

Universidad de los Andes  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental



**TESIS DE ESPECIALIZACIÓN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS HÍDRICOS URBANOS**

**NUEVAS METODOLOGÍAS Y TECNOLOGÍAS PARA LA RENOVACIÓN  
/REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE**

Preparado por:

Ing. Christhiam Vladimir Ávila Lemus

Asesor:

Ing. Juan Saldarriaga

**Trabajo de Tesis**

**Bogotá, 14 de Febrero de 2012**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	4
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.2.1 <i>Objetivos Generales</i> .....	5
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
<b>2 ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>7</b>
2.1 ESTUDIO DE POSIBLES ESCENARIOS .....	7
2.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS .....	7
2.3 REHABILITACION Y RENOVACION DE REDES .....	10
2.3.1 <i>Rehabilitación de redes</i> .....	10
2.3.2 <i>Renovacion de redes</i> .....	11
2.4 METODOLOGIAS.....	12
2.4.1 <i>Tipos de tuberia utilizados</i> .....	12
2.4.2 <i>Metodología de zanja abierta</i> .....	18
2.4.3 <i>Metodología sin zanja –pipe bursting</i> .....	34
2.4.4 <i>Metodologia sin zanja- Slipinning</i> .....	52
2.4.5 <i>Metodologia sin zanja- Slipinning Modificado</i> .....	61
<b>3 METODOLOGÍA</b> .....	<b>70</b>
<b>4 DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>71</b>
4.1 ANALISIS DE METODOLOGIAS.....	71
4.1.1 <i>Metodología tradicional</i> .....	72
4.1.2 <i>Metodologías alternativas</i> .....	73
4.1.3 <i>Estudio económico metodologias</i> .....	75
<b>5 CONCLUSIONES</b> .....	<b>79</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

---

<b>FIGURA No 1. EXCAVACION CONVECIONAL CON ENTIBADO.....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA No2. INSTALACIÓN POR METODOLOGIA</b>	
<b>CONVENCIONAL.....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA No 3. ROTURA DE TUBERIA PIPE BURSTING.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA No 4MONTAJE DE CABEZOTE EN TUBERIA DE</b>	
<b>POLIETILENO.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA No 5. EQUIPO DE PIPE BURSTING .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA No 6. PROCESO DE TERMOFUSION EN TUBERIA</b>	
<b>INSTALADA.....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA No 7. PROCESO DE ROTURA DE LA TUBERIA</b>	
<b>INSTALADA.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA No 8 TECNICA DE HALADO.....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA No 9. INSERCIÓN DE LA TUBERIS NUEVA EN LA</b>	
<b>EXIXTENTE.....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA No 10 .DOBLADO Y FORMADO EN TUBERIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA No 11. SISTEMA DE INSERCION POR DOBLADO DE</b>	
<b>TUBERIA.....</b>	<b>63</b>

## *INTRODUCCIÓN*

---

A medida que las tuberías de las redes de acueducto de las grandes ciudades y poblaciones de Colombia van llegando al fin de su vida útil, se originan serios problemas dentro de la operación y funcionamiento de los sistemas de agua potable, presentándose pérdidas en las características y propiedades para las que fueron diseñadas y concebidas inicialmente, razón por la cual las empresas de servicios públicos deben realizar un estudio sobre qué tipo de alternativa utilizar para rehabilitar y /o renovar dichas redes deficientes. Para ello se debe realizar un comparativo exhaustivo y balance detallado que permita evaluar los diferentes tipos de alternativas y metodologías que se pueden utilizar, comparando todas las variables que puedan influir en cada metodología ya sea nueva o convencional; dichas características de aplicabilidad deben tener en cuenta los aspectos socio-económicos y culturales de cada zona donde se tenga previsto intervenir la red antigua.

A continuación se presenta un estudio para determinar en qué casos se pueden aplicar las nuevas tecnologías y alternativas, y bajo qué condiciones su uso y costo económico es realmente menor que el de las tecnologías convencionales, para de esta forma tomar una decisión objetiva a la hora de escoger alguna de ellas para el desarrollo de cualquier proyecto que se pudiese presentar en el territorio nacional.

---

## ***1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS***

---

### **1.1 ANTECEDENTES**

En los proyectos de renovación, rehabilitación y reposición de redes de acueducto desarrollados en Colombia en los últimos años y en ciudades como Bogotá se ha venido trabajando con metodologías tradicionales, como son las de zanja abierta, con las cuales se realizan impactos considerables que generalmente van de la mano con interrupciones al tráfico vehicular, ruidos que perturban a los habitantes del sector, vibraciones perjudiciales para los habitantes, estructuras y edificaciones vecinas, periodos largos de construcción y lo que es peor, cortes en el suministro del servicio público lo cual se traduce simplemente en pérdidas socioeconómicas para los habitantes del área de influencia, el constructor y para la empresa prestadora del servicio, incurriendo por estos factores en sobrecostos trasladados a los usuarios del servicio.

Hasta hace un par de años las ventajas de las nuevas metodologías que venían incursionando en Colombia como por ejemplo el Pipe Bursting y su aplicación se veían con recelo; tal vez por la falta de información acerca de ellas o por la falta de capacitación en el manejo de las mismas; por tal motivo se dejó a un lado la implementación de estas, las cuales pueden convertirse en una gran alternativa proporcionando ciertos beneficios en el manejo de los contratos relacionados con la ejecución de proyectos de rehabilitación o renovación de redes de agua potable.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 *Objetivos Generales*

- Estudiar la implementación de las nuevas tecnologías en el ámbito colombiano de acuerdo con las características de cada metodología y a las condiciones específicas que se presentan en las aéreas de posible implementación para evaluar su aplicación.

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar un completo análisis económico de las diferentes tecnologías, de su utilización dependiendo del contexto de ubicación geográfica y de la densidad de usuarios por sector y zona de implementación de las mismas.
- Realizar un análisis de los casos en los cuales se pueden aplicar tecnologías de renovación o de rehabilitación de redes de acueducto.
- Realizar un comparativo de ventajas y desventajas de unas sobre las otras
- Analizar las nuevas y antiguas metodologías e identificar los parámetros de diferenciación económicos, sociales, ambientales y culturales entre otros.

---

## **2 ESTADO DEL ARTE**

---

En lo concerniente a las nuevas metodologías para la rehabilitación y/o rehabilitación de redes de acueducto se puede observar que entre las empresas de servicios públicos y constructores del país hay cierto conocimiento sobre los diferentes tipos de metodologías utilizadas para este tipo de actividades; lo que no se tiene claro es en qué circunstancias es más apropiada la implementación de cada tipo de metodología; para tomar estas decisiones se tienen que evaluar varios tipos de variables, las cuales dependen no solo de la topología de la red si no de otras características como son: tipo de actividad económica del área a intervenir, tipo de estrato social, actividad social, tipo de comunidad y tipo de infraestructura y redes existentes.

Con el estudio de todas estas variables se puede realizar un comparativo de ventajas y desventajas de todas las metodologías incluyendo los métodos convencionales y de esta forma poder estimar en qué condiciones se puede usar cada uno.

En lo referente a las empresas dedicadas a la aplicación de este tipo de tecnologías, el mercado colombiano se encuentra muy limitado actualmente; no hay una gran oferta de ello debido al desconocimiento y miedo de incursionar en dichas tecnologías; adicionalmente como estas son importadas la capacitación para la implementación y operación de las mismas es poco accesible y los costos de dichos equipos son bastante elevados en ciertos casos.

Así mismo se pudieron estudiar los procesos constructivos de las nuevas metodologías sin zanja utilizados actualmente en el mundo y en Colombia, para de esta forma poder realizar un análisis de dicha información y obtener una evaluación real para poder recomendar la aplicación de estas nuevas metodologías en la realización de proyectos en el ámbito nacional.

## ***2.1 ESTUDIO DE POSIBLES ESCENARIOS***

Las metodologías usadas actualmente en el país en la renovación, rehabilitación y reposición de redes de acueducto se ha venido trabajando con metodologías tradicionales en las cuales se realizan impactos considerables en el aspecto ambiental, social y económico, generándose de esta forma grandes afectaciones en los sitios de obra lo que conlleva a grandes inversiones de dinero y largos tiempos de intervención; en el país están llegando nuevas tecnologías capaces de mejorar las eficiencias en la ejecución de estos tipos de trabajos. Muchas veces por falta de conocimiento o por temor de innovar en la aplicación de nuevas alternativas se dejan a un lado dichas tecnologías las cuales pueden ser de gran ayuda y aportar un cierto desarrollo en la ejecución de este tipo de actividades.

En las grandes ciudades de Colombia, en las cuales se cuenta con una gran longitud de redes de acueducto y alcantarillado, la mayoría de las cuales han sufrido algún tipo de deterioro o mal funcionamiento, debido a que llevan muchos años bajo tierra y la demora en la intervención de dichas tuberías ocasiona problemas directos e inmediatos como lo son las fugas imperceptibles



en los sistemas de acueducto lo que genera un porcentaje de pérdidas alto, situación que conlleva a una mala operación del sistema, fallas de servicio y posibles afectaciones de las estructuras de cimentación de la tubería debido a las ex -filtraciones generadas por las redes; así mismo se comienzan a generar fisuras que pueden originar con cualquier asentamiento o vibración la rotura de la tubería, lo cual vería reflejado a un gran impacto, debido a que se suspendería el suministro del servicio, para realizar las reparaciones pertinentes, generando residuos y escombros; posteriormente se debe proceder a realizar la recuperación del espacio público lo que conlleva a una afectación social y económica bastante considerable. Es bajo estas condiciones particulares que las empresas de servicios públicos deben evaluar que tipo de metodología implementar para la rehabilitación y/o renovación de redes, y con las cuales permitan mejorar las condiciones físicas y funcionales de los sistemas de distribución de agua potable a un bajo costo y con mínimos impactos negativos .

## ***2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS***

Cuando se comienzan a presentar estas situaciones como las anteriormente mencionadas las empresas de servicios públicos deben realizar un estudio de vulnerabilidad de las redes de acueducto y alcantarillado y se deben evaluar y relacionar factores externos e internos del sistema. Los principales parámetros que se deben evaluar son: Edad, longitud, diámetro y materiales de las tuberías, características del suelo circundante, presión de la red para el caso de distribución de agua potable, fenómenos sísmicos, localización de la red, localización topográfica

y caracterización socioeconómica del sector; evaluando estos parámetros y apoyados en modelos que existen se puede establecer el grado de deterioro de la red para de esta manera programar su rehabilitación o renovación evaluando con qué tipo de alternativa se pueden realizar las respectivas renovaciones o rehabilitaciones de las tuberías en sistemas de agua potable; obviamente la decisión que se adopte debe responder al análisis de los resultados de los estudios de evaluación realizados a cada tipo de tecnologías y metodologías.

## ***2.3 REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN DE REDES***

Antes de iniciar el análisis de las nuevas tecnologías y su posible aplicación se tiene que definir muy bien la diferencia entre rehabilitación y renovación de redes de agua potable. Para esto las empresas de servicios públicos deben tener bien definidos los parámetros para identificar cada caso, y de esta forma poder identificar qué tipo de metodología o tecnología se puedan emplear, ya sea para renovar o para rehabilitar tuberías en sistemas de agua potable.

### ***2.3.1 Rehabilitación de redes***

La rehabilitación de redes de acueducto es la actividad mediante la cual se realiza un mejoramiento de las características de la red a intervenir; esto depende del grado de deterioro en que se encuentre; solo aplica cuando no hay daños estructurales considerables en la red. En este tipo de procedimientos no se destruye la tubería existente; lo que se realiza es un recubrimiento con un material de resina para mejorar la rugosidad lo que hace que cambien las condiciones

hidráulicas mejorando sus prestaciones internas; así mismo se mejora y aumenta su resistencia y vida útil. Cabe anotar que los procedimientos que se utilizan en la rehabilitación son sin apertura de zanja.

En esta actividad se pueden utilizar las metodologías, como son el Slipinning y Slipinning modificado (doblado y formado) las cuales se explicaran más adelante con mayor grado de detalle para su comprensión

### ***2.3.2 Renovación de redes***

Este procedimiento se realiza cuando los daños de la red son bastante considerables y se ve la necesidad de reemplazar totalmente la tubería existente; por parte con unas mejores características hidráulicas, en el proceso se pueden realizar varios tipos de metodologías; la primera que es la convencional y la cual consiste en la apertura de zanja y las demás se pueden realizar mediante tecnologías sin apertura de zanja como es el caso del Pipe Bursting, y es en estos métodos en los cuales se debe evaluar detalladamente las prestaciones de unos sobre los otros .

Se debe realizar un estudio a profundidad para poder definir qué tipo de alternativa se va a usar en determinado proyecto, si se va realizar utilizando técnicas de rehabilitación o por medio de técnicas de renovación, por medio de zanja o sin ella.

<b>Renovación</b>	<b>Rehabilitación</b>
Requiere la destrucción de la tubería existente.	No destruye la tubería existente.
Se utiliza cuando el grado de deterioro de la tubería existente amerita su reemplazo.	Se utiliza cuando la tubería existente no presenta un grado de deterioro considerable.
Aplicable cuando no es económica la frecuente reparación de la tubería existente.	Reemplaza totalmente la vieja tubería
Es posible incrementar la sección transversal de la tubería	Mejora las características hidráulicas internas
	Incrementa el tiempo de vida de la tubería existente

Renovación Vs Rehabilitación (XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica).

## ***2.4 METODOLOGÍAS***

Las nuevas metodologías pueden tener ventajas sobre los métodos convencionales. A continuación se va a realizar un comparación entre 3 método de tecnología alternativa como son: el Pipe Bursting; Slipinning y el Slipinning Modificado vs el método convencional de apertura de zanja para la renovación y rehabilitación de una red de acueducto. De esta forma se podrá evaluar que tipo de ventajas realmente tiene el uno sobre el otro y así mismo poder realizar las

consideraciones necesarias para la viabilidad y aplicabilidad de estas nuevas tecnologías en los diferentes municipios del territorio nacional.

Entre los parámetros analizados para tomar o no la decisión de rehabilitar o remplazar la tubería existente por un método sin zanja, y compararlo con un método tradicional están generalmente los siguientes:

- **Zona o sector de intervención:** este parámetro es de gran importancia ya que con el se puede determinar si en el sector de la posible hay gran densidad de usuarios, y que tipo de actividad o tipo de actividad desarrollada en el mismo; esto nos permite evaluar que cantidad de acometidas domiciliarias hay en cada cuadra y cada cuento están distanciadas, característica de gran importancia ya que va a determinar la cantidad y el tamaño de las intervenciones que se deban realizar por cada método y de esta forma decidir cuál de las alternativas es la más viable
- **Impacto Urbano e Impacto Ambiental:** Para evaluar este parámetro se debe tener en cuenta que tipo de intervención se debe realizar, ya que dependiendo del tipo de urbanismo y materiales que conformen la distribución del espacio público de la zona se puede definir qué tipo de método utilizar, ya que no es lo mismo aplicar un método de renovación o rehabilitación sin zanja en un sector donde no se encuentren ningún tipo de estructura de

anden ni de pavimento y caso contrario de aplicar algún método en un área donde se encuentre definida una planeación urbana.

- *Confiabilidad del las metodologías:* las nuevas metodologías para la renovación o rehabilitación de sistemas de agua potable pese a que son metodologías relativamente nuevas, que tienen pocos años de haberse adoptado en el país en poca medida, son alternativas que ofrecen grandes confiabilidades en tiempos de vida útil, ya que son metodologías que si se instalan siguiendo los parámetros definidos para cada una. Son metodologías que pueden ofrecer una vida útil hasta de más de 50 años; adicionalmente como casi en todas se utilizan materiales como el polietileno que en eventos de asentamiento y sismos ofrecen una mayor resistencia.
- *Tiempos de ejecución:* este es uno de los factores determinantes al momento de escoger alguno de los dos métodos; generalmente la nuevas metodologías presentan ventajas indiscutibles en rendimientos y tiempos de instalación ante los métodos tradicionales, toda vez que no se requieren excavaciones, rellenos, obras de protección, reposiciones de pavimentos, entre otros aspectos que afectan directamente al método tradicional.
- *Costo:* es uno de los parámetros más importantes dentro de la evaluación de las metodologías. Generalmente el método de renovación sin zanja representa menores costos que los métodos tradicionales de excavación y reemplazo; sin embargo esto se debe determinar teniendo en cuenta el diámetro de la tubería, la longitud de la tubería, las deficiencias específicas de la tubería tales como uniones, la profundidad de la tubería a ser

reemplazada, la ubicación de los pozos de acceso, el número de puntos de accesos adicionales que necesitan ser excavados para aplicar el método, la ubicación de otras redes que deben ser evitadas durante la reparación o reemplazo, el número de conexiones de servicio a ser reinstaladas y el número de cambios direccionales en los puntos de acceso.

- *Aspectos de carácter técnico en la instalación:* cada obra es diferente en este tema; sin embargo, desde este punto de vista se requiere un análisis minucioso y detallado del número de conexiones aplicadas a la tubería a renovar, ubicación precisa y condiciones de funcionamiento de cada una de ellas; la conexión por ejemplo de las redes domiciliarias en cierto grado representa un alto grado de complejidad en este sistema, aspecto que no representa ningún grado de dificultad en el método de instalación de nuevas tuberías con el método tradicional, Por lo dicho, es este parámetro supremamente importante en la toma de decisiones del método a emplear.
- *Tipo de rehabilitación:* dependiendo de un estudio que se le debe realizar a la tubería se debe saber en qué estado se encuentra. Esto se realiza ya sea por medio de análisis por medio de cámaras de televisión para saber en qué estado estructural se encuentra la tubería o por medio de una análisis cualitativo en el que se puede realizar un estudio y de esta forma poder definir qué tipo de intervención se debe realizar, según sea el caso; rehabilitación o renovación, bien sea por nuevas metodologías o por medio de metodologías tradicionales.

Para la evaluación de las alternativas para la rehabilitación o renovación de sistemas de agua potable se escogió la metodología tradicional, la cual es la de más uso en casi todos los contratos suscritos por las empresas de servicios públicos, la cual es la instalación de tubería por medio de excavación con apertura de zanja; y entre las tecnologías nuevas para rehabilitación o renovación de redes de acueducto, se escogieron tres alternativas para realizarle a cada una la valoración respectiva y de esta forma poder aplicar un análisis de la mejor alternativa y su viabilidad de aplicación teniendo en cuenta los parámetros de estudio; para la escogencia de estas alternativas se verificó que en el país se hubiesen empleado en algún contrato y que los materiales usados en la ejecución de las mismas fueran de fácil consecución en el territorio nacional. Las alternativas que se escogieron para este análisis fueron:

1. Zanja abierta (Tradicional).
2. Pipe Bursting.
3. Slipinning.
4. Slipinning Modificado (Doblado Y formado).

#### ***2.4.1 Tipos de tubería utilizados***

En las metodologías tradicionales de rehabilitación de redes de acueducto generalmente se utilizan dos tipos de material de tuberías; uno es el PVC de diferentes RDE y el polietileno de alta densidad PEAD PE 100 de diferentes PN. A continuación se ven las características de cada



una de ellas, ventajas y desventajas y el tipo de metodología en que se pueden utilizar; es bien importante poder identificar en qué casos se puede utilizar cada tipo de material, circunstancia que es bien determinante a la hora de realizar un análisis de alternativas.

### **2.3.1.1 PVC Biaxial**

- Facilidad de instalación.
- No necesita equipos costosos para la instalación.
- Material con alta rotación en el mercado.
- Alta fragilidad.
- Poca flexibilidad.
- Requiere gran cantidad de accesorios en sistemas con bastantes curvaturas.
- Uniones y pegas por medio de cementos solventes o sello mecánico.

### **2.3.1.2 Polietileno de alta densidad**

- Debido a la flexibilidad del polietileno requiere menor cantidad de accesorios.
- Permite un radio de curvatura de hasta 20 veces su diámetro.
- El polietileno es el material más apropiado para disminuir el Índice de Agua No Contabilizada (I.A.N.C).
- Sismo resistente.

- Hermeticidad en las redes por el tipo de uniones.
- Resistente a la abrasión visco-elasticidad.
- Requiere personal calificado para su instalación.
- Requiere equipos costosos para su instalación.
- Material con pocos proveedores para su fabricación.

De acuerdo con las características mencionadas anteriormente generalmente se utiliza la tubería de PVC para realizar la renovaciones por medio de metodologías tradicionales, como son la zanja abierta debido a que su costo por metro lineal es menor que el del polietileno; adicionalmente es un material que gran cantidad de contratistas conocen muy bien. El polietileno de alta densidad es generalmente usado para las nuevas tecnologías y metodologías nuevas de instalación sin zanja debido a sus propiedades especiales. Para este análisis de alternativas se va a tomar estas tuberías para los casos definidos anteriormente.

### ***2.3.2 Metodología de zanja abierta (Tradicional)***

Este método es el más utilizado en nuestro medio y el más conocido; solo sirve para la renovación de redes de acueducto y alcantarillado; este consiste en la actividad de excavación de una zanja de determinado ancho (b) por una profundidad (y). Estas dimensiones dependen de la especificación de la red existente, como del tipo de interferencias de otras redes de servicios públicos que se puedan encontrar en el corredor o intersecciones de la red a intervenir que se

puedan presentar; así mismo se tiene que tener en cuenta los niveles freáticos del área de intervención, si la profundidad de la excavación supera determinado rango de seguridad se debe contemplar el uso de algún tipo de entibado. La realización de la excavación se realiza por medios mecánicos, o manuales según el área a intervenir y la accesibilidad de maquinaria al sitio; para este caso se tomaron los medios manuales, ya que en la renovación de redes es muy común ocasionar daños a otros tipos de infraestructuras de servicios públicos como son gas, teléfono y energía, situación que se puede evitar si se realiza la excavación de forma manual, posterior a la excavación y a estabilización de la zanja se procede a retirar la tubería existente y remplazándola por el tipo nuevo de tubería que para este caso de análisis sería RDE 21 y RDE 26 de 2 1/2", 3", 4", 6", 8" y 10" que generalmente son los diámetros más usados en redes de distribución.

En este método existe la variante de realizar la excavación para instalar la tubería paralela a la tubería existente para evitar generar más escombros y para disminuir el trabajo que implica retirar dicha tubería. La instalación se procede a realizar tubo por tubo en tramos de 6 metros que es la longitud en la que se fabrica este tipo de tubería; los tramos de esta tubería vienen campana por espigo unión platino con junta hidráulica. El enchufado de la tubería se realiza de forma manual; una vez instalada la tubería se procede a realizarle una cimentación con algún tipo de material granular para este caso de análisis se va a realizar la cimentación con arena y seguido a esto se procede a realizar el respectivo relleno con recebo, siguiendo los lineamientos

estipulados por la autoridad competente delegada para estas actividades en cada ciudad o municipio; según sea el caso se podría proceder a realizar el relleno con material seleccionado de la excavación en algún porcentaje y otra parte con material granular con algunas características granulométricas especiales. Una vez realizado el relleno y compactado por medios mecánicos (rana, apisonador, vibro compactador o el equipo que se designe) se procede a realizar las respectivas pruebas hidrostáticas de los tramos instalados respondiendo a unos protocolos y metodologías implementadas por cada entidad. Una vez recibida la red a satisfacción se procede a realizar la programación de las suspensiones de servicio necesarias para realizar los respectivos empates de la red nueva con la red existente; seguido se debe realizar la excavación para la posterior instalación de las acometidas para cada usuario con sus respectivo medidor. Posterior a esto y como última actividad de este método se procede a realizar la reposición del pavimento o de él andén dependiendo del sitio de intervención; obviamente dicha recuperación está sometida a los lineamiento de orden técnico que tenga cada entidad para estos casos; en el caso de Bogotá donde las normas referentes a la recuperación del espacio público son determinadas por el I.D.U (Instituto de Desarrollo Urbano) mediante el Anexo Técnico 3300.

Teniendo en cuenta el anexo técnico del IDU; se va a realizar el estudio de las alternativas con base en lo estipulado, tanto para este caso de metodología tradicional como para los casos de metodologías nuevas como son las instalaciones sin zanja.

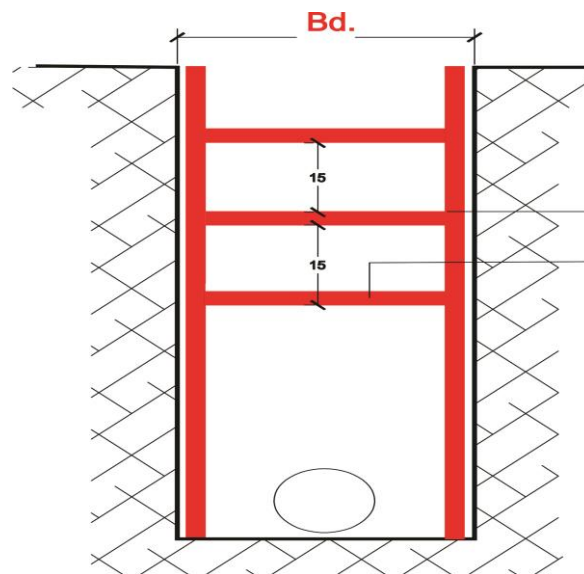


Figura 1. Excavación Convencional con Entibado

Para la valoración económica de este método se tomaron las cantidades que se utilizan por metro lineal de tubería instalado; estas varían dependiendo del diámetro que se va a instalar. Las cantidades que presentan variación son las profundidades de excavación, anchos, volúmenes de excavación y volúmenes de relleno; las otras cantidades si pueden permanecer constantes

dependiendo de las diámetros, estas son la cantidades de demolición ; trabajos de replanteo e impacto urbano: el análisis económico se realizó para diámetros de 2 ½”, 3”, 4”, 6”, 8” y 10 “.

Se elaboró un presupuesto realizando una estimación de precios para cada uno de los parámetros escogidos los cuales se evaluaron con una lista de precios provenientes de proyectos similares realizados para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Empresas Públicas de Cundinamarca; adicionalmente se utilizaron los precios suministrados por PAVCO para la tubería de PVC RDE 21 y RDE 26 que son las más usadas en este tipo de trabajos.



Figura 1. Instalación por medio de Zanja.

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-2-1/2 "

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.32	\$ 8,593.00	\$ 2,706.80
5	Relleno arena de peña	m3	0.03	\$ 32,000.00	\$ 840.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.41	\$ 28,456.00	\$ 11,652.73
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 2-1/2 "	ml	1.00	\$ 8,962.00	\$ 8,962.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.52	\$ 19,520.00	\$ 10,052.80
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 166,222.73</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.315
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.02625
-----------	---------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.4095
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.315  
 Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	0.515
-----------	-------

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-3 "

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.38	\$ 8,593.00	\$ 3,248.15
5	Relleno arena de peña	m3	0.03	\$ 32,000.00	\$ 1,008.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.49	\$ 28,456.00	\$ 13,983.28
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 3 "	ml	1.00	\$ 13,192.00	\$ 13,192.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.58	\$ 19,520.00	\$ 11,282.56
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 174,722.39</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.378
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0315
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.4914
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.378

Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	0.578
-----------	-------



CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-4"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.46	\$ 8,593.00	\$ 3,969.97
5	Relleno arena de peña	m3	0.04	\$ 32,000.00	\$ 1,232.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.60	\$ 28,456.00	\$ 17,090.67
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 4 "	ml	1.00	\$ 20,903.00	\$ 20,903.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.66	\$ 19,520.00	\$ 12,922.24
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 188,126.28</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.462
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0385
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.6006
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1 1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.462  
 Vol. x MI Excavación 0.2  
 Vol. x MI 0.662

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-6"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.67	\$ 8,593.00	\$ 5,774.50
5	Relleno arena de peña	m3	0.06	\$ 32,000.00	\$ 1,792.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.87	\$ 28,456.00	\$ 24,859.16
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 6 "	ml	1.00	\$ 43,513.00	\$ 43,513.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.87	\$ 19,520.00	\$ 17,021.44
	<b>TOTAL</b>				\$ 224,968.50

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.672
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.056
-----------	-------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.8736
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1 1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.672  
 Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	0.872
-----------	-------

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-8"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.84	\$ 8,593.00	\$ 7,218.12
5	Relleno arena de peña	m3	0.07	\$ 32,000.00	\$ 2,240.00
6	Relleno Base B-200	m3	1.09	\$ 28,456.00	\$ 31,073.95
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 8"	ml	1.00	\$ 81,447.00	\$ 81,447.00
11	Retiro de sobrantes	m3	1.04	\$ 19,520.00	\$ 20,300.80
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 274,288.27</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.84
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.07
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	1.092
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.84  
 Vol. x MI Excavación 0.2  
 Vol. x MI 1.04

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 21-10"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	1.05	\$ 8,593.00	\$ 9,022.65
5	Relleno arena de peña	m3	0.09	\$ 32,000.00	\$ 2,800.00
6	Relleno Base B-200	m3	1.37	\$ 28,456.00	\$ 38,842.44
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 10"	ml	1.00	\$ 113,644.00	\$ 113,644.00
11	Retiro de sobrantes	m3	1.25	\$ 19,520.00	\$ 24,400.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 320,717.49

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	1.05
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0875
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	1.365
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 1.05  
 Vol. x MI Excavación 0.2  
 Vol. x MI 1.25

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-2-1/2 "

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.32	\$ 8,593.00	\$ 2,706.80
5	Relleno arena de peña	m3	0.03	\$ 32,000.00	\$ 840.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.41	\$ 28,456.00	\$ 11,652.73
9	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 2-1/2 "	ml	1.00	\$ 7,693.00	\$ 7,693.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.52	\$ 19,520.00	\$ 10,052.80
	<b>TOTAL</b>				\$ 164,953.73

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.315
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.02625
-----------	---------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.4095
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.315  
 Vol. x MI Excavación 0.2  
 Vol. x MI 0.515

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-3 "

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.38	\$ 8,593.00	\$ 3,248.15
5	Relleno arena de peña	m3	0.03	\$ 32,000.00	\$ 1,008.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.49	\$ 28,456.00	\$ 13,983.28
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 3 "	ml	1.00	\$ 11,277.00	\$ 11,277.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.58	\$ 19,520.00	\$ 11,282.56
	<b>TOTAL</b>				\$ 172,807.39

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.378
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0315
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.4914
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.378

Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	0.578
-----------	-------

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-4"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.46	\$ 8,593.00	\$ 3,969.97
5	Relleno arena de peña	m3	0.04	\$ 32,000.00	\$ 1,232.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.60	\$ 28,456.00	\$ 17,090.67
9	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 4 "	ml	1.00	\$ 17,760.00	\$ 17,760.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.66	\$ 19,520.00	\$ 12,922.24
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 184,983.28</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.462
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0385
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.6006
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.462  
 Vol. x MI Excavación 0.2  
 Vol. x MI 0.662

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-6"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.67	\$ 8,593.00	\$ 5,774.50
5	Relleno arena de peña	m3	0.06	\$ 32,000.00	\$ 1,792.00
6	Relleno Base B-200	m3	0.87	\$ 28,456.00	\$ 24,859.16
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 6 "	ml	1.00	\$ 35,994.00	\$ 35,994.00
11	Retiro de sobrantes	m3	0.87	\$ 19,520.00	\$ 17,021.44
	<b>TOTAL</b>				\$ 217,449.50

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.672
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.056
-----------	-------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.8736
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.672

Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	0.872
-----------	-------



CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-8"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.84	\$ 8,593.00	\$ 7,218.12
5	Relleno arena de peña	m3	0.07	\$ 32,000.00	\$ 2,240.00
6	Relleno Base B-200	m3	1.09	\$ 28,456.00	\$ 31,073.95
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 8"	ml	1.00	\$ 59,957.00	\$ 59,957.00
11	Retiro de sobrantes	m3	1.04	\$ 19,520.00	\$ 20,300.80
	<b>TOTAL</b>				\$ 252,798.27

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.84
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.07
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	1.092
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.84  
 Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	1.04
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -ZANJA ABIERTA PVC RDE 26-10"

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	1.05	\$ 8,593.00	\$ 9,022.65
5	Relleno arena de peña	m3	0.09	\$ 32,000.00	\$ 2,800.00
6	Relleno Base B-200	m3	1.37	\$ 28,456.00	\$ 38,842.44
9	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
10	Suministro e Instalación de tubería 10"	ml	1.00	\$ 92,959.00	\$ 92,959.00
11	Retiro de sobrantes	m3	1.25	\$ 19,520.00	\$ 24,400.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 300,032.49

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	1.05
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2
-----------	-----

**Relleno con arena de peña**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.0875
-----------	--------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	1.365
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2
---------	---

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 1.05  
 Vol. x MI Excavación 0.2

Vol. x MI	1.25
-----------	------

### ***2.4.3 Metodología sin zanja –Pipe Bursting***

La tecnología del Pipe Bursting es una de las nuevas metodologías que más acogida a tenido entre los contratistas y es una de las más conocidas. La metodología es una tecnología de renovación de redes de acueducto o alcantarillado en la rotura de la tubería existente por medio de fragmentación la cual es realizada con un cono de rotura y expansión permitiendo que se pueda instalar la nueva tubería a la parte posterior del mismo el cono va por la tubería antigua y es halado por un equipo hidráulico por medio de un cable; el cono que ingresa tiene un diámetro mayor a la tubería por la cual se realiza el ingreso esto para permitir facilidad en el ingreso de la nueva tubería; para el ingreso de la nueva tubería se deben realizar inicialmente dos excavaciones o fosos de ingreso y salida de la tubería. Dentro de esta nueva tecnología existen dos variantes de instalación: la primera es el método estático el cual se usa en tuberías de hasta 200 mm y en las cuales la fuerza de halado no es muy significativa, solo se usa un equipo hidráulico de tiro; en los casos en que se requiere renovar tuberías de mayores diámetros mayores a 1200 mm se debe implementar además del equipo de halado un equipo neumático de perforación dinámica el cual mediante constantes impactos y vibraciones imprime una fuerza dinámica a la instalación, permitiendo más facilidad en halado de diámetros mayores. Posterior a la instalación de la tubería se realizan los pegues de la tubería; ya que el tipo de tubería utilizado en este metodología es generalmente polietileno de alta densidad se deben realizar las uniones entre los tramos instalados; la longitud de estos tramos puede estar entre los 6 m, 50m, 100m

dependiendo de los diámetros en los que se esté trabajando; dicha unión se debe realizar por medio de termo fusión o electro fusión, según las necesidades del proyecto: En la termo fusión para realizar la unión a tope se utiliza un equipo a modo de plancha el cual calienta los dos extremos de los tramos que se van a unir y luego de determinado tiempo la máquina ejerce una presión sobre los extremos de los tubos fusionándolos con calor dando resultado una unión que va ha ser totalmente homogénea y no va a afectar el comportamiento hidráulico de la red existente: al contrario de la termo fusión existe otro tipo de uniones de los extremo, que es la que se realiza por medio de electro-fusión en la cual los dos extremos de la tubería a unir se funden por medio de una unión que posee unas resistencias que al ser conectadas a un equipo eléctrico producen al calentamiento de las resistencias que se inserta entre los dos tramos y la cual es conectada a un equipo eléctrico por medio de unos electrodos los cuales permiten que el polietileno se funda entre sí. Posterior a la instalación y al igual que en el método anterior se proceden e realizar las pruebas hidrostáticas pertinentes y después de estas se realiza la instalación de acometida y medidores; para esta actividad, al igual que en la metodología tradicional, se debe realizar la excavación frente al predio para poder realizar la legalización del servicio. Esta actividad sí es similar al sistema tradicional y por último se realiza la recuperación del espacio público siguiendo los mismos lineamientos de la entidad designada para estos casos, en este estudio el IDU ( Instituto de Desarrollo Urbano).

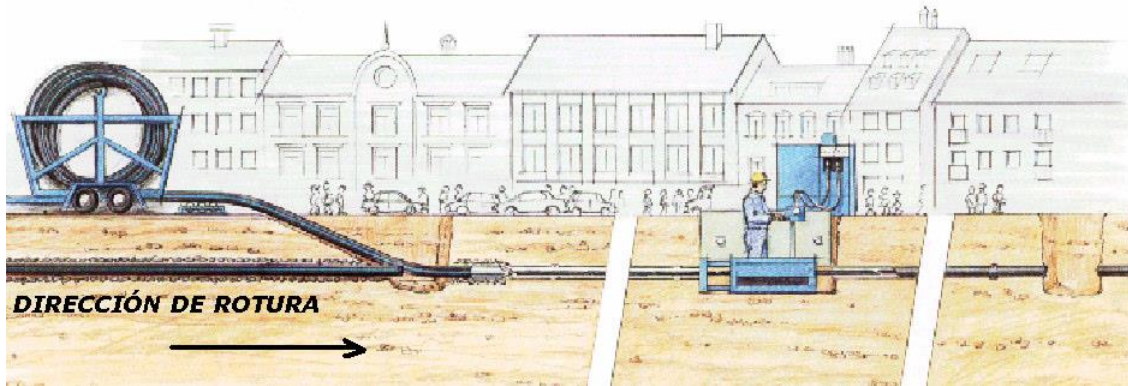


Figura 3.- Rotura de tubería Pipe Bursting.(ZinSatec).

Para la evaluación de esta tipo de metodología se van a analizar varios escenarios en el hábito de la ciudad de Bogotá en los cuales se van a tener en cuenta varias separaciones de las acometidas entre predios; debido a que en estas nuevas metodologías sin zanja se debe realizar igualmente una conexión en cada domiciliaria para conectarla a la red que ha sido rehabilitada o renovada, dependiendo del tipo de actividad que se tenga en el sector y de la densidad de usuarios en el sitio y de esta forma se estima que cantidad de afectación del espacio público se puede presentar dependiendo de la separación de las acometidas. Esto permite evaluar si es viable la utilización de estas nuevas alternativas. Para un primer análisis se tiene una separación de acometidas domiciliarias de 2.00 m; esta separación generalmente se presenta en sitios de estratos bajos, en localidades como Rafael Uribe Uribe; Ciudad Bolívar y San Cristóbal en la ciudad de Bogotá.



Figura 4. –Montaje de cabezote en tubería de polietileno.(Treltec Ltda).



Figura 5. –Equipo de Pipe Bursting. .(www.sinzatec.es).



Figura 6. – Proceso de termofusion de la tubería instalada.(www.sinzatec.es).



Figura 7. – Proceso de rotura de la tubería instalada. .( www.sinzatec.es).

Para la evaluación económica de esta alternativa se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones: se escogieron los diámetros equivalentes usados en la evaluación de la metodología tradicional pero en mm en polietileno de alta densidad de 75 mm, 90 mm, 110 mm, 160 mm, 200 mm y 250 mm; para estos diámetros la presentación en la que se fabrica este tipo de tubería varían de rollos de 100 m para tuberías de diámetros iguales o inferiores a 75mm, rollos de 50m para diámetros comprendidos entre 90 mm y 110 mm y tramos de 6 m para diámetros de 160 mm en adelante; estas uniones son realizadas soldada una con otro mediante termo fusión o electro fusión, razón por la cual se debe estimar la utilización de estos equipos en la valoración económica; para los precios y cantidades de esta tecnología se utilizó como referencia los valores de la tubería de la empresa Extrucol S.A y un contrato ejecutado por el Consorcio Redes Segunda Fase para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá el cual tenía por objeto la renovación de redes de acueducto del Barrio Voto Nacional en la Zona 3 de cobertura de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.



CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 75 MM - ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.21	\$ 8,593.00	\$ 1,804.53
5	Relleno Base B-200	m3	0.27	\$ 28,456.00	\$ 7,768.49
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 75MM	ml	1.00	\$ 26,760.00	\$ 26,760.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.41	\$ 19,520.00	\$ 8,003.20
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 176,344.62</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.21
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.273
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2.00
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.21  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.41
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 90 MM - ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.25	\$ 8,593.00	\$ 2,165.44
5	Relleno Base B-200	m3	0.33	\$ 28,456.00	\$ 9,322.19
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 90MM	ml	1.00	\$ 33,282.00	\$ 33,282.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.45	\$ 19,520.00	\$ 8,823.04
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 185,601.06</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.252
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.3276
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2.00
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.252  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.45
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 110 MM - ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.31	\$ 8,593.00	\$ 2,646.64
5	Relleno Base B-200	m3	0.40	\$ 28,456.00	\$ 11,393.78
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 110MM	ml	1.00	\$ 39,521.00	\$ 39,521.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.51	\$ 19,520.00	\$ 9,916.16
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 195,485.99</b>

**Excavación**

Ancho=	3.5 el Diámetro
Espesor =	1.2 m
Largo=	1.0 m
Vol. x MI	0.308

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho=	2.0m
Espesor =	0.10m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.20

**Relleno Base B-200**

Ancho=	3.5 el diámetro
Espesor =	1.2m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.4004

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho=	2.0m
Largo=	1.0m
M2 x MI	2.00

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura	0.308
Vol. x MI Excavación	0.20
Vol. x MI	0.51

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 160 MM - ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.45	\$ 8,593.00	\$ 3,849.66
5	Relleno Base B-200	m3	0.58	\$ 28,456.00	\$ 16,572.77
6	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 160MM	ml	1.00	\$ 53,782.00	\$ 53,782.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.65	\$ 19,520.00	\$ 12,648.96
	<b>TOTAL</b>				\$ 218,861.80

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.448
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.5824
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	2.00
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.448

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.65
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 200 MM - ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.56	\$ 8,593.00	\$ 4,812.08
5	Relleno Base B-200	m3	0.73	\$ 28,456.00	\$ 20,715.97
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 200MM	ml	1.00	\$ 72,711.00	\$ 72,711.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.76	\$ 19,520.00	\$ 14,835.20
	<b>TOTAL</b>				\$ 245,082.65

**Excavación**

Ancho=	3.5 el Diámetro
Espesor =	1.2 m
Largo=	1.0 m
Vol. x MI	0.56

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho=	2.0m
Espesor =	0.10m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.20

**Relleno Base B-200**

Ancho=	3.5 el diámetro
Espesor =	1.2m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.728

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho=	2.0m
Largo=	1.0m
M2 x MI	2.00

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura	0.56
Vol. x MI Excavación	0.20
Vol. x MI	0.76

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 10 250 MM –ESPACIAMIENTO DE 2 M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.70	\$ 8,593.00	\$ 6,015.10
5	Relleno Base B-200	m3	0.91	\$ 28,456.00	\$ 25,894.96
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	2.00	\$ 65,000.00	\$ 130,000.00
7	Suministro e Instalación de tubería 250 MM	ml	1.00	\$ 105,398.00	\$ 105,398.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.90	\$ 19,520.00	\$ 17,568.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 286,884.46

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro

Espesor = 1.2 m

Largo= 1.0 m

Vol. x Ml	0.7
-----------	-----

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m

Espesor = 0.10m

Largo= 1.0m

Vol. x Ml	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro

Espesor = 1.2m

Largo= 1.0m

Vol. x Ml	0.91
-----------	------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m

Largo= 1.0m

M2 x Ml	2.00
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x Ml Rotura 0.7

Vol. x Ml Excavación 0.20

Vol. x Ml	0.90
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 75 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.11	\$ 8,593.00	\$ 902.27
5	Relleno Base B-200	m3	0.14	\$ 28,456.00	\$ 3,884.24
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 75mm	ml	1.00	\$ 28,890.00	\$ 28,890.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.31	\$ 19,520.00	\$ 5,953.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 90,171.84

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.105
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.1365
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.105  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.31
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 90 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.13	\$ 8,593.00	\$ 1,082.72
5	Relleno Base B-200	m3	0.16	\$ 28,456.00	\$ 4,661.09
6	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 90mm	ml	1.00	\$ 36,850.00	\$ 36,850.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.33	\$ 19,520.00	\$ 6,363.52
	<b>TOTAL</b>				\$ 99,499.06

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.126
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.1638
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.126  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.33
-----------	------



CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 110 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.15	\$ 8,593.00	\$ 1,323.32
5	Relleno Base B-200	m3	0.20	\$ 28,456.00	\$ 5,696.89
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 110mm	ml	1.00	\$ 45,738.00	\$ 45,738.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.35	\$ 19,520.00	\$ 6,910.08
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 110,210.03</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.154
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2002
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.154

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.35
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 160 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.22	\$ 8,593.00	\$ 1,924.83
5	Relleno Base B-200	m3	0.29	\$ 28,456.00	\$ 8,286.39
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 160mm	ml	1.00	\$ 68,080.00	\$ 68,080.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.42	\$ 19,520.00	\$ 8,276.48
	<b>TOTAL</b>				\$ 137,109.43

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.224
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2912
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.224

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.42
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 200 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.28	\$ 8,593.00	\$ 2,406.04
5	Relleno Base B-200	m3	0.36	\$ 28,456.00	\$ 10,357.98
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 200mm	ml	1.00	\$ 95,782.00	\$ 95,782.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.48	\$ 19,520.00	\$ 9,369.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 168,457.36

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.28
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.364
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.28  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.48
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -PIPE BURSTING PN 16 250 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.35	\$ 8,593.00	\$ 3,007.55
5	Relleno Base B-200	m3	0.46	\$ 28,456.00	\$ 12,947.48
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 250mm	ml	1.00	\$ 138,944.00	\$ 138,944.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.55	\$ 19,520.00	\$ 10,736.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 216,176.76

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.35
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.455
-----------	-------

**Anden concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.35  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.55
-----------	------

#### **2.4.4 Metodología sin zanja –Slipinning**

Este método es exclusivamente para rehabilitación de tuberías; consiste en la inserción de una tubería nueva de menor diámetro, a través de la tubería existente. Para el inicio de esta metodología se deben realizar la apertura de dos excavaciones para la entrada y salida de la tubería, seguido a esto se procede a introducir la tubería nueva por la tubería existente en el proceso se debe amarrar la tubería y halarla del otro lado por medio de un cabrestante. Este método se usa cuando se van a introducir tuberías flexibles como el polietileno de alta densidad el cual no necesita una gran fuerza de halado esta actividad se conoce como técnica de halado; la otra variante de esta metodología es la técnica de empuje, en la cual se realiza la inserción de tuberías de tipo más rígido que el polietileno de alta densidad como es el caso del PVC. En este método la tubería se empuja por medio del brazo de una retroexcavadora. En estos dos tipos de metodologías debido a que la tubería nueva es de un diámetro menor, el espacio de vacíos entre las dos tuberías debe ser rellenado por un lodo bentonítico o algún concreto tipo grouting para darle estabilidad estructural al sistema; después de realizada la inserción de la tubería nueva. Una vez la tubería se ha estabilizado se procede a realizar la apertura de orificios de las acometidas por medios robóticos; esto cuando se trata de redes de alcantarillado de grandes diámetros en las cuales se pueda introducir un artefacto robótico. En los casos en los que se utiliza en redes de acueducto y los diámetros insertados son pequeños se debe realizar una excavación para realizar la conexión de la acometida correspondiente; lo cual sirve para

comparar hasta qué punto es viable realizar renovaciones de sistemas de agua potable por esta metodología, en sitios donde se deban realizar puntos de conexión bastante seguidos, lo cual depende del sector donde se tenga planeado ejecutar trabajos.

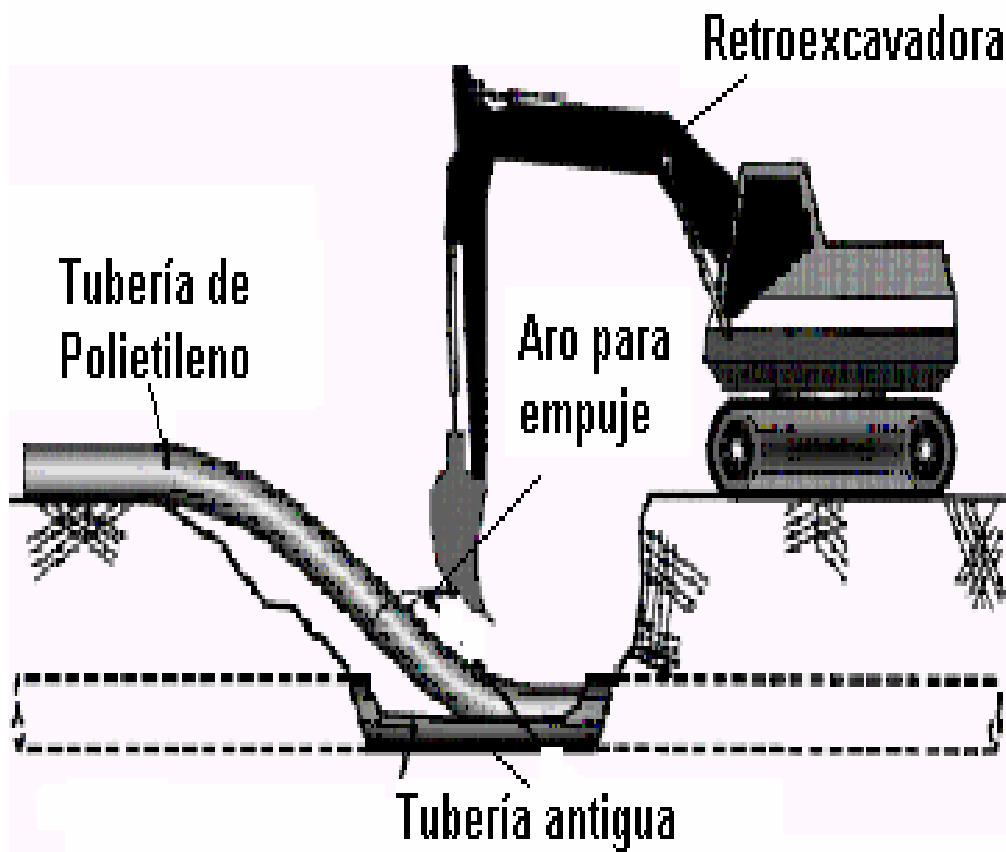


Fig.8- Técnica de Halado. .(www.sinzatec.es).



Fig. 9.- Inserción de la tubería nueva en la tubería existente([www.sinzatec.es](http://www.sinzatec.es)).

Para la valoración económica de esta alternativa se tuvieron en cuenta los mismos parámetros de la instalación por medio del método de pipe bursting; pero adicionalmente se incluyó el valor de la máquina para el empuje de la tubería que se va a insertar (retroexcavadora) dentro del costo de la instalación. Se realizó la valoración para la tubería de polietileno PN 16 en los mismos diámetros que se ha venido trabajando.

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING- PN 16 75 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.11	\$ 8,593.00	\$ 902.27
5	Relleno Base B-200	m3	0.14	\$ 28,456.00	\$ 3,884.24
6	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 75mm	ml	1.00	\$ 36,090.00	\$ 36,090.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.31	\$ 19,520.00	\$ 5,953.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 97,371.84

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.105
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.1365
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.105  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.31
-----------	------



CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING-PN 16 90 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.13	\$ 8,593.00	\$ 1,082.72
5	Relleno Base B-200	m3	0.16	\$ 28,456.00	\$ 4,661.09
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 90mm	ml	1.00	\$ 44,050.00	\$ 44,050.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.33	\$ 19,520.00	\$ 6,363.52
	<b>TOTAL</b>				\$ 106,699.06

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.126
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.1638
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.126

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.33
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING PN 16 110 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.15	\$ 8,593.00	\$ 1,323.32
5	Relleno Base B-200	m3	0.20	\$ 28,456.00	\$ 5,696.89
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 110mm	ml	1.00	\$ 52,938.00	\$ 52,938.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.35	\$ 19,520.00	\$ 6,910.08
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 117,410.03</b>

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro

Espesor = 1.2 m

Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.154
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m

Espesor = 0.10m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro

Espesor = 1.2m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2002
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m

Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.154

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.35
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING PN 16 160 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.22	\$ 8,593.00	\$ 1,924.83
5	Relleno Base B-200	m3	0.29	\$ 28,456.00	\$ 8,286.39
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 160mm	ml	1.00	\$ 75,280.00	\$ 75,280.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.42	\$ 19,520.00	\$ 8,276.48
	<b>TOTAL</b>				\$ 144,309.43

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.224
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2912
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.224  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.42
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING PN 16 200 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.28	\$ 8,593.00	\$ 2,406.04
5	Relleno Base B-200	m3	0.36	\$ 28,456.00	\$ 10,357.98
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 200mm	ml	1.00	\$ 102,982.00	\$ 102,982.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.48	\$ 19,520.00	\$ 9,369.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 175,657.36

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro

Espesor = 1.2 m

Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.28
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m

Espesor = 0.10m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro

Espesor = 1.2m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.364
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m

Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.28

Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.48
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING PN 16 250 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.35	\$ 8,593.00	\$ 3,007.55
5	Relleno Base B-200	m3	0.46	\$ 28,456.00	\$ 12,947.48
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 250mm	ml	1.00	\$ 146,144.00	\$ 146,144.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.55	\$ 19,520.00	\$ 10,736.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 223,376.76

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro

Espesor = 1.2 m

Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.35
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m

Espesor = 0.10m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro

Espesor = 1.2m

Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.455
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m

Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura	0.35
------------------	------

Vol. x MI Excavación	0.20
----------------------	------

Vol. x MI	0.55
-----------	------

#### ***2.4.5 Metodología sin zanja –slipínning- modificado doblado y formado***

Esta metodología consiste en una variante del slipinning con una modificación en su proceso la cual consiste en instalar las tuberías de polietileno o PVC en tres fases; primero se debe doblar la sección transversal de la tubería mediante algún método mecánico o térmico; luego de esta operación se procede a introducir la en la tubería existente y luego de terminado el proceso se procede a darle su forma (formado) original mediante métodos mecánicos o térmico. De esta forma la nueva tubería nueva queda totalmente adherida a las paredes de la tubería antigua. Esta metodología permite el transporte de la tubería a instalar de una manera más fácil y cómoda y con la cual se pueden obtener grandes rendimientos en la instalación.

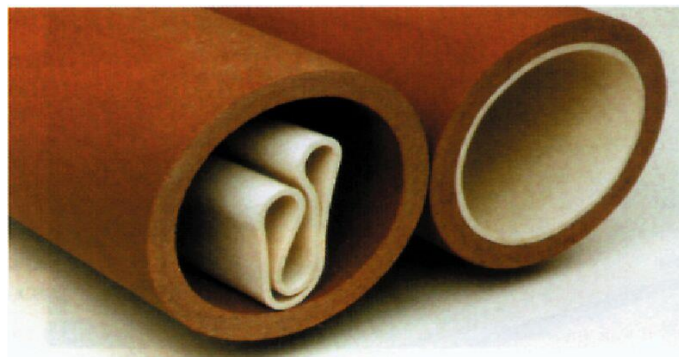


Fig.10-Doblado y formado en tuberías. ([www.sinzatec.es](http://www.sinzatec.es)).



Fig. 11- Sistema de inserción por Doblado de tubería. .(www.sinzatec.es).

Para realizar la valoración económica se tomó en cuenta la instalación de tuberías de polietileno PN 16 de los diámetros trabajados en los métodos anteriores; para el resto de variables de la valoración se tomaron los mismos del método del Pipe Bursting. Adicionalmente se tuvo en cuenta en la instalación por metro lineal, el costo adicional de equipo de formado térmico; en la elaboración del presupuesto se consideró un espaciamiento de acometidas de acueducto de 6 metros.

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING MODIFICADO- PN 16 75 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.11	\$ 8,593.00	\$ 902.27
5	Relleno Base B-200	m3	0.14	\$ 28,456.00	\$ 3,884.24
6	Anden concreto 17,5 Pm E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 75mm	ml	1.00	\$ 37,590.00	\$ 37,590.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.31	\$ 19,520.00	\$ 5,953.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 98,871.84

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.105
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.1365
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.105  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.31
-----------	------



CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPPINING MODIFICADO-PN 16 90 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.13	\$ 8,593.00	\$ 1,082.72
5	Relleno Base B-200	m3	0.16	\$ 28,456.00	\$ 4,661.09
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 90mm	ml	1.00	\$ 45,550.00	\$ 45,550.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.33	\$ 19,520.00	\$ 6,363.52
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 108,199.06</b>

**Excavación**

Ancho=	3.5 el Diámetro
Espesor =	1.2 m
Largo=	1.0 m
Vol. x MI	0.126

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho=	2.0m
Espesor =	0.10m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.20

**Relleno Base B-200**

Ancho=	3.5 el diámetro
Espesor =	1.2m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.1638

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho=	2.0m
Largo=	1.0m
M2 x MI	0.75

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura	0.126
Vol. x MI Excavación	0.20
Vol. x MI	0.33

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPPINING MODIFICADO PN 16 110 MM -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.15	\$ 8,593.00	\$ 1,323.32
5	Relleno Base B-200	m3	0.20	\$ 28,456.00	\$ 5,696.89
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 110mm	ml	1.00	\$ 54,438.00	\$ 54,438.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.35	\$ 19,520.00	\$ 6,910.08
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 118,910.03</b>

**Excavación**

Ancho=	3.5 el Diámetro
Espesor =	1.2 m
Largo=	1.0 m
Vol. x MI	0.154

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho=	2.0m
Espesor =	0.10m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.20

**Relleno Base B-200**

Ancho=	3.5 el diámetro
Espesor =	1.2m
Largo=	1.0m
Vol. x MI	0.2002

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho=	2.0m
Largo=	1.0m
M2 x MI	0.75

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura	0.154
Vol. x MI Excavación	0.20
Vol. x MI	0.35

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPPINING MODIFICADO PN 16 160 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.22	\$ 8,593.00	\$ 1,924.83
5	Relleno Base B-200	m3	0.29	\$ 28,456.00	\$ 8,286.39
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 160mm	ml	1.00	\$ 76,780.00	\$ 76,780.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.42	\$ 19,520.00	\$ 8,276.48
	<b>TOTAL</b>				\$ 145,809.43

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.224
-----------	-------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.2912
-----------	--------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.224  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.42
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPPINING MODIFICADO PN 16 200 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.28	\$ 8,593.00	\$ 2,406.04
5	Relleno Base B-200	m3	0.36	\$ 28,456.00	\$ 10,357.98
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 200mm	ml	1.00	\$ 104,482.00	\$ 104,482.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.48	\$ 19,520.00	\$ 9,369.60
	<b>TOTAL</b>				\$ 177,157.36

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.28
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.364
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1 1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.28  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.48
-----------	------

CANTIDADES Y PRECIOS -SLIPINNING MODIFICADO PN 16 250 mm -ESPACIAMIENTO DE 6M

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	V.UNIT.	V.TOTAL
1	Localización y Replanteo	m2	1.00	\$ 569.00	\$ 569.00
2	Señalización	m2	1.00	\$ 686.00	\$ 686.00
3	Rotura de concreto	m2	0.20	\$ 3,767.00	\$ 753.40
4	Excavación manual	m3	0.35	\$ 8,593.00	\$ 3,007.55
5	Relleno Base B-200	m3	0.46	\$ 28,456.00	\$ 12,947.48
6	Anden concreto 17,5 Mp E = 0.1	m2	0.75	\$ 65,000.00	\$ 48,533.33
7	Suministro e Instalación de tubería 250mm	ml	1.00	\$ 147,644.00	\$ 147,644.00
8	Retiro de sobrantes	m3	0.55	\$ 19,520.00	\$ 10,736.00
	<b>TOTAL</b>				\$ 224,876.76

**Excavación**

Ancho= 3.5 el Diámetro  
 Espesor = 1.2 m  
 Largo= 1.0 m

Vol. x MI	0.35
-----------	------

**Rotura y demolición de andenes**

Ancho= 2.0m  
 Espesor = 0.10m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.20
-----------	------

**Relleno Base B-200**

Ancho= 3.5 el diámetro  
 Espesor = 1.2m  
 Largo= 1.0m

Vol. x MI	0.455
-----------	-------

**Andén concreto 175 Mp E = 0.1**

Ancho= 2.0m  
 Largo= 1.0m

M2 x MI	0.75
---------	------

**Retiro de sobrantes**

Vol. x MI Rotura 0.35  
 Vol. x MI Excavación 0.20

Vol. x MI	0.55
-----------	------

### ***3 METODOLOGÍA***

---

- Investigación de los nuevos tipos de metodologías y tecnologías en; artículos, revistas, catálogos, tesis; congresos, seminarios, en la red y en empresas representantes de dichas tecnologías.
- Investigación de las diferentes componentes sociales económicas y culturales que puedan influir en el desarrollo de estas tecnologías.
- Organización y clasificación de la información.
- Estudio de las tecnologías tradicionales en el país; descripción de ventajas y desventajas.
- Verificación del cumplimiento de estas tecnologías con la normatividad nacional.
- Comparación de las diferentes tecnologías incluyendo todos los parámetros y variables que permitan identificar la viabilidad y justificación de su aplicación en el ámbito nacional vs las tecnologías tradicionales.

---

## **4 DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS**

---

### **4.1 ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS**

Una vez realizada la valoración económica de las metodologías escogidas se puede realizar un comparativo de las de las tecnologías alternativas vs las metodologías convencionales. A continuación se puede ver el cuadro comparativo de las diversas metodologías y se realizará un análisis y se determinarán sus ventajas y desventajas y así mismo se sugerirá en que circunstancias se puede aplicar cada una de ellas.

#### **4.1.1 Metodología tradicional**

##### *Ventajas*

- Se puede usar en cualquier tipo de obra de rehabilitación o de renovación de tubería tanto en redes de acueducto como en redes de alcantarillado sin importar el diámetro de la tubería.
- Los materiales empleados en este tipo de metodologías son fáciles de conseguir en el medio nacional.
- Los procedimientos y procesos para llevar a cabo estas metodologías son de amplio conocimiento por parte de las diferentes firmas contratistas del país.

- Generan la utilización de más mano de obra no calificada (mayor generación de empleo).
- Aplicables en casi la mayoría del territorio nacional.

#### *Desventajas*

- Mayores costos en la instalación por metro lineal en comparación con las metodologías alternativas; se presentan un sobre costo de aproximadamente el 48%.
- Mayores superficies de excavación y mayores impactos en el área urbana y en la comunidad debido a la intervención de las áreas de influencia debido a los cierres temporales de andenes y vías.
- Mayores tiempos de ejecución debido a que se deben ejecutar mayores cantidades de obra.
- Mayor cantidad de materiales.
- Mayores impactos sociales.
- Afectación de otras redes de servicios públicos debido al cruce por interferencias.

#### ***4.1.2 Metodologías Alternativas (Pipe Bursting- Slipinning- Slipinning Modif.)***

Estas tres alternativas a las cuales se les realizó la valoración económica tienen costos similares en la instalación por metro lineal; en la parte económica habría un equilibrio. Se pueden nombrar sus ventajas y desventajas que son bastante similares para las tres metodologías. La diferencia



radicaría en el tipo de equipos a utilizar así mismo como la mano de obra calificada que se necesita para su ejecución

### *Ventajas*

- Los rendimientos en las actividades de renovación de redes son mayores.
- Disminución en la afectación del espacio público.
- Diminución en los impactos sociales generados por los cierres de espacios comunales.
- Las interferencias en el comercio, automotores y vehículos se minimizan.
- Se minimizan los daños en tuberías adyacentes, ya que no se está realizando un proceso de excavación lineal.
- No se cambian los acabados de zonas de protección donde se puedan desarrollar estos trabajos.
- Hasta 200 ml de rendimiento diario.

### *Desventajas*

- Cuando se presentan cambios repentinos en el alineamiento de la tubería existente o se presenta algún aplastamiento de la tubería estos métodos no se pueden emplear.

- Las conexiones de acometidas domiciliarias deben ser desconectadas durante los procesos de instalación lo que genera un impacto temporal en la prestación del servicio de acueducto.
- Los procedimientos de este tipo de metodologías son bastante especiales y no muchas firmas contratistas lo conocen lo que conlleva a un monopolio de los precios de las pocas compañías que los conocen.
- Los costos de los equipos son elevados y tiene que ser importados lo que dificulta la incursión de cualquier firma en este campo.
- No son aplicables en todos los diámetros.
- 

#### ***4.1.3 Estudio económico de metodologías***

Para la valoración de de las metodologías alternativas vs la metodología tradicional, el valor total de cada metodología es el valor del costo directo y es por metro lineal de tubería instalada. Primero que todo se realizó un comparativo de los diferentes costos por diámetro de tubería instalada por el método tradicional vs la nuevas metodologías para varios espaciamientos de acometidas de agua potable.

**MET.TRADICIONAL**

<b>RDE 26</b>	<b>COSTO</b>	<b>RDE 21</b>	<b>COSTO</b>
<b>2 1/2 "</b>	\$ 164,953.73	<b>2 1/2 "</b>	\$ 166,222.73
<b>3"</b>	\$ 172,807.39	<b>3"</b>	\$ 174,722.39
<b>4"</b>	\$ 184,983.28	<b>4"</b>	\$ 188,126.28
<b>6"</b>	\$ 217,449.50	<b>6"</b>	\$ 224,968.50
<b>8"</b>	\$ 252,798.27	<b>8"</b>	\$ 274,288.27
<b>10"</b>	\$ 300,032.49	<b>10"</b>	\$ 320,717.49

**PIPE BURSTING**

<b>PN 10 - ESPACIAMIENTO 2 M</b>	<b>COSTO</b>	<b>PN 16- ESPACIAMIENTO 6M</b>	<b>COSTO</b>
<b>75 mm</b>	\$ 176,344.62	<b>75 mm</b>	\$ 90,171.84
<b>90mm</b>	\$ 185,601.06	<b>90mm</b>	\$ 99,499.06
<b>110mm</b>	\$ 195,485.99	<b>110mm</b>	\$ 110,210.03
<b>160mm</b>	\$ 218,861.80	<b>160mm</b>	\$ 137,109.43
<b>200mm</b>	\$ 245,082.65	<b>200mm</b>	\$ 168,457.36
<b>250mm</b>	\$ 286,884.46	<b>250mm</b>	\$ 216,176.76

**SLIPINNING**

<b>PN 16- ESPACIAMIENTO 6M</b>	<b>COSTO</b>
<b>75 mm</b>	\$ 97,371.84
<b>90mm</b>	\$ 106,699.06
<b>110mm</b>	\$ 117,410.03
<b>160mm</b>	\$ 144,309.43
<b>200mm</b>	\$ 175,657.36
<b>250mm</b>	\$ 223,376.76

#### SLIPINNING MODIFICADO

PN 16- ESPACIAMIENTO 6M	COSTO
75 mm	\$ 98,871.84
90mm	\$ 108,199.06
110mm	\$ 118,910.03
160mm	\$ 145,809.43
200mm	\$ 177,157.36
250mm	\$ 224,876.76

Aunque los métodos de tecnologías alternativas presentan grandes ventajas sobre los métodos tradicionales en la evaluación económica se tiene que tener en cuenta otros aspectos que sirven para evaluar la viabilidad de la utilización de estas metodologías en los trabajos de rehabilitación o renovación de redes de acueducto o alcantarillado. Cuando se realizó la valoración de las diferentes tecnologías se realizó una comparación por metro lineal suponiendo que en la metodología tradicional se excava a lo largo de la línea, en las tecnologías alternativas se debe analizar en los tipos de escenarios para verificar si se mantienen las ventajas de uno sobre las desventajas de los otros para el caso de ciertos sitios de Colombia se debe tener en cuenta la cantidad y la distancia entre predios contiguos ya que de esto depende si es más beneficioso un sistema que otro.

Al realizar una renovación de tubería por medio del método tradicional se realiza la excavación a lo largo del lineamiento de la tubería a la profundidad estipulada por la misma red, por un ancho

determinado en donde se tienen acometidas domiciliarias cada tres metros como es el caso de muchos lugares de las ciudades de Colombia donde la densidad demográfica por Km<sup>2</sup> es tan alta que se presentan este tipo de situaciones. En el caso que en estos sitios se implemente una alternativa de renovación sin zanja se tiene que tener en cuenta que es necesario la excavación enfrente de cada predio para realizar las conexiones respectivas de las acometidas domiciliarias y si se tiene una separación aproximada entre acometidas de tres metros y teniendo en cuenta que la excavación para la conexión de la nueva acometida debe tener como mínimo 2mx1m para poder trabajar con comodidad, se tendrían excavaciones cada 2.0 m y en este orden de ideas se tendrían que realizar el relleno de estas excavaciones cada 2.0m y la recuperación del espacio público cada 2.0m. En estas condiciones de instalación se tendrían parches de andén o de calzada seguidos lo que desde el punto de vista del cumplimiento de los anexos técnicos de las licencias de excavación y requisitos de recibo de obras iría en contra de estas directivas; entonces se tendría que recuperar todo el espacio público a lo largo de la línea de tubería instalada lo que haría pensar que es mejor en determinados sitios seguir aplicando las metodologías convencionales en las cuales se recuperaría el andén de todo el tramo intervenido de una forma uniforme y sin ningún tipo de interrupciones ,teniendo unos mejores acabados y mejor aceptación por parte de la comunidad; según el análisis de alternativas las nuevas tecnologías son más económicas a partir de una separación de más de 6 m y en diámetros mayores de 6 “ o 160mm. Las nuevas alternativas serían de mayor utilidad y efectividad en sitios

donde la distancia entre acometidas sea de un largo considerable, como en zonas industriales y comerciales en las cuales la distribución de los predios es más espaciosa.

Se debe evaluar muy bien para determinar en qué sitios de nuestra geografía nacional es viable la aplicación de estas nuevas tecnologías para la rehabilitación y renovación de redes de acueducto dependiendo de las normas técnicas aplicables para la recuperación del espacio público dependiendo de la ubicación regional del sitio que se pretenda intervenir.

## **5 CONCLUSIONES**

---

El empleo de las técnicas de rehabilitación, reparación y reposición de tuberías sin zanja son métodos que indudablemente cobraran mucha importancia día a día, entre las empresas de servicios públicos y empresas contratistas posicionándose como la principal alternativa incluso para la construcción de nuevos sistemas de acueductos. Las tecnologías nuevas para la realización de obras de renovación o rehabilitación de redes de agua potable, tienen más ventajas que desventajas sobre metodologías convencionales, lo cual las convierte en una gran opción para trabajar de una forma más rápida y generando bajo impacto negativo sobre el medio ambiente; adicional a lo anterior, los tiempos de ejecución son sustancialmente menores a los del sistema convencional y el impacto sobre las actividades diarias de los ciudadanos que se verían afectados por el desarrollo de los trabajos sería sustancialmente menor. Se debe crear un ambiente de confianza hacia estas metodologías que ya son de gran aplicación en el continente Europeo y Norte Americano y de esta forma lograr una mayor frecuencia en la implementación de estas en Colombia.

Siempre se debe tener un especial cuidado en analizar todas las variables que pueda influir a la hora de tomar algún decisión sobre que metodología a aplicar ya que depende mucho del sector y tipo de actividad económica del mismo, calidad y distribución de las áreas y estructuras que conforman el espacio público, así como el espaciamiento y distribución de las acometidas de agua potable en el sitio a intervenir.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

---

- Tesis-Optimizar la rehabilitación de las redes de distribución de agua potable, con aplicación en el municipio de Facultativa [Recurso electrónico] / David Andrés Zamora Ávila
- Renovación priorizada de redes de distribución utilizando el concepto de potencia unitaria / Juan Saldarriaga
- Tesis -Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías en redes de acueducto en Colombia / Andrés Felipe Mackenzie Fuentes.
- XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica /Renovación y Rehabilitación de Redes de Agua Potable/ Humberto Ávila Rangel-William Clavijo Sanabria
- Tecnologías no destructivas [www.perforaciones.com](http://www.perforaciones.com)
- Metodologías para Rehabilitación y Renovación de Redes [www.treltec.com](http://www.treltec.com)
- Metodologías para Rehabilitación de Redes [www.zinsatec.com.es](http://www.zinsatec.com.es)
- Métodos para rehabilitación de redes de distribución sin Zanja [www.trenchlessonline.com](http://www.trenchlessonline.com)
- Precios De referencia Construcción de Redes de Acueducto [www.construdata.com](http://www.construdata.com)
- Costs for Water Supply System Rehabilitation Distribution [www.epa.gov/nrmrl/pubs/600ja02406/600ja02406.pdf](http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600ja02406/600ja02406.pdf)
- Normas SISTEC EAAB



*A mi amada esposa por su sacrificio y  
apoyo incondicional, a mi hijo por ser  
el motor de mi vida y a mi madre por  
mostrarme siempre el camino  
correcto.*