. 15 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS SIN ZANJA.....	22
FIGURA NO. 16 EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	23
FIGURA NO. 17 MÉTODO DE ENSAMBLAJE.....	24
FIGURA NO. 19 MICROTUNELAJE.....	26
FIGURA NO. 21 MAPA DE BOGOTÁ.....	30
FIGURA NO. 22 REDES PARA RENOVAR ZONA 2.....	35
FIGURA NO. 23 MATERIALES REDES A RENOVAR ZONA 2.....	36
FIGURA NO. 24 ZONA DE ESTUDIO.....	37

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
EJÉRCITO NACIONAL



ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO - RAE

1. IDENTIFICACION

1.1 Título

ANÁLISIS FINANCIERO Y AMBIENTAL DE
ALTERNATIVAS PARA LA RENOVACIÓN DE REDES DE
DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO – PLAN PILOTO
ACUEDUCTO DE BOGOTÁ ZONA DE DISTRIBUCIÓN No. 2

1.2 Autor corporativo

CLAUDIA ESPERANZA LADINO LADINO
EDGAR EUSTACIO CASTRO BARBOSA
OSCAR RENÁN VELÁSQUEZ VIGOYA
FREDY CAMACHO CAMACHO

1.3 Nombre del Tutor(a)

FABIO ERNESTO CUELLAR GARZÓN

1.4 Programa

Gerencia Integral de Obra

1.5 Área de énfasis

Investigación Formativa

1.6 Institución a la cual se presenta el trabajo

Escuela de Ingenieros Militares – ESING

1.7 Lugar y fecha de edición

Bogotá, abril de 2010

1.8 Número de páginas

49 Paginas

2. ANÁLISIS

2.1 Palabras claves o descriptores

ALTERNATIVAS DE RENOVACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO.

2.2 Resumen o descripción breve del trabajo

Algunas localidades de la ciudad de Bogotá oscilan entre 30 a 60 años de construidas, por lo que actualmente las redes de acueducto ya han cumplido su vida útil, generando la necesidad de optimizar el servicio de agua potable, mediante la renovación de redes de acueducto, que permita prestar un mejor servicio a los usuarios del sistema, dentro de las actuales exigencias sociales y ambientales.

Por lo que establecer la mejor alternativa de renovación de redes entre los sistemas existentes que permitan la ejecución de estas actividades con el menor impacto a la comunidad y mayor beneficio tiempo costo a las empresas prestadoras del servicio, es definitivamente un tema de alto interés.

El presente proyecto de investigación, visualiza los diferentes métodos de renovación de redes y selecciona el mejor método para la ejecución de esta actividad, bajo los parámetros de disminución de costos, tiempo de ejecución y bajo impacto social y económico a la comunidad beneficiada.

Igualmente, aporta criterios a tener en cuenta a la hora de realizar las inversiones de la renovación de la infraestructura de servicios públicos, estableciendo los beneficios a corto o largo

plazo y su influencia de manera directa en los flujos de efectivo y optimización de los procesos comerciales.

2.3 Contenido

El proyecto esta dividido en las siguientes partes: fundamentos de la investigación, marco teórico, recopilación información, análisis de información diagnostico y Propuesta final.

2.4 Metodología

El tipo de investigación utilizado es de carácter formativo, en la realizacion de este proyecto se inicia con el analisis, busqueda de la informacion y manuales existentes en el mercado de los metodos actuales para la renovacion y/o rehabilitacion de Redes de Acueducto, especificamente en Colombia.

Lo anterior permitio establecer y analizar los diferentes metodos existentes para la renovacion y/o rehabilitacion de redes de acueducto y extractar uno de ellos para ser comparado con el metodo tradicional y de esta forma concluir cual de los dos es el mas óptimo y recomendable para la ejecucion de esta actividad de una forma eficaz y economicamente viable a la empresa prestadora del servicio, uszal igual que a los usuarios finales de este tipo de proyectos.

2.5 Conclusiones y recomendaciones del trabajo

1. Se deduce que la renovación de redes de acueducto sin apertura de zanja es desde el punto de vista financiero más favorable que la de renovación de redes con zanja abierta por métodos convencionales.

PARAMETRO	SIN ZANJA	CON ZANJA
COSTO OBRA	\$ 3.800,28	\$ 6.037,82
COSTO FINANCIERO	\$ 178,47	\$ 270,88
RECUPERACIÓN INVERSION (en meses)	60	96

2. Los costos totales de los proyectos se reduce en un 62% en promedio, dependiendo de las actividades de alto impacto tales como, excavaciones y recuperación de espacio público.
3. Las nuevas metodologías, permiten que el comercio y los compradores no se vean afectados por el cambio o el

mantenimiento de las redes de acueducto en las ciudades, gracias al uso único de dos pequeñas zanjas de entrada y salida de la tubería, que se pueden ubicar estratégicamente para que no impidan el paso normal de peatones ya sea en su circulación normal o el ingreso hacia los locales comerciales.

4. El manejo de escombros y material sobrante de excavación se reduce en un 80% aproximado, debido a que los volúmenes de demolición de espacio público y excavación son mínimos con la utilización de nuevas tecnologías, estos son en sitios muy puntuales.
5. El tiempo de ejecución de un proyecto por renovación sin zanja es menor en un 50% aproximado que los métodos tradicionales, con las nuevas tecnologías de renovación sin zanja los tramos a intervenir se deben terminar en un tiempo máximo de 24 horas.
6. Las tecnologías sin zanja no se ven afectada por los cambios climáticos.

2.6 Fuentes Bibliográficas

- CATALÁ, Fernando. Cálculo de caudales en las redes de saneamiento
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, Centro de investigaciones en acueductos y alcantarillado CIACUA. 2002. Documento de renovación y rehabilitación de tuberías.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ Contrato renovación de redes barrios la estrada y Estradita
- FINDETER. 1998 – 2009
- FERRER POLO, José. Cálculo hidráulico de las conducciones de saneamiento y drenaje. Valor del coeficiente de rugosidad recomendado para la fórmula de Manning.
- IMHOFF, Karl. Manual de saneamiento de poblaciones

- METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo.
- <http://www.plasticpipe.org>
- <http://www.pmconst.com/pipeburst.html>
- <http://www.sinzatec.es>
- <http://www.treltec.com>
- <http://www.tttechnologies.com>
- <http://www.ultraliner.com>
- <http://www.vermeer.com>

1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 ORIGEN DEL PROBLEMA O NECESIDAD

Con la expansión de la ciudad de Bogotá y la densificación de algunas de las zonas o de las localidades en la que está dividida, se genera la necesidad de optimizar el servicio de agua potable, mediante la renovación de redes de acueducto, con el objetivo de prestar un mejor servicio a los usuarios del sistema, para lo cual se debe tener en cuenta las exigencias actuales de tipo ambiental.

En aras de lograr el mejoramiento de la calidad de vida se ha enfocado en temas tales como:

- La disminución de pérdidas de agua en las redes (índice de agua no contabilizada)
- La disminución de impactos ambientales que generan las obras en zonas de alta población y de alto índice comercial.
- Y la ruptura de calles y andenes que incide negativamente en el flujo vehicular y en la actividad comercial en general.

De acuerdo a lo anterior, surge el interés de establecer la mejor alternativa de renovación de redes entre los sistemas existentes que permitan la ejecución de estas actividades con el mejor impacto a la comunidad y mayor beneficio tiempo costo a las empresas prestadoras del servicio.

1.1.2 EJECUTORES DEL PROYECTO

El proyecto de investigación es desarrollado por los ingenieros:

- Edgar Castro quien se desempeña como Director Técnico en la firma Contelac Ltda. en el sector privado
- Fredy Camacho quien se desempeña como Ingeniero de Proyectos en la firma Contelac Ltda. en el sector privado
- Claudia Ladino quien se desempeña como Directora de Proyectos en la firma Armoing Ltda, en el sector privado.
- Oscar Velásquez quien se desempeña como Gerente Técnico en la firma IES Ingenieros SAS en el sector privado

1.1.3 RAZONES GENERALES

El renovar las redes de acueducto, permite:

1. La disminución de escapes que erosionan el suelo y generan hundimientos en vías y andenes de la ciudad.
2. Disminución en las pérdidas de agua, que actualmente se sitúan por encima del 30 %, lo cual es dinero que no se factura, causando desequilibrio en las finanzas de las empresas prestadoras del servicio.
3. Mejorar la calidad de vida de los usuarios y la calidad del agua en consumo.

Por lo que la razón general del presente proyecto de investigación, es seleccionar el mejor método para la ejecución de esta actividad, con el que se obtenga un bajo impacto social y económico a la comunidad, a la vez que permita la disminución de costos y tiempo de ejecución para las empresas prestadoras del servicio.

1.2 ANTECEDENTES TEMÁTICOS

1.2.1 QUÉ HAY SOBRE EL TEMA

La firma Extrucol, fabricante de tuberías de polietileno en asocio con la Universidad de Los Andes viene investigando sobre el sistema pipe bursting, el cual permite realizar la renovación de redes con un mínimo de excavación, pues la instalación de la tubería es sin zanja, con lo cual se obtienen ventajas económicas comparado con el sistema convencional a zanja abierta, adicionalmente, se cuenta con los manuales de instalación existentes de proveedores e instaladores de estos sistemas a nivel nacional como: Pavco, Flowtite Andercol S.A.

1.2.2 QUÉ SE HA INVESTIGADO Y PROYECTOS EJECUTADOS

Se han realizado investigaciones respecto a las ventajas de los sistemas alternativos comparados con los sistemas convencionales de rehabilitación de redes de acueducto, referidos a costos y tiempos de ejecución.

Existen diferentes artículos al respecto de la utilización y ventajas de los nuevos sistemas de renovación de redes, a continuación se enunciarán algunos de los encontrados:

- Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías. (A.F. MacKenzie, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia).
- Notifand , Edición No. 1 Flowtite.
- Artículo del XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, renovación y rehabilitación de redes d distribución de agua potable y de alcantarillado, autores, Humberto Avila Rangel y William Clavijo Sanabria.

Sobre los diferentes proyectos ejecutados existen contratos de la Empresa de acueducto y Alcantarillado de Bogotá, desde el año 1998 a la fecha y Contratos FINDETER. 1998 – 2009.

Actualmente se desarrollan proyectos de renovación de redes de acueducto con tecnologías no destructivas en ciudades como Bogotá, Cali, Cartagena, Barranquilla y Yopal.

1.3 PROBLEMA

1.3.1 DEFINICIÓN

Algunas localidades de la ciudad de Bogotá oscilan entre 30 a 60 años de construidas, por lo que actualmente las redes de acueducto ya han cumplido su vida útil, generando inconvenientes en la prestación del servicio de agua potable como mala calidad del agua, falta de presión en el suministro y baja continuidad del servicio, adicionalmente en algunas zonas de la ciudad la re-densificación por la construcción de edificaciones, afectan la calidad del servicio público de agua potable, ya que las redes existentes no tienen la capacidad para generar el caudal necesario para abastecer el servicio requerido.

Por lo anterior surge la necesidad de renovar las redes existentes en estas condiciones, este tipo de obras en general en el país, llevan un atraso significativo, debido a que las autoridades reguladoras del sector de agua potable del país, definen como costos de inversión vía facturación, la rehabilitación o renovación de la infraestructura existente, esto quiere decir que las Empresas Prestadoras de Servicios Públicos de Acueducto deben generar los recursos económicos para la ejecución de estas obras y dado el retraso que existe en temas de facturación por el bajo poder de pago de la población Colombiana, es necesario que se busquen los mecanismos para disminuir los costos de las obras a ejecutar.

Adicionalmente existe el inconveniente de intervención del espacio público, debido a la conformación urbanística de la ciudad, ya que existen varias vías principales y secundarias que son angostas, en donde algunas de ellas presentan alta densidad en las áreas comerciales, invasión del espacio público por comerciantes informales o zonas de protección arquitectónica, lo que dificulta la renovación de la red por métodos tradicionales a zanja abierta, debido al alto impacto a la comunidad, por las interrupciones de accesos y movilidad.

1.3.2 PREGUNTA

¿ Como ejecutar los proyectos de renovación de redes minimizando los costos y tiempos de ejecución, al igual que los costos de operación y mantenimiento, disminuyendo el impacto directo a la comunidad, con bajos costos financieros y pronta recuperación de la inversión?

1.3.3 COMPONENTES DEL PROBLEMA

1.3.3.1 Componentes Primarios.

1. Renovación de redes

1.3.3.2 Componentes Secundarios.

1. Tiempo de Retorno de la Inversión.
2. Costos de ejecución.
3. Tiempo de ejecución.
4. Impacto directo a la comunidad.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 UTILIDAD DEL PROYECTO

Este proyecto pretende generar una base para la toma de decisiones a la hora de seleccionar el sistema constructivo, a utilizar en los contratos de renovación de redes de acueducto, mediante las variables de configuración urbanística y de infraestructuras subterráneas.

De la misma manera aporta criterios a tener en cuenta a la hora de realizar las inversiones de la renovación de la infraestructura de servicios públicos, teniendo en cuenta los beneficios a corto o largo plazo y su influencia de manera directa en los flujos de efectivo y la optimización de los procesos comerciales.

1.4.2 BENEFICIARIOS

El beneficiario directo del proyecto será el Acueducto de Bogotá, pero el objetivo es aplicarlo a otras Empresas de Acueducto a nivel nacional, los beneficiarios indirectos serán las comunidades en las cuales se desarrollen los proyectos, dada la baja influencia en la afectación que causen las obras.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 GENERALES

Comparar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que ofrece la renovación de redes de acueducto con sistemas alternativos, con el objeto de disminuir de manera directa el porcentaje de pérdidas técnicas en las redes de distribución de acueducto y de manera directa su financiación a través de la facturación y su retorno en un tiempo determinado.

1.5.2 ESPECÍFICOS

- Analizar el estado actual de las redes de distribución de agua potable, específicamente en la zona de servicio No. 2 del acueducto de Bogotá.
- Documentar las tecnologías de renovación y rehabilitación de redes de acueducto, disponibles en el mercado mundial con sus ventajas, desventajas y su aplicabilidad a las redes en Bogotá.
- Presupuestar el valor de las obras de renovación de acueducto en la zona de estudio, por el método más recomendado.
- Analizar los ingresos de facturación y pérdidas de la zona de estudio, de acuerdo con las tarifas del mercado.
- Analizar financieramente el retorno de la inversión de la renovación de redes, de acuerdo con los costos e ingresos.

2. MARCO TEÓRICO

1.6 PROBLEMÁTICA DE LA RENOVACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO

Debido al tiempo de servicio de las redes y la antigüedad de varias de las ciudades del país, existe una significativa cantidad de kilómetros de redes de tuberías de acueducto que han cumplido su vida útil y que de manera directa afectan la correcta prestación del servicio de agua potable, adicionalmente por causa de su deficiente condición se generan pérdidas permanentes de agua potable, daños ambientales y problemas en la salud pública, reflejadas finalmente en pérdidas económicas.

La mayor cantidad de agua no contabilizada se presenta en las redes de distribución del sistema de acueducto, generado por las siguientes razones:

- Mal estado Físico de las redes
- Defectos de Instalación
- Deficiente control de Presiones en la red
- Intervenciones no controladas en las redes

En el país existe un rezago grande respecto al control del agua no contabilizada que se define desde dos aspectos, por un lado las pérdidas técnicas y por otro las pérdidas comerciales. Las autoridades reguladoras del agua potable definen como tope máximo de pérdidas en un sistema un 40%, documentado en el RAS 2000, del cual se extracta lo siguiente.

B.2.5.4 Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto

Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la población medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s), incluidos los consumos operaciones en la red.

Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema, como se establece en la tabla B.2.4. En este caso, debe ejecutarse un programa de medición con el objeto de establecer el porcentaje de pérdidas del sistema de acueducto desde la(s) planta(s) potabilizadora(s).

TABLA B.2.4 ¹

¹.Fuente RAS 2000

Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

La tabla anterior expresa los valores máximos admisibles de las pérdidas técnicas. Sin embargo a la luz del Artículo 6o de la Resolución 1795 de la CRA,

30%. De otro lado la Ley 373 de junio de 1997, por la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, invita a hacer esfuerzos ingentes para reducir las pérdidas de los sistemas de acueducto en el territorio nacional.

B.2.5.5 Pérdidas comerciales²

Las pérdidas comerciales se obtienen de la diferencia entre el volumen de agua entregado a la salida de las plantas de tratamiento y el volumen facturado por la empresa de acueducto

En algunos países del norte de Europa, Israel y Singapur el índice de agua no contabilizada es menor o igual al 3%.

1.7 SISTEMAS DE RENOVACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO

Es importante hacer claridad respecto a la diferencia entre renovación y rehabilitación de redes, por un lado renovación se refiere al cambio total de las redes, mientras que la rehabilitación se define como la reparación puntual de las redes o tramos de la misma.

Para la definición de cada uno de los sistemas de renovación de redes se debe tomar como punto de partida la descripción de los materiales de tuberías y accesorios aceptados en el país, para la construcción de redes de distribución.

En ciudades con un desarrollo urbano considerable, los kilómetros de redes de tuberías de acueducto y alcantarillado pueden estar llegando o sobrepasando el tiempo de vida útil. Este hecho ha creado la necesidad de utilizar técnicas que permitan mejorar las condiciones físicas y funcionales de los sistemas de distribución de agua potable y alcantarillado a un bajo costo y con mínimos impactos negativos a nivel ambiental, social y comercial. Las nuevas tecnologías de rehabilitación y renovación sin apertura de zanja han revolucionado el sistema constructivo, con altos rendimientos de instalación y a un costo de aproximadamente 70% menor en comparación con los métodos convencionales de reparación con apertura de zanja. La decisión para utilizar cada una de las

2. Fuente RAS 2000

técnicas dependerá de un reconocimiento previo de las redes en cuanto a su edad, localización, material, diámetros, grado de deterioro y otras características relacionadas con el impacto económico, social y ambiental en el tiempo.

1.8 VENTAJAS DE LOS NUEVOS MÉTODOS DE REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN FRENTE A LOS MÉTODOS CON APERTURA DE ZANJA³

En la gran mayoría de los casos, los métodos sin apertura de zanja tienen ventajas superiores a los métodos convencionales. El siguiente cuadro comparativo (Tabla 4) ilustra las diferencias y ventajas de los métodos de renovación y rehabilitación sin apertura de zanja en comparación con los métodos con apertura de zanja.

Tabla 4. Comparación entre los métodos con y sin apertura de zanja	
Sin apertura de zanja	Con apertura de zanja
Ahorros en el costo de instalación hasta del 70%. No requiere excesivas excavaciones, rellenos y reparaciones	Alto costo de instalación, sobre todo cuando hay niveles freáticos altos.
Disminución apreciable de perturbaciones urbanas. Es posible mantener el tráfico vehicular y negocios abiertos.	Impacto ambiental y urbano negativo por el cierre de vías y andenes. Pérdidas económicas por cierre de negocios.
Contando con un mapeo adecuado de las redes, no se alteran otras redes.	Otras líneas de servicio (gas, teléfono, etc) pueden ser afectadas
Minimiza daños en vías y andenes.	Destrucción innecesaria de vías y andenes.
No requiere materiales de relleno	Altos costos por disposición de materiales excavados
Sistemas más eficientes en tiempo de ejecución.	Los tiempos de ejecución son prolongados
Si se requiera excavar zanjas, el material a disponer es poco	Inconvenientes con la disposición del material excavado.
No se alteran en gran medida el acabado final de las vías y andenes.	Es muy probable que los acabados de las vías y andenes sean inestéticos.

1.9 SISTEMAS DE RENOVACIÓN SIN ZANJA

1.9.1 GENERALIDADES

Los dos sistemas de renovación de redes de acueducto sin zanja, utilizan como material preferente para la nueva tubería, el polietileno de alta densidad PEAD, por sus características de flexibilidad y facilidad de manipulación. En algunos sistemas también se puede utilizar tuberías de fundición de hierro dúctil con unión soldada.

Con el método tradicional de excavación en zanja para renovar tuberías de acueducto, una tubería es instalada en paralelo con la actual, excavando toda la longitud de la tubería existente, dejando fuera de servicio la tubería defectuosa.

3.. Aptado del XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica

En contraste con este método tradicional, las tecnologías de renovación sin zanja utilizan las conducciones existentes como base para las nuevas redes. En general las tecnologías sin zanja pueden ser aplicadas desde accesos existentes tales como bocas de acceso, estructuras de control o bien a través de pequeñas excavaciones en los sitios de acometidas o cambios de dirección o derivaciones de la misma, en vez de tener que excavar toda la longitud de la red a renovar, de manera general se deduce que los métodos de renovación de redes de acueducto sin apertura de zanja, disminuyen los costos de obra, tiempos de intervención e impactos ambientales que se generan por la interrupción de tránsito peatonal y vehicular.

Se pueden mencionar tres sistemas de renovación de redes de acueducto, los cuales se definen principalmente por el uso y manejo en varias ciudades del mundo y cuya base de instalación es la utilización del tubo existente como guía, estos son: Pipe bursting, Slip lining, Curado en sitio y deslizamiento de tubería con reducción simétrica del diámetro.

1.9.2 SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE REDES PIPE BURSTING

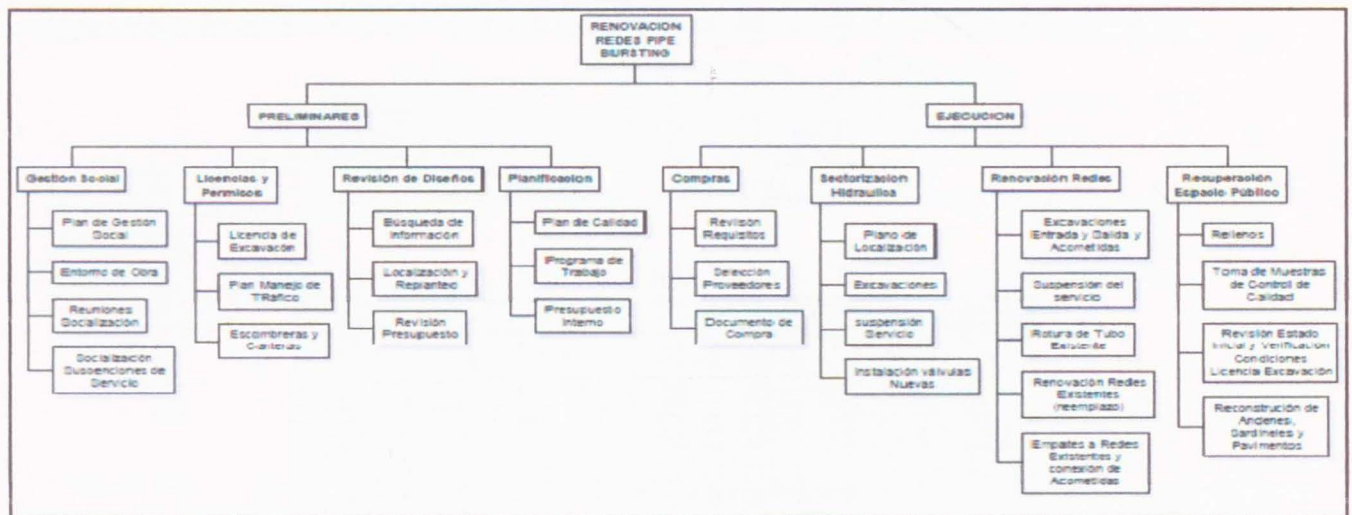


FIGURA NO. 1 WBS PIPE BURSTING

La rotura de tubería es un método de renovación en el cual la tubería existente es fragmentada o cortada y forzada a incrustarse en el suelo circundante mediante un cono de rotura y expansión, permitiendo que simultáneamente se instale la nueva tubería que está atada a la parte posterior del mismo. El cono de rotura y expansión es halado por un cabrestante o un equipo hidráulico mediante un cable o barras de acero.

Durante la instalación, la antigua tubería es utilizada como guía. La cabeza de expansión (parte del cono de rotura y expansión) incrementa el área de la sección disponible para facilitar el ingreso de la nueva tubería y para incrementar la sección disponible en caso de requerir el aumento el diámetro; este incremento puede ser hasta de un 50% del diámetro anterior. Existen dos técnicas para la rotura de tubería; estos son: *la rotura de tubería estática y dinámica*. Su diferencia radica en que la primera únicamente utiliza el equipo que hala la cabeza de expansión, y es aplicable ampliamente para tuberías de redes de agua potable hasta diámetros de 200 mm, donde la fuerza de halado requerida para romper la antigua tubería e instalar la nueva sea relativamente baja. Por otro lado con tuberías de diámetros mayores hasta de 1200 mm y enterradas a mayor profundidad, como las de alcantarillado, donde la fuerza de halado requerida es considerablemente mayor, se emplea del método dinámico, donde se utiliza adicionalmente al equipo de halado, un equipo neumático unido a la cabeza de expansión que transmite energía cinética para fracturar la antigua tubería. El rendimiento de instalación de los equipos es aproximadamente de 1 m/min y sumando el posicionamiento y otros procedimientos constructivos el rendimiento general de instalación puede llegar hasta los 300 m/día. Aunque el método requiera de la apertura de dos zanjas para el ingreso y salida de la nueva tubería, sus dimensiones son muy pequeñas en comparación con las longitudes de instalación, siendo en promedio entre 2 y 3 m de longitud por 1 m de ancho.

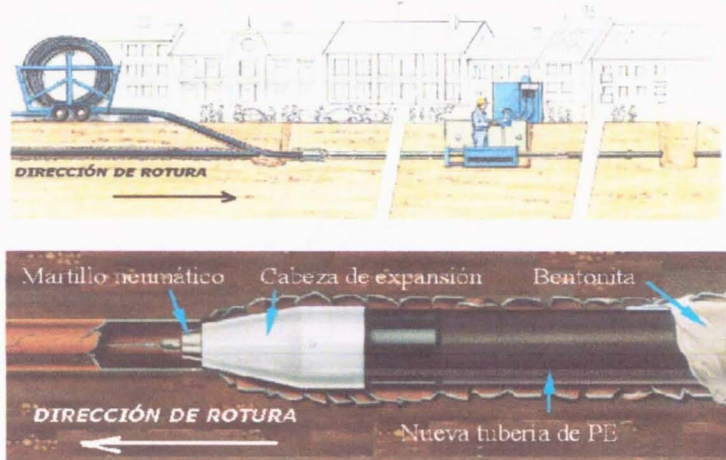


FIGURA NO. 2 TÉCNICA DE ROTURA DE TUBERÍA (ARRIBA). DETALLE DE LA FRACTURA DE TUBERÍA (abajo)⁴

Es importante tener en cuenta la localización de las redes de otros servicios públicos es muy importante para determinar si la utilización del método de rotura es apropiada o no, pues puede haber casos en donde el riesgo de dañar redes vecinas es alto.

⁴ Adaptado de Catálogo Tracto Technik. Trenchless Pipe renewal using the TT pipe bursting system.

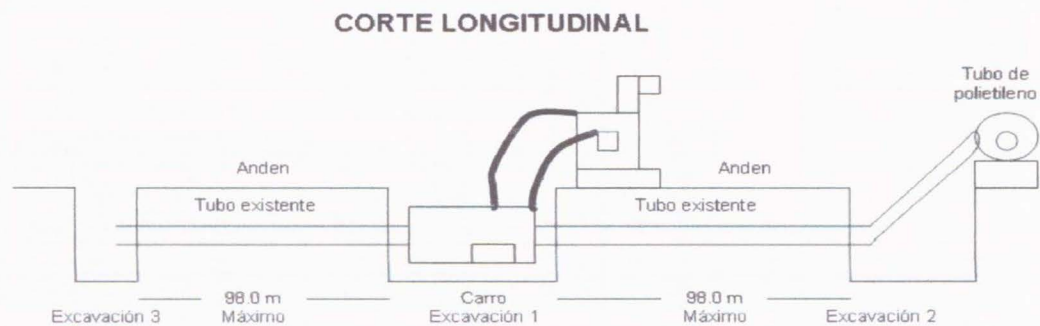
La longitud del tramo a reemplazar recomendada es entre 100 y 200 metros para lograr la máxima eficiencia de la operación con el fin de no suspender el servicio a los usuarios por más de un día.

Cuando se hacen las ampliaciones de diámetro, las tuberías de servicios que se encuentren a una distancia menor de 500mm de la tubería a reemplazar, deben ser verificadas para evitar que se le causen daños, esto puede hacer necesario excavar en lugares críticos para permitir el reemplazo de la tubería sin riesgo de daño a las adyacentes.

Obstáculos de concreto deben ser excavados y demolidos, válvulas, tees y uniones colocadas en la tubería existente deben ser removidas, esto con el propósito de permitir el libre paso de la nueva tubería.

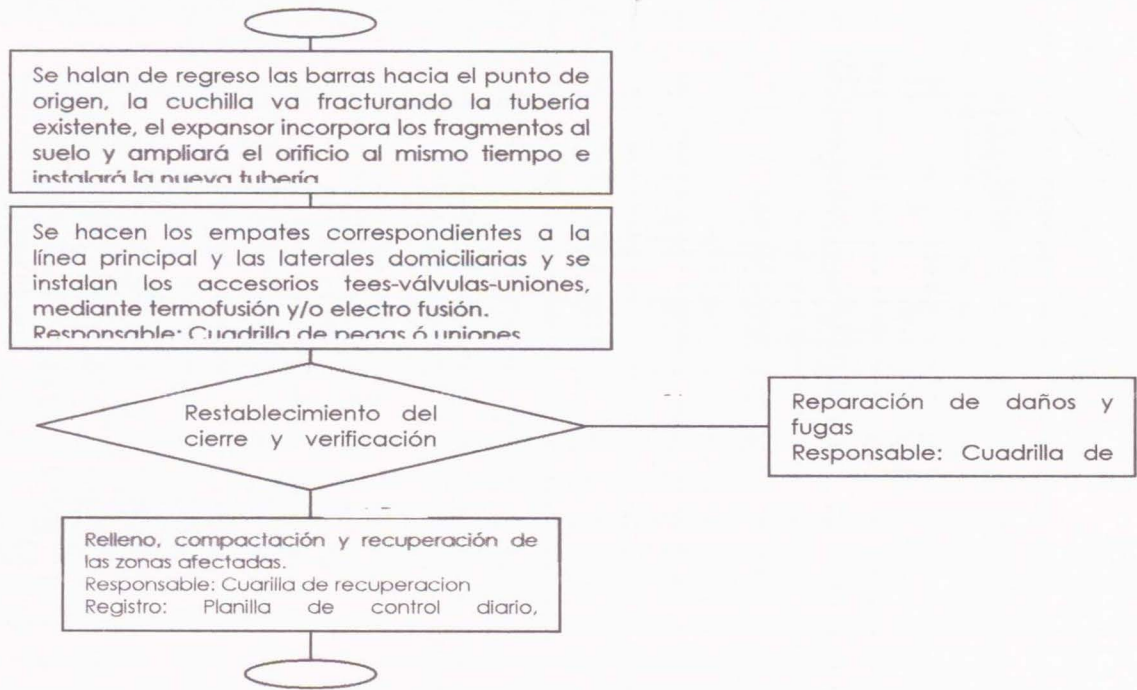
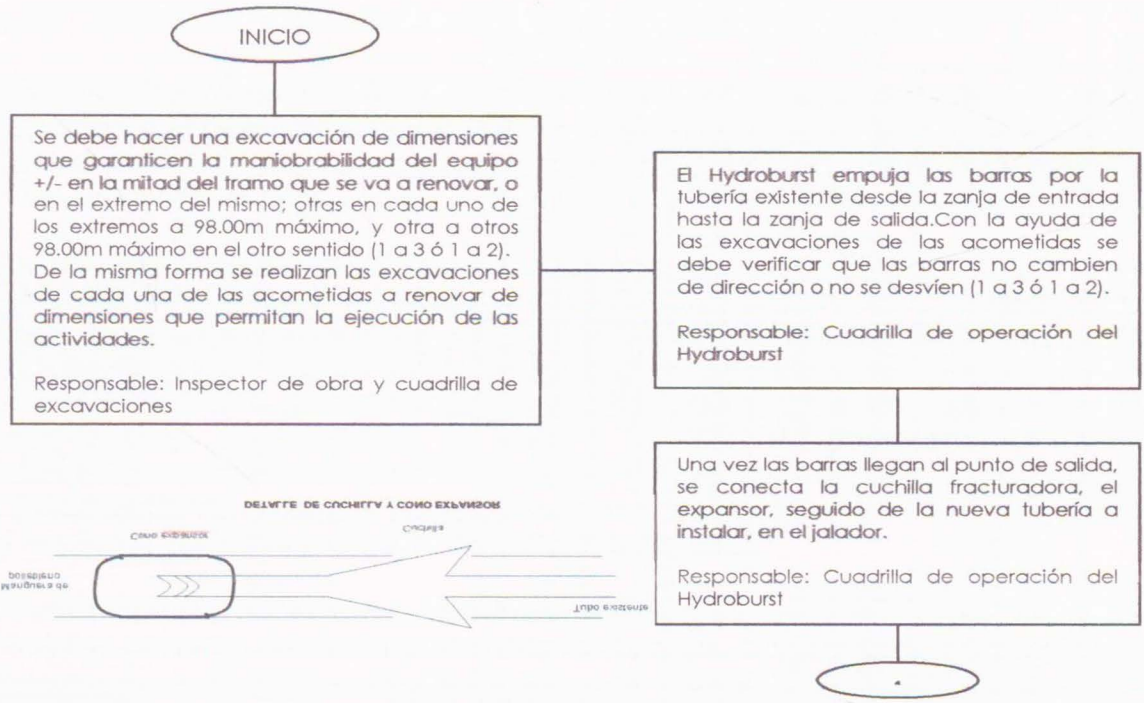
Las actividades que se desarrollan durante los proyectos de Renovación de redes de acueducto con tubería de Polietileno por el método sin zanja, se definen en los términos de referencia suministrados por el cliente y varían de acuerdo al proyecto.

El personal especializado que interviene en el desarrollo de las actividades relacionadas con la renovación sin zanja es capacitada por la organización.



A continuación se relacionan las actividades generales que conforman un proyecto de Renovación de redes de acueducto con tubería de Polietileno por el método sin zanja:





1.9.3 SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE REDES SLIP LINING

Este método de rehabilitación, utilizado para redes de alcantarillado principalmente, consiste en el deslizamiento de extremo a extremo una de tubería de menor diámetro, que se introduce en la tubería existente. Este método requiere la apertura de dos zanjas, la primera para introducir la nueva tubería y la segunda para recibirla o halarla.

Existen dos técnicas: *la técnica de halado* y *la técnica de empuje*. La primera utiliza un cabrestante (localizado en la zanja desalida) que hala la nueva tubería con un cable atado en un extremo; por lo general esta técnica es utilizada para instalar tuberías de polietileno, por su grado de flexibilidad. En el segundo caso, la tubería es empujada utilizando el brazo de una retroexcavadora; esta técnica es utilizada por lo general para tuberías segmentadas de PVC y también de polietileno. Como la tubería instalada es considerablemente de menor diámetro, el espacio entre la tubería nueva y la existente es relleno para proveer una integridad estructural, con mortero o con la bentonita utilizada para suavizar el deslizamiento.

Finalmente las conexiones laterales son realizadas con robots motorizados que incluyen cámaras de video y un sistema de corte. En la Figura 2 se muestran las dos técnicas para deslizamiento de tubería. Los diámetros aplicables para instalar varían entre 100 mm y 4000 para tuberías segmentadas, entre 100 mm y 1600 mm para tuberías continuas y entre 150 mm y 2500 mm para tuberías en espiral. Las longitudes máximas de instalación llegan hasta los 300 m.

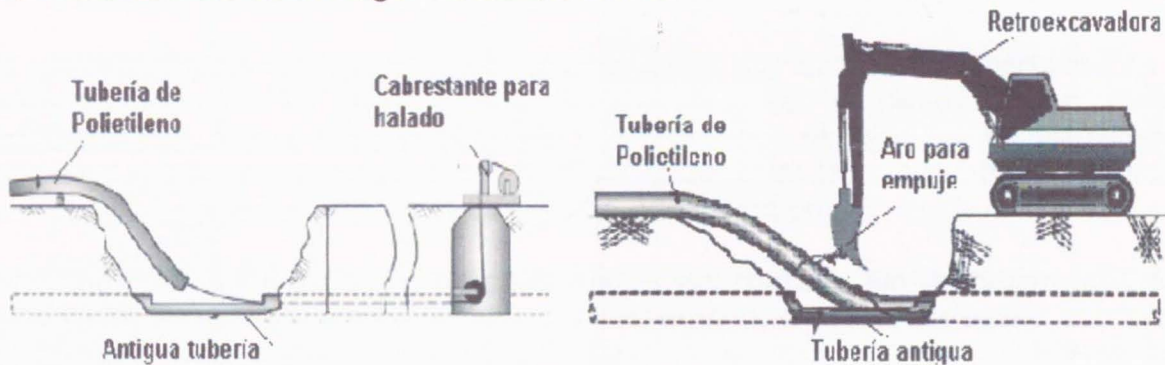


Figura No. 3 Técnica de halado para el deslizamiento de tubería (izquierda) y técnica de empuje (derecha)⁵

⁵ Adaptado de Pipeline Rehabilitation by Sliplining with Polyethylene Pipe. Published by the Plastics Pipe Institute. Feb 1998

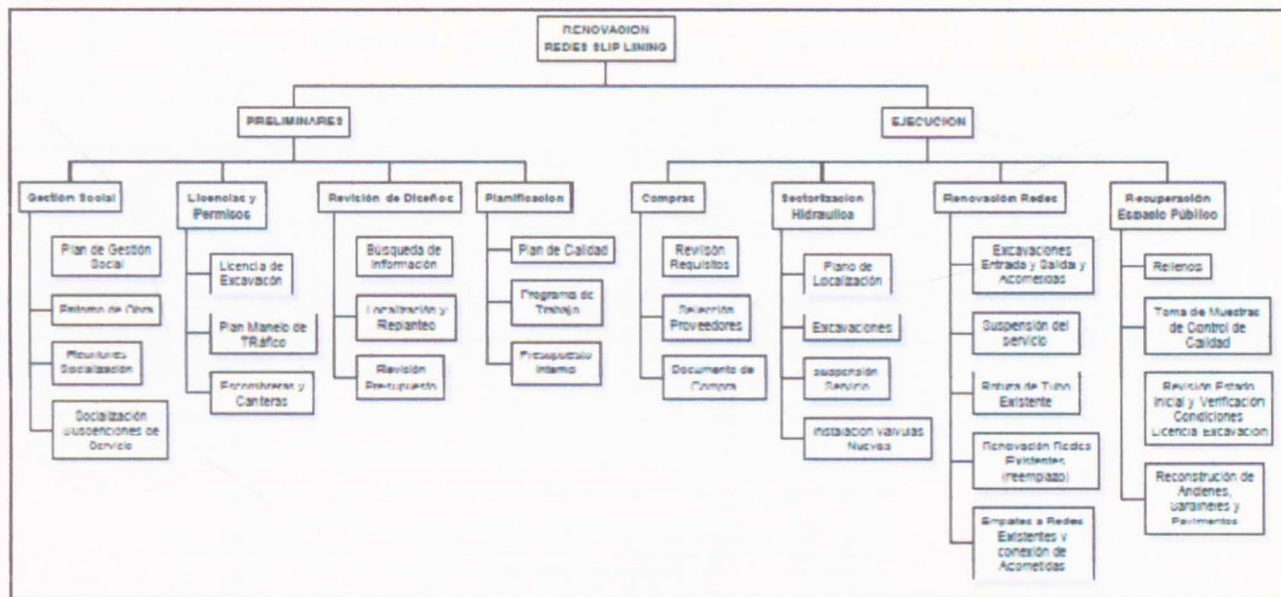


FIGURA NO. 4 WBS SLIP LINING

Este sistema de renovación de redes de acueducto sin apertura de zanja es el más sencillo de todos los sistemas existentes, Las características de rugosidad de las tuberías de polietileno comparada con las tuberías a ser renovadas es inferior con lo que la hidráulica de las redes no se afecta de manera grave.

El procedimiento de realizar las excavaciones de entrada y salida de la nueva tubería, cortando el tubo existente y empujando o halando con elementos mecánicos el nuevo tubo y que una vez instalado el tubo nuevo se realicen los empates a las redes existentes y las conexiones de las acometidas domiciliarias, permite una optimización en el tiempo de construcción.

Este método es utilizado en muchas partes del mundo, sin embargo en Colombia su uso es algo restringido, teniendo en cuenta que en las grandes ciudades, los diámetros instalados se realizaron sin tener en cuenta los desarrollos y crecimientos de población, por lo que los diámetros en general se requieren aumentar, no solo por este inconveniente sino también por un control de presiones que rehúndan en disminuciones de fugas no visibles.

En el siguiente cuadro se ilustra de manera general el impacto del coeficiente de rugosidad del material de las tuberías, de acuerdo con la ecuación de Hazen Williams. Este ejemplo se realiza con base en un tramo de tubería de diámetro 4" de longitud 100 metros lineales y un estimativo de pérdidas del 10% por accesorios de red, con unas pérdidas de carga de 10mca. Estos supuestos son los que se ajustan a las generalidades de las redes de distribución promedio del acueducto de Bogotá para la zona No 2 objeto de este estudio.

DIÁMETRO		LONGITUD	Q (CAUDAL)		MATERIAL	C	ACCESORIOS
PULG.	METROS		LTS/SG	M3/SG			
4,00	0,1016	100,00	16,87	0,0169	Acero	90,00	10,00%
4,00	0,1016	100,00	18,75	0,0187	Hierro Fundido	100,00	10,00%
4,00	0,1016	100,00	22,50	0,0225	Asbesto Cemento	120,00	10,00%
4,00	0,1016	100,00	28,12	0,0281	Polietileno	150,00	10,00%

TABLA NO. 1 COMPARATIVO RUGOSIDADES DE TUBERÍAS DE ACUEDUCTO⁵

Del anterior ejemplo se puede deducir que la capacidad de transporte de las redes construidas en polietileno de alta densidad es más alto que los demás materiales, tal como se ilustra en la siguiente gráfica.

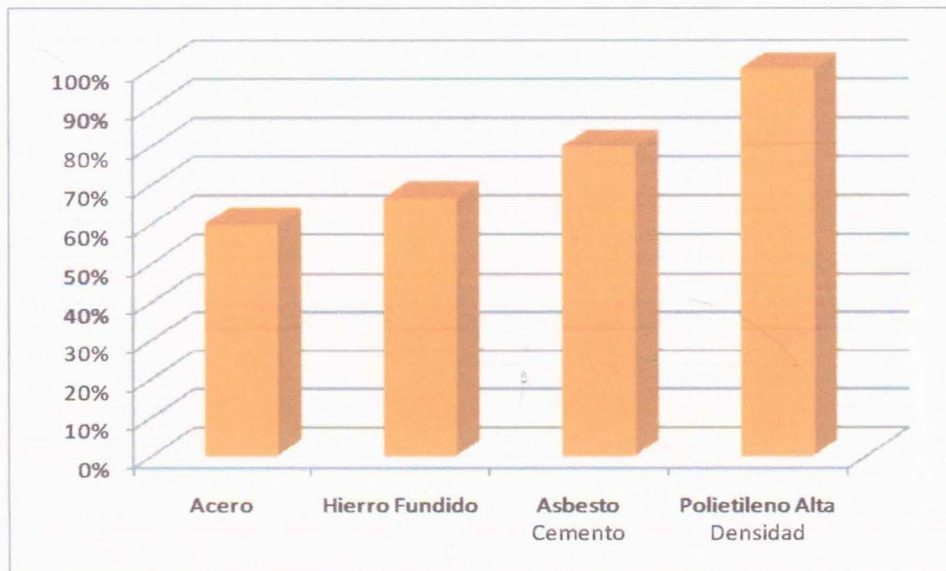


FIGURA NO. 5 COMPARATIVO RUGOSIDADES DE TUBERÍAS DE ACUEDUCTO

Analizando la grafica anterior se puede deducir que la mejor opción en el tipo de tubería a utilizar para el proyecto es el polietileno de alta densidad, con lo cual se logra disminuir el porcentaje de pérdidas técnicas en la distribución pasando hasta el 5%.

1.9.4 DESLIZAMIENTO DE TUBERÍA CON REDUCCIÓN SIMÉTRICA DEL DIÁMETRO

La reducción simétrica de diámetro es un tipo de método de deslizamiento, en el cual el diámetro de la nueva tubería (ligeramente menor a la existente) es reducido por métodos térmicos o mecánicos. La técnica es muy similar al deslizamiento convencional, pues la nueva tubería es halada por un cabrestante de extremo a extremo. La diferencia radica en la reducción temporal del diámetro, en la utilización de la técnica de halado únicamente y en el uso exclusivo de tuberías de polietileno de alta y media densidad. La reducción del diámetro por métodos

térmicos se realiza mediante un anillo caliente y con un diámetro ligeramente menor a la nueva tubería de polietileno. Simultáneamente con la reducción, la tubería es halada dentro de la tubería existente, coordinando la tracción para mantener reducido el diámetro de la tubería.

Una vez la tubería es instalada, ésta vuelve a sus tamaño original cuando baja la temperatura, quedando totalmente adherida a la tubería existente, sin vacíos intermedios. Es necesario dejar una longitud considerable en cada extremo para tener en cuenta la contracción ocurrida cuando la tubería vuelva a su estado original. La reducción del diámetro por métodos mecánicos tiene el mismo principio que el anterior, pero se realiza por medio de la coordinación de rodillos de reducción y el halado de la tubería. En la Figura 6 se muestra el esquema del sistema de deslizamiento con reducción simétrica del diámetro.

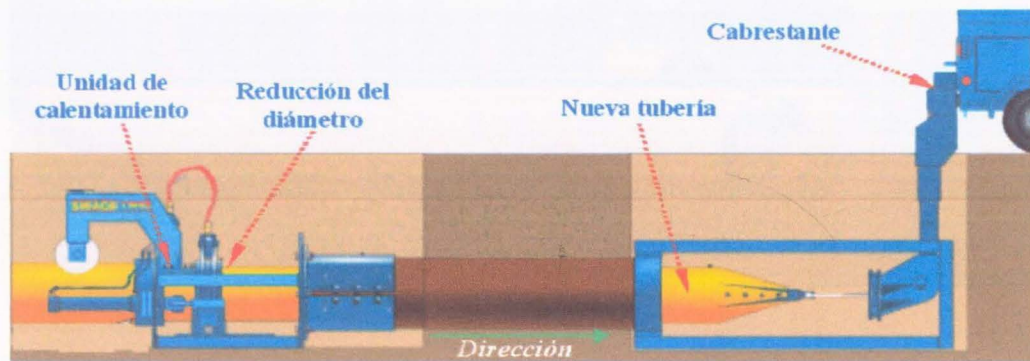


Figura No. 6 Esquema del funcionamiento del deslizamiento de tubería con reducción simétrica del diámetro por métodos térmicos.⁶

1.9.5 SISTEMAS DE REHABILITACIÓN DE REDES CURADO EN SITIO

Estos sistemas consisten en el revestimiento interior de la red existente, mediante procesos mecánicos o hidráulicos, con la aplicación de aditivos de PVC u otros materiales, los cuales son preparados en sitio de manera líquida, luego insertados en el tramo a ser rehabilitado para su curado de corto plazo.

De los diferentes sistemas que existen se puede mencionar Perma Liner de Estados Unidos, donde a diferencia de los anteriores sistemas, estos son de rehabilitación, ya que su finalidad es reparar la tubería existente.

Debido al alto costo de aplicación y los inconvenientes en el origen de los materiales y mezclas (algunas veces tóxicas), la demanda de esta tecnología para acueducto, es muy baja.

6. Adaptado de Swagelining. TM. Terry Enga – BG Technology. Huston USA

1.9.6 PORTABURST SUSTITUCIÓN DE ACOMETIDAS SIN ZANJA

Las fugas en acometidas de agua potable y la existencia de infiltraciones al terreno en acometidas de saneamiento presentan buena parte de los problemas de las redes en zonas de baja densidad. La sustitución de estos tramos de tubería presenta para los propietarios elevados costes que pueden ser reducidos mediante esta nueva técnica sin zanja.

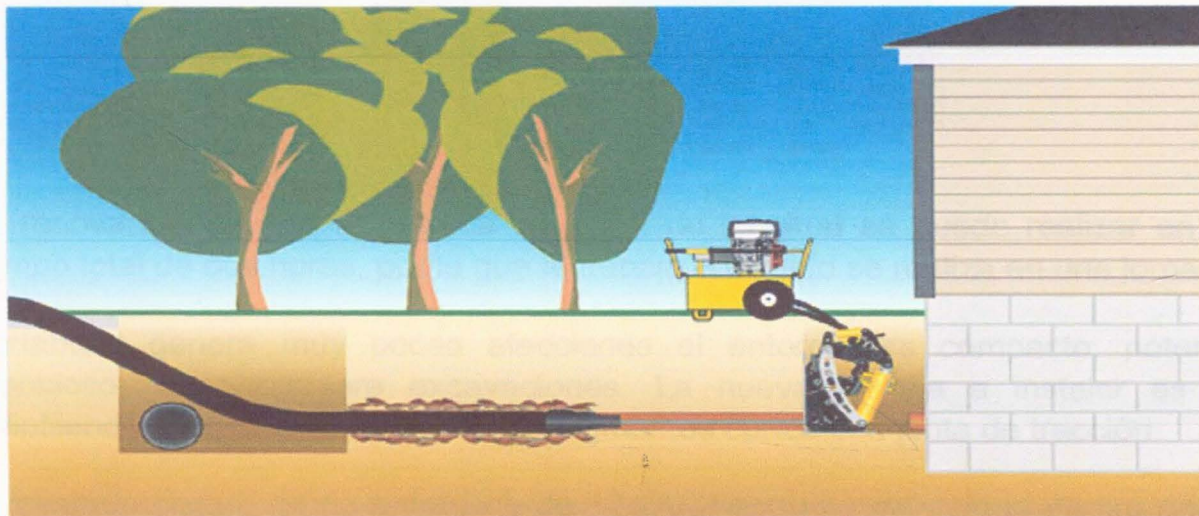


FIGURA NO. 7 SISTEMA PORTABURST¹

Muchos kilómetros de pequeños colectores y acometidas de agua potable y gas son inaccesibles, bajo jardines, muros, viales y edificios. La sustitución mediante apertura de zanja en estas situaciones, si es viable, supone un importante coste e inconvenientes.

El sistema de sustitución de acometidas Portaburst es un sistema ligero, manejable, económico y eficiente para la sustitución de acometidas de agua potable, gas y saneamiento de entre 50 y 150 mm de diámetro en el menor tiempo posible.

La utilización de este sistema para sustituir acometidas evitará las molestias y destrozos usualmente asociados a la construcción en zanja convencional. Es incluso recomendable para la sustitución de redes de abastecimiento en zonas de difícil acceso.

¹ www.sinzatec.es/portaburst.pdf pág 1

El sistema Portaburst requiere únicamente dos pequeñas excavaciones para instalar la máquina e insertar la tubería. Tras el cabezal de rotura y expansión se engancha la nueva tubería de polietileno y se introduce en el interior de la tubería existente.



FIGURA NO. 8 EQUIPOS PORTABURSTS²

La renovación de una acometida de 30 m de longitud se puede realizar en un tiempo total de dos horas, por lo que el trabajo completo se realiza en una jornada

Portaburst genera muy pocas afecciones al entorno, es compacto, potente, silencioso, y no requiere excavaciones. La nueva tubería a instalar es de polietileno con soldadura a tope o en segmentos cortos con junta de tracción.

Alimentado por un grupo hidráulico de 13 CV, tiene una capacidad de tiro de 28 tons a 207 bar, y permite sustituir tuberías de entre 50 y 150 mm con una longitud máxima de 50 metros. El cable de tiro, de 3/4", permite la sustitución e través de codos de hasta 45°.

- Para el rango de diámetros desde 50 a 150 mm en longitudes hasta 50 metros
- Para zonas de mal acceso.
- Puede trabajar desde pozos existentes
- Posibilidad de incrementos importantes en los diámetros pequeños
- Recomendado para sustitución de acometidas domiciliarias

1.9.7 EXPANDIT SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS SIN ZANJA

La sustitución de redes de saneamiento en zonas urbanas presenta serios inconvenientes debido a la elevada profundidad de las zanjas necesarias para su sustitución y a la frecuente necesidad de incrementar la sección de las tuberías. Ambos inconvenientes tienen una efectiva solución con el sistema de sustitución de tuberías sin zanja Expandit.

² www.sinzatec.es/portaburst.pdf pág 2

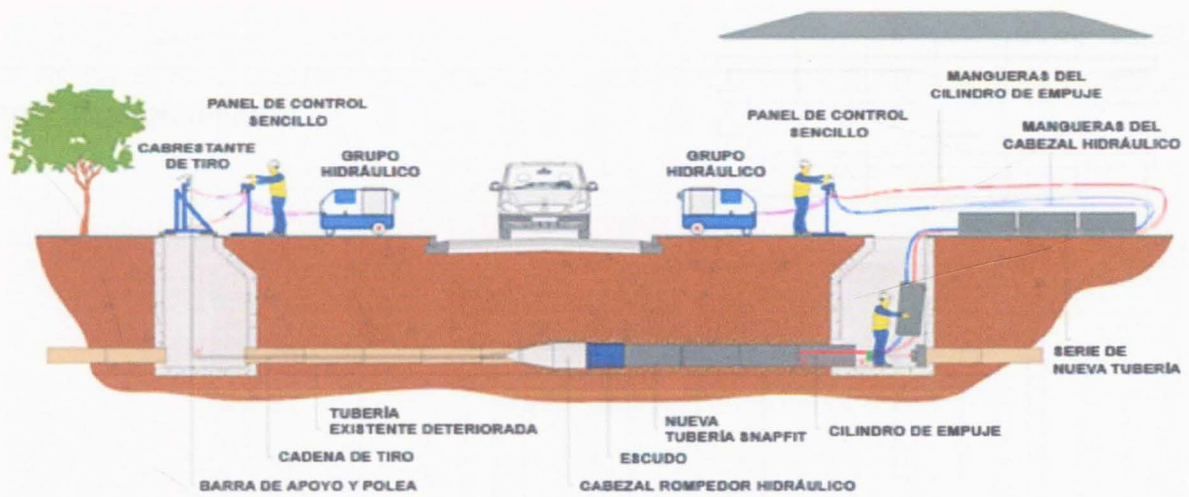


FIGURA NO. 9 SISTEMA EXPANDIT³

Expandit es un sistema de sustitución de tuberías que permite instalar tubería nueva de igual o mayor diámetro desde pozos existentes sin afecciones en superficie. El sistema es muy compacto y está configurado especialmente para el trabajo en áreas con acceso limitado tales como carreteras, jardines y edificios.

Con la utilización de tubería en segmentos cortos, tubería Snapit® de polietileno o de gres, el sistema está diseñado para trabajar desde pozos de registro existentes, y supone por tanto la solución ideal para sustituir una tubería dañada en zonas urbanas con el mínimo impacto social y ambiental. De igual manera, con la utilización de tubería larga de polietileno con soldadura a tope se pueden sustituir tuberías de abastecimiento en grandes longitudes.

El cabezal hidráulico se expande radialmente rompiendo la tubería e incrustándola en el terreno circundante. A continuación el cabezal se contrae y avanza por el empuje del gato hidráulico y el cabrestante de tiro. Esta operación se repite sucesivamente hasta que el cabezal sale en el pozo de llegada.

Expandit es capaz de romper un amplio rango de tuberías como gres, hormigón, fibrocemento, fundición gris y PVC. El sistema Expandit permite instalar nueva tubería de diversos materiales para cumplir las especificaciones del cliente. El sistema de funcionamiento hidráulico permite reducir la cantidad de arrastre y movimiento del terreno asociados a otros sistemas de sustitución.

³ www.sinzatec.es/expandit.pdf pág 1

El sistema genera muy pocas afecciones al entorno, es compacto, potente, silencioso, y no requiere excavaciones. La nueva tubería a instalar puede ser gres, hormigón o polietileno.

Tubería existente

Tubería nueva DE	Tubería existente											
	INCH	4	5	6	8	9	12	15	16	18	21	24
MM		100	125	150	200	225	300	375	400	450	525	600
200		●	●	●	●	●						
225				●	●	●						
300				●	●	●	●					
375						●	●	●				
400							●	●	●			
450							●	●	●	●		
525								●	●	●	●	
600								●	●	●	●	●

TABLA NO. 2 CAPACIDADES EXPANDIT⁴

1.9.8 TUBERÍA EN SEGMENTOS SNAP-IT

La utilización de tubería corta de polietileno Snapit o tubería de PRFV permite el entubado de tuberías de saneamiento con pequeñas afecciones en superficie. Utilizando un cabezal cónico de guía de la tubería, y garantizando la continuidad de la tubería mediante un gato hidráulico de compresión es posible renovar tuberías entre 225 y 1000 mm de diámetro. El sistema genera muy pocas afecciones al entorno, es compacto, potente, silencioso, y no requiere excavaciones.

⁴ www.sinzatec.es/portaburst.pdf pág 2

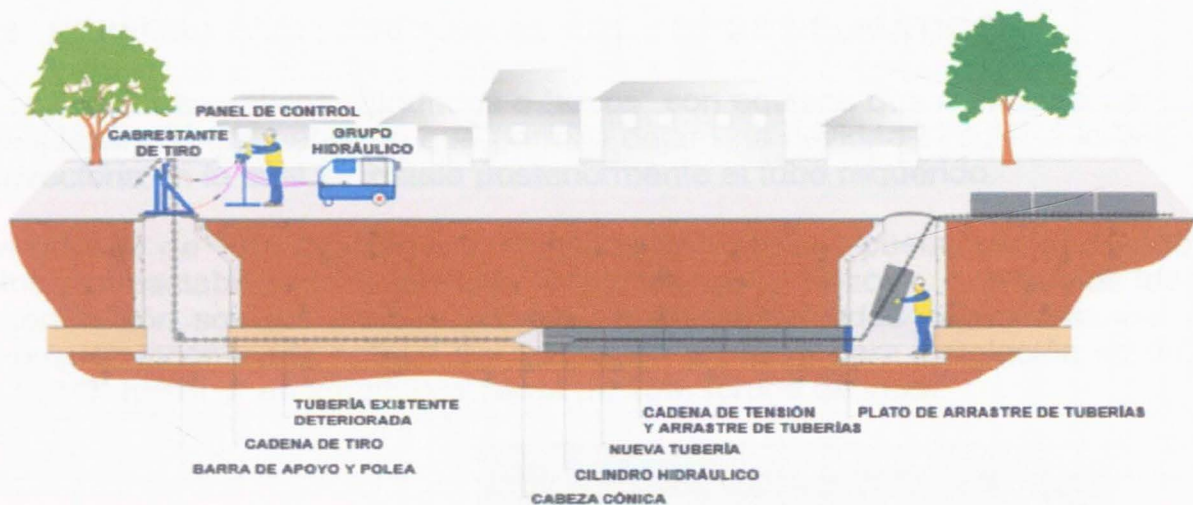


FIGURA NO. 10 INSTALACIÓN SLIPLINING⁵

- Tubería de polietileno de alta o media densidad
- Excelente resistencia al ataque químico
- Junta de estanquidad de EPDM con resistencia a la tracción.
- Recomendada para Sliplining o Pipe bursting en zonas con acceso limitado:
 - carreteras
 - ríos
 - vías de ferrocarril
 - jardines
 - zonas de interés
 - edificios



FIGURA NO. 11 EQUIPOS SLIPLINING⁶

⁵ www.sinzatec.es/sliplining.pdf pág 1

⁶ www.sinzatec.es/sliplining.pdf pág 2

1.9.9 PERFORACIÓN HORIZONTAL CON TOPOS NEUMÁTICOS

Los martillos neumáticos cilíndricos o “topos” son equipos que compactan el suelo al desplazarlo radialmente, lo que permite dejar una cavidad circular a lo largo de la trayectoria en la cual se instala posteriormente el tubo requerido.

Este método de “ perforación por compactación radial ” puede ser empleado en suelos compactables como: arcillas, limos, arenas o mezclas. Los suelos ideales de perforación son las arcillas y limos de media densidad con resistencia a la compresión inconfiada entre 1,0 y 2,5 Kg/cm² , sirve para instalación de ductos desde 1/2” hasta 4” en longitudes hasta de 20m (cruce de vías).



FIGURA NO. 12 PERFORACIÓN SIN ZANJA⁷

Para realizar la perforación se requiere construir una caja de lanzamiento y una de recibo pero cuando se requiere instalar líneas de distribución tipo anillo (gas, fibra, cable) se ubican “cajas de control” lo que permite lograr grandes longitudes de perforación. Una vez el equipo es nivelado y direccionado dentro de la caja de lanzamiento conforme a la trayectoria de perforación escogida, se inicia la perforación abriendo la válvula que permite la llegada del aire comprimido

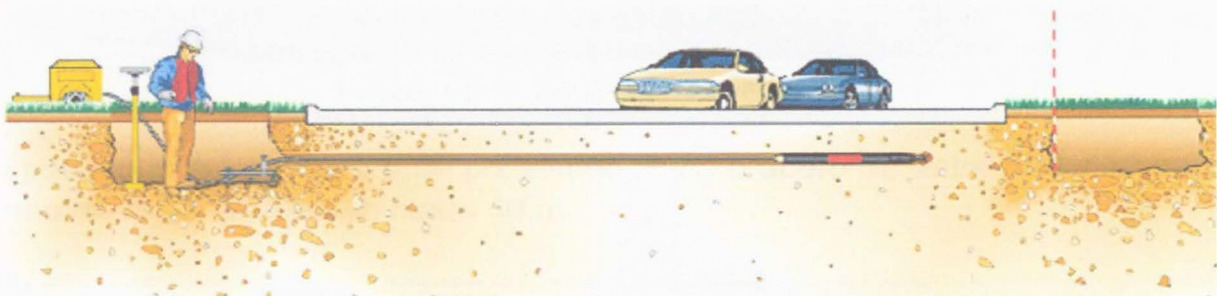


FIGURA NO. 13 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS SIN ZANJA⁸

⁷ www.sinzatec.es/topos_neumaticos.pdf pág 1

Empresas de servicios en todo el mundo utilizan esta técnica para la instalación de acometidas de gas, agua y saneamiento, cables eléctricos y fibra óptica, normalmente bajo aceras o viales en longitudes cortas de hasta 50 m.

Las ventajas principales de los topes neumáticos son los reducidos costos de operación y reposición, relativa simplicidad de funcionamiento, mínima o hasta inexistente excavación entre los puntos de conexión y de terminación y mínima afección a los viales públicos.

El apoyo necesario se reduce a un pequeño compresor de aire y una pequeña excavadora o zanjadora para abrir y rellenar las catas de partida y de recepción.

El equipo necesario es muy compacto y es ideal para aquellos lugares donde el espacio es muy confinado o está restringido (viales con tráfico, aceras, jardines..).

Con los topes neumáticos, las afecciones al entorno y al medioambiente son mínimas. Un topo es un equipo neumático con forma de torpedo que avanza a través del terreno usando el efecto de percusión del martillo neumático.

La tubería o conducto es usualmente instalada una vez la perforación ha sido completada, pero puede también ser arrastrada a su lugar mientras la perforación se va realizando, adecuado en terrenos sueltos o inestables. La perforación con topes trabaja en línea recta –no como la perforación dirigida que suele ser guiada– y requiere de una cata de partida y una cata de recepción. En la cata de partida, el topo es alineado con la mira telescópica para una adecuada orientación y es directamente puesto en marcha.



FIGURA NO. 14 EQUIPO DE PERFORACIÓN⁹

Se pueden instalar tuberías de polietileno, PVC o acero de entre 50 y 150 mm de diámetro, en longitudes de hasta 50 m.

⁸ www.sinzatec.es/sliplining.pdf pág 2

⁹ www.sinzatec.es/sliplining.pdf pág 3

Los topos neumáticos tienen numerosas aplicaciones: además de líneas de agua y gas, son utilizados para instalar cables, canalizaciones eléctricas, riego de jardines, iluminación ambiental, drenajes, sustitución de tuberías de plomo etc.



FIGURA NO. 15 MÉTODO DE ENSAMBLAJE¹⁰

Un sistema con muchas ventajas

- Recomendado en zonas sensibles al no generar vibraciones en el terreno
- Rango de diámetros de 50 a 150 mm
- Instala tuberías de PEAD, PVC o acero
- Adecuado para terrenos blandos y cohesivos
- Manejo sencillo. Solo dos operarios son necesarios
- Perforaciones entre 5 y 50 m
- Todo el sistema puede ser transportado en un furgón
- Rápido y sencillo

1.9.10 PIPE RAMMING

Utilizado para hincar tubos de acero como definitivos o bien como tubos de protección, hasta un diámetro de 4.000 mm y una longitud de 80 m.

El Grundoram, necesita aire comprimido para su funcionamiento, tiene una forma cilíndrica en su mayor parte, excepto en la parte anterior y posterior, donde presenta una forma cónica, para la adaptación del cono de empuje, segmentos de empuje y/o cono de vaciado, que transmiten la fuerza de la máquina al tubo a instalar. Con la utilización del cono de vaciado y mediante sus dos orificios, se extrae parte del terreno y se libera la presión creada. La utilización de los segmentos de empuje impide que el tubo se abocardada y se facilita la ejecución de una buena soldadura.

La propulsión de la máquina se realiza con un compresor; sucesivamente se van hincando los tubos de acero después de ser soldados. Por su robusta construcción el Ram puede desarrollar una energía de empuje de 40.000 Nm que se distribuyen óptima y regularmente por todo el tramo de la tubería.

¹⁰ www.sinzatec.es/topos_neumaticos.pdf pág 3

Se puede calcular una velocidad media de avance de 10m/h, este rendimiento puede variar dependiente del tipo de terreno, el diámetro de la tubería y la longitud de la perforación.

Una vez finalizada la hinca de la tubería, se procede a remover el suelo dentro de ella.



FIGURA NO. 18 SISTEMA RAMMING¹¹

1.9.11 MICROTUNELAJE

Técnica de instalación de ductos en los cuales se requiere alta precisión en pendiente y dirección, es el caso de los alcantarillados o sistemas a gravedad.

El equipo es instalado en un foso, el cual inicialmente presta la función de apoyo a la maquina y después se convierte en un pozo de inspección o "Manhole", desde ésta, la perforación se direcciona hasta otra cámara de llegada situada hasta longitudes de 80 o 100m según el diseño; permite instalar tubería hasta 56".

¹¹ www.ainpro.com.co/piperamimg.php



FIGURA NO. 16 MICROTUNELAJE¹²

Las ventajas que se obtienen con la utilización de esta tecnología es que permite evitar que los trabajos de instalación de las diferentes tuberías ya sea de concreto reforzado, acero, tubería de mortero moldeada, etc., se realicen alterando las zonas urbanas, tránsito de vehículos, zonas habitacionales, medios de comunicación o servicios, teniendo una afectación social mínima, aunado a lo anterior se reduce considerablemente tiempos de ejecución comparándolo con los sistemas tradicionales con excavación a cielo abierto.

1.10 ESTUDIO SOCIO – ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LAS NUEVAS METODOLOGÍAS PARA LA RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS.

1.10.1 ESTUDIO SOCIO - ECONÓMICO

A continuación se relacionaran algunos de los cambios y ventajas que surgirían con la utilización de las nuevas tecnologías para la renovación de redes de acueducto, en aspectos económicos y sociales:

La ejecución de este tipo de obras afecta directamente el comercio ya que al cerrar los andenes, se impide el tránsito normal de los clientes a sus locales y las ventas de los mismos tienden a bajarse. Las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías al ser más eficientes, permiten que las tuberías sean cambiadas en un menor tiempo haciendo que este inconveniente se minimice.

Las nuevas metodologías, ofrecen otra ventaja y es que no se debe abrir zanja a lo largo de toda la calle, sino que se hacen dos pequeñas zanjas de entrada y salida de la tubería, lo cual no impide el paso normal de peatones hacia los locales comerciales y reduce sustancialmente las pérdidas que puedan presentar estos

¹² www.ainpro.com.co/microtunelaje.php

establecimientos, hasta considerar que usando las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías estas pérdidas pueden llegar a ser nulas.

Igualmente se presentaría cambio en las actividades productivas de la población, ya que con el uso de la metodología tradicional para la renovación y rehabilitación de tuberías se emplea un gran número de mano de obra no calificada, lo cual disminuiría al trabajar las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tubería ya que estas necesitan de personal capacitado en el manejo de la maquinaria y los equipos necesarios para realizar la instalación de la nueva red, afectando la demanda de empleo de mano de obra no calificada.

Las obras de renovación y rehabilitación de tuberías han cambiado las dinámicas de transporte de la población, ya que necesitan cambiar de aceras cuando estas están bloqueadas o cambiar las rutas de transporte vehicular por las congestiones que se presentan en los tramos donde se deben cerrar las calles, inconveniente que se va a minimizar al aplicar las nuevas metodologías de renovación y rehabilitación de tuberías, ya que los cierres de calles tomaran un menor tiempo y los andenes van a estar habilitados para el buen transito de los peatones por los mismos.

Los residentes de los sectores en donde se realicen obras de rehabilitación y renovación de tuberías, también verán beneficios con la utilización de las nuevas metodologías, porque los inconvenientes que se presentaban por la obstaculización de las entradas a sus casas se va a reducir.

1.10.2 ESTUDIO AMBIENTAL⁷

1.10.2.1 Identificación de los impactos ambientales

Para hacer un análisis de impacto ambiental completo de las metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías en redes de acueducto, es necesario hacer un inventario de las actividades que son involucradas en este proceso y analizar en que magnitud están afectando; el agua, el suelo, el aire y el paisaje. Para al comparar como los actividades de los procesos constructivos están afectando los factores del medio ambiente y en qué grado se va a reducir el impacto de estos factores utilizando las nuevas metodologías de renovación y rehabilitación de tuberías.

1.10.2.2 Análisis de impacto ambiental y su mitigación

Cada una de las actividades involucradas en la instalación de la tubería se están reduciendo al utilizar las nuevas metodologías de rehabilitación y renovación, por lo tanto de la misma forma como se reducen las cantidades de estas actividades, se está reduciendo su impacto ambiental, lo cual se puede ver en la siguiente tabla:

ACTIVIDADES	UN	CANT	CANT	% MITIGA.
Trazado y Replanteo	m2	1.00	0,2	80%
Señalización	m2	1.00	0,2	80%
Rotura de concreto	m2	1.20	0,16	87%
Excavación manual	m2	0,43	0,11	74%
Relleno arena de peña	m2	0,15	0,01	93%
Base B-200	m2	0,24	0,06	77%
Relleno Prov. de Exc.	m2	0,18	0,06	69%
Reparqueo en asfalto	m2	0,2	0,01	95%
Anden E = 0.1	m2	1.20	0,16	87%
Retiro de sobrantes	m2	0,62	0,06	91%

TABLA NO. 3 PORCENTAJE DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES

En la tabla anterior, Se observa que el porcentaje de mitigación de cada impacto va entre el 69 y el 95%, lo que es un porcentaje alto que nos ayuda a recomendar las nuevas metodologías por la reducción de daño ambiental que estas fomentan.

La instalación de la tubería es la única actividad que presenta diferencias en los factores del medioambiente que afecta, ya que la metodología tradicional con apertura de zanja no usa ni maquinaria ni equipos especializados, mientras que las nuevas tecnologías al usar maquinaria y equipos que necesitan para su funcionamiento combustible generan otro tipo de afectaciones al medio ambiente.

La metodología tradicional con apertura de zanja genera una mayor contaminación en los suelos, ya que las tuberías antiguas deben ser retiradas y llevadas a botaderos donde contaminan los suelos donde finalmente van a quedar las mismas, además estos materiales no son reciclables.

Las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías contaminan en una mayor magnitud las aguas, ya que para hacer la rehabilitación de las redes se deben limpiar las viejas tuberías con químicos especiales que contaminan el agua, además en algunos casos es necesario usar lodos bentoníticos para dar estabilidad estructural a la nueva tubería, los cuales al no ser manejados correctamente pueden contaminar las aguas y taponar las redes de alcantarillado de las ciudades.

7. Tomado de | Artículo sobre la viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías. (A.F. MacKenzie, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia).

1.11 SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo anterior, se plantean varias alternativas que resuelven el problema de la mala calidad de las redes de acueducto, tomando como variables el valor de las obras y el impacto ambiental.

El valor de las obras y selección del método de renovación de las redes tiene relación directa con la conformación urbanística de la zona de estudio, en aspectos tales como:

PARÁMETRO	VARIABLES
Simetría de las vías	Rectas
	No Rectas
Numero de Acometidas por cuadra	Menores a 20
	Mayores a 20
Ubicación de las redes	Anden
	Calzada
Material Red	PVC
	Asbesto Cemento
	Hierro Fundido
	Hierro Galvanizado
	Hierro Dúctil
Diámetro de las redes	Menores a 2"
	Mayores a 2"
Acabados de Andenes	Buen Estado
	Mal Estado
Tipo de Vía	Alto Impacto
	Bajo Impacto

TABLA NO. 4 VARIABLES RENOVACIÓN REDES DE ACUEDUCTO

La decisión de renovar o rehabilitar redes de distribución de agua potable debe responder a un análisis del comportamiento y de las condiciones físicas del sistema, al igual que a una evaluación de los efectos generados en escenarios "con y sin" renovación o rehabilitación. El inventario y el monitoreo de los activos bajo tierra son totalmente necesarios para el análisis de las condiciones estructurales y funcionales del sistema y sus componentes. El avance de la tecnología, en cuanto a equipos de inspección, medición, monitoreo y localización con sistemas de información geográfica, han permitido tener una mayor eficiencia en la toma de datos para analizar y determinar el comportamiento de los parámetros principales necesarios para tomar decisiones óptimas de inversión en el tiempo, relacionadas con el mantenimiento de las redes de distribución de agua potable.

3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

1.12 ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se entiende como enfoque el dirigir la atención hacia un punto específico, en este proyecto, todos los esfuerzos se encaminan en buscar un aporte al problema que significa en países en vía de desarrollo, la renovación urbana de su infraestructura, especialmente las redes de acueducto y de esta manera contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población y a disminuir el impacto ambiental que se genera por el desperdicio de agua.

De acuerdo con los conceptos y formas de investigación que posee la ESING, este tipo de investigación se considera de tipo formativa, ya que consiste en la aplicación de todos los conocimientos adquiridos en el posgrado de Gerencia Integral de Obras, en busca de una solución a la problemática actual en el tema de renovación de redes de acueducto, realizando de manera crítica un análisis de la problemática.

1.13 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología establecida para la investigación se desarrolló por etapas, que de manera general se enmarcan en la concepción de una consultoría, iniciando con los planteamientos preliminares de justificación y posteriormente a una recopilación y análisis de la información tanto de oficina como de campo, con lo cual se plantearon diferentes alternativas, las cuales fueron analizadas y comparadas, para finalmente trabajar y analizar una sola de ellas.

1.14 POBLACIÓN Y MUESTRA

1.14.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

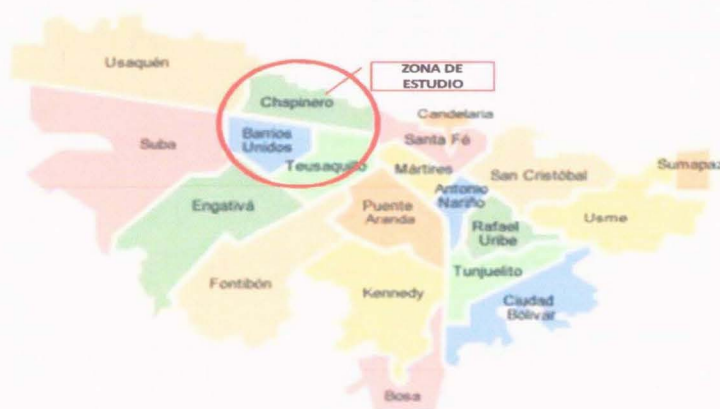


FIGURA NO. 17 MAPA DE BOGOTÁ

De la figura anterior se puede observar la delimitación del área de estudio, la cual corresponde a la zona de distribución del acueducto de Bogotá, denominada No. 2, que tiene los siguientes límites: al sur la avenida calle 26, al norte la calle 85 y el humedal Juan Amarillo, al oriente los cerros orientales de Bogotá y al occidente el río Bogotá y está conformada por las siguientes localidades:

Santa Fe localidad 3, limita al norte con la localidad de Chapinero, al sur con la localidad de San Cristóbal, Antonio Nariño, al oriente con los cerros que marcan el lindero del Distrito Capital en los municipios de Choachí y Ubaqué, al occidente con las localidades de Teusaquillo, Mártires y Antonio Nariño. Circunscrita por esta localidad se encuentra la localidad de la Candelaria.

El área total de la localidad es de 4.487,74 hectáreas, que corresponden al 2,29% total de las localidades urbanas del Distrito Capital; Santa Fe cuenta con 42 barrios y 5 UPZ: UPZ 91 Sagrado Corazón, UPZ 92 Macarena, UPZ 93 Nieves, UPZ 94 Cruces, UPZ 96 Lourdes.

Dentro de las problemáticas más relevantes en esa localidad se encuentran las siguientes:

Barrios ubicados en zonas de alto riesgo por deslizamiento en la zona del borde urbano de los Cerros Orientales.

- Contaminación atmosférica, contaminación hídrica, contaminación por ruido y visual, en el área de influencia de la malla vial, a causa del tráfico automotor y el comercio.
- Invasión del espacio público.
- Inseguridad, prostitución y drogadicción.
- Población flotante en gran cantidad.

Principales vías de Santa Fe

- Avenida Caracas
- Avenida Circunvalar
- Avenida Jiménez
- Calle 26 y 25
- Carrera 10
- Carrera 12
- Carrera 13
- Carrera 5
- Carrera 7
- Carrera 9
- Vía a Choachí

Chapinero localidad 2, está ubicada al oriente de la ciudad; va de la calle 39 a la calle 100, desde la Avenida Caracas hasta los Cerros Orientales. Limita con las localidades de Santa Fe, al sur; Teusaquillo y Barrios Unidos, al occidente; Usaquén, al norte, y con los municipios de Choachí y La Calera, al oriente. Al norte, limita con la calle 100 y la vía a La Calera, que la separan de la Localidad de Usaquén. Por el occidente, el eje vial Autopista Norte-Avenida Caracas la separa de las localidades de Barrios Unidos y Teusaquillo. En el oriente, las estribaciones del Páramo de Cruz Verde, la "Piedra de la Ballena", los cerros Pan de Azúcar y La Moya marcan el límite entre la localidad y los municipios de La Calera y Choachí. El río Arzobispo define la frontera sur con la Localidad de Santa Fe.

El área total de la localidad es 3.846 hectáreas, el 35,1% (1.349 hectáreas) es considerado área urbana; el 23,1%, área amanzanada; el 20,4%, área residencial, y el 21,2%, área de reserva rural, chapinero cuenta con 50 barrios.

Dentro de las problemáticas más relevantes en esa localidad se encuentran las siguientes:

- Contaminación atmosférica, contaminación hídrica, contaminación por ruido y visual, en el área de influencia de la malla vial, a causa del tráfico automotor y el comercio.
- Invasión del espacio público.
- Inseguridad, prostitución y drogadicción

Principales vías de Chapinero

- Carrera 7
- Calle 92
- Avenida Chile: va a lo largo de la calle 72
- Avenida Circunvalar
- Calle 100
- Autopista Norte
- Carrera 15
- Calle 45
- Calle 94
- Calle 63
- Calle 53
- Avenida carrera 11
- Avenida Caracas,
- Avenida carrera 9
- Avenida carrera 13

Teusaquillo Localidad 13: está ubicada en una de las partes más céntricas de la ciudad. Limita al norte con la Localidad Barrios Unidos (calle 63); al oriente, con las localidades Chapinero (Avenida Caracas) y Santa Fe; al sur, con Los Mártires (Avenida de las Américas, Avenida calle 26, y Puente Aranda (Diagonal 22 A) y al occidente, con Engativá (Avenida 68) y Fontibón.

Esta localidad ha sido dividida en cuatro zonas o agrupaciones geográficas de barrios que comparten un entorno urbano, un tipo de actividad y una problemática social. Los límites zonales son los siguientes:

- Zona 1: al occidente, la Avenida carrera 68; al norte, la Avenida calle 63; al oriente, la Avenida Ciudad de Quito (carrera 30); sigue por la Diagonal 53 y bordea la Ciudad Universitaria; y al sur, la Avenida calle 26. Esta zona comprende principalmente los usos recreativo, institucional y residencial. El primero, representado por el Parque Metropolitano Simón Bolívar; el segundo, por el Centro Administrativo Nacional, y el tercero, por los barrios La Esmeralda, Rafael Núñez, Nicolás de Federmán, Pablo VI y Campín Occidental.

- Zona 2: al occidente, la Avenida 68; al norte, la Avenida El Dorado, que comprende la Ciudad Universitaria; al oriente, la carrera 30; al sur, la Avenida de las Américas y la Diagonal 22 A. Esta zona también presenta uso institucional, con la Embajada de los Estados Unidos, la Gobernación de Cundinamarca y la Universidad Nacional de Colombia, y residencial, en los barrios Ciudad Salitre, Quinta Paredes, El Recuerdo, Centro Nariño y Gran América.

Esta zona también colinda con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán (calle 26), Avenida La Esperanza, la Avenida del Ferrocarril de Occidente, y la Diagonal 22 A, la Avenida del Congreso Eucarístico (carrera 68), la Avenida Batallón Caldas (carrera 50), la carrera 66, la carrera 42 y la Avenida Ciudad de Quito (carrera 30). En la parte suroccidental de la zona pasa el Canal San Francisco.

- Zona 3: al occidente, la carrera 30; al norte, la calle 45 con carrera 30, toma el canal Arzobispo (Avenida 39) y la calle 49; al oriente, la Avenida Caracas; al sur, la Avenida calle 26.

- Zona 4: al norte, la calle 63; al oriente, la Avenida Caracas; al sur, la Zona 3; al occidente, la carrera 30. El uso del suelo, especialmente sobre las vías principales, es comercial, e incluye tiendas, restaurantes, almacenes, supermercados y centros comerciales, entre otros;

Dentro de las problemáticas más relevantes en esa localidad se encuentran las siguientes:

- Deterioro urbano

- Inseguridad

Principales Vías de Teusaquillo

- Calle 26
- Calle 53
- Calle 63
- Carrera 68
- Avenida La Esmeralda
- Carrera 50
- Carrera 30
- Avenida Caracas

Usaquén Localidad 1:, limita al norte con el municipio de Chía (calle 236); al sur, con la Localidad de Chapinero (calle 100); al oriente, con el municipio de La Calera; al occidente, con la Localidad de Suba. Esta localidad tiene 6.534 hectáreas de extensión.

Principales Vías de Usaquén

- Eje calle 100 (límite con la Localidad de Chapinero)
- Calle 108
- Avenida Pepe Sierra
- Calle 122
- Calle 127
- Calle 134
- Calle 140
- Calle 153
- Calle 170
- Carrera 11
- Avenida 15
- Carrera 19
- Autopista Norte
- Eje carrera 7 A desde la calle 100 hasta la calle 236 (límite con el municipio de Chía)

1.14.2 DESCRIPCIÓN ESPECIFICA

Dentro de la zona de estudio se realiza una sectorización de una zona cuyas características están referidas a los materiales de las redes, los cuales reflejan la edad de las tuberías.

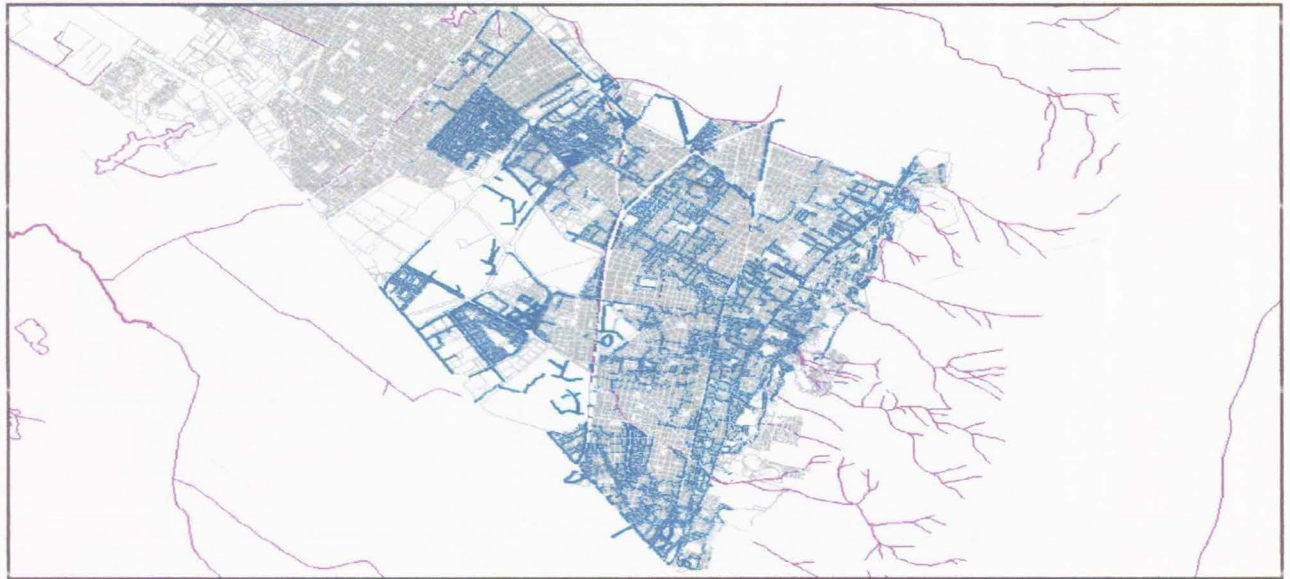


FIGURA NO. 18 REDES PARA RENOVAR ZONA 2

El mapa anterior representa con líneas azules, las redes susceptibles de renovación, que corresponden a redes construidas en materiales de Asbesto cemento, hierro fundido o hierro galvanizado, a su vez corresponden también a diámetros menores o iguales a 3 pulgadas.

Por el histórico de reparaciones de las redes de distribución, se tiene la certeza de que los materiales de asbesto cemento, hierro fundido o hierro galvanizado, presentan un alto índice de rotura.

Por otra parte, de acuerdo con las modelaciones resultantes de los estudios de sectorización, el cual tiene en cuenta las presiones máximas que deben tener las redes de distribución de la totalidad de las redes, de acuerdo con las condiciones de servicio que obliga la ley colombiana, se define como material mínimo para las redes de distribución 4" o 110mm.

1.14.2.1 CLASES DE TUBERÍAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

En general en la zona 2 del acueducto de Bogotá, existen las siguientes redes:

DIÁMETRO	LONGITUD	ASBESTO CEMENTO	HIERRO FUNDIDO	HIERRO GALVANIZADO
1"	2.200,00	297,00	75,00	1.828,00
1 1/2"	1.817,00	1,50	3,25	1.812,25
2"	33.714,00	2.048,00	684,00	30.982,00
2 1/2"	2.526,00	76,00	135,00	2.315,00
3"	66.697,00	52.459,00	4.263,00	9.975,00
4"	83.774,00	66.795,00	11.218,00	5.761,00

DIÁMETRO	LONGITUD	ASBESTO CEMENTO	HIERRO FUNDIDO	HIERRO GALVANIZADO
6"	68.223,00	61.089,00	6.953,00	181,00
8"	30.084,00	26.293,00	3.791,00	0,00
10"	1.997,00	438,99	1.558,01	0,00
12"	40.826,00	35.820,00	5.006,00	0,00
14"	1.885,00	339,00	1.546,00	0,00
16"	2.091,00	32,00	2.059,00	0,00
20"	470,00		470,00	0,00
24"	1.492,00	9,00	1.483,00	0,00
36"	1.094,00	650,99	443,01	0,00
42"	56,00		56,00	0,00

TABLA NO. 5 REDES SUSCEPTIBLES DE RENOVACIÓN

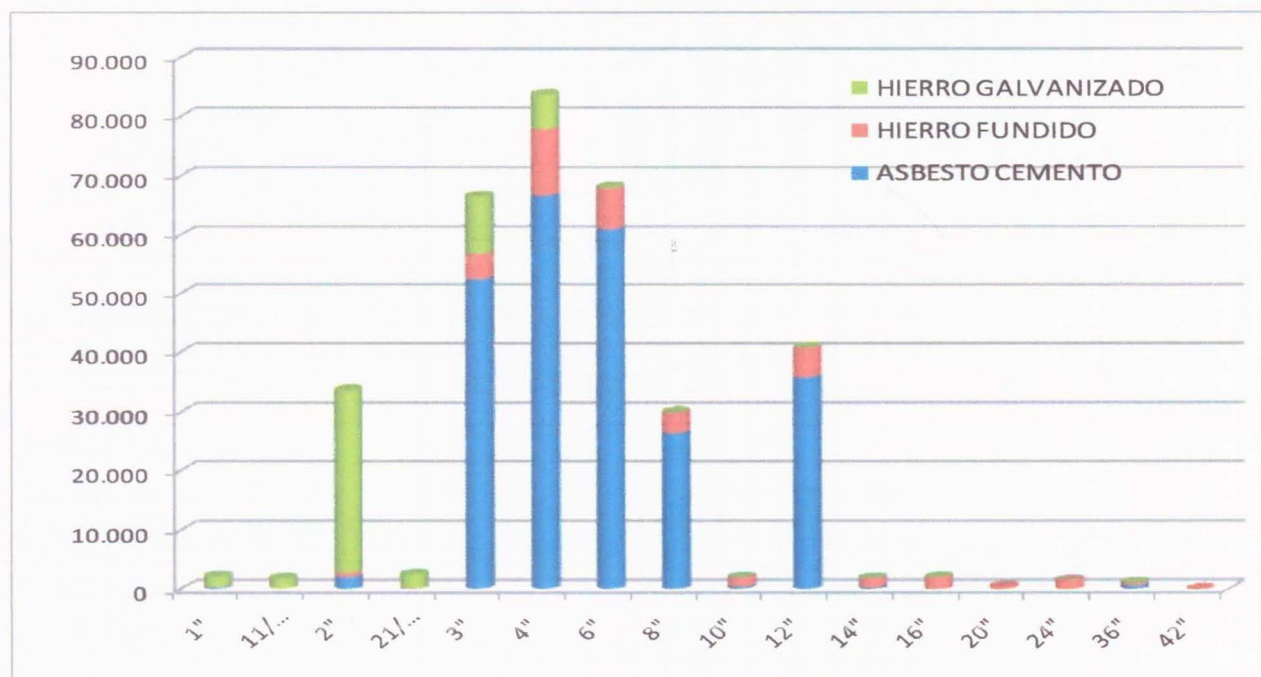


FIGURA NO. 19 MATERIALES REDES A RENOVAR ZONA 2

El material predominante en la zona de estudio es Asbesto Cemento, se presentan en algunos sectores concentrados de redes que requieren renovación, en ese orden de ideas, se comprueba que es una excelente zona para la aplicación del proyecto de investigación.



FIGURA NO. 20 ZONA DE ESTUDIO

La zona corresponde a los barrios Simón Bolívar, San Fernando y La Libertad, comprendido entre las calle 68 y canal Salitre y entre las carrera Avenida 68 y la carrera 47 y tiene las siguientes características:

ÁREA	92,63	Ha
DENSIDAD	450,00	Hab. – Ha
POBLACIÓN SATURACIÓN	41.683,50	Hab.
DOTACIÓN NETA	120,00	Lts/Hab./dia
PERDIDAS TÉCNICAS	20%	Porcentaje
DOTACIÓN BRUTA	150,00	Lts/Hab./dia
QM	72,37	Lts/sg
K1	1,30	
QMD	94,08	Lts/sg
K2	1,60	
QMH	150,52	Lts/sg
CONSUMO TOTAL MENSUAL	390.157,56	m3 Agua Potable
PERDIDAS MENSUALES	78.031,51	m3 Agua Potable
VALOR m3 AGUA POTABLE	2.210,00	Pesos Col. Estrato 3
VALOR CONSUMO TOTAL MENSUAL	862.248,21	Miles Pesos Col.
VALOR PERDIDAS MENSUAL	172.449,64	Miles Pesos Col.

La longitud estimada de redes a renovar es de 20.400 metros lineales de diámetro 4", como se mencionó anteriormente la alternativa más viable para la renovación de estas redes es la de pipe bursting. Los costos de renovación de redes de acueducto se estiman de acuerdo con la siguiente tabla, la cual se elaboró para un tramo de 120 metros y luego se estima por metro lineal:

COSTO RENOVACIÓN REDES DE ACUEDUCTO SIN ZANJA PIPE BURSTING					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
1	Impacto Urbano	gl	1,00	150.000,00	150.000,00
2	Excavaciones	m3	25,50	20.000,00	510.000,00
3	Relleno material seleccionado excavación	m3	6,80	15.000,00	102.000,00
4	Relleno material Recebo	m3	6,80	45.000,00	306.000,00
5	Relleno material Subbase	m3	4,25	55.000,00	233.750,00
6	Retiro de sobrantes	m3	18,70	25.000,00	467.500,00
7	Demolición de Andenes	m2	17,00	12.000,00	204.000,00
8	Reconstrucción de Andenes	m2	17,00	55.000,00	935.000,00
9	Demolición de Sardineles	ml	5,00	10.000,00	50.000,00
10	Reconstrucción de Sardineles	ml	5,00	35.000,00	175.000,00
11	Renovación Acometidas	un	30,00	150.000,00	4.500.000,00
12	Instalación tubería sin zanja pipe Bursting	ml	120,00	45.000,00	5.400.000,00
13	Suministro tubería PE PN 10 - D 110mm	ml	120,00	29.381,00	3.525.720,00
SUBTOTAL					16.558.970,00
AIU TEÓRICO			35,0%	5.795.639,50	
VALOR TOTAL					22.354.609,50
VALOR METRO LINEAL					186.288,41

TABLA NO. 6 PRESUPUESTO RENOVACIÓN REDES SIN APERTURA DE ZANJA

De acuerdo con este costeo de obras, la inversión necesaria para la renovación de estas redes es de \$3.800.283.615.

Con el fin de realizar un análisis comparativo entre los sistemas de renovación convencionales y sin apertura de zanja, a continuación se presenta el presupuesto estimado de las obras a zanja abierta con tubería PVC.

COSTO RENOVACIÓN REDES DE ACUEDUCTO A ZANJA ABIERTA CON TUBERÍAS PVC					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
1	Impacto Urbano	gl	1.00	\$250,000	\$250,000
2	Excavaciones	m3	86.40	\$20,000	\$1,728,000
3	Relleno material seleccionado excavación	m3	18.00	\$15,000	\$270,000
4	Relleno material Recebo	m3	12.00	\$45,000	\$540,000
5	Relleno material Subbase	m3	24.00	\$55,000	\$1,320,000
6	Retiro de sobrantes	m3	32.40	\$25,000	\$810,000
7	Demolición de Andenes	m2	180.00	\$12,000	\$2,160,000
8	Reconstrucción de Andenes	m2	180.00	\$55,000	\$9,900,000

COSTO RENOVACIÓN REDES DE ACUEDUCTO A ZANJA ABIERTA CON TUBERÍAS PVC					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
9	Demolición de Sardineles	ml	12.00	\$10,000	\$120,000
10	Reconstrucción de Sardineles	ml	12.00	\$35,000	\$420,000
11	Renovación Acometidas	un	30.00	\$150,000	\$4,500,000
12	Instalación tubería a zanja abierta	ml	120.00	\$6,000	\$720,000
13	Suministro tubería PVC RDE 21 D 4" inc. accesorios	ml	120.00	\$29,755	\$3,570,600
SUBTOTAL					\$26,308,600
	AIU TEÓRICO		35%		\$9,208,010
VALOR TOTAL					\$35,516,610
VALOR METRO LINEAL					\$295,972

De acuerdo con este costeo de obras, la inversión necesaria para la renovación de estas redes con zanja abierta es de \$6,037,823,700.

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Partiendo de los anteriores datos se generan los siguientes escenarios para realizar los análisis financiero, que conduzcan a tomar las decisiones en cuanto a la forma de financiar la ejecución de estas obras. Especialmente, teniendo en cuenta que como se mencionó anteriormente, la financiación de estas obras debe provenir del fondo de inversiones de la misma empresa prestadora del servicio de acueducto.

El siguiente cuadro resume el flujo del Préstamo que se requiere para la ejecución de las obras.

DATOS GENERALES

VALOR PROYECTO	\$3.800.283.615,00	
CUOTA INICIAL	0%	
V. PRESTAMO	\$3.800.283.615,00	
PERIODO DE PAGO	36	
	18%	MES
INTERES NOMINAL DTF + 6%		VENCIDO
INTERES PERIODICO	1,50%	

TIEMPO	CUOTA	INTERESES	AMORTIZACIÓN CAPITAL	SALDO DEUDA
0				\$ 3.800.283.615
1	-\$ 137.389.356	-\$ 57.004.254	-\$ 80.385.102	\$ 3.719.898.513
2	-\$ 137.389.356	-\$ 55.798.478	-\$ 81.590.879	\$ 3.638.307.634
3	-\$ 137.389.356	-\$ 54.574.615	-\$ 82.814.742	\$ 3.555.492.892
4	-\$ 137.389.356	-\$ 53.332.393	-\$ 84.056.963	\$ 3.471.435.929
5	-\$ 137.389.356	-\$ 52.071.539	-\$ 85.317.817	\$ 3.386.118.112
6	-\$ 137.389.356	-\$ 50.791.772	-\$ 86.597.585	\$ 3.299.520.527
7	-\$ 137.389.356	-\$ 49.492.808	-\$ 87.896.548	\$ 3.211.623.979
8	-\$ 137.389.356	-\$ 48.174.360	-\$ 89.214.997	\$ 3.122.408.982
9	-\$ 137.389.356	-\$ 46.836.135	-\$ 90.553.222	\$ 3.031.855.760
10	-\$ 137.389.356	-\$ 45.477.836	-\$ 91.911.520	\$ 2.939.944.240
11	-\$ 137.389.356	-\$ 44.099.164	-\$ 93.290.193	\$ 2.846.654.047
12	-\$ 137.389.356	-\$ 42.699.811	-\$ 94.689.546	\$ 2.751.964.502
13	-\$ 137.389.356	-\$ 41.279.468	-\$ 96.109.889	\$ 2.655.854.613
14	-\$ 137.389.356	-\$ 39.837.819	-\$ 97.551.537	\$ 2.558.303.076
15	-\$ 137.389.356	-\$ 38.374.546	-\$ 99.014.810	\$ 2.459.288.265
16	-\$ 137.389.356	-\$ 36.889.324	-\$ 100.500.032	\$ 2.358.788.233
17	-\$ 137.389.356	-\$ 35.381.823	-\$ 102.007.533	\$ 2.256.780.700
18	-\$ 137.389.356	-\$ 33.851.711	-\$ 103.537.646	\$ 2.153.243.054
19	-\$ 137.389.356	-\$ 32.298.646	-\$ 105.090.711	\$ 2.048.152.344
20	-\$ 137.389.356	-\$ 30.722.285	-\$ 106.667.071	\$ 1.941.485.272
21	-\$ 137.389.356	-\$ 29.122.279	-\$ 108.267.077	\$ 1.833.218.195
22	-\$ 137.389.356	-\$ 27.498.273	-\$ 109.891.083	\$ 1.723.327.111

TIEMPO	CUOTA	INTERESES	AMORTIZACIÓN CAPITAL	SALDO DEUDA
23	-\$ 137.389.356	-\$ 25.849.907	-\$ 111.539.450	\$ 1.611.787.662
24	-\$ 137.389.356	-\$ 24.176.815	-\$ 113.212.541	\$ 1.498.575.120
25	-\$ 137.389.356	-\$ 22.478.627	-\$ 114.910.730	\$ 1.383.664.391
26	-\$ 137.389.356	-\$ 20.754.966	-\$ 116.634.391	\$ 1.267.030.000
27	-\$ 137.389.356	-\$ 19.005.450	-\$ 118.383.906	\$ 1.148.646.094
28	-\$ 137.389.356	-\$ 17.229.691	-\$ 120.159.665	\$ 1.028.486.429
29	-\$ 137.389.356	-\$ 15.427.296	-\$ 121.962.060	\$ 906.524.369
30	-\$ 137.389.356	-\$ 13.597.866	-\$ 123.791.491	\$ 782.732.878
31	-\$ 137.389.356	-\$ 11.740.993	-\$ 125.648.363	\$ 657.084.515
32	-\$ 137.389.356	-\$ 9.856.268	-\$ 127.533.089	\$ 529.551.426
33	-\$ 137.389.356	-\$ 7.943.271	-\$ 129.446.085	\$ 400.105.341
34	-\$ 137.389.356	-\$ 6.001.580	-\$ 131.387.776	\$ 268.717.565
35	-\$ 137.389.356	-\$ 4.030.763	-\$ 133.358.593	\$ 135.358.972
36	-\$ 137.389.356	-\$ 2.030.385	-\$ 135.358.972	\$ 0

TABLA NO. 7 DATOS GENERALES DEL PRESTAMO PARA EL PROYECTO SIN ZANJA

DATOS GENERALES

VALOR PROYECTO	\$6.037.823.700,00	
CUOTA INICIAL	0%	
V. PRESTAMO	\$6.037.823.700,00	
PERIODO DE PAGO	36	MES
INTERES NOMINAL DTF + 6%	18%	VENCIDO
INTERES PERIODICO	1,50%	

TIEMPO	CUOTA	INTERESES	AMORTIZACION CAPITAL	SALDO DEUDA
0				\$ 6.037.823.700
1	-\$ 218.281.791	-\$ 90.567.356	-\$ 127.714.435	\$ 5.910.109.265
2	-\$ 218.281.791	-\$ 88.651.639	-\$ 129.630.152	\$ 5.780.479.113
3	-\$ 218.281.791	-\$ 86.707.187	-\$ 131.574.604	\$ 5.648.904.509
4	-\$ 218.281.791	-\$ 84.733.568	-\$ 133.548.223	\$ 5.515.356.287
5	-\$ 218.281.791	-\$ 82.730.344	-\$ 135.551.446	\$ 5.379.804.840
6	-\$ 218.281.791	-\$ 80.697.073	-\$ 137.584.718	\$ 5.242.220.122
7	-\$ 218.281.791	-\$ 78.633.302	-\$ 139.648.489	\$ 5.102.571.633
8	-\$ 218.281.791	-\$ 76.538.575	-\$ 141.743.216	\$ 4.960.828.417
9	-\$ 218.281.791	-\$ 74.412.426	-\$ 143.869.364	\$ 4.816.959.053
10	-\$ 218.281.791	-\$ 72.254.386	-\$ 146.027.405	\$ 4.670.931.648
11	-\$ 218.281.791	-\$ 70.063.975	-\$ 148.217.816	\$ 4.522.713.832
12	-\$ 218.281.791	-\$ 67.840.707	-\$ 150.441.083	\$ 4.372.272.749
13	-\$ 218.281.791	-\$ 65.584.091	-\$ 152.697.699	\$ 4.219.575.050
14	-\$ 218.281.791	-\$ 63.293.626	-\$ 154.988.165	\$ 4.064.586.885
15	-\$ 218.281.791	-\$ 60.968.803	-\$ 157.312.987	\$ 3.907.273.898
16	-\$ 218.281.791	-\$ 58.609.108	-\$ 159.672.682	\$ 3.747.601.216
17	-\$ 218.281.791	-\$ 56.214.018	-\$ 162.067.772	\$ 3.585.533.443

TIEMPO	CUOTA	INTERESES	AMORTIZACION CAPITAL	SALDO DEUDA
18	-\$ 218.281.791	-\$ 53.783.002	-\$ 164.498.789	\$ 3.421.034.655
19	-\$ 218.281.791	-\$ 51.315.520	-\$ 166.966.271	\$ 3.254.068.384
20	-\$ 218.281.791	-\$ 48.811.026	-\$ 169.470.765	\$ 3.084.597.619
21	-\$ 218.281.791	-\$ 46.268.964	-\$ 172.012.826	\$ 2.912.584.793
22	-\$ 218.281.791	-\$ 43.688.772	-\$ 174.593.019	\$ 2.737.991.774
23	-\$ 218.281.791	-\$ 41.069.877	-\$ 177.211.914	\$ 2.560.779.860
24	-\$ 218.281.791	-\$ 38.411.698	-\$ 179.870.093	\$ 2.380.909.767
25	-\$ 218.281.791	-\$ 35.713.647	-\$ 182.568.144	\$ 2.198.341.623
26	-\$ 218.281.791	-\$ 32.975.124	-\$ 185.306.666	\$ 2.013.034.957
27	-\$ 218.281.791	-\$ 30.195.524	-\$ 188.086.266	\$ 1.824.948.691
28	-\$ 218.281.791	-\$ 27.374.230	-\$ 190.907.560	\$ 1.634.041.131
29	-\$ 218.281.791	-\$ 24.510.617	-\$ 193.771.174	\$ 1.440.269.957
30	-\$ 218.281.791	-\$ 21.604.049	-\$ 196.677.741	\$ 1.243.592.216
31	-\$ 218.281.791	-\$ 18.653.883	-\$ 199.627.907	\$ 1.043.964.308
32	-\$ 218.281.791	-\$ 15.659.465	-\$ 202.622.326	\$ 841.341.982
33	-\$ 218.281.791	-\$ 12.620.130	-\$ 205.661.661	\$ 635.680.322
34	-\$ 218.281.791	-\$ 9.535.205	-\$ 208.746.586	\$ 426.933.736
35	-\$ 218.281.791	-\$ 6.404.006	-\$ 211.877.785	\$ 215.055.951
36	-\$ 218.281.791	-\$ 3.225.839	-\$ 215.055.951	\$ 0

TABLA NO. 8 DATOS GENERALES DEL PRÉSTAMO PARA EL PROYECTO A ZANJA ABIERTA

Teniendo en cuenta que con la ejecución de las obras de renovación, se reducen las pérdidas, de un 20% hasta un 5%, las variables y constantes de los análisis son los siguientes:

VALOR OBRA	VALOR FACTURACIÓN	VALOR PERDIDAS TEÓRICAS	% PERDIDAS	VALOR PERDIDAS	DIFERENCIA VALOR PERDIDAS
\$ 3.800.283.615	\$ 689.798.566	\$ 172.449.642	5%	\$ 34.489.928	\$ 137.959.714
\$ 3.800.283.615	\$ 689.798.566	\$ 172.449.642	6%	\$ 41.387.914	\$ 131.061.728
\$ 3.800.283.615	\$ 689.798.566	\$ 172.449.642	7%	\$ 48.285.900	\$ 124.163.742
\$ 3.800.283.615	\$ 689.798.566	\$ 172.449.642	8%	\$ 55.183.885	\$ 117.265.757
\$ 3.800.283.615	\$ 689.798.566	\$ 172.449.642	9%	\$ 62.081.871	\$ 110.367.771

TABLA NO. 9 VARIABLES DE COSTOS SIN APERTURA DE ZANJA

VALOR OBRA	VALOR FACTURACIÓN	VALOR PERDIDAS TEÓRICAS	% PERDIDAS	VALOR PERDIDAS	DIFERENCIA VALOR PERDIDAS
\$6,037,823,700	\$689,708,566	\$172,449,642	8%	\$55,176,685	\$117,272,957
\$6,037,823,700	\$689,708,566	\$172,449,642	9%	\$62,073,771	\$110,375,871
\$6,037,823,700	\$689,708,566	\$172,449,642	10%	\$68,970,857	\$103,478,785
\$6,037,823,700	\$689,708,566	\$172,449,642	11%	\$75,867,942	\$96,581,700
\$6,037,823,700	\$689,708,566	\$172,449,642	12%	\$82,765,028	\$89,684,614

TABLA NO. 10 VARIABLES DE COSTOS A ZANJA ABIERTA

5. DIAGNOSTICO

Se plantean dos alternativas para la renovación de las redes de distribución de la zona de estudio, por un lado utilizando la tecnología sin apertura de zanja, ampliamente definida en este documento, o a través de la renovación de redes por el método tradicional a zanja abierta con tuberías de PVC.

1.15 PARÁMETROS DE ENTRADA

Para la modelación financiera se realizará el Flujo Neto de Efectivo, para cada alternativa, bajo los siguientes parámetros básicos:

CONSUMO TOTAL MENSUAL	390.157,56	m3 Agua Potable
PERDIDAS MENSUALES	78.031,51	m3 Agua Potable
VALOR m3 AGUA POTABLE	2.210,00	Pesos Col. Estrato 3
VALOR CONSUMO TOTAL MENSUAL	862.248,21	Miles Pesos Col.
VALOR PERDIDAS MENSUAL	172.449,64	Miles Pesos Col.
PERDIDAS MENSUALES	19.507,88	5% del Total m3 Diferencia de las Perdidas sin renovación
AGUA RECUPERADA	58.523,63	
VALOR PRODUCCIÓN M3 AGUA	\$ 1.120,00	
VALOR DE RECUPERACIÓN	\$ 65.546.470,08	Valor Mensual Recuperación

PARÁMETRO	ALTERNATIVA 1 SIN ZANJA	ALTERNATIVA 2 CON ZANJA
Periodicidad	Trimestral	Semestral
Incremento Anual Facturación	7,00%	7,00%
Tasa de Excedentes	0,75%	0,75%
Intereses A corto Plazo	1,50%	1,50%

Con los anteriores datos se realiza el Flujo Neto de Efectivo, con un propósito y es el de calcular el periodo del retorno de la inversión de las obras de renovación, calculado con base en la recuperación de dinero del agua potable, que antes de la renovación se perdía.

1.16 FLUJO NETO DE EFECTIVO

Se calculó el Flujo Neto de Efectivo para cada alternativa cuyos resultados son los que se muestran a continuación:

PERIODO	TRIM. 1	TRIM. 2	TRIM. 3	TRIM. 4	TRIM. 5	TRIM. 6	TRIM. 7	TRIM. 8	TRIM. 9	TRIM. 10
INGRESOS										
RENDIMIENTOS DE EXCEDENTES		0,00	1,19	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
INGRESOS POR AGUA FACUTARADA	196,64	196,64	196,64	196,64	210,40	210,40	210,40	210,40	225,13	225,13
TOTAL INGRESOS	196,64	196,64	197,83	199,01	212,78	212,78	212,78	212,78	227,51	227,51
EGRESOS										
PAGO ACTAS DE OBRA	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69
INTERESES A CORTO PLAZO		3,00	8,50	10,09	11,69	13,13	14,60	16,08	17,58	18,91
TOTAL EGRESOS	316,69	319,69	325,19	326,78	328,38	329,82	331,29	332,77	334,27	335,60
INGRESOS NETOS	-120,05	-123,05	-127,36	-127,77	-115,60	-117,04	-118,51	-119,99	-106,76	-108,09
CAPITAL DE TRABAJO	0,00	0,00	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69
EFFECTIVO ANTES DE PAGO	-120,05	-123,05	189,33	188,92	201,09	199,65	198,18	196,70	209,93	208,60
BALANCE EFECTIVO MINIMO	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69
INCREMENTO EN PRESTAMO O PAGO.	120,05	439,74	127,36	127,77	115,60	117,04	118,51	119,99	106,76	108,09
PRESTAMO EN EL MES	120,05	240,10	679,84	807,20	934,97	1.050,57	1.167,61	1.286,12	1.406,11	1.512,86
BALANCE FINAL DEL MES	0,00	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69	316,69

PERIODO	TRIM. 11	TRIM. 12	TRIM. 13	TRIM. 14	TRIM. 15	TRIM. 16	TRIM. 17	TRIM. 18	TRIM. 19	TRIM. 20
INGRESOS										
RENDIMIENTOS DE EXCEDENTES	2,38	2,38	2,38	3,20	4,94	4,98	4,96	6,83	8,82	10,81
INGRESOS POR AGUA FACUTARADA	225,13	225,13	240,89	240,89	225,13	225,13	257,75	257,75	257,75	257,75
TOTAL INGRESOS	227,51	227,51	243,27	244,09	230,07	230,11	262,72	264,58	266,57	268,57
EGRESOS										
PAGO ACTAS DE OBRA	316,69	316,69								
INTERESES A CORTO PLAZO	20,26	21,63	23,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL EGRESOS	336,95	338,32	23,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INGRESOS NETOS	-109,44	-110,81	220,25	244,09	230,07	230,11	262,72	264,58	266,57	268,57
CAPITAL DE TRABAJO	316,69	316,69	316,69	536,94	316,69	546,77	781,03	1.043,75	1.308,33	1.574,91
EFFECTIVO ANTES DE PAGO	207,25	205,88	536,94	781,03	546,77	776,88	1.043,75	1.308,33	1.574,91	1.843,48
BALANCE EFECTIVO MINIMO	316,69	316,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
INCREMENTO EN PRESTAMO O PAGO.	109,44	110,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PRESTAMO EN EL MES	120,05	1.730,40	1.841,21							
BALANCE FINAL DEL MES	316,69	316,69	536,94	781,03	546,77	776,88	1.043,75	1.308,33	1.574,91	1.843,48

TABLA NO. 11 FLUJO NETO EFECTIVO ALTERNATIVA SIN ZANJA

PERIODO	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8
INGRESOS								
RENDIMIENTOS DE EXCEDENTES		0,00	3,77	7,55	7,55	7,55	7,55	9,13
INGRESOS POR AGUA FACUTARADA	393,28	393,28	420,81	420,81	450,26	450,26	481,78	481,78
TOTAL INGRESOS	393,28	393,28	424,58	428,36	457,81	457,81	489,33	490,92
EGRESOS								
PAGO ACTAS DE OBRA	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30		
INTERESES A CORTO PLAZO		15,33	35,76	43,48	51,25	58,74	66,33	0,00
TOTAL EGRESOS	1.006,30	1.021,63	1.042,06	1.049,78	1.057,55	1.065,05	66,33	0,00
INGRESOS NETOS	-613,03	-628,35	-617,48	-621,43	-599,74	-607,23	423,00	490,92
CAPITAL DE TRABAJO	0,00	0,00	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.429,30
EFFECTIVO ANTES DE PAGO	-613,03	-628,35	388,82	384,88	406,57	399,07	1.429,30	1.920,22
BALANCE EFECTIVO MINIMO	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30
INCREMENTO EN PRESTAMO O PAGO.		613,03	1.634,65	617,48	621,43	599,74	607,23	
PRESTAMO EN EL MES	613,03	1.226,06	2.860,71	3.478,19	4.099,62	4.699,35	5.306,59	
BALANCE FINAL DEL MES		0,00	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.429,30
								1.920,22

PERIODO	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16
INGRESOS								
RENDIMIENTOS DE EXCEDENTES	12,56	16,38	20,36	24,50	28,80	33,28	37,94	37,98
INGRESOS POR AGUA FACUTARADA	515,51	515,51	551,59	551,59	590,21	590,21	590,21	590,21
TOTAL INGRESOS	528,07	531,89	571,95	576,09	619,01	623,49	628,15	628,18
EGRESOS								
PAGO ACTAS DE OBRA								
INTERESES A CORTO PLAZO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL EGRESOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INGRESOS NETOS	528,07	531,89	571,95	576,09	619,01	623,49	628,15	628,18
CAPITAL DE TRABAJO	1.920,22	2.448,29	2.980,18	3.552,13	4.128,22	4.747,23	4.128,22	4.756,37
EFFECTIVO ANTES DE PAGO	2.448,29	2.980,18	3.552,13	4.128,22	4.747,23	5.370,71	4.756,37	5.384,55
BALANCE EFECTIVO MINIMO	1.006,30	1.006,30	1.006,30	1.006,30	0,00	0,00	0,00	0,00
INCREMENTO EN PRESTAMO O PAGO.								
PRESTAMO EN EL MES	613,03							
BALANCE FINAL DEL MES	2.448,29	2.980,18	3.552,13	4.128,22	4.747,23	5.370,71	4.756,37	5.384,55

TABLA NO. 12 FLUJO NETO EFECTIVO ALTERNATIVA CON ZANJA

De los Flujos Netos de Efectivo se deduce que la renovación de redes de acueducto sin apertura de zanja es desde el punto de vista financiero más favorable que la de renovación de redes con zanja abierta por métodos convencionales.

PARAMETRO	SIN ZANJA	CON ZANJA
COSTO OBRA	\$ 3.800,28	\$ 6.037,82
COSTO FINANCIERO	\$ 178,47	\$ 270,88
RECUPERACION INVERSION (en meses)	60	96

TABLA NO. 13 RESUMEN DE ANÁLISIS FINANCIERO

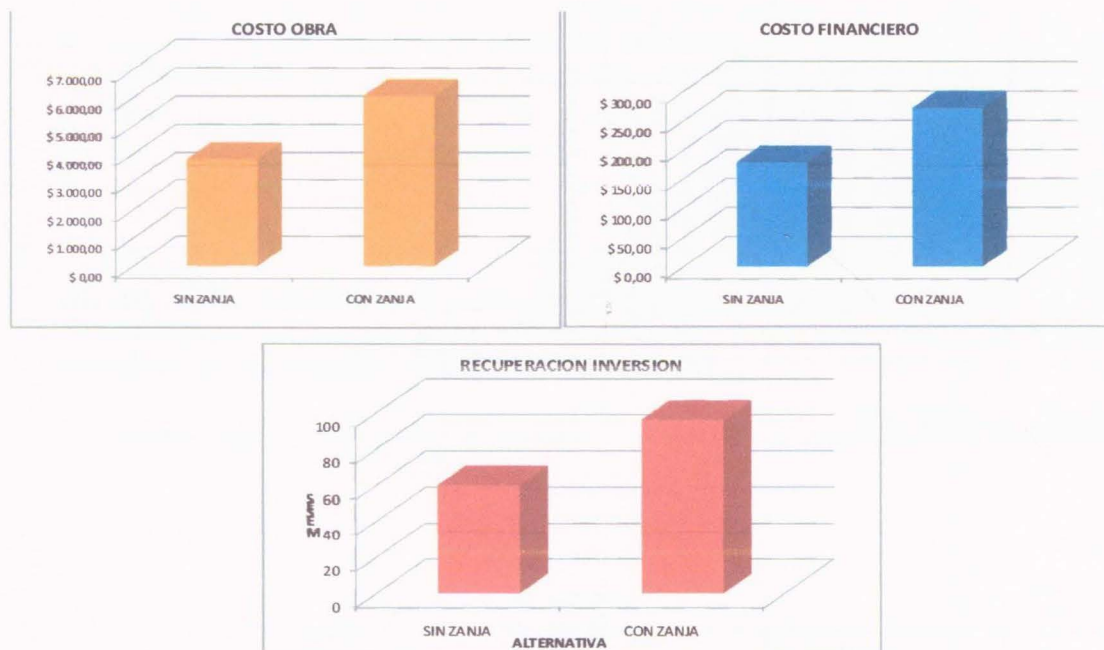


FIGURA NO. 1 RESUMEN DE ANÁLISIS FINANCIERO

La renovación de redes sin apertura de zanja, pueden ser ejecutadas por las Empresas Prestadoras de Servicios Públicos de Acueducto, teniendo en cuenta que la inversión será recuperada en un plazo de cinco años, con un solo ingreso que es el correspondiente a la facturación del agua que se produce pero que no se factura.

La renovación de redes con apertura de zanja, pueden ser ejecutadas por las Empresas Prestadoras de Servicios Públicos de Acueducto, teniendo en cuenta que la inversión será recuperada en un plazo de ocho años, con un solo ingreso que es el correspondiente a la facturación del agua que se produce pero que no se factura.

Desde el punto de vista técnico y ambiental, es más recomendable utilizar la técnica de rotura de tubería PIPE BURSTING para la renovación de redes de acueducto, ya que adicional a los costos de obra, costos financieros y tiempos de recuperación de la inversión, se generan de manera significativa mitigaciones de impactos ambientales y sociales.

CONCLUSIONES

1. Los costos totales de los proyectos se reduce en un 62% en promedio, dependiendo de las actividades de alto impacto tales como, excavaciones y recuperación de espacio público.
2. Las nuevas metodologías, permiten que el comercio y los compradores no se vean afectados por el cambio o el mantenimiento de las redes de acueducto en las ciudades, gracias al uso único de dos pequeñas zanjas de entrada y salida de la tubería, que se pueden ubicar estratégicamente para que no impidan el paso normal de peatones ya sea en su circulación normal o el ingreso hacia los locales comerciales.
3. El manejo de escombros y material sobrante de excavación se reduce en un 80% aproximado, debido a que los volúmenes de demolición de espacio publico y excavación son mínimos con la utilización de nuevas tecnologías, estos son en sitios muy puntuales.
4. El tiempo de ejecución de un proyecto por renovación sin zanja es menor en un 50% aproximado que los métodos tradicionales, con las nuevas tecnologías de renovación sin zanja los tramos a intervenir se deben terminar en un tiempo máximo de 24 horas.
5. Las tecnologías sin zanja no se ven afectada por los cambios climáticos.

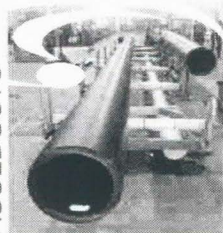
BIBLIOGRAFÍA

- CATALÁ, Fernando. Cálculo de caudales en las redes de saneamiento
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, Centro de investigaciones en acueductos y alcantarillado CIACUA. 2002. Documento de renovación y rehabilitación de tuberías.
- EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ Contrato renovación de redes barrios la estrada y Estradita
- FINDETER. 1998 – 2009
- FERRER POLO, José. Cálculo hidráulico de las conducciones de saneamiento y drenaje. Valor del coeficiente de rugosidad recomendado para la fórmula de Manning.
- IMHOFF, Karl. Manual de saneamiento de poblaciones
- METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo.
- <http://www.ainpro.com.co>
- <http://www.plasticpipe.org>
- <http://www.pmconst.com/pipeburst.html>
- <http://www.sinzatec.es>
- <http://www.treltec.com>
- <http://www.tttechnologies.com>
- <http://www.ultraliner.com>
- <http://www.vermeer.com>

ANEXOS



ACUEDUCTO



EXTRUCOL, industria colombiana líder en la extrusión de polietileno, pone a disposición de sus clientes la nueva versión de su Catálogo de Producto para el sector Acueducto.

El polietileno material base en la fabricación de tuberías y accesorios, día a día aumenta su participación a nivel mundial dadas sus ventajas en cuanto a especificaciones de diseño, durabilidad, resistencia, flexibilidad y eficiencia en la construcción de redes en los sectores industrial y de infraestructura frente a los materiales hasta ahora disponibles en el mercado.

Publicaciones como "Plastic Pipes XI" afirman que en Europa el crecimiento del polietileno está alrededor del 6% anual con un consumo promedio de 750.000 toneladas de tubería por año. En Asia por su parte el crecimiento es del orden del 12% anual con consumos cercanos a las 600.000 toneladas de tubería. En los países del NAFTA el consumo anual es de 900.000 toneladas con un crecimiento del 6%.

En Colombia el consumo por año se estima en 4.000 toneladas en los sectores de acueducto, gas, alcantarillado y telecomunicaciones específicamente.

EXTRUCOL, el más grande productor de tuberías y accesorios de polietileno del país en los últimos 5 años le propone ser su mejor aliado, apoyándolo con el conocimiento y la experiencia de más de 19 años en esta especialización, y avalado con la certificación de Gestión de Calidad ISO 9001, la certificación de gestión ambiental ISO 14001, sellos de calidad para los diferentes productos.

Sus opiniones y comentarios son fundamentales para nuestro direccionamiento estratégico, escriba a presidencia@extrucol.com y con gusto atenderé personalmente sus inquietudes.

Gracias por su confianza,

FABIOLA BAEZ FONSECA
Presidenta
EXTRUCOL S.A.

INDICE

Pag.

PRESENTACIÓN	1
MATERIA PRIMA "POLIETILENO"	2
CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍA	6
PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS TUBERÍAS	8
PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS	10
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	11
CONTROL DE CALIDAD	12
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LAS TUBERÍAS FABRICADAS CON POLIETILENO	14
VENTAJAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA LA TUBERÍA EN TRAMOS	15
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LOS ACCESORIOS DE TERMOFUSIÓN PARA ACUEDUCTO	16
INSTALACIÓN	25
TÉCNICAS DE RENOVACIÓN DE TUBERÍAS SIN APERTURA DE ZANJA	28
PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA	29
ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON COLLAR DE DERIVACIÓN EN HIERRO DÚCTIL	30
ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA DE TERMOFUSIÓN (socket)	31
ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA ROSCA METÁLICA ½ NPT	32
ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA DE ELECTROFUSIÓN	33
PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN ACOMETIDA DOMICILIARIA CON SILLETA DE ROSCA METÁLICA ½ NPT	34
PRUEBA DE PRESIÓN	35
DESPACHO Y ALMACENAMIENTO	36
MANEJO DE RESIDUOS DE TUBERÍA	43
AFILIACIONES	44
AGRADECIMIENTOS	45
NOTA ACLARATORIA	46

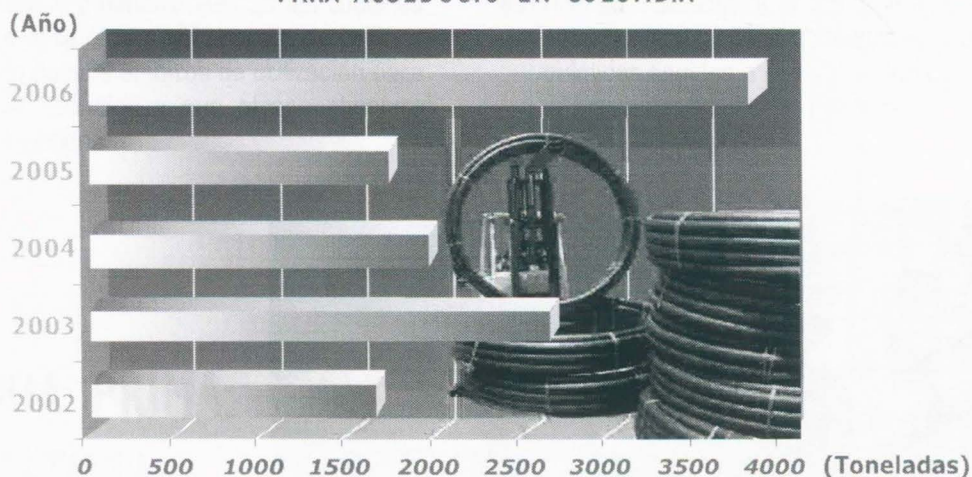


PRESENTACIÓN

El objeto fundamental del presente manual es fomentar la utilización de la tubería y accesorios de polietileno en los sistemas de acueducto en todo el país, y así lograr una óptima utilización de las tuberías y accesorios de PE, acercando para ello el conocimiento de las múltiples ventajas de este material hacia las empresas de servicios públicos, profesionales hidráulicos, directores técnicos, consultores contratistas e instaladores hidráulicos.

La confianza de nuestros clientes usuarios de las tuberías y accesorios de PE 100 - PE 80 - PE 40 está basada en la más completa calidad de producto, respaldado por las tres más importantes certificaciones otorgadas en el país como son: El Certificado ISO 9001 de Gestión de la Calidad, la Certificación de Gestión Ambiental ISO 14001 y el Sello de Conformidad con Norma Técnica Colombiana NTC 4585-3694, logrando así un círculo de calidad que asegura la garantía de nuestros productos.

VENTAS TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA ACUEDUCTO EN COLOMBIA



USO DE TUBERÍAS DE PE EN COLOMBIA

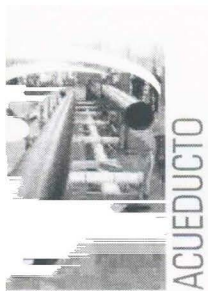
Los valores de las estadísticas de ventas de tubería de PE para los sistemas de acueducto, estimadas durante el período de 2002 al 2006, están dados fundamentalmente por ser un material relativamente nuevo en este sector, comparado con los tradicionales, utilizados durante muchos años.

Sin embargo dentro del sistema de acueducto el empleo de las tuberías de polietileno en instalación

de acometidas domiciliarias está muy extendido y cuenta con la confianza de técnicos, contratistas y usuarios, pero aún es muy poco el empleo en instalaciones de presión y saneamiento.

EVOLUCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO

Las características físicas de las resinas inicialmente implantadas en el mercado no permitían a las tuberías de polietileno competir con otros materiales en grandes diámetros y presiones.



ACUEDUCTO

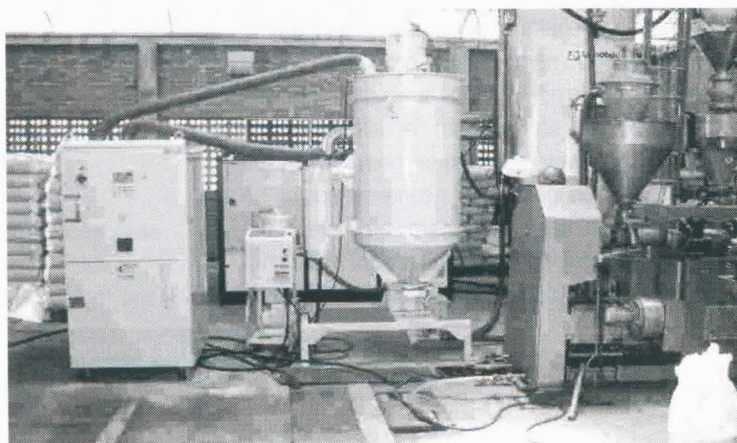
Como resultado de la evolución tecnológica de los últimos años, hoy en día las resinas disponibles para la fabricación de tuberías de polietileno poseen extraordinarias ventajas, permitiendo la fabricación de tuberías de mayor diámetro y presión nominal, sin incremento de los costos.

Este progreso en la fabricación de resinas amplía la gama de tuberías de polietileno y las convierte en un material competitivo a nivel técnico y económico.

La oferta actual en el mercado Colombiano permite obtener tuberías en una amplia gama de diámetros comprendidos entre 16 mm y 355 mm y presiones nominales de trabajo hasta 16 bar (232 psi).

Las características y dimensiones de las tuberías fabricadas con esta última generación de resinas (PE 100) abren nuevos ámbitos de utilización para un material ya conocido y que ofrece absoluta garantía y confiabilidad.

MATERIA PRIMA: POLIETILENO



El polietileno es un material importado en su totalidad, puesto que el país no es fabricante de estos tipos de polietileno para tubería y en correspondencia con la filosofía de trabajo de EXTRUCOL, los proveedores deben ser empresas certificadas según los lineamientos de la serie ISO 9001:2000 pretendiendo así la mayor garantía

Los campos de aplicación con más posibilidades de crecimiento son:

- Renovación de redes deterioradas y construidas con otros materiales (reposición sin zanja).
- Nuevas redes en condiciones adversas.
- Agua potable económica en áreas veredales, gracias a la posibilidad técnica de presentar la tubería en rollos que alcanzan longitudes de: 50 - 100 - 200 metros.
- Nuevas redes para Agua Potable o Cruda.
- Colectores y emisarios submarinos.
- Por su resistencia a los agentes químicos puede utilizarse para transportar sustancias químicas líquidas a presión y por consiguiente es aplicable en tuberías industriales.

del producto desde la primera etapa de fabricación.

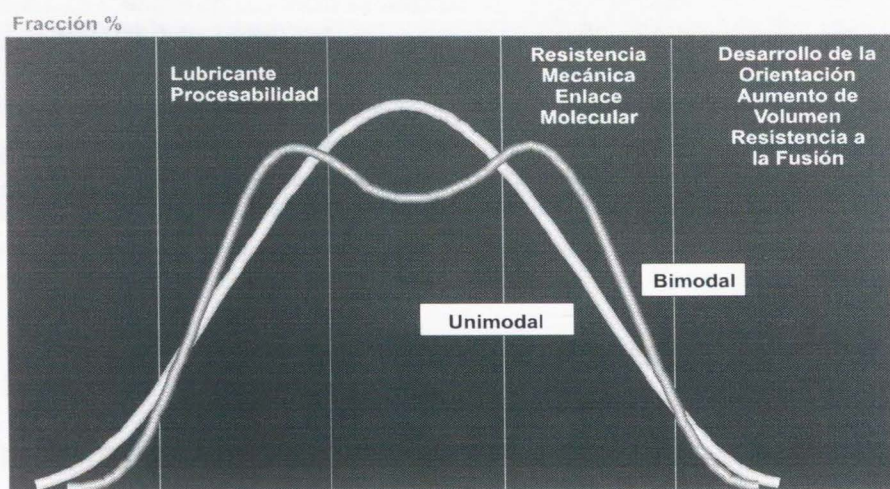
El polietileno es obtenido por un proceso de fabricación llamado de baja presión alcanzando densidades nominales comprendidas entre (0,910 - 0,960 g/cm³); según norma NTC 872 y NTC 2935.



De este modo se puede producir un material de peso molecular más ancho el cual combina desempeño mecánico mejorado con procesamiento mejorado. Esta tecnología ha sido aplicada a un rango de materiales de polietileno de media

densidad y polietileno de alta densidad para la fabricación de tuberías de gas y agua, permitiendo por lo tanto el alcance de mayores estándares de desempeño más alto, que lo previamente pensado.

Distribución del Peso Molecular Bimodal



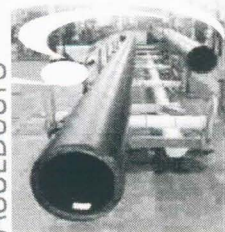
Los compuestos negros para la distribución de agua potable son totalmente atóxicos y contienen negro de humo grado alimenticio, finamente disperso y los aditivos necesarios que garantizan buen desempeño en instalaciones a la intemperie y contra la degradación durante el procesamiento.

En los años 1970 se desarrollan los PE63 llamados de primera generación, después en 1980 se mejoró la resistencia hidrostática y la resistencia al crecimiento lento de grietas y por último en 1990 se desarrolló el PE 100 o PE de tercera generación en donde se mejoraron entre otras la resistencia hidrostática, la resistencia al crecimiento de grietas permitiendo hacer tuberías más livianas y que resisten fisuras o rayones que se pueden generar en el almacenamiento o la instalación.

Los polietilenos PE100 exhiben una gran resistencia al crecimiento de grietas, lo cual los hace apropiados para la instalación, por la técnica sin apertura de zanja.

Para la fabricación de tuberías EXTRUCOL usa polietilenos de baja, media y alta densidad denominados PE40, PE80 y PE100 según normas ISO o PE2406, PE3408 según normas ASTM.

El polietileno en su estado primario es de color blanco o neutro, sin embargo la materia prima importada ya ha sido mezclada con aditivos que aseguran su estabilidad ante el ataque de los rayos U.V.; siendo denominada ésta como materia prima compuesta. También producimos tuberías con PE 100 elaborado por los productores de la agrupación PE 100+ que agrupa fabricantes certificados de esta resina a nivel mundial.



PROPIEDADES TÍPICAS DEL PE100 (COMPUESTO)

PROPIEDADES	METODO DE ENSAYO	VALOR ^a	UNIDADES
DENSIDAD NATURAL	ISO 1183	948,5	kg/m ³
DENSIDAD PIGMENTADA	ISO 1183	959	kg/m ³
TASA DE FLUJO (5 Kg/190°C)	ISO 1133	0,29	g/10min
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE CEDENCIA	ISO 6259	25	MPa
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE ROTURA	ISO 6259	38	MPa
ELONGACION DE LA ROTURA	ISO 6259	> 600	%
MODULO DE ELASTICIDAD	ISO 527	1400	Mpa
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT (1 Kg)	ISO 306	128	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT (5 Kg)	ISO 306	78	°C
ESTABILIDAD TERMICA (OIT, 210°C)	ISO 10837	> 20	min

^a La tabla da los valores típicos medidos en el producto. Estos valores no se deben considerar como especificaciones.

LISTADO DE MATERIALES APROBADOS POR PE100 + (02-2006)

Hostalen CRP 100 black	Basell Polyolefine GmbH
Hostalen CRP 100 blue	Basell Polyolefine GmbH
Borstar® HE3490-LS (black)	Borealis A.B.
Borstar® HE3492-LS (orange)	Borealis A.B.
Borstar® HE3494-LS (blue)	Borealis A.B.
Borstar® HE3490-LS (black)	Borouge Pte, Ltd
ELTEX® TUB 121 (black)	Ineos
ELTEX® TUB 125 N2025 (orange)	Ineos
ELTEX® TUB 124 N2025 (blue)	Ineos
ELTEX® TUB 121 N3000 (black)	Ineos
HI-ZEX 7700 MBK (black)	Prime Polymer Co., Ltd.
SABIC Vestolen® A 6060 R (black)	SABIC Polyolefine GmbH
SABIC Vestolen® A 6060 R (blue)	SABIC Polyolefine GmbH
HDPE XS10H (blue)	Total Petrochemicals
HDPE XS 10B (black)	Total Petrochemicals
HDPE XS10 Orange YCF	Total Petrochemicals



CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS

RESISTENCIA A AGENTES AGRESIVOS EXTERNOS

Las tuberías de PE poseen una alta resistencia química frente a sustancias puras o diluidas, debida ésta al amplio rango de PH que puedan soportar: entre 1,25 y 14. Por lo tanto no tienen ningún efecto adverso sobre ellas la presencia de gases condensados, los agentes orgánicos odorizantes, los lixiviados de rellenos sanitarios, las aguas residuales u otras sustancias químicas.

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CARGAS

El PE es un material viscoelástico por lo tanto las tuberías pueden absorber los esfuerzos a que son sometidas (impactos o golpes fuertes) y sufren menos daños en almacenamiento o en obra que los materiales frágiles como PVC, concreto, gres.

ALTA CAPACIDAD DE ELONGACIÓN

Otra de las grandes ventajas del PE es cuando se somete a esfuerzos de tensión; una vez superado el punto de cedencia, se elonga hasta un $>600\%$ de su estado inicial. Esta propiedad se manifiesta en terreno cuando se presentan sismos o terremotos o deslizamiento de terrenos. Las tuberías de PE fueron las únicas que no presentaron daños en los terremotos del eje cafetero en Colombia en el año 1999, o de Kobe-Japón en el años 1995.

IMPERMEABILIDAD

Las tuberías de PE tienen una tasa de permeabilidad de $113 \text{ cm}^3/\text{día} \cdot 100 \text{ pulg}^2 \cdot \text{mm}$ de espesor a presión atmosférica diferencial, lo cual se considera insignificante y por lo tanto son impermeables al gas natural.

FLEXIBILIDAD - APLASTAMIENTO

Es la habilidad para ser doblado a un radio determinado y después enderezado repetidas veces sin sufrir daño significativo en las propiedades físicas. También es un factor que ayuda a definir las características de aplastamiento del material plástico de la tubería.

La flexibilidad del material le permite adaptarse a cualquier terreno sin necesidad de accesorios, proporcionándole una gran facilidad y rapidez de

instalación, lo cual se traduce en un ahorro de costo de instalación hasta del 20%.

La habilidad para ser aplastado hasta impedir el flujo sin sufrir ningún daño es importante para las operaciones de aplastamiento común en instalaciones de agua, o en emergencias y trabajos de mantenimiento.

UTILIZACIÓN DE ACCESORIOS DEL MISMO MATERIAL PARA HOMOGENEIDAD EN LA RED

El polietileno permite fabricar los accesorios con el mismo material empleado para fabricar el tubo; garantizando de esta forma un sistema monolítico y sin fugas, ya que para su unión solo se usa el calor (ningún tipo de pegante).

PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

Un tubo fabricado con polietileno de media densidad o alta densidad presenta un acabado interior liso, disminuyendo sustancialmente las pérdidas de carga por fricción. Los coeficientes de fricción son:

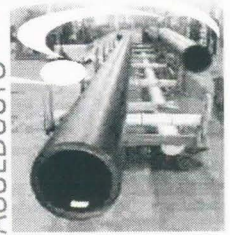
Rugosidad Absoluta $K_s(\text{mm})$	= 0,012 ... 0,015
Coefficiente de Fricción C	= 150 ... 152
Manning n	= 0,011

*Fuente: Polyethylene Pipes in Applied Engineering
A Handbook by Einar Grann-Meyer*

DURABILIDAD DE LOS TUBOS

EXTRUCOL garantiza sus productos por 50 años, teniendo en cuenta que esta vida útil depende de cuatro factores:

- **La resina utilizada:** Resinas garantizadas por nuestros proveedores con todos los ensayos de Laboratorio, y las curvas de regresión esfuerzo Vs. Tiempo extrapolado hasta 50 años.
- **La tecnología y experiencia utilizada en la fabricación de los tubos y accesorios:** EXTRUCOL sólo procesa PE, y toda su experiencia desde su nacimiento en el año 1988, está concentrada en la producción y termofusión de las tuberías de PE.



- **La instalación:** Siguiendo las prácticas recomendadas por las normas internacionales de instalación ASTM ó ISO, se garantiza el buen desempeño de la red.
- **La operación del sistema:** Las tuberías están diseñadas para una presión máxima de operación, y si esta se respeta durante la operación de la red, la vida útil será de 50 años o más.

ATÓXICAS . INODORAS . INSÍPIDAS

Las tuberías de polietileno son inodoras, insípidas y atóxicas, conservando intactas las cualidades del agua. Los metales pesados evaluados son: Aluminio (Al), Antimonio (Sb), Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Manganeso (Mn), Mercurio (Hg), Niquel (Ni), Selenio (Se), Plata (Ag).

Las tuberías de polietileno no requieren evaluación de monómero residual.

REPORTE DE ENSAYO DE INSPECTORATE

PRUEBA	RESULTADO	UNIDAD	COMENTARIOS
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA TORSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PUNTAZADA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PERFORACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA EROSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FRACTURA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FATIGA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA REDUCCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA NEUTRALIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SODIFICACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ALKALIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ACIDIFICACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SALINIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESALINIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA OSMOSIS	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PERMEACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ADSORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESORCIÓN	10.5	MPa	

Periódicamente se evalúa la concentración de metales pesados para garantizar atoxicidad de las tuberías.

PRUEBA	RESULTADO	UNIDAD	COMENTARIOS
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA TORSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PUNTAZADA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PERFORACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA EROSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FRACTURA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA FATIGA	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA REDUCCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA NEUTRALIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SODIFICACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ALKALIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ACIDIFICACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SALINIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESALINIZACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA OSMOSIS	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA PERMEACIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA ADSORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA SORCIÓN	10.5	MPa	
RESISTENCIA A LA DESORCIÓN	10.5	MPa	

BAJA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El Polietileno es un material no conductor eléctrico, lo que permite prescindir de protecciones catódicas en las instalaciones, no requiere protecciones contra corrientes galvánicas.

NO SE FORMAN INCRUSTACIONES

La baja rugosidad y la baja reactividad química del Polietileno impiden la formación de incrustaciones de cualquier tipo en la tubería.

ALTA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

La viscoelasticidad del material y la baja rugosidad del tubo reducen el coeficiente de rozamiento,

permitiendo una gran resistencia a la erosión por rozamiento con materiales abrasivos. La tubería de PE es 2 veces más resistente a la abrasión que el PVC y 5 veces más que el concreto. (Universidad del Estado de California - Sacramento).

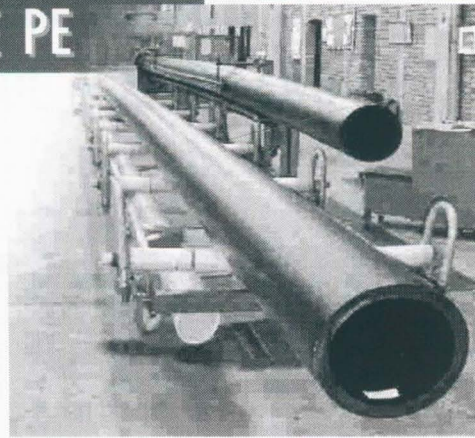
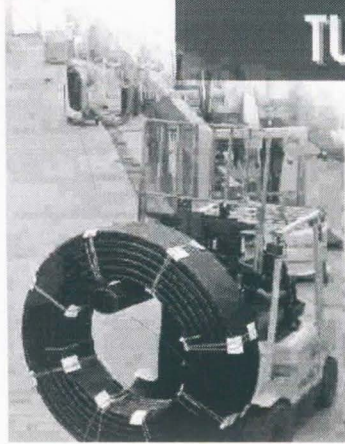
ALTA RESISTENCIA AL GOLPE DE ARIETE

El riesgo generado por el golpe de ariete en las tuberías de Polietileno, es menor que el generado en otros materiales, debido a la menor velocidad de propagación de la onda de choque al momento de una suspensión súbita del flujo.

Fórmula de Allievi

MATERIALES	CELERIDAD A (m/s)
Polietileno PN10	305
PVC RDE 21	368
Fibrocemento	749
Fundición	1.191

PROCESO DE FABRICACIÓN TUBERÍAS DE PE



La tubería se obtiene por extrusión del polietileno. Este proceso consiste en transformar el gránulo sólido (materia prima) en una masa fundida, mediante el suministro de energía térmica y mecánica para finalmente, darle presentación en forma tubular.

La extrusión se caracteriza por ser un proceso de producción en línea sin interrupciones en su desarrollo.

A continuación se describe el proceso de fabricación de forma resumida (Ver diagrama de flujo para el proceso de Extrusión).

Previamente a la alimentación de la extrusora, el polietileno granulado es sometido a los primeros controles de recepción y secado a 90°C. En el interior de la extrusora un husillo empuja el material fundido a una temperatura de 200°C.

El material fundido y extruido se introduce en el cabezal a través de orificios que distribuyen la masa hasta llegar al mandril y la boquilla donde la tubería adopta el diámetro y espesor deseado.

La tubería resultante es conformada y calibrada en sus dimensiones definitivas en un tanque de vacío. En este tanque se disipa rápidamente el calor haciendo llegar una película de agua. La superficie del material se enfría rápidamente por debajo del punto de fusión, obteniéndose, un efecto lubricante que reduce las fuerzas de fricción.

El enfriamiento se produce de forma unilateral y exteriormente, provocando tensiones internas en las paredes, como consecuencia de la diferencia de temperatura.

Un equipo de ultrasonido monitorea permanentemente las variables dimensionales, lo cual garantiza estabilidad del proceso y el cumplimiento de los valores establecidos por las normas.

La tubería resultante es halada a una determinada velocidad de proceso, este parámetro junto con las revoluciones del husillo son fundamentales en la determinación del espesor de tubería. Una vez conformada y enfriada la tubería, se rotula según establece la norma y la información requerida por el cliente.

Dependiendo del diámetro o de las necesidades del cliente en cada caso, se cortan los tubos a longitudes que permitan el transporte por los medios habituales o se enrolla la tubería en bobinas.

Actualmente, el control estadístico del proceso de producción se realiza en forma computarizada en tiempo real.

El controlador del proceso regula la producción y la calidad de la tubería, de acuerdo con los límites internos establecidos, que son más estrictos que los datos establecidos por las normas.

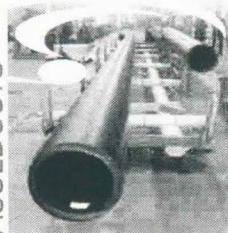
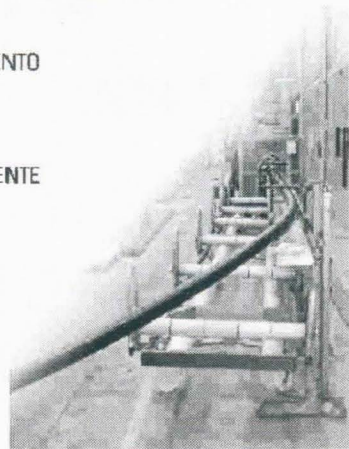


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO





PROCESO DE FABRICACION ACCESORIOS DE PE

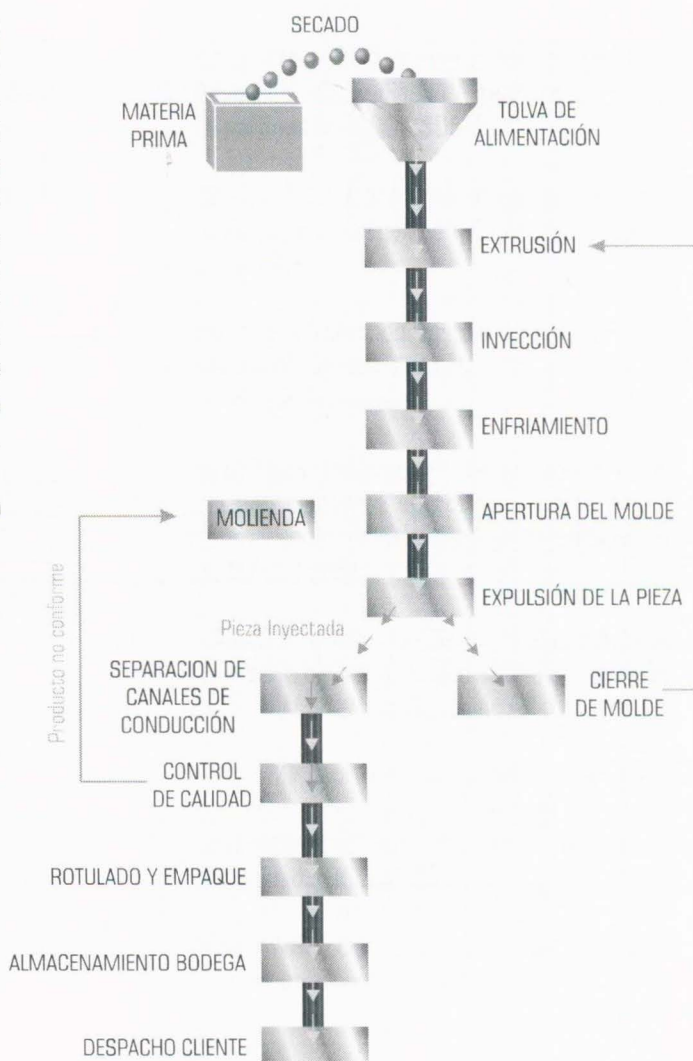
Los accesorios tales como uniones, tees, tapones, codos, reducciones, etc., se fabrican por el proceso de inyección. Este proceso consiste en transformar el gránulo sólido en una masa fundida, mediante el suministro de energía térmica y mecánica para, posteriormente, alimentar un molde y darle la forma requerida. La inyección se caracteriza por ser un proceso de fabricación cíclica. (Ver diagrama de flujo para el proceso de inyección).

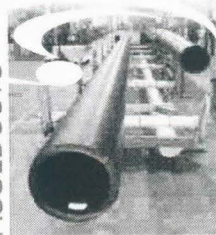
La materia prima utilizada y su acondicionamiento previo es el mismo que el utilizado para la fabricación de las tuberías. La temperatura de la masa fluida es en estos casos inferior a los 200°C y presiones de inyección de hasta 1.500 bar. La temperatura del molde va de 10° a 40°C, con el fin de controlar la solidificación en función de la viscosidad de la masa y la velocidad de cristalización. Los accesorios disponibles permiten ejecutar uniones de tuberías por electrosoldadura, soldadura por fusión o accesorios de cierre mecánico.

Los accesorios existentes en una completa gama de diámetros son:

- * Uniones
- * Codos a 90° y 45
- * Tees
- * Uniones Reducciones
- * Uniones Transición
- * Tees Reducidas
- * Silletas
- * Portaflanche
- * Tapones

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE ACCESORIOS PARA UNIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO





NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

EXTRUCOL ofrece tuberías en sistema métrico que cumplen la norma NTC 4585 y en el sistema pulgadas CTS para acometidas domiciliarias que cumplen la norma NTC 3694.

Los ensayos realizados en el Laboratorio y en la planta de producción se rigen por Normas Técnicas Colombianas NTC, Normas ISO ó Normas ASTM para la evaluación de Materia Prima y el Producto Terminado.

MATERIA PRIMA

NTC-872 Materiales para moldeo y extrusión de plásticos de polietileno (ASTM D-4976).

NTC-2935 Plásticos. Materiales de polietileno para tubería y accesorios (ASTM D-3350)

PRODUCTO TERMINADO

NTC-4585 Tubos de polietileno para distribución de agua. Especificaciones. Serie métrica (ISO 4427).

NTC-3664 Tubos plásticos de polietileno (PE) con base en el diámetro exterior controlado (RD-PT) serie inglesa (IPS) (ASTM D3035).

NTC-3694 Plásticos. Tubos tipo CTS de polietileno (PE) (ASTM D2737)

NTC-4843 Accesorios de polietileno para sistemas de suministro de agua. Serie métrica (EN 12201).

PRUEBAS DE LABORATORIO

MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

NTC-664 Polietileno. Determinación del contenido de negro de humo. (ASTM D1603).

NTC-3658 Plásticos. Determinación de las dimensiones de tubería y accesorio termoplásticos. (ASTM D2122).

NTC-3578 Tuberías termoplásticos para la conducción de fluidos. Resistencia a la presión interna. Método de ensayo. (ISO 1167).

NTC-4451-1 Tuberías termoplásticos. Reversión longitudinal. Parte 1: Método de ensayo. (ISO 2505-1)

NTC-4451-2 Tuberías termoplásticos. Reversión longitudinal. Parte 2: Determinación de parámetros (ISO 2505-2).

ISO/TR 10837 Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipe and fittings.

ISO 13949 Method for the assessment of the degree of pigment dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.

NTC-3579 Plásticos. Determinación de la presión hidráulica de rotura a corto plazo en tubos y accesorios de plástico (homologación de ASTM D-1599)

NTC-3257 Plásticos. Determinación de la base de diseño hidrostático para tubería de material termoplástico (homologación ASTM D-2837).

NTC-539 Aptitud de tubos y accesorios plásticos para uso en contacto con agua destinada al consumo humano. Requisitos de atoxicidad. (BS 6920).

NSF/ANSI 61 Drinking water system components health effects.



CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de EXTRUCOL se extiende a todas las áreas de la empresa, entendiéndolo como un Sistema Integrado de Gestión de Calidad orientado a un mejoramiento continuo de todos y cada uno de sus colaboradores, de sus productos y servicios, de manera que se puedan satisfacer todas las necesidades del cliente.

El Departamento de Control de Calidad, que opera a nivel de planta y de laboratorio, coordina todas las áreas de inspección, ensayos, procedimientos y análisis en cada una de las fases del sistema productivo.

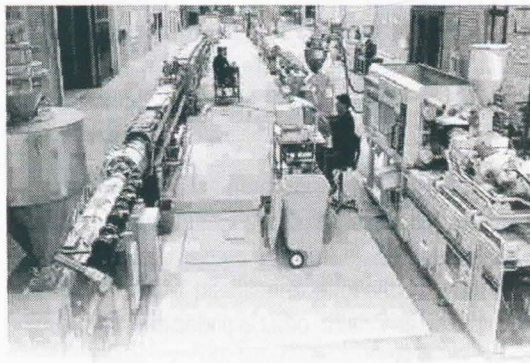
1. MATERIA PRIMA

Para asegurar la calidad durante el proceso de producción, EXTRUCOL inspecciona y somete a prueba cada nuevo envío de resina antes de aceptarlo.

Esta inspección sobre la resina debe estar soportada por una certificación de calidad suministrada por el respectivo proveedor.

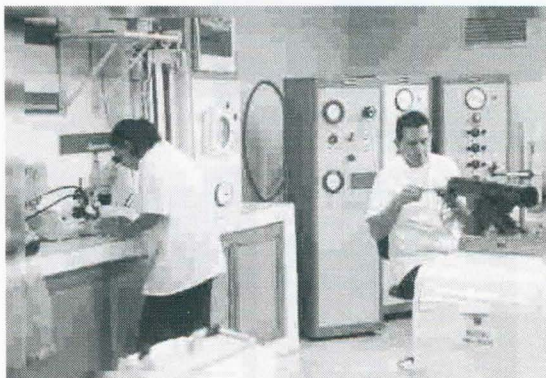
La inspección busca determinar la no existencia de material contaminado en cada uno de los lotes, así como la ausencia de humedad.

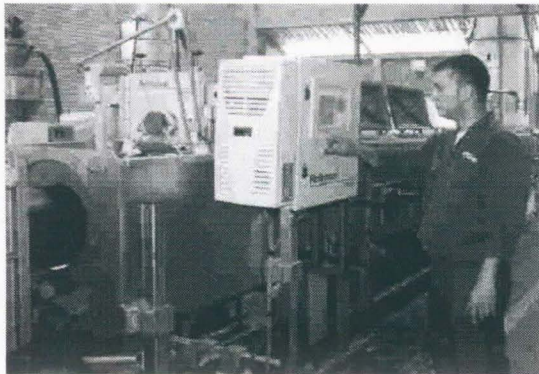
También sirve para obtener una muestra representativa de cada lote que será llevado al laboratorio, para determinar parámetros como índice de fluidez, densidad, contenido de negro de humo y otros que nos permiten confrontar los valores con los catálogos del proveedor y definir las características de procesabilidad de cada resina.



2. PROCESO

El control involucra la inspección en el procedimiento de alimentación, el registro de los parámetros de extrusión (temperatura de las zonas, velocidad del tornillo, velocidad de haladora, torque, etc.) el control estadístico del proceso cada hora de las variables dimensionales (diámetro, espesor de pared, ovalamiento y excentricidad de la tubería) y el chequeo del sistema de marcación, inspección visual y empaque.





EQUIPO DE ULTRASONIDO

Ha sido concebido para medir y verificar permanentemente durante el proceso de fabricación el espesor de pared y el diámetro de los tubos plásticos. Se basa en la técnica de ultrasonidos. Permite medir espesores de pared de 1 a 50 mm.

La precisión de las mediciones es de $\pm 0,01$ mm. La frecuencia de muestreo es de 5 mediciones por segundo. Este equipo permite medir el espesor de pared en ocho posiciones diferentes, como una línea continua sobre el tubo, mientras se fabrica.

3. PRODUCTO TERMINADO

Acorde con las especificaciones de las normas técnicas colombianas para la tubería se adelantan en el laboratorio las siguientes pruebas de Calidad:

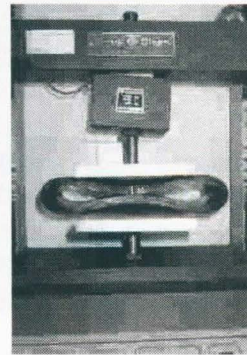
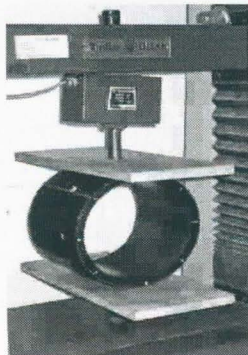
FÍSICO-MECÁNICAS

Incluyen ensayos de presión hidráulica tanto de rotura rápida como de largo plazo o sostenida, a 20° y 80°C, contenido y dispersión del negro de humo, reversión longitudinal.

Los equipos utilizados son de avanzada tecnología y permiten satisfacer los más estrictos requerimientos en el área de Control de Calidad de nuestros productos.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Toda la información generada se registra en software especializado que permite el análisis estadístico de los datos con el fin de conocer y mejorar cada día la calidad de los productos y la capacidad tecnológica de la empresa, para ponerla al servicio de todos los clientes actuales y potenciales de EXTRUCOL.



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LAS TUBERÍAS FABRICADAS CON POLIETILENO

SISTEMA METRICO ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

DIAMETRO NOMINAL mm	PE 40 BAJA DENSIDAD		PE 80 ALTA DENSIDAD				LONGITUD DE ROLLO METROS
	RDE 7,5 - PN 10		RDE 9 - PN 16		RDE 11 - PN 12,5		
	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	
16	11,55	2,3	11,55	2,3	-----	-----	100
20	14,55	2,8	11,55	2,3	-----	-----	100
25	18,15	3,5	19,55	2,8	20,55	2,3	100
32	23,35	4,4	24,95	3,6	26,15	3,0	100

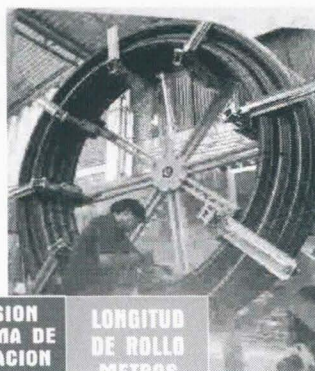
PE 100 ALTA DENSIDAD REDES DE DISTRIBUCIÓN



DIAMETRO NOMINAL mm	RDE 26 - PN 6		RDE 21 - PN 8		RDE 17 - PN 10		RDE 13,6 - PN 12,5		RDE 11 - PN 16		LONGITUD DE ROLLO METROS
	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO mm	ESPESOR DE PARED MINIMO mm	
40	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	32,75	3,7	100
50	-----	-----	-----	-----	44,15	3,0	-----	-----	66,05	4,6	100
63	-----	-----	-----	-----	55,42	3,8	53,62	4,7	51,42	5,8	100
75	-----	-----	-----	-----	66,25	4,5	64,05	5,6	61,65	6,8	100
90	83,03	3,5	81,43	4,3	79,23	5,4	76,63	6,7	73,63	8,2	50
110	101,63	4,2	99,43	5,3	96,83	6,6	93,83	8,1	90,03	10,0	50
160	147,65	6,2	144,65	7,7	141,05	9,5	136,45	11,8	130,85	14,6	Tramo de 6 ó 12
200	184,66	7,7	180,86	9,6	176,26	11,9	170,66	14,7	163,66	18,2	Tramo de 6 ó 12
250	231,55	9,6	226,95	11,9	221,15	14,8	213,95	18,4	205,35	22,7	Tramo de 6 ó 12
315	291,75	12,1	285,95	15	278,55	18,7	269,55	23,2	258,75	28,6	Tramo de 6 ó 12
355	328,9	13,6	322,3	16,9	313,9	21,1	303,9	26,1	291,7	32,2	Tramo de 6 ó 12

EXTRUCOL ofrece en este sector tuberías de polietileno flexible en sistema pulgadas (CTS) para el servicio de acometidas domiciliarias, las cuales han demostrado su confiabilidad en instalaciones bajo cualquier tipo de terreno.

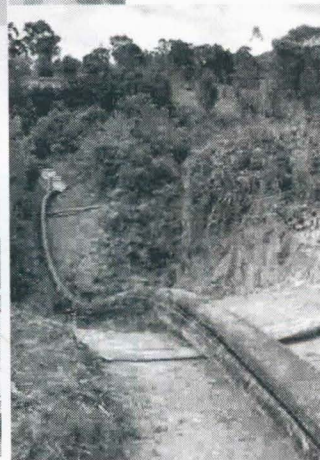
ACUEDUCTO



ACOMETIDAS DOMICILIARIAS SISTEMA PULGADAS

PE 80

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERIOR PROMEDIO	ESPESOR DE PARED MINIMO	RDE - PN	PRESION MAXIMA DE OPERACION PSI	LONGITUD DE ROLLO METROS
mm	Pulgadas	mm	mm			
15	½ CTS	12,38	1,75	RDE 9 - PN 13,8	160	90 ó 100
22	¾ CTS	17,31	2,46	RDE 9 - PN 13,8	160	90 ó 100
28	1 CTS	22,22	3,18	RDE 9 - PN 13,8	160	90 ó 100



VENTAJAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA LA TUBERÍA EN TRAMOS

PN4(58 PSI) - PN5(72,5 PSI) - PN6(87 PSI) - PN8(116 PSI)

1- Son tuberías que presentan un peso liviano lo cual hace que su manipulación y almacenamiento en obra sea más cómoda y económica.

2- La presentación de estas tuberías es de tramos de 6 m, 10 m ó 12 m.

3- Ideal para la instalación de redes en proyectos que requieran una presión de trabajo baja (desde 46psi), tales como: Acueductos veredales, riego, entre otros.

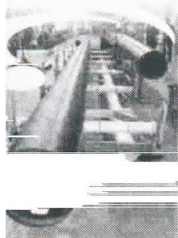
4- Las referencias fabricadas para estas condiciones de presión de trabajo son las siguientes: 63mm, 75mm, 90mm, 110mm, 160mm, 200mm, 250mm, 315mm y 355mm, ya sea para un PN 4 - PN 5 - PN 6 - PN 8.

5- Los procedimientos usados/empleados para unir

estas tuberías son iguales a los que se usan para el montaje de cualquier red; como es el procedimiento de termofusión a tope, la aplicación de uniones mecánicas y la electrofusión.

6- Las tuberías son fabricadas bajo un esquema normativo y de control de calidad que garantizan el desempeño óptimo en las redes de agua potable o agua cruda.

7- Por ser tuberías de menor peso (menor espesor de pared) nos permite ser competitivos frente a las tuberías de PVC-O/PVC (Biorientado), sobresaliendo las tuberías de polietileno (PE) por su gran flexibilidad, adaptabilidad al terreno y la hermeticidad en los sistemas de unión; garantizando que las pérdidas sean nulas.



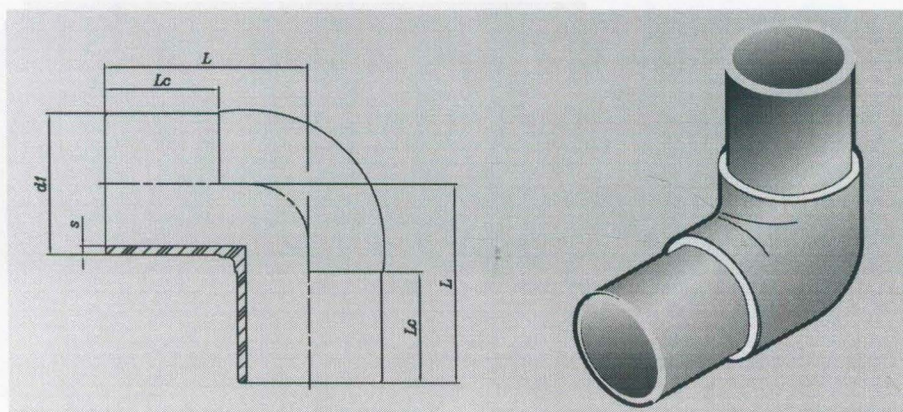
ACUEDUCTO

CARACTERISTICAS DIMENSIONALES DE LOS ACCESORIOS DE TERMOFUSIÓN PARA ACUEDUCTO

EXTRUCOL ofrece accesorios de polietileno, como silletas de termofusión, silletas con salida roscada, codos 90° y 45°, tees, tees reducidas, tapones, porta flanches, uniones reducidas, cruces y uniones de electrofusión.

CODOS 90° TERMOFUSIÓN

- * Elongado
- * Inyectados PE 100
- * Color Negro



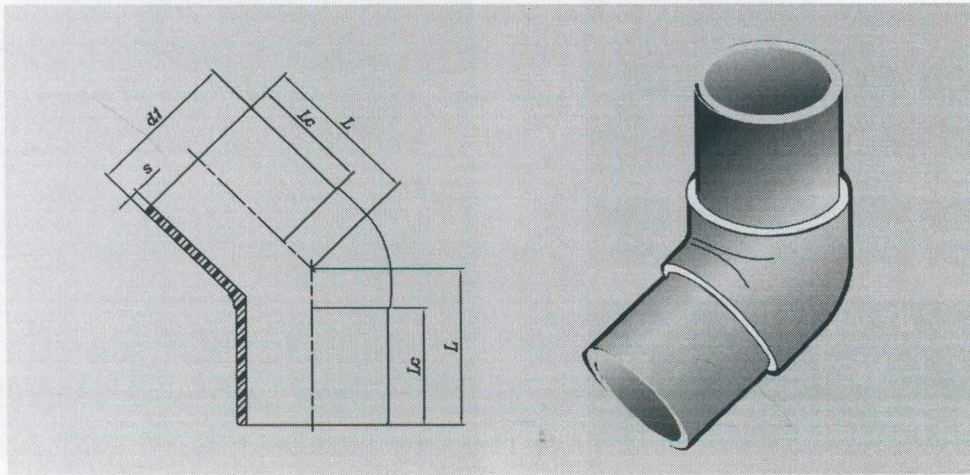
RDE17/PN 10			
d1	s	Lc	L
63	3.8 ^{+0.3} ₋₀	70	110
75	4.5 ^{+0.4} ₋₀	70	120
90	5.4 ^{+0.4} ₋₀	89	146
110	6.6 ^{+0.5} ₋₀	86	153
160	9.5 ^{+0.7} ₋₀	102	207
200	11.9 ^{+0.8} ₋₀	116	242
250	14.8 ⁺¹ ₋₀	135	302
315	18.7 ^{+1.1} ₋₀	150	350

RDE11/PN 16			
d1	s	Lc	L
25	3 ^{+0.4} ₋₀	45	70
32	3 ^{+0.4} ₋₀	50	75
40	3.7 ^{+0.5} ₋₀	55	85
50	4.6 ^{+0.6} ₋₀	55	90
63	5.8 ^{+0.7} ₋₀	70	110
75	6.8 ^{+0.8} ₋₀	70	120
90	8.2 ⁺¹ ₋₀	89	146
110	10 ^{+1.1} ₋₀	86	153
160	14.6 ^{+1.6} ₋₀	102	207
200	18.2 ⁺² ₋₀	116	242
250	22.7 ^{+2.4} ₋₀	135	302
315	28.6 ⁺³ ₋₀	150	350



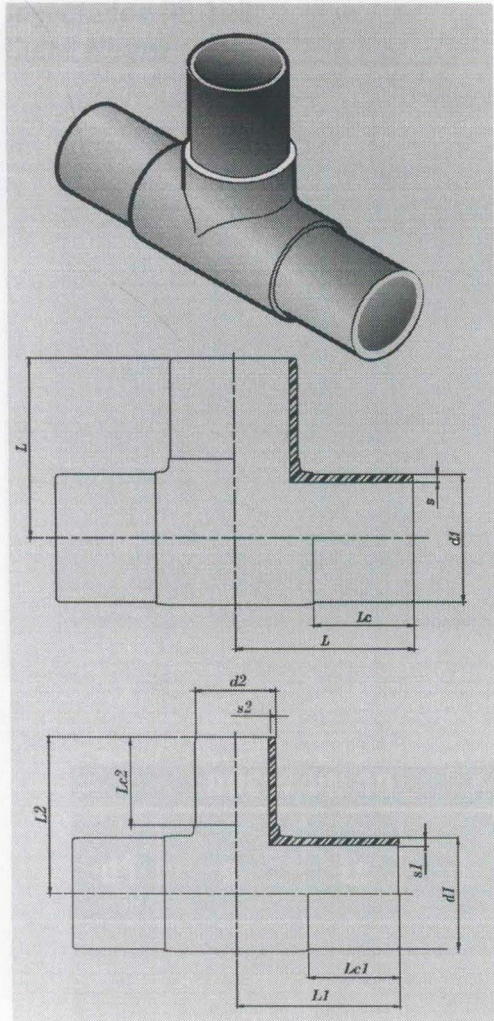
CODOS 45° TERMOFUSIÓN

- * Elongados
- * Inyectados PE 100
- * Color Negro



RDE17/PN 10			
d1	s	Lc	L
63	3.8 ^{+0.3} ₋₀	69	100
75	4.5 ^{+0.4} ₋₀	73	110
90	5.4 ^{+0.4} ₋₀	89	117
110	6.6 ^{+0.5} ₋₀	86	117
160	9.5 ^{+0.7} ₋₀	103	150
200	11.9 ^{+0.8} ₋₀	115	210
250	14.8 ⁺¹ ₋₀	130	213
315	18.7 ^{+1.1} ₋₀	154	300

RDE11/PN 16			
d1	s	Lc	L
32	3 ^{+0.4} ₋₀	50	70
40	3.7 ^{+0.5} ₋₀	57	75
50	4.6 ^{+0.6} ₋₀	58	85
63	5.8 ^{+0.7} ₋₀	69	100
75	6.8 ^{+0.8} ₋₀	73	110
90	8.2 ⁺¹ ₋₀	89	117
110	10 ^{+1.1} ₋₀	86	117
160	14.6 ^{+1.6} ₋₀	103	150
200	18.2 ⁺² ₋₀	115	210
250	22.7 ^{+2.4} ₋₀	130	213
315	28.6 ⁺³ ₋₀	154	300



TEE TERMOFUSIÓN

* Inyectados PE 100

* Color Negro

RDE17/PN 10			
d1	s	Lc	L
63	3.8 ^{+0.3} ₀	68	109
75	4.5 ^{+0.4} ₀	70	117
90	5.4 ^{+0.4} ₀	89	146
110	6.6 ^{+0.5} ₀	86	153
160	9.5 ^{+0.7} ₀	102	207
200	11.9 ^{+0.8} ₀	116	242
250	14.8 ⁺¹ ₀	135	302
315	18.7 ^{+1.1} ₀	150	350
355	21.1 ^{+1.2} ₀	166	413
400	23.7 ^{+1.4} ₀	197	455

RDE11/PN 16			
d1	s	Lc	L
25	3 ^{+0.4} ₀	45	70
32	3 ^{+0.4} ₀	50	73
40	3.7 ^{+0.5} ₀	55	85
50	4.6 ^{+0.6} ₀	55	89
63	5.8 ^{+0.7} ₀	68	109
75	6.8 ^{+0.8} ₀	70	117
90	8.2 ⁺¹ ₀	89	146
110	10 ^{+1.1} ₀	86	153
160	14.6 ^{+1.6} ₀	102	207
200	18.2 ⁺² ₀	116	242
250	22.7 ^{+2.4} ₀	130	300
315	28.6 ⁺³ ₀	150	350
355	32.3 ^{+3.4} ₀	166	413
400	36.4 ^{+3.8} ₀	197	455

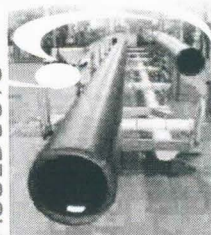
TEE TERMOFUSIÓN REDUCIDA

* Inyectados PE 100

* Color Negro

Fabricados por
EXTRUCOL

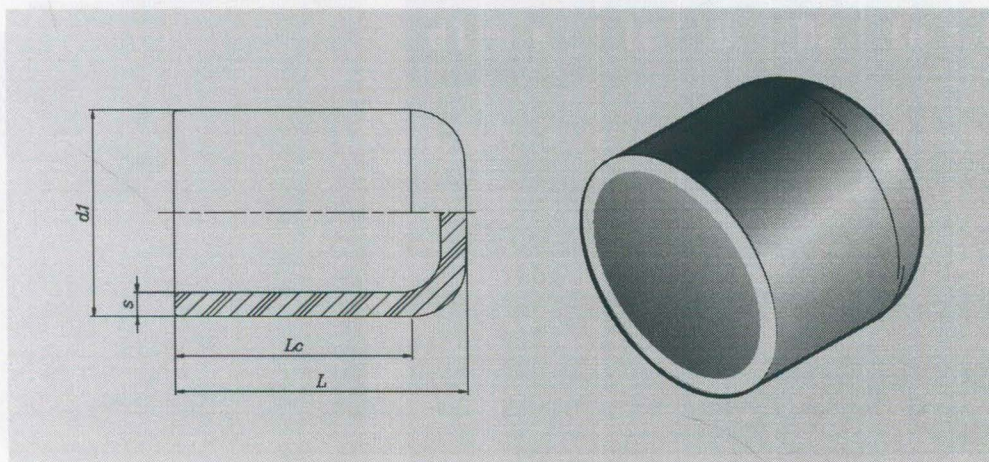
RDE17/PN 10							
d1	s1	Lc1	d2	s2	Lc2	L1	L2
110	6.6 ^{+0.5} ₀	88	63	3.8 ^{+0.3} ₀	62	158	135
110	6.6 ^{+0.5} ₀	91	90	5.4 ^{+0.4} ₀	78	160	151
160	9.5 ^{+0.7} ₀	110	63	3.8 ^{+0.3} ₀	72	212	174
160	9.5 ^{+0.7} ₀	111	90	5.4 ^{+0.4} ₀	84	212	190
160	9.5 ^{+0.7} ₀	111	110	6.6 ^{+0.5} ₀	93	212	197



TAPONES TERMOFUSIÓN

* Inyectados PE 100

* Color Negro

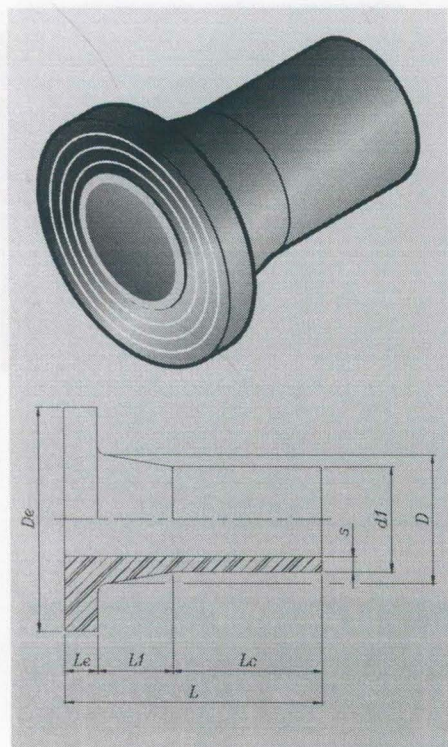


RDE17/PN 10			
d1	s	Lc	L
63	3.8 ^{+0.3} ₋₀	68	84
75	4.5 ^{+0.4} ₋₀	74	92
90	5.4 ^{+0.4} ₋₀	83	103
110	6.6 ^{+0.5} ₋₀	87	115
160	9.5 ^{+0.7} ₋₀	108	140
200	11.9 ^{+0.8} ₋₀	133	168
250	14.8 ⁺¹ ₋₀	117	150
315	18.7 ^{+1.1} ₋₀	157	208
355	21.1 ^{+1.2} ₋₀	145	145
400	23.7 ^{+1.4} ₋₀	178	300

RDE11/PN 16			
d1	s	Lc	L
20	3 ^{+0.4} ₋₀	49	55
25	3 ^{+0.4} ₋₀	49	56
32	3 ^{+0.4} ₋₀	49	57
40	3.7 ^{+0.5} ₋₀	53	64
50	4.6 ^{+0.6} ₋₀	58	70
63	5.8 ^{+0.7} ₋₀	68	84
75	6.8 ^{+0.8} ₋₀	74	92
90	8.2 ⁺¹ ₋₀	83	103
110	10 ^{+1.1} ₋₀	87	115
160	14.6 ^{+1.6} ₋₀	108	140
200	18.2 ⁺² ₋₀	133	168
250	22.7 ^{+2.4} ₋₀	117	150
315	28.6 ⁺³ ₋₀	157	208
355	32.3 ^{+3.4} ₋₀	145	145
400	36.4 ^{+3.8} ₋₀	178	300



ACUEDUCTO



PORTABRIDAS O PORTAFLANCHES TERMOFUSIÓN

* Inyectados PE 100

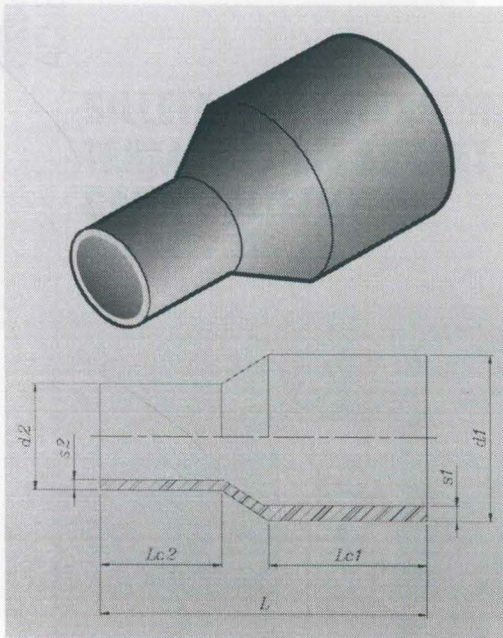
* Color Negro

RDE17/PN 10

d1	s	Lc	D	De	Le	L1	L
63	3.8 ^{+0.3} ₋₀	70	75	102	14	21	105
75	4.5 ^{+0.4} ₋₀	89	89	122	16	21	126
90	5.4 ^{+0.4} ₋₀	103	105	138	17	21	141
110	6.6 ^{+0.5} ₋₀	117	125	158	18	26	161
160	9.5 ^{+0.7} ₋₀	105	175	212	18	57	180
200	11.9 ^{+0.8} ₋₀	120	232	268	24	56	200
250	14.8 ⁺¹ ₋₀	119	285	320	25	42	186
315	18.7 ^{+1.1} ₋₀	150	335	370	25	40	215
355	21.1 ^{+1.2} ₋₀	172	373	430	30	78	280
400	23.7 ^{+1.4} ₋₀	192	427	482	33	85	310
450	26.7 ^{+1.5} ₋₀	340	514	585	46	60	446
500	29.7 ^{+1.6} ₋₀	400	530	585	46	50	496
560	33.2 ^{+1.8} ₋₀	450	615	685	50	50	550
630	37.4 ⁺² ₋₀	500	642	685	50	40	590

RDE11/PN 16

d1	s	Lc	D	De	Le	L1	L
25	3 ^{+0.3} ₋₀	42	33	58	8	28	78
32	3 ^{+0.4} ₋₀	45	40	68	10	23	78
40	3.78 ^{+0.4} ₋₀	65	48	78	11	15	91
50	4.6 ^{+0.5} ₋₀	66.5	58	88	11	17.5	95
63	5.8 ^{+0.7} ₋₀	75	70	100	14	25	114
75	6.8 ^{+0.8} ₋₀	86	85	120	16	22	124
90	8.2 ⁺¹ ₋₀	100	103	136	15	33	148
110	10 ^{+1.1} ₋₀	98.5	125	154.5	18	32.5	149
160	14.6 ^{+1.2} ₋₀	105	175	212	25	50	180
200	18.2 ^{+1.4} ₋₀	120	232	268	32	48	200
250	22.7 ^{+1.5} ₋₀	119	285	320	35	42	196
315	28.6 ^{+1.6} ₋₀	150	335	370	35	40	225
355	32.3 ^{+1.8} ₋₀	172	373	430	40	68	280
400	36.4 ⁺² ₋₀	192	427	482	45	73	310
450	40.9	340	514	585	60	60	460
500	45.5	400	530	585	60	50	510
560	50.9	450	615	685	60	50	560
630	57.3	500	642	685	80	40	620

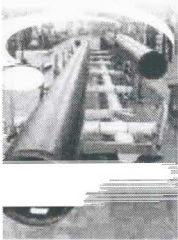


UNIONES REDUCCIONES TERMOFUSIÓN

- * Inyectados PE 100
- * Color Negro

RDE17/PN 10						
d1	s1	Lc1	d2	s2	Lc2	L
75	4.5 ^{+0.4} ₀	64	63	3.8 ^{+0.3} ₀	43	139
90	5.4 ^{+0.4} ₀	73	50	3 ^{+0.3} ₀	58	151
90	5.4 ^{+0.4} ₀	73	63	3.8 ^{+0.3} ₀	55	148
90	5.4 ^{+0.4} ₀	78	75	4.5 ^{+0.4} ₀	72	174
110	6.6 ^{+0.5} ₀	84	63	3.8 ^{+0.3} ₀	63	171
110	6.6 ^{+0.5} ₀	86	75	4.5 ^{+0.4} ₀	57	183
110	6.6 ^{+0.5} ₀	76	90	5.4 ^{+0.4} ₀	68	171
160	9.5 ^{+0.7} ₀	106	90	5.4 ^{+0.4} ₀	90	225
160	9.5 ^{+0.7} ₀	105	110	6.6 ^{+0.5} ₀	93	226
160	9.5 ^{+0.7} ₀	105	125	7.4 ^{+0.6} ₀	95	226
160	9.5 ^{+0.7} ₀	105	140	8.3 ^{+0.7} ₀	95	220
200	11.9 ^{+0.8} ₀	110	140	8.3 ^{+0.7} ₀	100	240
200	11.9 ^{+0.8} ₀	110	160	9.5 ^{+0.7} ₀	103	243
200	11.9 ^{+0.8} ₀	140	180	10.7 ^{+0.7} ₀	125	277
250	14.8 ⁺¹ ₀	138	160	9.5 ^{+0.7} ₀	111	339
250	14.8 ⁺¹ ₀	130	180	10.7 ^{+0.7} ₀	105	280
250	14.8 ⁺¹ ₀	137	200	11.9 ^{+0.6} ₀	127	337
250	14.8 ⁺¹ ₀	137	225	13.4 ^{+0.8} ₀	137	337
315	18.7 ^{+1.1} ₀	150	225	13.4 ^{+0.8} ₀	130	320
315	18.7 ^{+1.1} ₀	153	250	14.8 ^{+0.1} ₀	130	335
315	18.7 ^{+1.1} ₀	157	280	16.6 ^{+0.1} ₀	148	380
355	21.1 ^{+1.2} ₀	172	250	14.8 ^{+0.1} ₀	143	415
355	21.1 ^{+1.2} ₀	172	280	16.6 ^{+0.1} ₀	148	415
355	21.1 ^{+1.2} ₀	172	315	18.7 ⁺¹ ₀	158	415
400	23.7 ^{+1.4} ₀	187	280	16.6 ⁺¹ ₀	153	450
400	23.7 ^{+1.4} ₀	187	315	18.7 ^{+1.1} ₀	158	450
400	23.7 ^{+1.4} ₀	187	355	21.1 ^{+1.2} ₀	168	450

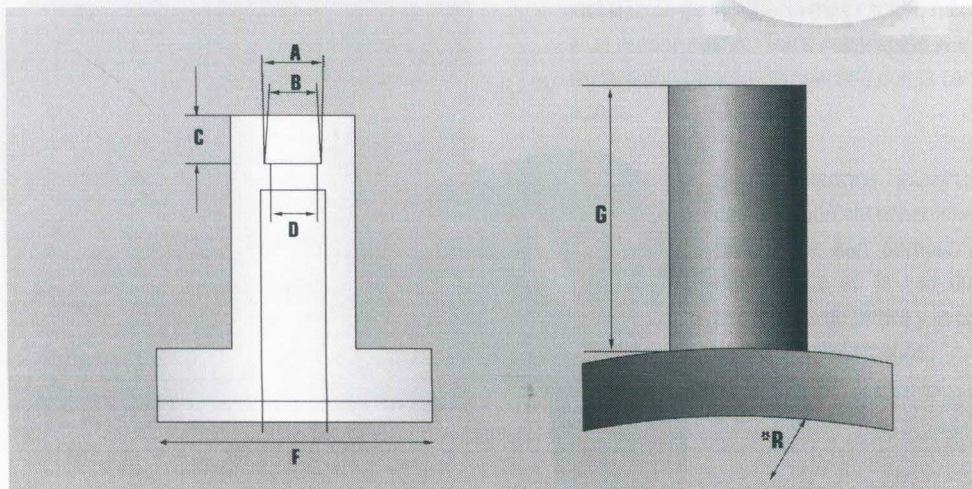
RDE11/PN 16						
d1	s1	Lc1	d2	s2	Lc2	L
32	3 ^{+0.4} ₀	45	25	3 ^{+0.4} ₀	35	88
40	3.7 ^{+0.5} ₀	50	25	3 ^{+0.4} ₀	45	100
40	3.7 ^{+0.5} ₀	49	32	3 ^{+0.4} ₀	43	100
50	4.6 ^{+0.6} ₀	55	25	3 ^{+0.4} ₀	45	110
50	4.6 ^{+0.6} ₀	57	32	3 ^{+0.4} ₀	41	113
50	4.6 ^{+0.6} ₀	57	40	3.7 ^{+0.5} ₀	49	110
63	5.8 ^{+0.7} ₀	65	25	3 ^{+0.4} ₀	45	133
63	5.8 ^{+0.7} ₀	57	32	3 ^{+0.4} ₀	44	129
63	5.8 ^{+0.7} ₀	57	40	3.7 ^{+0.5} ₀	47	121
63	5.8 ^{+0.7} ₀	60	50	4.6 ^{+0.6} ₀	54	139
75	6.8 ^{+0.8} ₀	74	32	3 ^{+0.4} ₀	50	150
75	6.8 ^{+0.8} ₀	64	40	3.7 ^{+0.5} ₀	51	140
75	6.8 ^{+0.8} ₀	64	50	4.6 ^{+0.6} ₀	48	140
75	6.8 ^{+0.8} ₀	64	63	5.8 ^{+0.7} ₀	43	139
90	8.2 ⁺¹ ₀	73	50	4.6 ^{+0.6} ₀	58	151
90	8.2 ⁺¹ ₀	73	63	5.8 ^{+0.7} ₀	55	148
90	8.2 ⁺¹ ₀	78	75	6.8 ^{+0.8} ₀	72	174
110	10 ^{+1.1} ₀	90	50	4.6 ^{+0.6} ₀	55	178
110	10 ^{+1.1} ₀	84	63	5.8 ^{+0.7} ₀	63	171
110	10 ^{+1.1} ₀	86	75	6.8 ^{+0.8} ₀	57	183
110	10 ^{+1.1} ₀	76	90	8.2 ⁺¹ ₀	68	171
160	14.6 ^{+1.6} ₀	106	90	8.2 ⁺¹ ₀	90	225
160	14.6 ^{+1.6} ₀	105	110	10 ^{+1.1} ₀	93	226
160	14.6 ^{+1.6} ₀	105	125	11.4 ^{+1.3} ₀	95	226
160	14.6 ^{+1.6} ₀	105	140	12.7 ^{+1.4} ₀	95	220
200	18.2 ⁺² ₀	110	140	12.7 ^{+1.4} ₀	100	240
200	18.2 ⁺² ₀	110	160	14.6 ^{+1.6} ₀	103	243
200	18.2 ⁺² ₀	140	180	16.4 ^{+1.8} ₀	125	277
250	22.7 ^{+2.4} ₀	138	160	14.6 ^{+1.6} ₀	111	339
250	22.7 ^{+2.4} ₀	130	180	16.4 ^{+1.8} ₀	105	280
250	22.7 ^{+2.4} ₀	137	200	18.2 ⁺² ₀	127	337
250	22.7 ^{+2.4} ₀	137	225	20.5 ^{+2.2} ₀	137	337
315	28.6 ⁺³ ₀	150	225	20.5 ^{+2.2} ₀	130	320
315	28.6 ⁺³ ₀	153	250	22.7 ^{+2.4} ₀	130	335
315	28.6 ⁺³ ₀	157	280	25.4 ^{+2.7} ₀	148	380
355	32.3 ^{+3.4} ₀	172	250	22.7 ^{+2.4} ₀	143	415
355	32.3 ^{+3.4} ₀	172	280	25.4 ^{+2.7} ₀	148	415
355	32.3 ^{+3.4} ₀	172	315	28.6 ⁺³ ₀	158	415
400	36.4 ^{+3.8} ₀	187	280	25.4 ^{+2.7} ₀	153	450
400	36.4 ^{+3.8} ₀	187	315	28.6 ⁺³ ₀	158	450
400	36.4 ^{+3.8} ₀	187	355	32.3 ^{+3.4} ₀	168	450



ACUEDUCTO

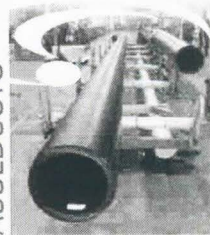
SILLETA DE DERIVACIÓN TERMOFUSIÓN SOCKET CAÑA POLIETILENO RDE 11 PN16

Fabricados por
EXTRUCOL



DN PARA LA DERIVACIÓN A SOCKET	DIÁMETRO A	DIÁMETRO B	LONGITUD DE LA CAMPANA C (NOMINAL)	DIÁMETRO D (NOMINAL)	LONGITUD F (NOMINAL)	G (NOMINAL)
(m m)	(m m)	(m m)	(m m)	(m m)	(m m)	(m m)
16	14,86	14,61	15,88	12,7	27,65	72
20	19,35	19,15	14,5	13	27,65	72
25	24,3	24,1	16	18,1	27,65	72
32	31,3	31,1	18,1	25	27,65	72

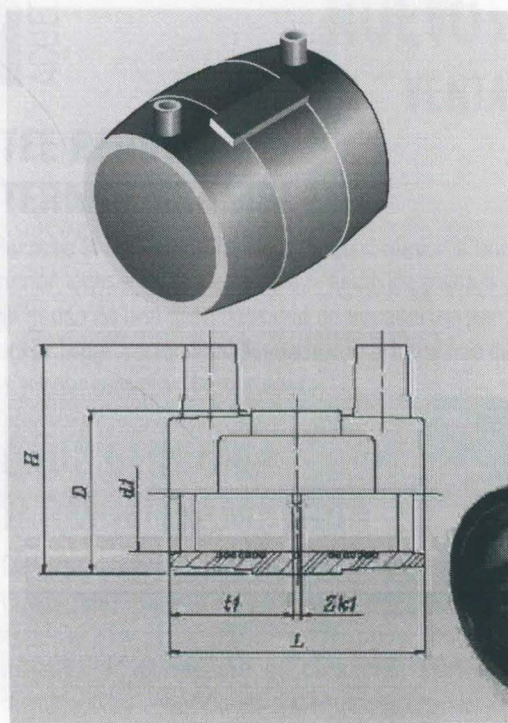
DN BASE DE LA SILLETA	RADIO DE CURVATURA PROMEDIO (R)
mm	mm
63	63,2
75	75,25
90	90,3
110	110,3
160	160,5
200	200,60
250	250,75



UNION DE ELECTROFUSIÓN

Permite realizar en forma rápida y segura acciones tendientes a reparaciones o mantenimiento en las redes de polietileno. Su uso optimiza el rendimiento de obra cuando se realizan grandes troncales, haciendo la instalación de la tubería más rápida, más segura y a un menor costo. Para reparación requiere una excavación mínima comparada con la termofusión a tope.

Son accesorios importados con certificación internacional en ISO 9000 que han demostrado buen desempeño en la red debido a la tecnología de punta y la calidad con la que son fabricados.

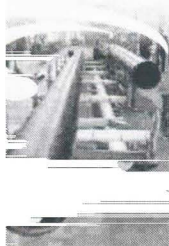


UNIÓN ELECTROFUSIÓN

* Color Negro

RDE17/PN 10			
d1	D	L	H
225	250	200	264
250	280	220	290
280	315	220	325
315	355	220	365
355	400	260	405
400	450	290	455
450	500	340	505
500	560	360	560
560	630	400	630
630	710	440	710

RDE11/PN 16					
d1	t1	Zk1	D	L	H
20	34	2	33	70	53
25	34	2	38	70	58
32	34	2	46	70	65
40	41	2	55	84	75
50	42	3	67	87	86
63	47	3	83	97	100
75	59.5	3	98	122	115
90	71	2	113	145	128
110	76.5	2	134	155	150
125	81.5	2	154	164	167
140	96	3	170	195	180
160	97	3	200	192	205
180	99.5	3	215	202	222
200	99.5	3	240	202	245
225	90	-	280	180	288
250	110	-	315	220	315
280	110	-	355	220	355
315	110	-	400	220	400
355	130	-	450	260	450
400	145	-	500	290	500



ACUEDUCTO

NUEVOS ACCESORIOS VENTAJAS TÉCNICAS

TEE REDUCIDA TERMOENSAMBLADA

Permite la reducción de un diámetro mayor a uno menor, conservando la misma presión de trabajo y sin el uso de una gran cantidad de accesorios para lograr la derivación final deseada con el beneficio de un menor tamaño y menor costo.

CRUZ REDUCIDA TERMOENSAMBLADA

De gran ventaja en aquellos proyectos urbanos donde por el diseño, requieren una condición especial en las redes para agua potable; minimizando el impacto de obra civil. Elimina o disminuye las reducciones sistemáticas (reducción de un diámetro al inmediatamente siguiente) y se logra reducir a la referencia requerida para el proyecto, ganando en espacio y costos.



TEE 90mm TOPE

Accesorio de fácil instalación en la red de polietileno (PE) al realizar la termofusión a tope del accesorio con la tubería, empleando los equipos convencionales para realizar este procedimiento.



SILLETA 1/2NPT - 3/4NPT - 1NPT

Accesorio de derivación PE-Metal que permite realizar la acometida usando accesorios mecánicos en latón, bronce y polipropileno. Une el accesorio por termofusión a la red de polietileno garantizando la hermeticidad en el sistema. Se constituye en una alternativa para aquellos proyectos donde por su diseño no se plantea el uso del procedimiento de termofusión a socket o manguito.

BRIDA LOCA METÁLICA

A partir de 2" hasta 14"

PRESIÓN DE TRABAJO: 230 PSI

MATERIALES: Hierro nodular ASTM A536

RECUBRIMIENTO: Interna y externamente, pintura epóxica termo fusionada en polvo con espesor superior a 25 micras.

Utilizada para empalmar tuberías de polietileno con los demás sistemas de tuberías de acueducto para extremos bridados.



INSTALACIÓN

(Para mayor información consultar nuestro Manual de Instalación de Tubería para Acueducto EXTRUCOL)

UNIÓN POR TERMOFUSIÓN

Proceso donde se combina la acción de la temperatura y la fuerza, dando como resultado dos superficies entrelazadas, después de un procedimiento de unión. Existen tres métodos para realizar la unión por termofusión:

TERMOFUSION A TOPE

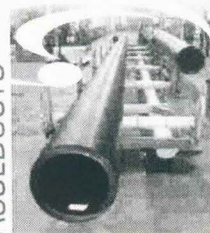
Esta técnica consiste en el calentamiento de los tubos con extremos rectos ó tubo con accesorio(s) manteniéndolos unidos a una plancha caliente, retirando la plancha cuando se obtiene la fusión del material, procediendo a la unión de los extremos por acción de una fuerza constante, manteniéndola hasta alcanzar el enfriamiento de las piezas. Esta técnica es recomendada en tuberías y accesorios con el mismo RDE y para diámetros mayores o iguales a 63 mm ó 2 pulg.

TERMOFUSION CON SILLETA

Esta técnica consiste en el calentamiento simultáneo de la superficie externa de la tubería y la base de una silleta, por medio de dos superficies una cóncava y otra convexa, hasta obtener la fusión del material que permita su unión por acción de una fuerza constante, hasta alcanzar el enfriamiento de las piezas.



ACUEDUCTO



TERMOFUSIÓN A MANGUITOS (SOCKET)

Involucra el calentamiento simultáneo de la superficie externa del extremo del tubo y la superficie interna de un accesorio, retirando la plancha cuando se obtiene la fusión del material y procediendo a introducir el tubo en el accesorio para realizar la unión; este método es preferencialmente utilizado en diámetros menores a 90mm (3 pulg), sin embargo, puede ser utilizado para diámetros mayores.

UNIÓN POR ELECTROFUSIÓN

Este tipo de unión de tuberías de polietileno (PE) se efectúa por medio de accesorios que, en su superficie interna, llevan incorporadas una o varias resistencias. Al pasar por ellas la corriente eléctrica, producen el calor suficiente para que el PE del accesorio en contacto con ellas y el de la superficie externa del tubo fundan y permitan su soldadura. La dilatación de la masa fundida y las tensiones de contracción producen la presión de soldadura necesaria que garantiza una soldadura óptima. El procedimiento se caracteriza por la pequeña tensión de seguridad así como por el alto grado de automatización.

INSTALACIÓN BAJO TIERRA DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO A PRESIÓN

Las recomendaciones dadas a continuación son tomadas de la Norma NTC 3742 (ASTM 2774)
ALCANCE: No se pueden describir todos los procedimientos, ya que existen diferencias significativas en su implementación dependiendo del tipo y clase de suelo.

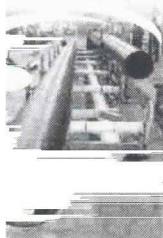
FONDO DE LA ZANJA

El fondo de la zanja debe ser continuo, relativamente liso, libre de piedras y capaz de proveer apoyo uniforme. Donde se encuentre lecho de rocas o piedras de $\varnothing \geq 2"$ en suelo endurecido, es aconsejable rellenar el fondo de la zanja con arena o con suelos finos compactados.

ANCHO DE LA ZANJA

El ancho de la zanja en cualquier punto debe ser suficientemente grande para proveer el espacio necesario para:

- Colocar el tubo
- Llenar y compactar a los lados del tubo dentro de la zanja.
- Las recomendaciones para el ancho de zanja de las tuberías de polietileno son las siguientes:



ACUEDUCTO

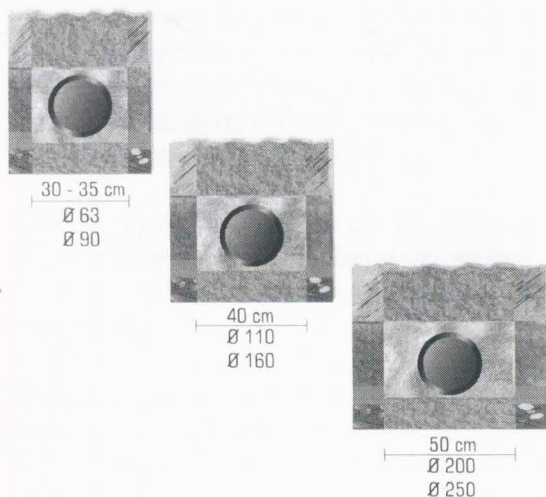
DIAMETRO DE LA TUBERÍA mm	ANCHO DE LA ZANJA cm
63	30
90	35
110	40
160	40
200	50
250	50
315	60

Nota. Una de las ventajas de la tubería de polietileno es que las termofusiones se hacen por fuera de la zanja, por tanto el ancho de la misma en lo posible debe ser lo suficiente para introducir únicamente el tubo minimizando el costo de obra civil en la excavación y aumentando el rendimiento de la obra.

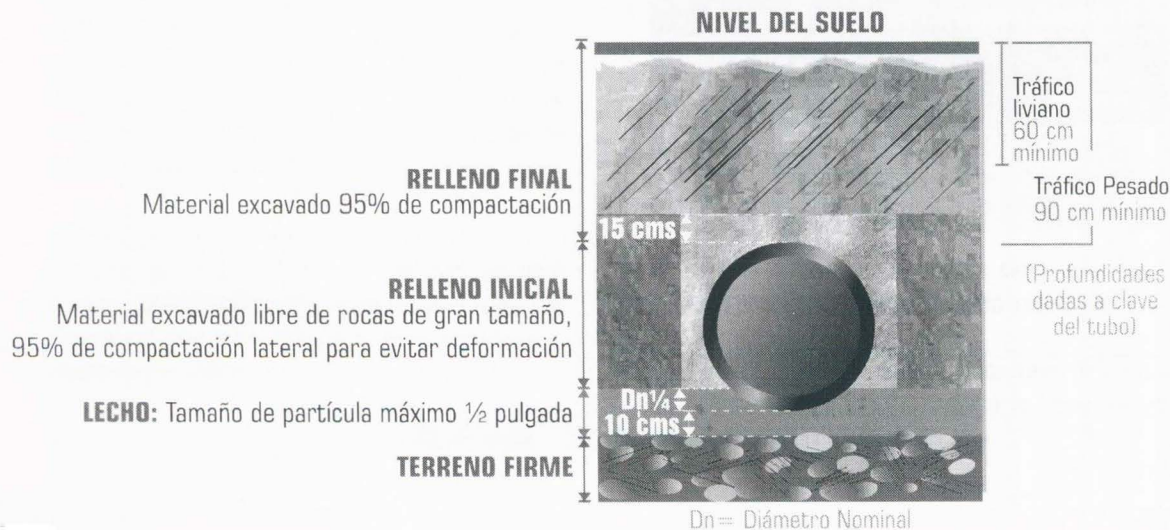
PROFUNDIDAD DE LA ZANJA Y COBERTURA DEL TUBO

Las condiciones del suelo, el tamaño del tubo y la cubierta necesaria determinan la profundidad de la zanja. Debe colocarse suficiente cubierta para mantener los niveles de esfuerzo por debajo de los permitidos en las deflexiones de diseño. La confiabilidad y la seguridad de servicio deben tener mayor importancia en la determinación de la cubierta mínima para cualquier aplicación.

Para que la tubería soporte los esfuerzos ocasionados, se debe utilizar una cubierta mínima de 60 cm. (24 pulg) para tráfico liviano o peatonal y 90 cm. (35 pulg) para tráfico mayor.



REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA CAMA Y EL RELLENO





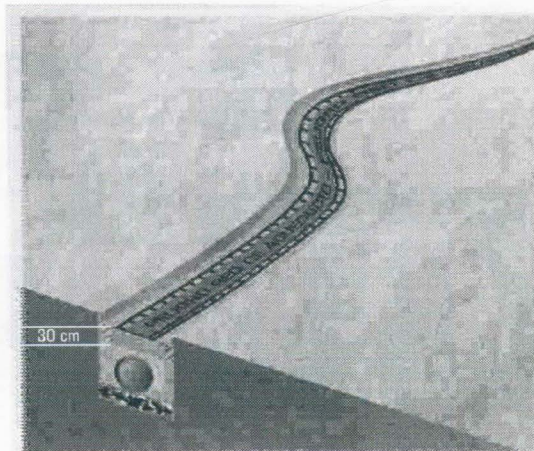
El tubo debe apoyarse uniformemente en toda su longitud sobre material estable. No debe estar apoyado sobre bloques espaciados en forma intermitente en ninguna parte de la zanja.

Los materiales de relleno utilizados para rodear el tubo deben tener un tamaño de partículas $< 12,7$ mm ($1/2$ pulg); se deben colocar en capas y compactarse para desarrollar fuerzas laterales pasivas, para evitar la deformación de la tubería. El resto de material de relleno debe colocarse y extenderse en capas uniformes hasta llenar la zanja completamente, sin dejar espacios vacíos, rocas o terrones de tierra en el relleno.

Rocas o escombros $> 7,62$ cm (3 pulg) de diámetro deben retirarse. Deben usarse equipos de rodillos o vibradores pesados para consolidar el relleno final.

Se debe instalar una cinta de señalización o malla plástica en forma continua a 30 cm de la clave superior del tubo con el fin de advertir la presencia de la tubería en posteriores excavaciones. Debe

tener un ancho aproximado entre 12 y 15 cm y debe quedar centrada con respecto al eje longitudinal de la zanja.



Nota. Es fundamental la buena compactación del relleno inicial ya que por las características de flexibilidad de la tubería en el momento de hacer la prueba hidrostática se puede presentar desplazamientos laterales del tubo ocasionando fugas en los puntos unidos por accesorios mecánicos.

PRECAUCIONES DE INSTALACION

La tubería se debe almacenar evitando daños exteriores de aplastamiento o deterioro por piedras puntiagudas y almacenarla bajo techo preferiblemente si se va a exponer por largos períodos a la acción de los rayos solares. Debe tenerse cuidado de proteger la tubería de calores excesivos o sustancias químicas dañinas, como gasolina o solventes orgánicos.

La flexibilidad del PE permite su trazado con cierto radio de curvatura, lo cual es una ventaja para sortear obstáculos imprevistos o para efectuar ligeros cambios de dirección sin tener que recurrir al uso de accesorios.

El radio mínimo de curvatura admisible depende

del diámetro del tubo, de si hay o no uniones y de la temperatura ambiente.

Radios Mínimos de Curvatura Admisible		
Temperatura Ambiente (°C)	Sin Uniones	Con Uniones
20	20.D	25.D
10	35.D	No permitido
0	50.D	No permitido

La tubería debe desenrollarse tangencialmente del rollo procurando evitar hacerlo en espiral.

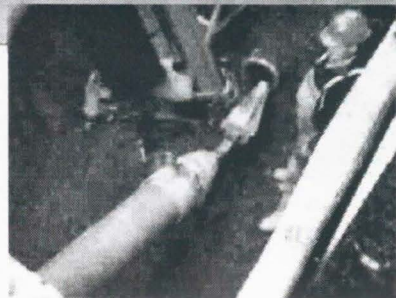
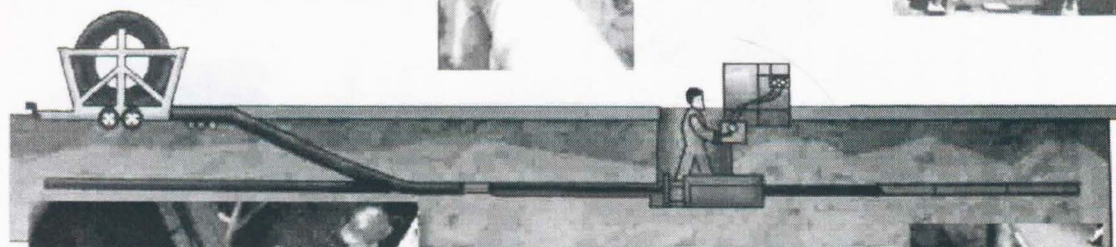
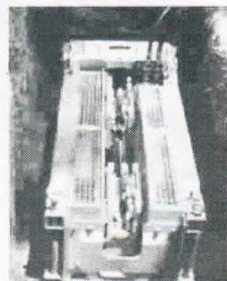
Cuando la tubería ha sido unida por fuera de la zanja es aconsejable enfriar el tubo a la temperatura ambiente antes de instalarlo.

Para condiciones de instalación por metodologías y condiciones diferentes se debe consultar con el Area Técnica de EXTRUCOL S.A.

NUEVOS MÉTODOS DE INSTALACION TÉCNICAS DE RENOVACIÓN DE TUBERÍAS SIN APERTURA DE ZANJA

1. BURSTING

Sistema hidráulico estático para renovación de tuberías de acueducto y alcantarillado, se requiere la construcción de cajas para instalar el equipo a nivel de la tubería a reemplazar.

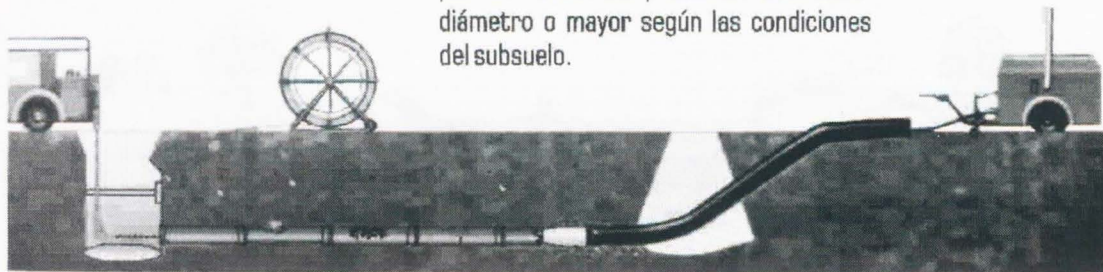


2. CRACKING

Sistema dinámico para renovación de tuberías de alcantarillado desde 6" hasta 24", se trabaja de pozo a pozo en longitudes 80m a 100m; requiere de un winch hidráulico y un martillo neumático.

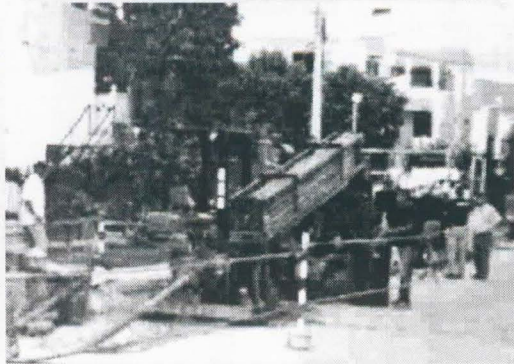
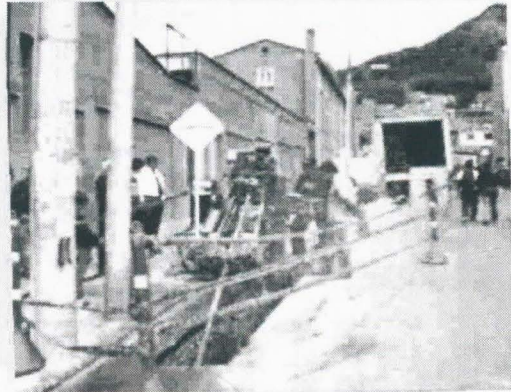
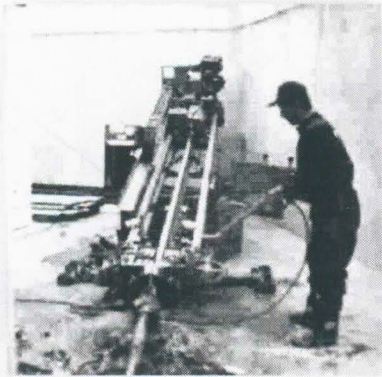


Permite el reemplazo de tuberías de hierro fundido, arcilla, concreto, asbesto, PVC y en general materiales fracturables, por uno nuevo de polietileno del mismo diámetro o mayor según las condiciones del subsuelo.

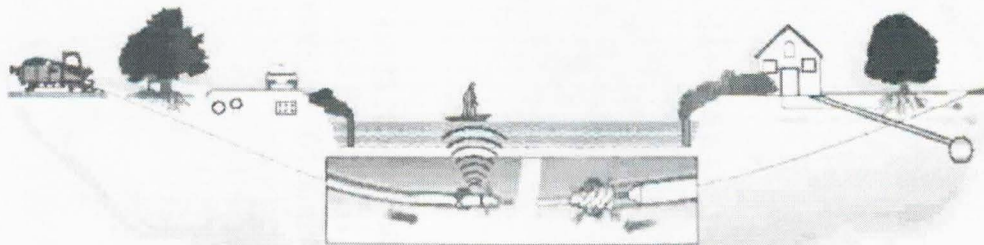




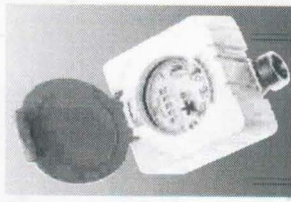
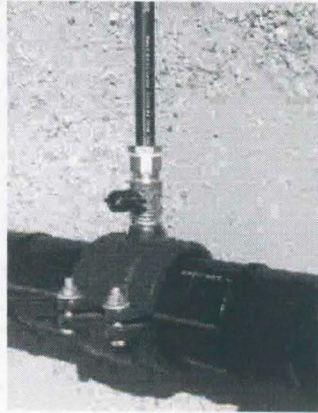
3. PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (P.H.D.)



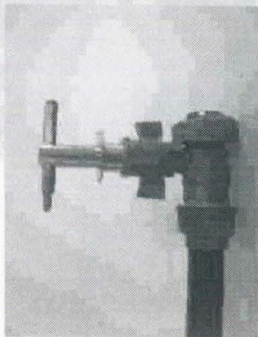
Método utilizado para instalación de tuberías de polietileno de 2" hasta 24" con longitudes máximas de 300 m, radio de curvatura mínimo 42 m.



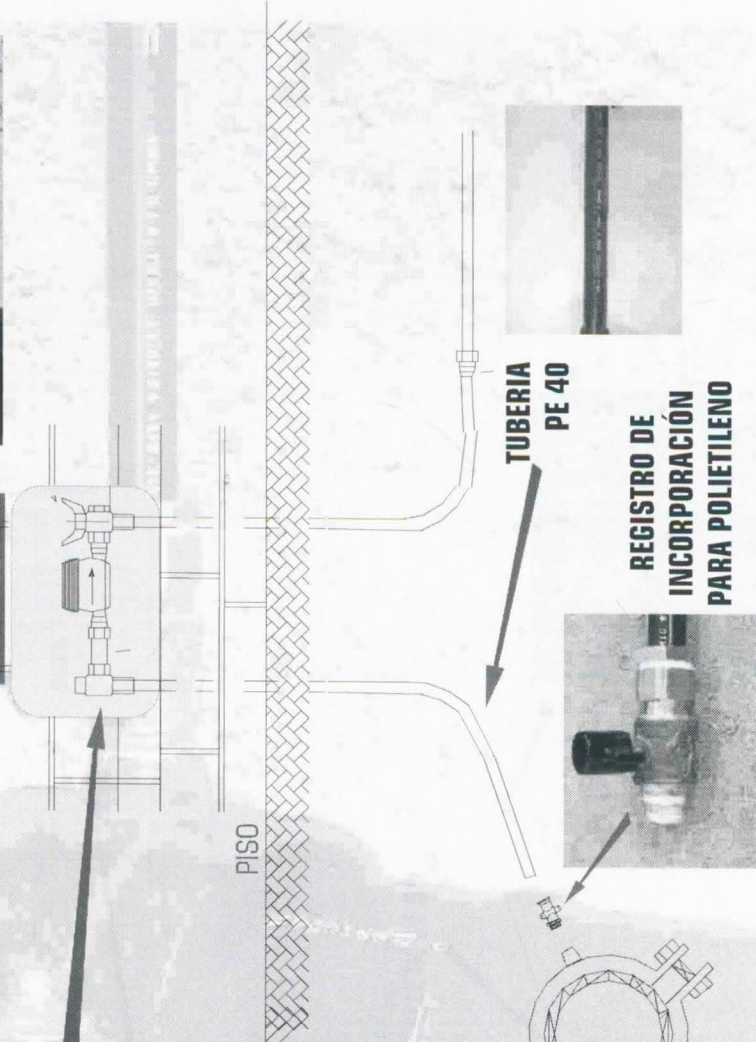
ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON COLLAR DE DERIVACIÓN EN HIERRO DÚCTIL O EN POLIPROPILENO (P.P.)



MEDIDOR



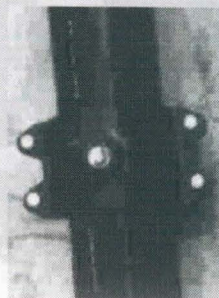
VALVULA DE ENTRADA
AL MEDIDOR CON
SISTEMA DE CORTE



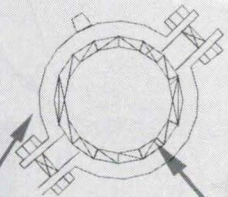
PISO

TUBERIA
PE 40

REGISTRO DE
INCORPORACIÓN
PARA POLIETILENO



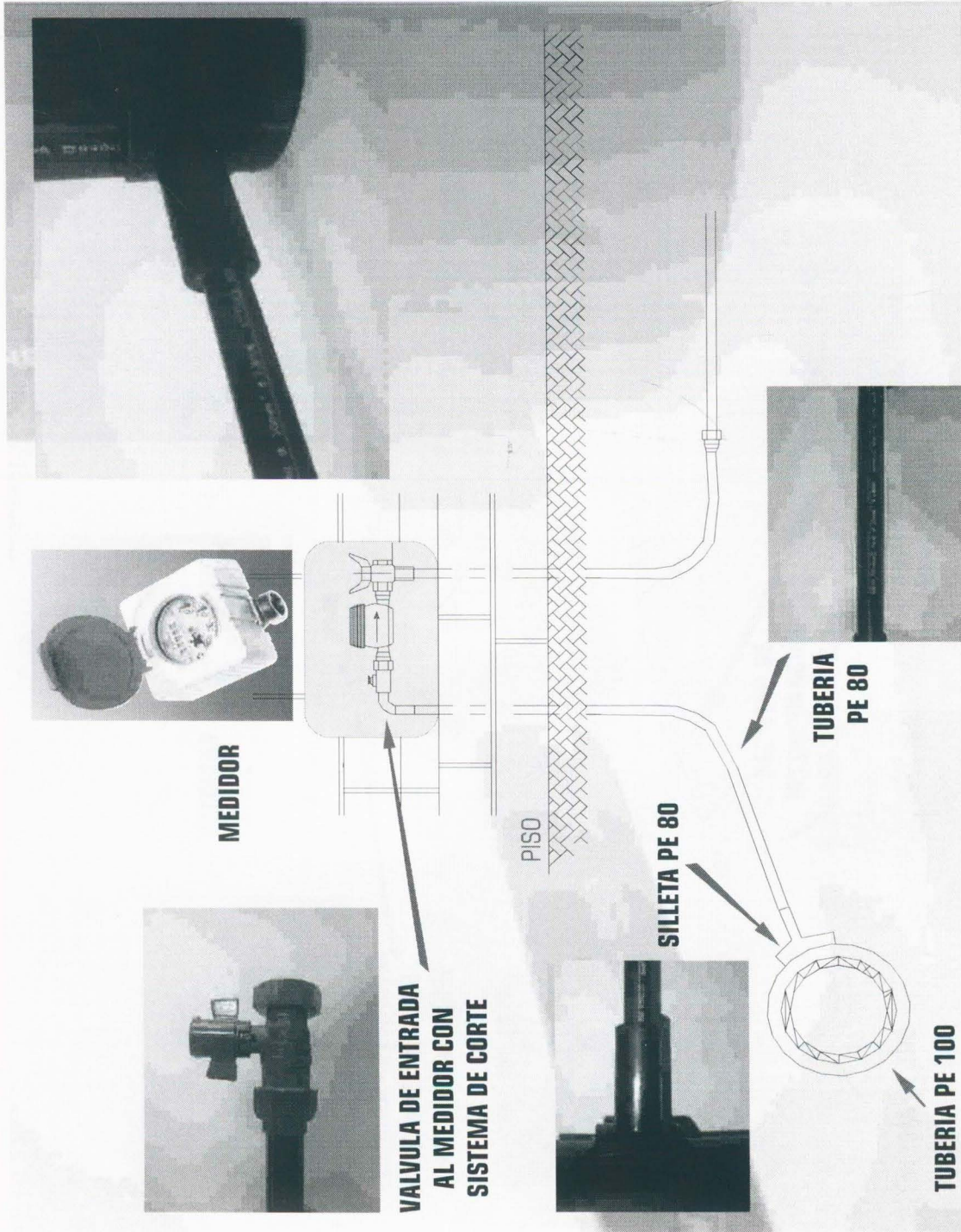
COLLAR EN H.D. o PP



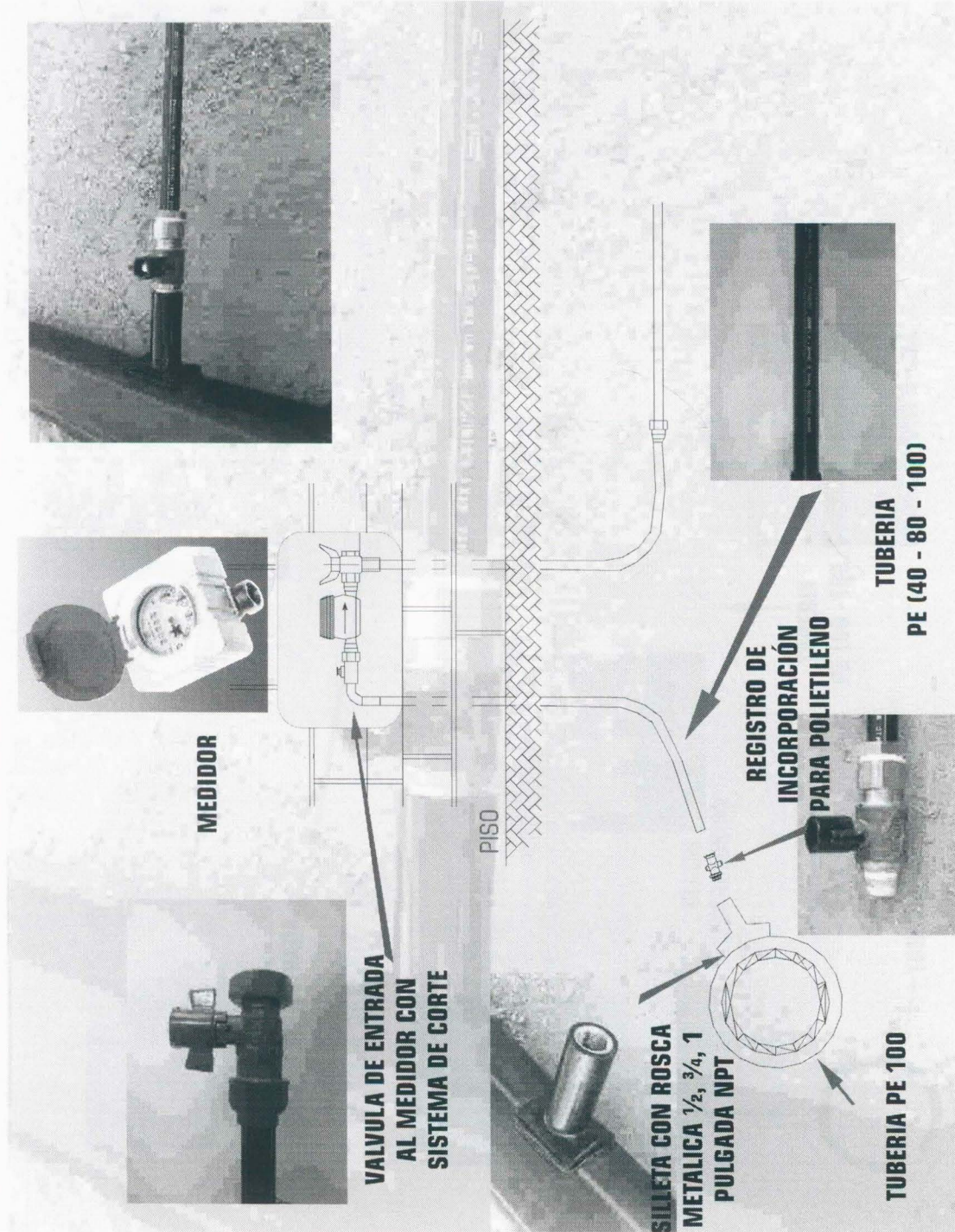
TUBERIA PE 100



ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA DE TERMOFUSIÓN SOCKET

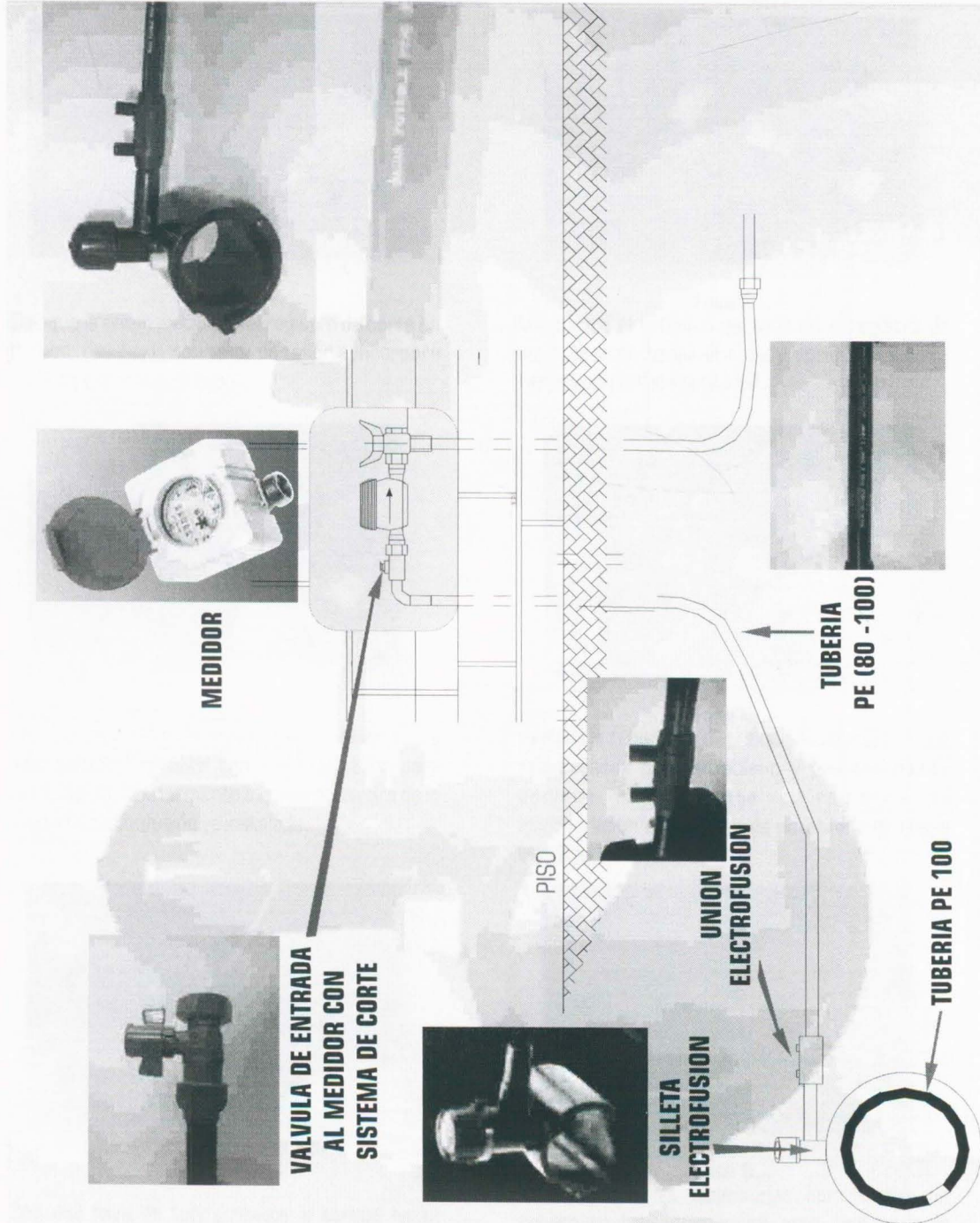
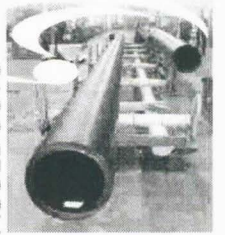


ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA ROSCA METÁLICA 1/2 NPT, 3/4 NPT, 1 NPT



ACOMETIDA DOMICILIARIA EN POLIETILENO CON SILLETA DE ELECTROFUSIÓN

ACUEDUCTO





ACUEDUCTO

PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN ACOMETIDA DOMICILIARIA CON SILLETA DE ROSCA METÁLICA 1/2 NPT



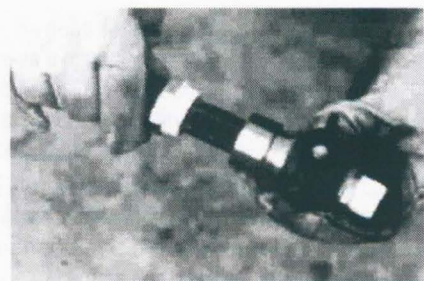
Fase 1...

Coloque la rosca metálica del registro de corte en el tubo, recubrala con cinta de teflón e incorpore el o'ring que sujeta el tubo.



Fase 2...

Introduzca el extremo del tubo en el registro de incorporación hasta el tope y apriete la tuerca hasta obtener hermeticidad.



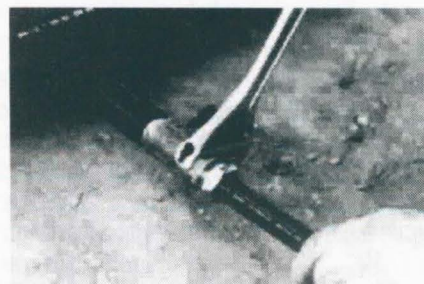
Fase 3...

En el extremo macho del registro de incorporación recubra con cinta de teflón para introducir posteriormente a la rosca hembra de la silleta de termofusión ya instalada.



Fase 4...

Perfore la tubería de distribución con una broca o sacabocados para polietileno y posteriormente apriete manualmente el registro de incorporación en la silleta de polietileno de rosca metálica 1/2 NPT.



Fase 5...

Con una llave de tubos realice el torque hasta obtener hermeticidad.

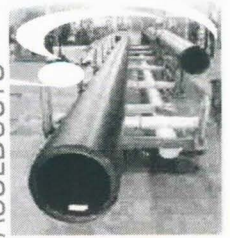


Fase 6...

Verifique que las acometidas domiciliarias no presenten fuga cuando se este realizando la prueba de presión de la red.

PRUEBA DE PRESIÓN

ACUEDUCTO



1. Posterior al tendido de la tubería ya instalada, debe someterse a una prueba de presión para verificar su hermeticidad.

2. Se recomienda hacer esta prueba cada 500 m lineales de tubería instalada, sin embargo, el tamaño de la sección de ensayo está determinada por la capacidad de llenado y presurización del equipo.

3. La cantidad de líquido necesario para llenar el volumen interno de la sección de tubería de ensayo se puede estimar en:

$$V = 0,785 * 10^{-6} * ID^2 * L$$

Donde:

V = Volumen de la sección de tubería; en m³

ID = Diámetro interno del tubo; en mm

L = Longitud de la sección de ensayo; en m

4. Se debe llenar lentamente de agua el tramo que se va a probar de abajo hacia arriba, manteniendo abiertos los elementos por donde sale el aire. Estos se cerrarán después de verificar que no existe aire en la línea.

5. Antes del ensayo las uniones por termofusión deben estar completamente frías. Las uniones mecánicas deben estar completamente ensambladas con todos los sellos necesarios y todas las abrazaderas instaladas y apretadas.

6. La presión máxima de ensayo para tuberías de polietileno con clasificación de presión, no debe exceder 1.5 veces la presión de diseño del tramo a ensayar; en este mismo tramo no deben estar presentes los componentes o instrumentos con clasificación de presión más baja, o deben haber sido removidos o aislados de la sección de ensayo.

7. La máxima presión de ensayo no debe exceder la clasificación de presión más baja o pequeña de los componentes o instrumentos de la sección de ensayo, donde los componentes o instrumentos de menor clasificación de presión no puedan ser removidos o aislados de la sección de ensayo, consulte los fabricantes de los componentes para las clasificaciones de presión.

8. Cuando la presión máxima de ensayo esta entre la presión del diseño del sistema y 1,5 por la presión del diseño del sistema o en 1,5 por la presión de diseño del sistema, el tiempo total de ensayo incluido el tiempo requerido para

presurizar, estabilizar, mantener la presión de ensayo y despresurizar, no debe exceder las 8 horas.

9. Si es necesario un reensayo la sección de ensayo deberá ser despresurizada durante 8 horas antes del reensayo.

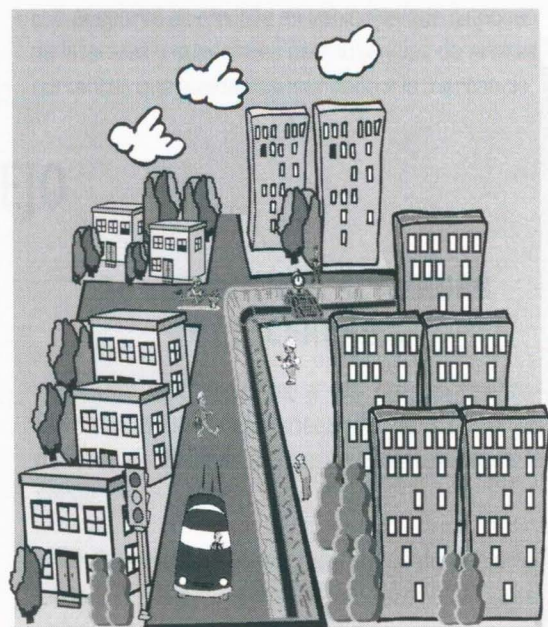
10. Presurización - Fase inicial de expansión- cuando la sección de ensayo este completamente llena y el aire liberado, incremente la presión gradualmente en la sección de ensayo hasta la presión de ensayo requerida.

11. Adicione el agua de relleno necesaria para mantener la presión máxima de ensayo por cuatro horas.

12. Reduzca la presión de ensayo en 10 psi (1,45 kpa) y monitoree la presión durante 1 hora. No aumente la presión o adicione agua de relleno.

13. Criterio de Paso/Falla - si no se observa goteo, y la presión durante la fase de ensayo se mantiene estable (dentro del 5% de la presión de la fase de ensayo) por el período de la fase de ensayo de 1 hora, esto indica que pasó el ensayo.

14. Cuando la máxima presión de ensayo está entre la presión de diseño del sistema y 1,5 por presión de diseño del sistema, permita a la sección de ensayo "relajarse" por lo menos 8 horas antes de la represurización.



DESPACHO Y ALMACENAMIENTO



La teoría del inventario se inicia con las leyes de la OFERTA y la DEMANDA. Si éstas fueran constantes y continuas no sería necesario el ALMACENAMIENTO, puesto que del producto final los productos irían inmediatamente al consumidor final. Ante esta realidad cualquier tipo de producto, en alguna de sus fases de PRODUCCION

- VENTA debe ser almacenado. Y, si el producto es almacenado es necesario que cumpla entre otras con las siguientes condiciones:

- MANEJO
- ALMACENAMIENTO
- EMBALAJE
- PRESERVACION
- DESPACHOS

I Se consideran de **MANEJO** todas las actividades de traslado entre dos puntos del producto, bien sea manualmente o empleando cualquier clase de medios auxiliares mecánicos de elevación y transporte.

II Para el **ALMACENAMIENTO** se necesitan espacios, áreas o bodegas asignadas.

III Durante el **EMBALAJE** se controla la presentación del producto, el empaque y su proceso de rotulado.

IV La **PRESERVACION** del producto supone que es consecuencia de un procedimiento óptimo que

garantiza la calidad para asegurar que todas sus características permanezcan invariables. En el caso de la tubería de PE se debe almacenar en estibas con cartón para la protección contra objetos cortopunzantes y evitar el contacto con líquidos agresivos.

V El **DESPACHO** del producto se debe efectuar con una rotación que reduzca al mínimo el período de almacenamiento (Primero en entrar, primero en salir).

El transporte se efectúa en vehículos que dispongan de laterales y superficies con ausencias de aristas cortantes que puedan causar daño a la mercancía.

I MANEJO

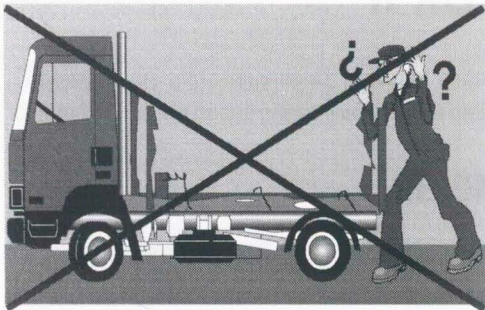
Para el manejo adecuado se deben tener métodos que eviten el daño o deterioro en la mercancía. Quien realiza el recibo de la mercancía es responsable por:

- Revisión y Supervisión
- Manejo de Documentos
- Recibo de Mercancía
- Identificación de Mercancía
- Conteo de Mercancía
- Manipulación de la Mercancía
- Almacenamiento de la mercancía

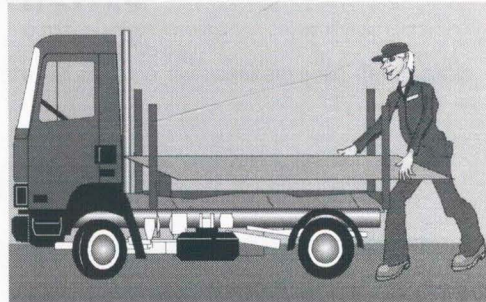
SE RECOMIENDA AL CARGAR Y DESCARGAR...

● Dar instrucciones a los cargadores referentes a la forma adecuada de realizar el descargo teniendo en cuenta la naturaleza de la carga.

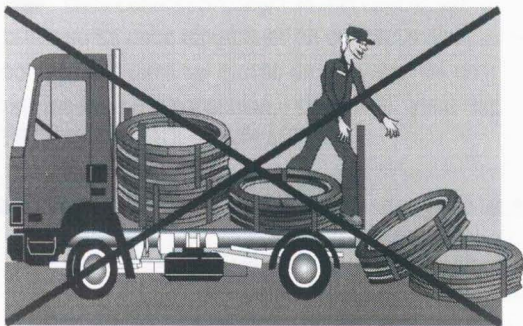
● Realizar una inspección visual de la carrocería y el planchón antes de empezar a cargar el vehículo teniendo en cuenta que:



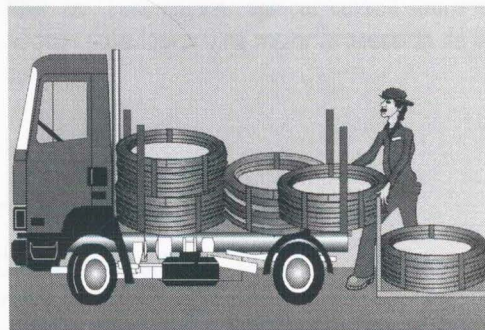
● Las partes laterales y el planchón se encuentren en buen estado, de tal forma que no haya cuerpos extraños que puedan causar daños a la tubería.



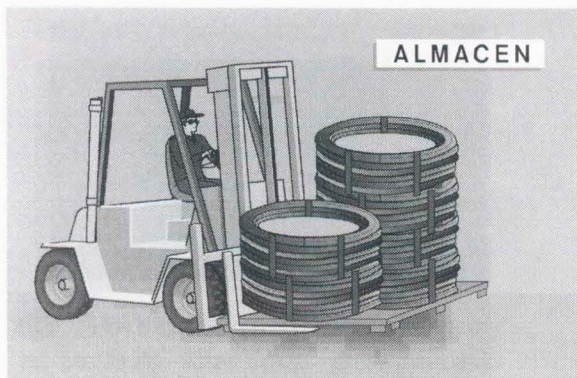
● Teniendo en cuenta que: previamente se haya colocado un cartón en la plataforma donde van ubicadas las compuertas del vehículo para proteger la tubería al descargarla.



● Los rollos sean alcanzados por el cotero que se encuentra en el vehículo. No se debe botar ni tirar del camión al piso, allí debe ser recibido por otro cargador.



● El cargador que permanece en el camión no arrastre el rollo o tubo por el planchón.



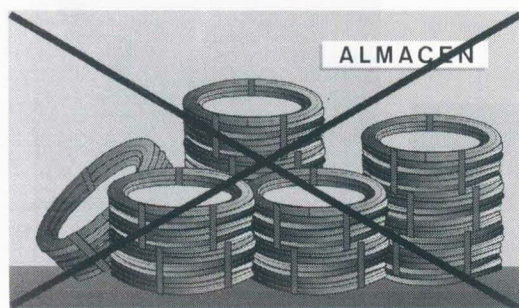
● Se recomienda que la tubería en rollos sea transportada por medios mecánicos o levantada del piso para trasladarla al interior del almacén.



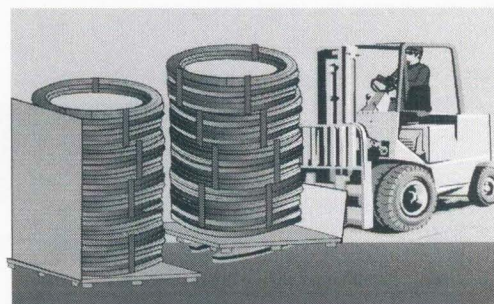
II ALMACENAMIENTO

El objetivo del almacenamiento racional consiste en asegurar el máximo aprovechamiento del espacio, compatible con la buena preservación de la mercancía.

RECOMENDACIONES :



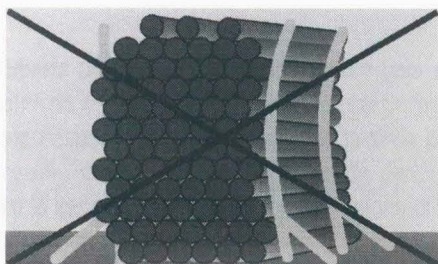
● Es necesario proteger la mercancía, por lo tanto no se debe almacenar en contacto directo con el piso; para tal efecto es conveniente usar un medio de protección, siendo el ideal las ESTIBAS DE MADERA o PLÁSTICO.



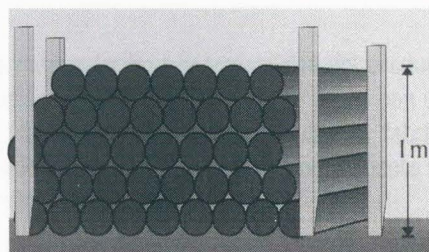
● Se recomienda colocar cartón sobre la estiba para lograr una mejor protección de la tubería.

Para el almacenamiento de la mercancía se sugiere tener en cuenta la siguiente altura máxima:

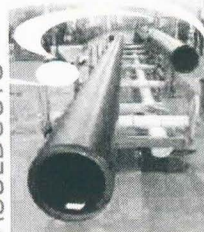
Rollos hasta de 1 pulg (32 mm)	➡	10 rollos de tubería	
Rollos de 2 pulg (63 mm)	➡	5 rollos de tubería	
3 pulg (90 mm)	➡	Base x 1 m de altura	4 rollos de tubería
4 pulg (110 mm)	➡	Base x 1 m de altura	4 rollos de tubería
6 pulg (160 mm)	➡	Base x 1 m de altura	
8 pulg (200 mm)	➡	Base x 1 m de altura	
10 pulg (250 mm)	➡	Base x 1 m de altura	
12 pulg (315 mm)	➡	Base x 1 m de altura	
14 pulg (355 mm)	➡	Base x 1 m de altura	



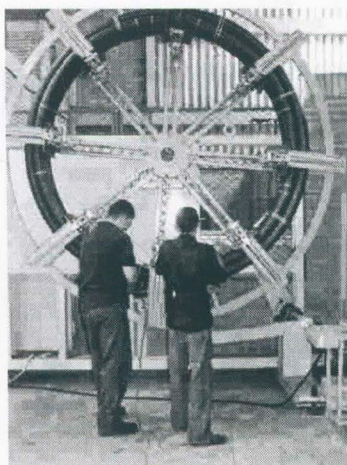
● Si los tubos van en estanterías las bases y los brazos de éstas deben protegerse para que no causen daño a la tubería.



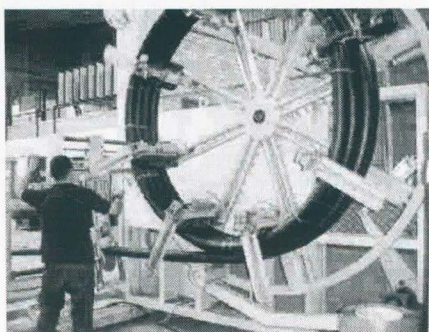
● Los tubos se ubicarán horizontalmente, debe evitarse la ubicación vertical la cual produce mayor ovalación a la tubería e inseguridad en el almacenamiento.



III EMBALAJE



● Los rollos deben ir bien ajustados y sujetos por zunchos sostenidos en grapas plásticas y ó metálicas, sin perder su forma.



ROTULADO

● El rollo y el tubo deben llevar una etiqueta debidamente diligenciada que lo identifica.

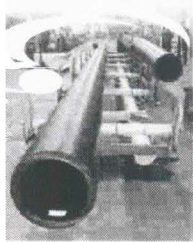


La tubería de PE se rotula cada metro bajo el sistema de indentación bajo relieve, el cual permite que después de haberse borrado la tinta de impresión, con solo frotar un papel de carbón sobre la sección rotulada y luego se coloca una cinta adhesiva sobre la marcación y se rescata nuevamente la leyenda.

La importancia de este rotulado consiste en

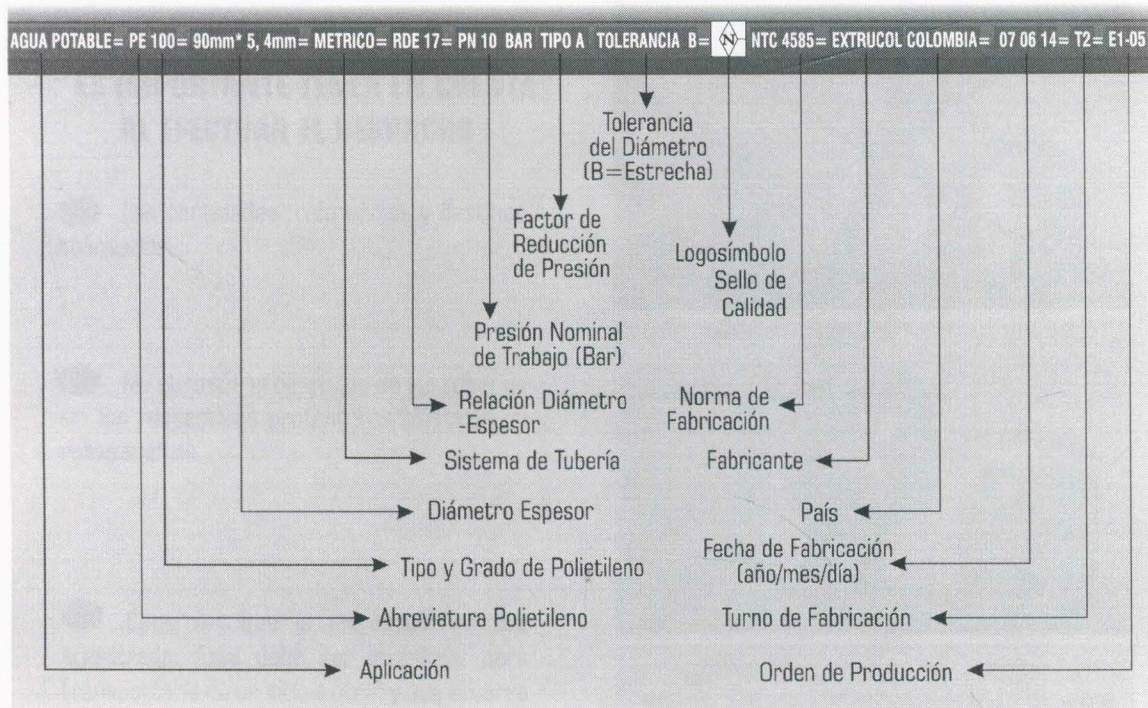
permitir o facilitar la trazabilidad del producto pudiéndose detectar la materia prima con que se fabricó, cómo, cuándo, quién lo fabricó, adicional a toda la información concerniente a la orden de producción.

En caso de cualquier reclamación es importante citar la fecha, turno y orden de producción.



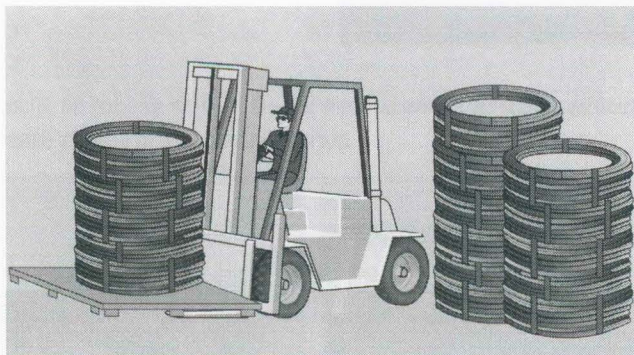
ACUEDUCTO

ROTULADO NORMALIZADO EN LAS TUBERIAS DE PE PARA AGUA POTABLE



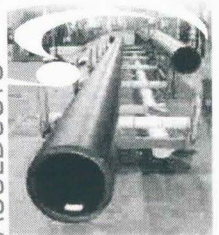
IV PRESERVACION

● La tubería de PE no debe almacenarse revuelta con materiales como hierro galvanizado, acero, grava, residuos de obra civil o similares.



● La tubería de PE no debe almacenarse con aceites, hidráulicos, lubricantes, productos químicos, es de alto riesgo el que alguno de estos elementos este en contacto con la tubería.

● Se debe revisar la rotación de inventarios para dar la salida de productos más antiguos.



V DESPACHO

● Gestionar la respectiva documentación, para efectuar el despacho.

● Dar instrucciones de la forma correcta para transportar la mercancía.

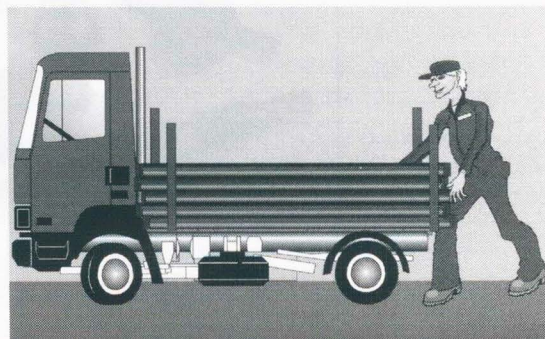
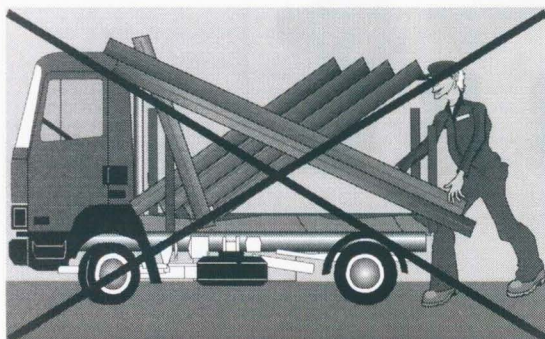
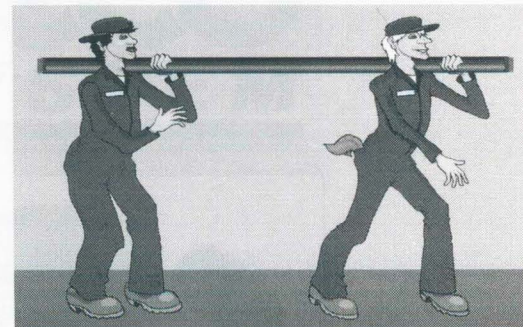
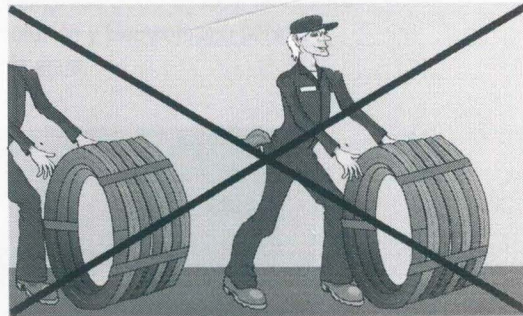
ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA AL EFECTUAR EL DESPACHO :

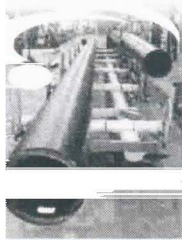
● Las cantidades, referencias y destinos solicitados.

● No permitir el despacho de las tuberías sin los respectivos protectores plásticos, ni rollos sueltos.

● Controlar que la mercancía no sea arrastrada. Esta debe ser levantada para transportarla de un sitio a otro; y que el carro transportador presente sus carrocerías en buen estado y la protección necesaria.

● Verificar el despacho de tubería de 6 - 10 - 12 metros en los vehículos adecuados. Despachando la mercancía ordenadamente y con la protección requerida.



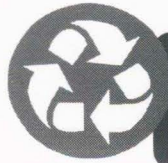
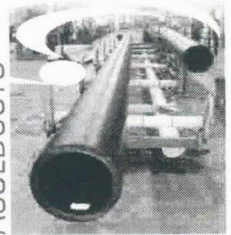


ACUEDUCTO

REPRESENTANTE :

EXTRUCOL representa en Colombia a la empresa **GECO System** fabricante de Accesorios inyectados de Termofusión y Electrofusión para la conducción de agua.





MANEJO DE RESIDUOS DE TUBERÍA DE PE

Concientes de nuestro compromiso en la parte ambiental y dentro del sistema de gestión ambiental ISO 14001, Extrucol S.A. hace las siguientes recomendaciones a sus clientes en el manejo de los residuos generados durante la manipulación e instalación de la tubería y accesorios. El polietileno es un material biológicamente inerte y por lo tanto difícilmente biodegradable, debido a sus propiedades físico-químicas presenta poca o nula movilidad en el terreno, por lo tanto, no se debe esparcir en él. En caso de descarga accidental al agua el producto flota en la superficie, no se disuelve y su evaporación en el aire es prácticamente nula.

El polietileno es de fácil recuperación con posibilidad de reciclaje, ayudando de esta manera al ahorro energético y de materias primas para productos de bajas especificaciones como



escobas, ganchos para ropa y otros.

Lo invitamos a que recolecte todos los residuos de tubería, accesorios, grapas, zunchos y los tapones que vienen con ella para que los envíe al reciclador de plástico más cercano, vinculándose de esta manera a recuperar el medio ambiente.

En las siguientes direcciones podrá encontrar las empresas pertenecientes a la Asociación Nacional de Recicladores (ANR). Para información más detallada consulte el "Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos" de Acoplásticos.

REGIONAL	DIRECCIÓN	TELÉFONO
MEDELLIN : C. Acopio Mpal. #3	Calle 76 # 50B-14	4-212 6947
CALI : PERESURCO	Calle 12 # 11- 42	2-885 5769
MANIZALES: CIUDAD VERDE	Km. 4 Via Neira	6-880 3351
NEIVA: NUEVO HORIZONTE	Calle 25A #1F-81	8-875 7103
PASTO: CO-EMPRENDER	Calle 19 #15A-13	2-720 5230 /721 0647
BARRANQUILLA: ARCON	Calle 17 #22-57	5-376 1144 / 379 2787
CARTAGENA: ARCON	Ciudadela 2000 MZ 8 LOT 78	311-417 5882
BOGOTA: ARB	Cra 3 #14-46/48	1-341 8365
ANR - ASOC. NAL DE RECICLADORES	Cra 97BIS 71B-72	1-434 6251
SAN GIL : AIRES SANTANDERES	Cra. 9 #13-21	7-723 7471 /724 6166

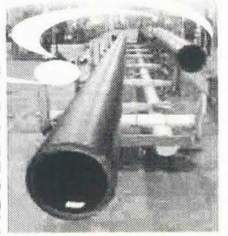


ACUEDUCTO

AFILIACIONES

EXTRUCOL, pretendiendo una adecuada actualización de los productos y procesos, ha establecido relación con diferentes organismos nacionales entre los cuales destacamos los siguientes:

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- American Society For Testing and Materials (ASTM).
- Asociación Colombiana de Plásticos (ACOPLASTICOS).
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL).
- Asociación Nacional de Industriales (ANDI)
- Instituto de Capacitación e Investigación de plástico y el Caucho (ICIPC)



AGRADECIMIENTOS

EXTRUCOL S.A. agradece a las siguientes empresas y personas que participaron activamente en la elaboración del presente catalogo técnico:

* GECO:

Fabricante de Accesorios Inyectados de Termofusión,
Electrofusión y Mecánicos.

* Ing. Luis Fernando Mesa Gómez
Director Técnico EXTRUCOL S.A.

* Ing. Jorge Eleázar Castellanos H:
Jefe de Aseguramiento de Calidad EXTRUCOL S.A.

* Ing. Javier Bermúdez Barón
Ejecutivo de Ventas . Línea Acueducto EXTRUCOL S.A.

* Ramiro Bernal
Coordinador de Producción EXTRUCOL S.A.

* Dirección General: Ing. Erwin Mantilla Agudelo
Jefe de Mercadeo y Ventas Línea Acueducto EXTRUCOL S.A.

* Equipo de Laboratorio EXTRUCOL S.A.:
Edgar Cuadros
Nelson Sánchez

* Diseño y Diagramación:
Ideas Comunicación



ACUEDUCTO

NOTA ACLARATORIA

Esta información es dada de buena fe y corresponde al estado actual de nuestros conocimientos, resultado de consultas a diferentes fuentes bibliográficas, investigaciones especiales y experiencia en el desarrollo de nuestra industria. Igualmente, se pretende instruir acerca de nuestros productos y sus posibles aplicaciones, pero con ello no se están dando garantías expresas o implícitas.

EXTRUCOL S.A. declina toda responsabilidad por los resultados obtenidos del uso de esta información.

Sus sugerencias pueden remitirlas a los e-mails:

atecnica@extrucol.com

calidad1@extrucol.com

TOMAS RUEDA VARGAS



054985