



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
COLEGIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DESEMPEÑO MECANICO Y PROCESO DE
INSTALACION DE TUBERIAS DE
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
(PEAD) CORRUGADO”**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

AUSENCIO SANTOS SANTIAGO

DIRECTOR DE TESIS: MI. FRANCISCO MARTIN ALONSO RUÍZ

PUEBLA, PUE.

MARZO DE 2014

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos que me apoyaron para hacer realidad mi sueño de terminar mis estudios, ya que fue un esfuerzo que hicieron para estar conmigo en todos los sentidos y en todo momento.

Agradezco a Dios, por darme la fuerza de concluir mis estudios, por la salud y por darme trabajo durante el ciclo escolar, ya que fue parte fundamental para mi formación profesional y por la parte económica para concluir mis estudios.

Para mí, fue un sueño que tuve desde niño, el poder llegar hasta aquí, aun que con tropiezos y algunas dificultades que pase. Pero es una satisfacción poder decir que lo logre, que valió la pena las noches de desvelo.

Agradezco a los compañeros de escuela, que compartimos por varios años experiencias y alegrías. El aprender a trabajar en equipo con ellos.

También agradezco sobre todo a los catedráticos, que nos dejaron el conocimiento para desempeñarnos laboralmente y poder trasmitir a otras personas la forma adecuada para una buena ejecución de proyecto.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, a quienes quiero, admiro y respeto.

A mi papá, que me enseñó a trabajar y hacerme responsable desde niño, quien me habló siempre con firmeza y me enseñó a ser independiente.

A mi mamá, ya que es la mujer que más admiro, por las fuerzas que tiene de salir adelante, que me enseñó los valores que debo de tener, el respeto, así como el valor del trabajo y de la superación personal. Gracias por darme la confianza de creer en mí y por todo ese amor que me tiene, así como por el apoyo que me ha dado desde que nací.

INTRODUCCION

Los recursos hidráulicos han sido un reto importante para México, ya que el crecimiento poblacional y la precipitación han obligado la necesidad de mejorar la infraestructura de drenajes.

Por generaciones, la conducción de estos residuos se llevó a cabo mediante canales a cielo abierto, sin embargo el crecimiento poblacional y las enfermedades infecciosas han ocasionadas por esta forma de uso la necesidad de entubar estos canales.

Debido al costo de entubar los canales son elevados, se han ido desarrollando nuevas técnicas y tecnologías innovadoras y económicas en tuberías.

La tubería corrugada de polietileno de alta densidad (PEAD) ha iniciado en el mercado Europeo desde la década de los 60'. En México llego este material hace aproximadamente 12 años, la cual a lo largo de este tiempo ha sido destacado por ser económica, durable y de buen desempeño en aplicaciones de conducción de flujos, además de ser más ligero que las demás tuberías haciéndola más fácil para trasladar y maniobrar.

En los planes de estudios de ingeniería generalmente se dedica poco espacio al diseño de estructuras subterráneas, especialmente el diseño de tuberías pequeñas. El diseño de puentes, edificios grandes y pavimentos ocupan la mayor parte del interés. Esto a pesar del hecho que prácticamente el 10% de los costos de construcción de obras relacionadas con el transporte se dedican a las estructuras de drenaje. Ya que un gran número de profesores de ingeniería mencionan que las tres consideraciones más importantes en el diseño de pavimentos son de drenaje.

OBJETIVO

El objetivo de esta tesis, es dar a conocer las propiedades mecánicas y el proceso constructivo de la tubería corrugada de **polietileno de alta densidad (PEAD)**, el cual pretende ser una guía para las personas involucradas directas o indirectamente en obra, con respecto a la colocación e instalación de este sistema de tuberías, con el objetivo principal de dar a conocer en forma práctica y no tan técnica los procedimientos correctos a seguir en la instalación de tuberías; así como los problemas frecuentes que se encuentran en obra.

HIPOTESIS.

Los sistemas tubería con las que se han se han llevado a cabo los sistemas de alcantarillado han sido un de manera general costosas, ya que con frecuencia requieren de un mantenimiento o sustitución costosa. También enfocándonos a la adquisición, instalación y al transporte de las mismas.

Los sistemas de alcantarillado son una parte importante del patrimonio en infraestructura del país, ya que son puntos medulares en una red para desalojo de agua residual o pluvial, en consecuencia para el desarrollo de los habitantes. Preservar este patrimonio de una degradación prematura es una de las tareas más importantes de cualquier administración.

Para ello hay que dedicar medios humanos y técnicos suficientes que permitan tener un conocimiento completo y actualizado de su estado, que nos ayuden a definir el volumen de recursos necesarios para su conservación, y garanticen el empleo óptimo y eficaz de dichos recursos.

En el terreno de la normatividad también sería útil ampliar la existencia sobre productos de reparación y protección de tuberías. En relación con dichos productos

también hay que promover la formación de equipos y empresas especializadas en su aplicación que se sumen a las que ya existen en el mercado.

Se deben proponer períodos de supervisión más cortos para este tipo de infraestructura, ya que son muy importantes.

METODOLOGIA.

Se pretenden utilizar diferentes recomendaciones para obtener un buen resultado en la elaboración de la presente tesis; como son: Recomendaciones de campo para identificar los tipos de suelo, Recomendaciones de Instalación, Recomendaciones de acople, recomendaciones de almacenaje y el acopio de información histórica de los DRENAJES, ya que es de gran importancia conocer los procesos constructivos así como de los materiales utilizados para poder dar una solución lo mejor posible. Investigar las medidas de conservación de los canales en México, las estrategias que se pueden utilizar así como el reglamento que actualmente rige; Y ya en la etapa de conocer el tipo de material también se debe revisar su ficha técnica y así de cada material usado en su ejecución.

Existen diferentes recomendaciones de las cuales vamos a utilizar las más apropiadas para obtener un buen desempeño del trabajo y colocación de la tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y así llegar a mejores resultados que sirvan a los involucrados a este tipo de trabajos ya que los datos que plasme en esta tesis deben ser totalmente aprobados, además de avalados por mi asesor de tesis, pero de ninguna manera pretende reemplazar a normas de la industria ó especificaciones de proyecto, la intención de esta tesis es de proveer direcciones a seguir, basadas en experiencias de los expertos que me apoyaron en investigaciones y recomendaciones para una adecuada instalación y buen funcionamiento del la tubería PEAD.

Tomando en cuenta que los procesos de instalación varían de acuerdo a la región y al tipo de suelos, sin embargo, las recomendaciones que se hacen en esta tesis son generales, aplicables a la mayoría de los procedimientos de instalación.

INDICE

INTRODUCCIÓN

Pagina

CAPITULO 1.- MARCO DE REFERENCIA

1.1.- El sistema de alcantarillado y su evolución. 9

CAPITULO 2.- RECOMENDACIÓN DE CAMPO

2.1.- Recepción y descarga 12

2.2.- Almacenamiento de la tubería 14

2.3.- Identificación de suelos en campo 21

 2.3.1 Objetivo de la clasificación de suelos en campo 21

 2.3.2 Alcances. 22

 2.3.3 Pruebas para identificación de suelos en campo 22

 2.3.4 Procedimientos para la Prueba de Dispersión. 23

 2.3.5 Procedimiento para las Pruebas de Dilatación 23

 2.3.6 Procedimiento para la Prueba de Tenacidad 25

 2.3.7 Procedimiento para la prueba de Resistencia en estado Seco 26

 2.3.8 Criterios de Aceptación o rechazo. 27

2.4.- Clase de materiales de envoltura y relleno 27

 2.4.1 Clasificación de suelos 28

 2.4.2 Recomendaciones antes de abrir zanja 29

2.5.- Anchos de zanja 30

CAPITULO 3.- RECOMENDACIONES DE INSTALACION

3.1 Criterios de Desempeño y Seguridad e identificación de riesgos de trabajo. 33

 3.1.2 Condiciones de trabajo 33

3.2.- Colocación en zanja 35

3.3.- Métodos de acople 36

 3.3.1 Método de acople Manualmente 37

 3.3.2 Método de acople con barreta 37

 3.3.3 Método de acople con barreta y/o lazo. 38

3.3.4 Método de acople con tirfo	38
3.3.5 Método de acople con una polea o Sistema de Poleas.	39
3.4.- Accesorios para descargas domiciliarias.	40
3.4.1 conexiones de inserción	41
3.5.- Inserción recta y/o 45° para descarga sanitaria o pluvial	44
3.6.- Procedimientos para descargas domiciliarias	46

CAPITULO 4.- COMPORTAMIENTO DE LA TUBERÍA PEAD UNA VEZ PUESTA EN SERVICIO.

4.1.- Plantilla, acostillado y relleno final	51
4.2.- Cargas vehiculares y de construcción.	55
4.3.- Durabilidad de la tubería de polietileno de alta densidad	56

DICCIONARIO PARA EL ASESOR TÉCNICO

59

CONCLUSION

64

BIBLIOGRAFIA

67

CAPITULO 1.- MARCO DE REFERENCIA

1.1.- El sistema de alcantarillado y su evolución.

* Los vestigios más antiguos que dan testimonio del empleo de sistemas sanitarios en las antiguas civilizaciones se remontan a las ruinas de Sumeria (5000 a. C.), donde se encontraron restos de un drenaje formado por arcos. De igual manera se tienen registros de tuberías para el desalojo de las aguas negras en Babilonia, Jerusalén de Creta, éstas últimas cuentan además con descargas domiciliarias.

En las civilizaciones griega y romana, se tenían redes de “cloacas”; sin embargo, no recibían las descargas directas de las casas, ya que éstas descargaban probablemente sus desechos a los canales superficiales de las calles y de ahí eran arrasados por las aguas pluviales. La mayoría de las edificaciones contaba con letrinas.

Los primeros alcantarillados modernos se construyeron en el siglo XIX en las ciudades de Londres y Boston, pero no fue hasta la reconstrucción de la ciudad de Hamburgo (devastada por un incendio en 1842), en la que se diseñó un sistema de recolección de a base de tuberías que incluyó muchas de las ideas que se usan actualmente en estas obras. Cabe destacar que la construcción de los sistemas de alcantarillado en ciudades europeas y estadounidenses obedeció, en gran parte, a la propagación de epidemias como el cólera y la fiebre amarilla. Esto a su vez permitió demostrar la transmisión de enfermedades a través del agua.

En lo que se refiere el continente sudamericano, no se tienen registros de éstas obras, salvo en la ciudad de Montevideo, Uruguay, también a mediados del siglo XIX.

La evolución de los sistemas de saneamiento en nuestro país data desde la época prehispánica, donde Netzahualcóyotl construyó un albarradón de 16 kilómetros que se extendía desde el Cerro de la Estrella (Iztapalapa) hasta Atzacolco, con objeto de proteger a Tenochtitlán de las inundaciones.

* (ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, para tuberías corrugadas de polietileno de alta densidad. BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA José Antonio Cisneros Rosas, Ibrahim García Farfán y Rafael López Mejía, primera edición 2009, pag. 10,11)

Posteriormente durante la época virreinal se construyeron varias obras de defensa contra las inundaciones, entre las que destaca el túnel de Nachistongo (que después de 160 años de construcción se convirtió en un tajo). En la etapa post-independiente se construyeron el Gran Canal de Desagüe y el Túnel de Tequixquiac (1856). Tiempo después se instaló la primera planta de bombeo en San Lázaro (1888) y se expidió el primer código sanitario, donde se establecía la necesidad de nidificar las instalaciones sanitarias en las edificaciones (1901).

Años después (1930) se construyó en sistemas de drenaje en la ciudad de México, que consistía en un conjunto de tuberías que descargaban al Gran Canal y en el lago de Texcoco. Sin embargo, se hizo inadecuado debido tanto por el crecimiento de la ciudad como por los hundimientos que se empezaban a presentar (1951).

Así, se hicieron ampliaciones al túnel de Tequixquiac, se instaló la planta de bombeo en la Merced (1953) y la construcción de Interceptor poniente (1959-1960). Además del emisor poniente (1964), que comunica al vaso de Cristo con la Laguna de Zumpango.

La obra más importante realizada en la década de los '80 es el Drenaje Profundo y Semiprofundo de la ciudad de México. Es un sistema que consta de varios interceptores que fluyen hacia un solo conducto para desalojar tanto aguas residuales como aguas pluviales.

En ésta tesis se pretende dar a conocer el proceso constructivo en colocación de tuberías corrugadas de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) dar la mejor propuesta de conservar los drenajes en nuestro país, así como también poder dar un buen servicio y avocarse a su eficiencia en su construcción.

Existen diferentes materiales en el mercado, y dependiendo del tipo de material con que se construyen los drenajes, de tal manera que los factores que intervienen en el deterioro son: abrasión, alcalinidad del agua, deformación del material, agentes químicos, etc.

Para la realización de la presente tesis, recabe información de los especialistas de las empresas: **ADS MEXICANA**, con la empresa **ICA** y diferentes empresas privadas más que construyen sistemas de alcantarillado con este material. En las cuales los ingenieros que laboran en ellas, me han brindado el apoyo necesario para poder avanzar y dar una mejor solución en ésta investigación, basados principalmente en recabar información de la mejor manera de realizar éstos trabajos, así como de los deterioros y problemas que más frecuentemente aparecen en las instalaciones de tuberías PEAD, realizar una investigación apoyándome en ingenieros experimentados en esta rama, con la finalidad de dar a conocer de una manera más completa los beneficios que se obtiene al hacer trabajos de alcantarillado con tuberías PEAD (polietileno de alta densidad) con pared estructurada.

CAPITULO 2.- RECOMENDACIÓN DE CAMPO

2.1.- Recepción y descarga

La tubería de **polietileno de alta densidad (PEAD)** se envía al sitio de trabajo sobre remolques planos. Al llegar los tubos al sitio del proyecto se deben inspeccionar para verificar las cantidades anotadas en la remisión coincidan con las tuberías entregadas, así como la cantidad de lubricante recomendado, revisar que todos los tubos lleven su empaque (cuando sea requerido), que las ventilas de espiga estén selladas y que las tuberías así como sus componentes estén libres de cualquier daño sufrido durante el envío. Cualquier detalle o daño debe anotarse en el recibo de envío y notificar al proveedor. Y si se encuentra una tubería dañada, el ingeniero evaluará la posibilidad de utilizarla a la llegada de los pozos de visita, marcándola para dicho uso; en caso de no ser útil, el ingeniero coordinará la devolución, registrando la causa de su devolución al reverso de la remisión. Verificar también que los tubos recibidos sean adecuados para el tipo de obra (sanitario serie 65 ó pluvial serie 85). Para uso pluvial puede ser aceptado también tubería serie 65.

También debe verificarse que la envoltura protectora del empaque no sea retirada, ya que sólo puede ser retirada al momento de la instalación.



La mayoría de los envíos llegan en camiones de plataforma abierta o baja, sin embargo, para la tubería de 1500mm (60") y algunas entregas especiales los remolques de plataforma baja pueden ser una opción; por lo que el contratista debe estar preparado para la descarga de la tubería, ya sea manualmente (4"-18") o con maquinaria (24"-60")

Figura 2.1 La mayoría de los envíos llegan en camiones de plataforma abierta o baja.

Los tubos están diseñados para soportar el manejo normal en campo y pueden descargarse fácilmente a mano o con maquinaria. Para evitar dañar a los tubos, no se deben dejar caer, además, las bandas de amarre no deben quitarse hasta que se hayan asegurado los tubos para evitar que rueden o que caigan.

El manejo de los tubos debe hacerse a mano con tenazas de levantamiento ó estrobos de nylon. Cuando utilice estrobos, se recomienda utilizar dos puntos de apoyo de alzamiento.

No se recomienda el uso de cualquier material metálico para descarga como cadenas ó cables de acero, ya que pueden dañar al tubo fácilmente.

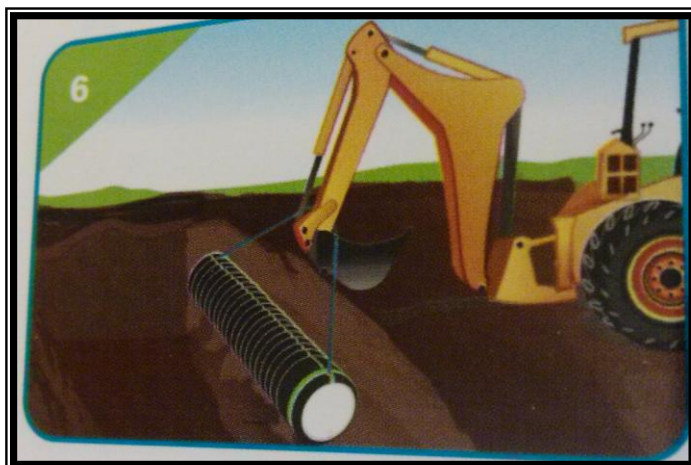


Figura 2.2 Cuando utilice estrobos, se recomienda utilizar dos puntos de apoyo de alzamiento.



Figura 2.3 Los tubos pueden descargarse fácilmente a mano por su ligereza.

Nota: Debido a que la banda de cerámica (banda verde en la campana) es el elemento que da rigidez (funciona como un cinturón) y permite garantizar la hermeticidad, ésta no debe de presentar cuarteaduras y para evitar daños, no se debe dejar caer esta tubería.



Figura 2.4 la banda verde de cerámica es el elemento que da rigidez y funciona como un cinturón

2.2.- Almacenamiento de la tubería

Para el almacenaje de tuberías de Polietileno de Alta densidad (PEAD) se recomienda que sea en una superficie plana, procurando estar lo más cerca posible a la obra, alternando las campanas fila por fila y que estas sobresalgan a la capa inferior, para evitar la deformación y daño de las mismas. Debe ser apilada en forma de pirámide, y procurando que la base no sea mayor a 6 metros, verificando que en el apilado existan bloqueos en los bordes de la pila para evitar deslizamientos, prohibiendo el uso de varillas de acero a manera de estacas.

Si el tubo va a ser almacenado por tiempos prolongados, el ingeniero o asesor técnico ADS puede recomendar el retiro de los empaques y su almacenamiento en la sombra.

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 4"

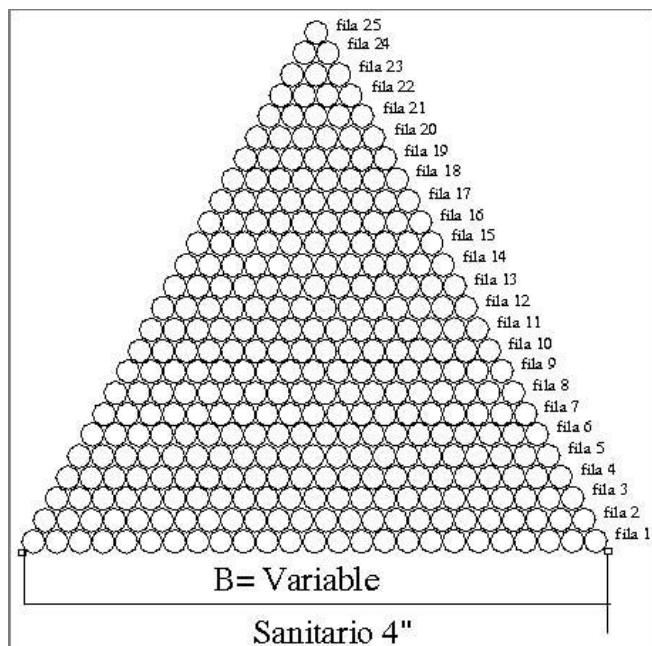


Figura 2.5 Acomodo para tuberías de 4"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 6"

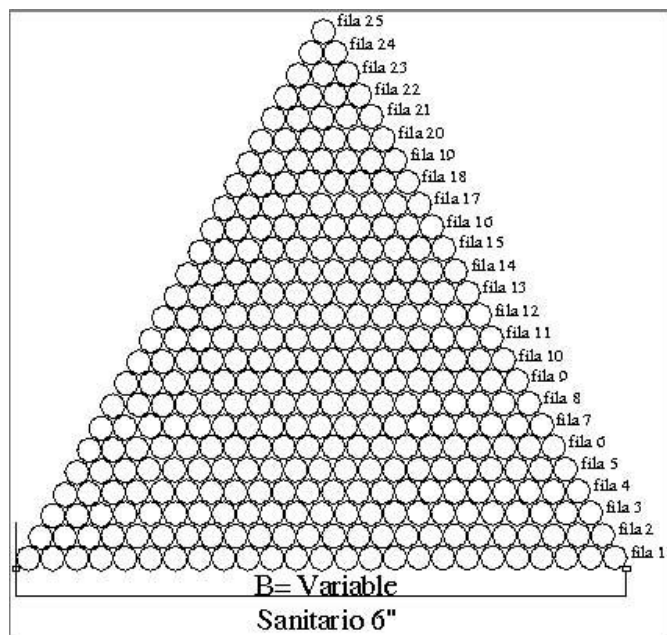


Figura 2.6 Acomodo para tuberías de 6"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 8"

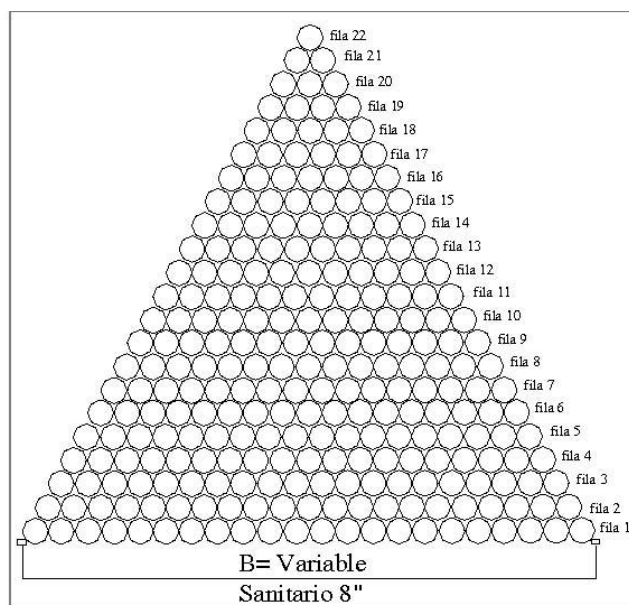


Figura 2.7 Acomodo para tuberías de 8"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 10"

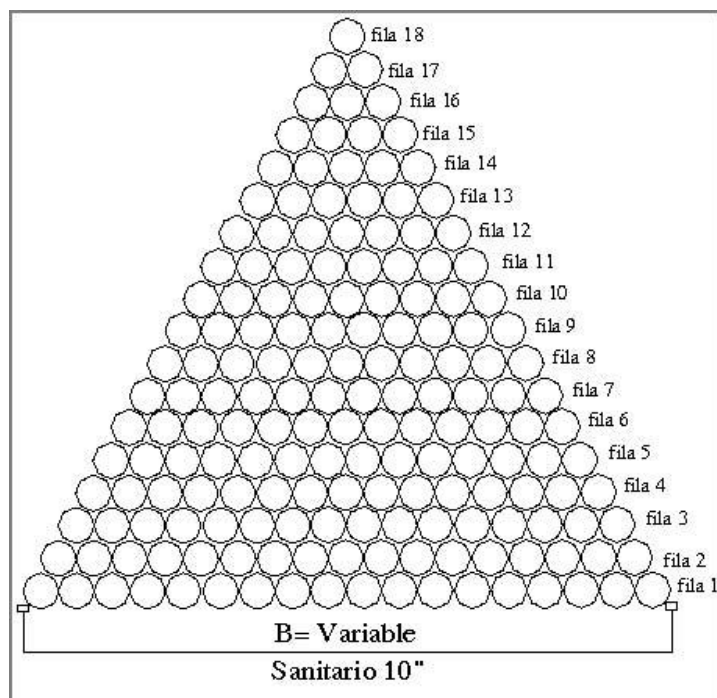


Figura 2.8 Acomodo para tuberías de 10"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 12"

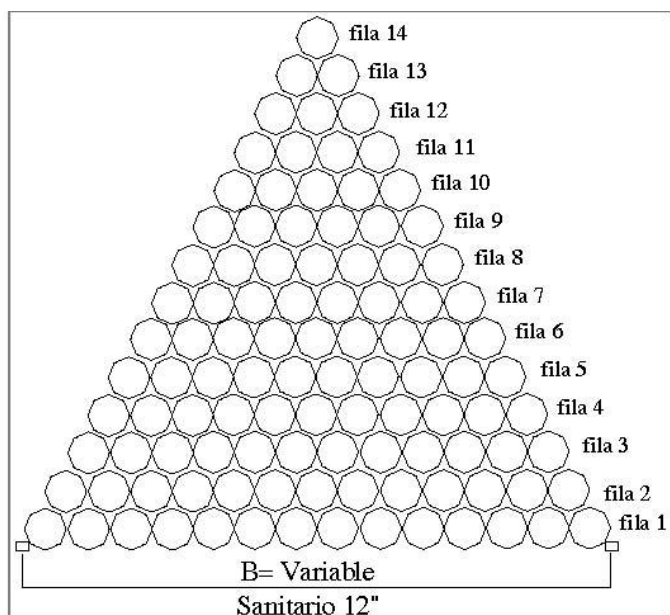


Figura 2.9 Acomodo para tuberías de 12"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 15"

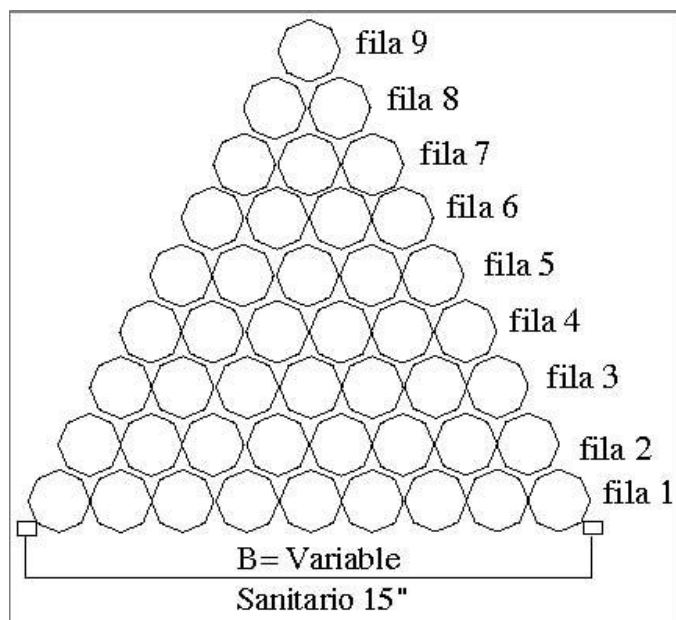


Figura 2.10 Acomodo para tuberías de 15"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 18"

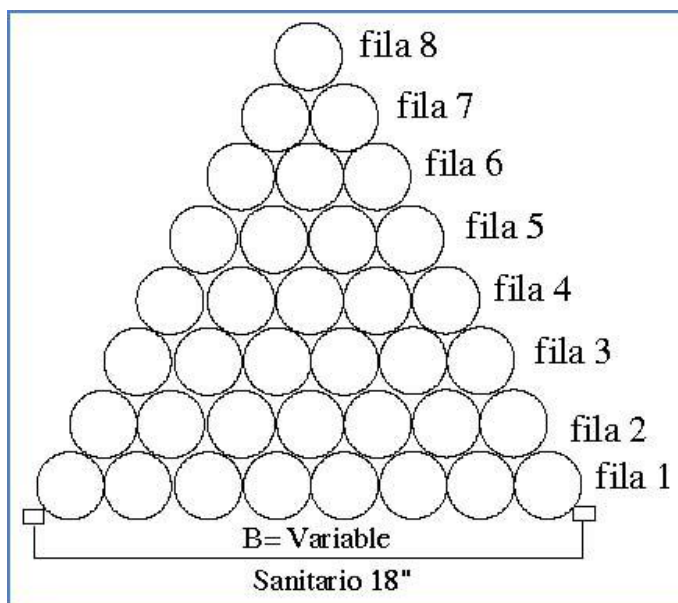


Figura 2.11 Acomodo para tuberías de 18"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 24"

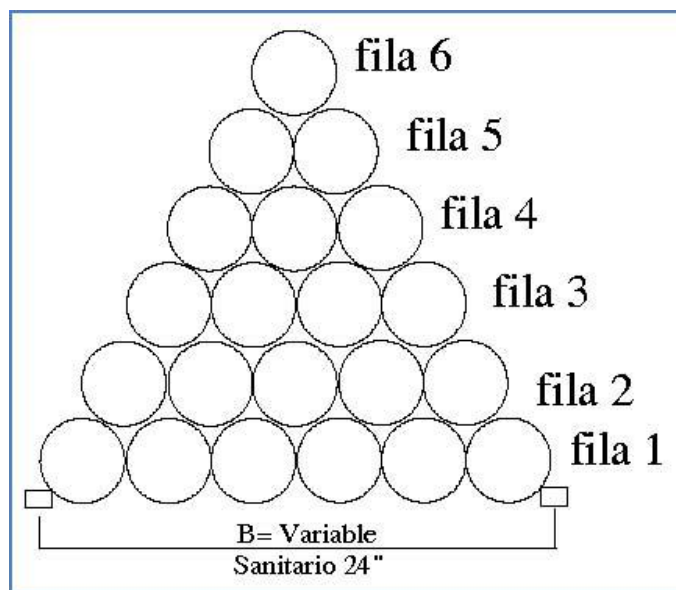


Figura 2.12 Acomodo para tuberías de 24"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 30"

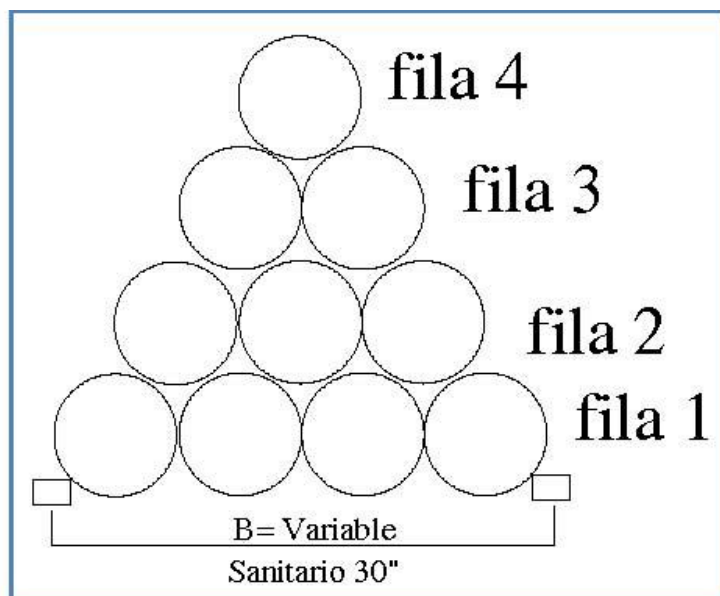


Figura 2.13 Acomodo para tuberías de 30"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 36"

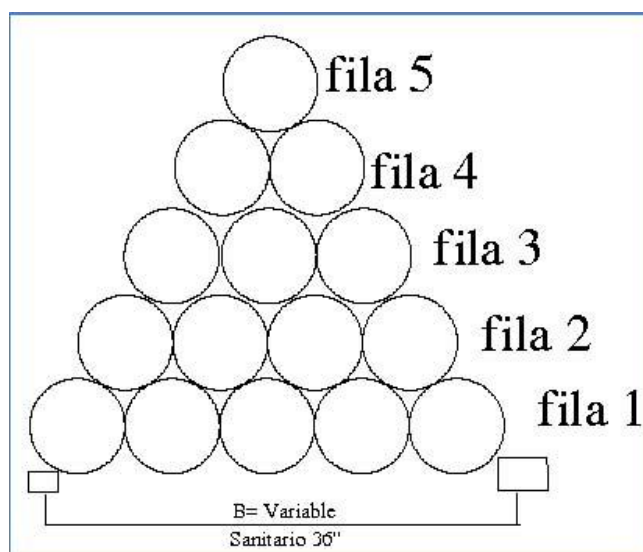


Figura 2.14 Acomodo para tuberías de 36"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 42"

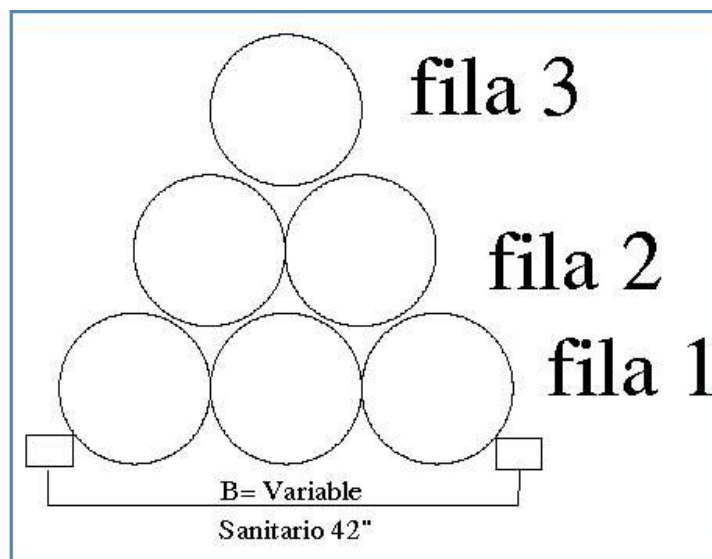


Figura 2.15 Acomodo para tuberías de 42"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 48"

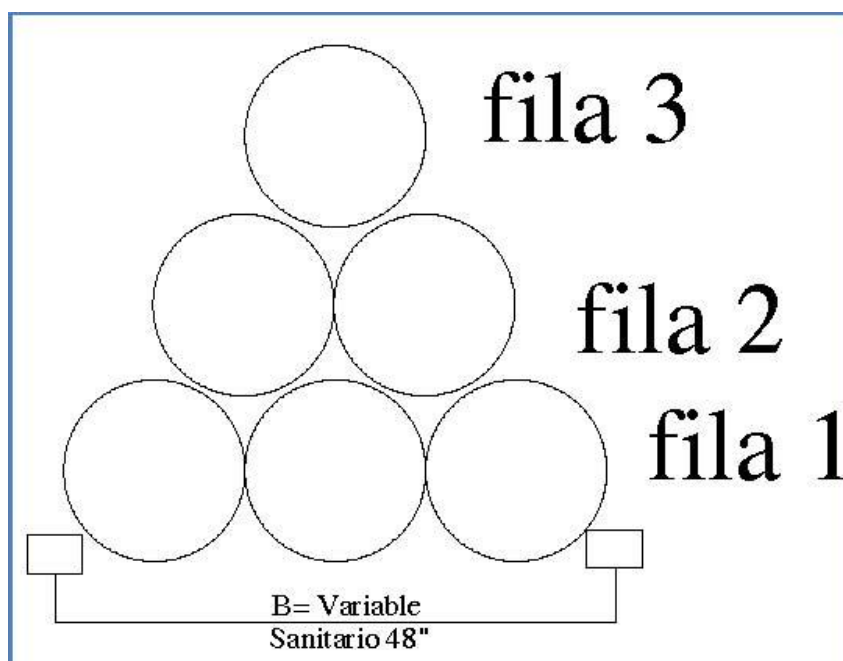


Figura 2.16 Acomodo para tuberías de 48"

CAMAS O FILAS PARA TUBERIA DE 60"

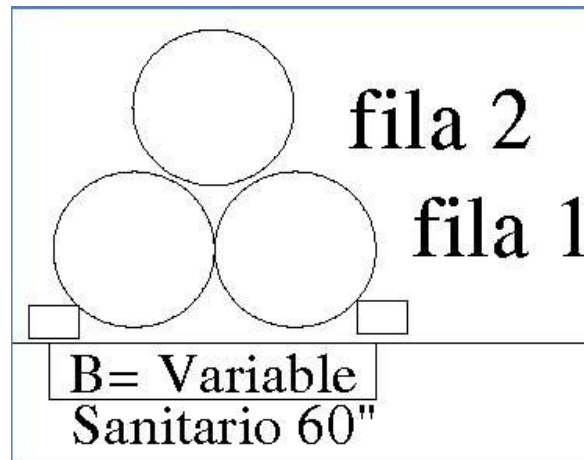


Figura 2.17 Acomodo para tuberías de 60"

2.3.- Identificación de suelos

Reunidos tanto el asesor técnico, residente de obra, maestro de obra y/o ayudante preferentemente se tiene que hacer la plática de pre-construcción, siendo el almacén donde se encuentra la tubería el lugar más recomendable para poder tener una idea gráfica de las recomendaciones.

Se procederá a dar un recorrido a lo largo de la obra, para poder tener un conocimiento de lugar donde se hará la instalación, para poder tener un conocimiento del tipo de suelo o suelos que posiblemente se puedan encontrar en la obra.

2.3.1 Objetivo de la clasificación de suelos en campo

El objetivo es conocer las características y el comportamiento de los suelos que se utilizan como relleno de zanjas en la instalación de las tuberías, ya que es de suma importancia poder tener una clasificación clara y rápida del tipo de suelo que se pueda encontrar, ya que con base a esta clasificación se hará varias de las recomendaciones que el asesor técnico proporcionará al constructor e instalador de la tubería. Se tendrá presente que la clasificación que el asesor técnico proporcione no necesariamente es la definitiva, para éste caso será necesario consultar con un laboratorio clasificado en

mecánica de suelos para poder determinar en definitiva la clasificación de suelo; así como las características y recomendaciones del mismo.

2.3.2 Alcances.

Los resultados de la identificación de los suelos en campo se utilizan sólo como un indicador y no tienen validez como sustituto de las pruebas de mecánica de suelos, ni tienen responsiva por el asesor.

2.3.3 Pruebas para identificación de suelos en campo

Las pruebas que se enlistan a continuación permiten clasificar al suelo por medio de un examen visual y manual, fundamentalmente permiten identificar tanto la cantidad como el comportamiento de los suelos finos en la masa de suelo.

- Dispersión
- Dilatancia
- Tenacidad
- Resistencia en estado seco

Para las pruebas de Dilatancia, Tenacidad y Resistencia al estado seco, se toma una muestra de suelo que podemos ver en la figura 2.3.3, eliminando las partículas de mayor tamaño hasta dejar una muestra solamente con partículas finas (tamaño de partículas cercano a un material que pasa por la malla No. 40, 0.420 mm) que se muestra en la figura 2.3.4.

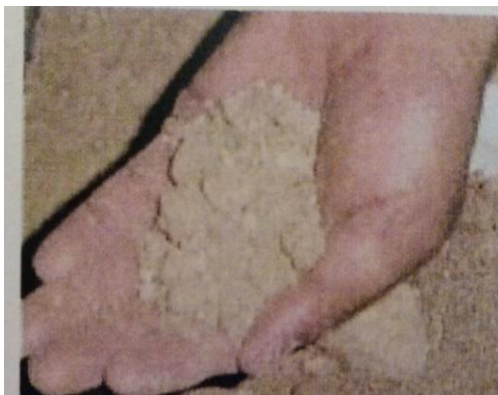


Figura 2.3.3 Muestra de suelo



Figura 2.3.4 Eliminar partículas de mayor tamaño

2.3.4 Procedimientos para la Prueba de Dispersión.

Prueba de identificación visual para conocer la cantidad de suelo grueso y suelo fino que compone una muestra de suelo.

El procedimiento consiste en depositar una muestra de material en un recipiente transparente hasta la mitad de su altura, se agrega agua hasta dos tercios de la altura y se agita hasta lograr la dispersión total de la masa de suelo.

Después se deja reposar para permitir que las partículas se sedimenten. Una vez sedimentado el material en el recipiente se observa en la parte baja los materiales gruesos: gravas y arenas, y en la parte superior los finos: primero los limos y al final las arcillas.

2.3.5 Procedimiento para las Pruebas de Dilatación

Tomar una muestra de material fino seleccionando al que se agregará agua, (fig. 2.3.5) y se moldeará hasta que presente una consistencia suave y no pegajosa, (fig. 2.3.6) en seguida a una proporción de este suelo, colocado sobre la palma de la mano se le realizará un golpeteo energético contra la otra mano con movimientos horizontales.



Figura 2.3.5. Agregar agua a la muestra



*Figura 2.3.6 Se moldeará hasta que
Que presente una consistencia suave*

Se observa el comportamiento que tiene el agua dentro de la masa de suelo durante el agitado, si el agua aparece en la superficie, esta tendrá una apariencia brillante ó lustrosa, (fig. 2.3.7) Con esta prueba se estima la rapidez con la superficie de la masa de suelo toma una apariencia lustrosa al golpear, así como de la rapidez con la que desaparece este lustre al presionarla.



Figura 2.3.7 Con esta prueba se estima la rapidez con que la superficie toma una apariencia lustrosa.

La dilatación puede reportarse como:

- Rápida
- Lenta
- Nula

Ejemplo:

Una reacción rápida se presenta cuando el suelo se constituye de polvo de roca ó arena muy fina; una reacción lenta corresponde a un suelo limoso ó limo arcilloso; una reacción nula (el agua no aparecerá en la superficie) indica que se trata de una arcilla de alta plasticidad ó materia orgánica.

2.3.6 Procedimiento para la Prueba de Tenacidad

Tomar una muestra de suelo y re moldeado. Se amasa con la finalidad de hacerle perder la humedad, una vez que esta haya disminuido se intenta formar un rollo de aproximadamente 3 mm de diámetro, (fig. 2.3.8) en el momento que el rollo de suelo presente agrietamiento transversal se considera que el suelo ha llegado a su estado plástico. Se estima el tiempo necesario para que el material alcance el contenido de agua correspondiente al límite plástico, así como la resistencia que opone el rollo a ser comprimido.

La tenacidad puede reportarse como:

- Nula (tiempo corto y resistencia pequeña)
- Media (Tiempo medio y resistencia media)
- Alta (Tiempo largo y resistencia alta)



Figura 2.3.8 Formar un rollo de aproximadamente 3 mm de diámetro

Ejemplo:

Una tenacidad alta es típica de las arcillas, tenacidad media es típica de los limos y una muestra de suelo con tenacidad nula se presentará en las arenas.

2.3.7 Procedimiento para la Prueba de Resistencia en Estado Seco

A una muestra de suelo al que se agregó agua y previamente remoldeado con la mano se divide en pequeñas porciones con las que se formaran cubos de 0.5 cm por lado, aproximadamente, (fig. 2.3.9) se dejan secar. Una vez seco el cubo se sujeta con los dedos índice y pulgar presionándolo hasta provocar la ruptura.

Con ésta prueba se estima la resistencia que presenta el cubo al rompimiento; y puede reportarse como:

- Nula (se rompe con facilidad)
- Media (Se opone poco a la ruptura)
- Alta (Se opone a la ruptura)



Figura 2.3.9 Se formaran cubos de 0.5 cm por lado

Ejemplo:

Una resistencia en estado seco nula es la típica de las arenas; una resistencia en estado seco media es una característica de los limos, las altas resistencias en estado seco se asocian a las arcillas.

2.3.8 Criterios de Aceptación o rechazo.

- I. Para la Prueba de Dispersión, si la cantidad de partículas gruesas es mayor al 70% de la masa de suelo, el material se considera aceptable para utilizarse para relleno de zanja en la instalación de la tubería flexible.
- II. Materiales cuya fracción de suelo fino tiene dilatación rápida, tenacidad nula y resistencia en estado seco nula puede ser aceptados para relleno de zanja en la instalación de tuberías flexibles.
- III. Suelo cuyo comportamiento muestra dilatación nula, tenacidad alta y resistencia en estado seco alta, debe ser rechazado.
- IV. Materiales con valores intermedios que pudieran provocar dudas en su identificación debe ser calificado por un especialista de mecánica de suelos.

Los procedimientos de colocación y porcentajes de compactación deben ser especificados en el proyecto ejecutivo en función del tipo de suelo.

2.4.- Clase de materiales de envoltura y relleno

En este apartado se abordará la importancia del suelo como elemento estructural, su clasificación, así como sus características y sus usos como material de relleno para las tuberías enterradas. Es importante comprender el mecanismo de interacción suelo-tubo, así como el concepto de rigidez de este sistema y las características visco elásticas del polietileno.

2.4.1 Clasificación de suelos

Son de suma importancia algunas características del suelo empleado como material de relleno y envoltura para una tubería (relleno alrededor del tubo), como lo es la densidad de compactación, dada su contribución en el desempeño del tubo.

Existen diversos sistemas para la clasificación del suelo, pero la mayoría de estos sistemas toman como base el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), propuesto en 1940 por el profesor Arthur Cassagrande. El cuerpo de Ingeniero de Armada (ACE), el Buró de Reclamación (USBR) y otras dependencias han apoyado ya este sistema. La ASTM desarrolló una versión del USCS llamada Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (ASTM D2487).

El USCS se basa en características de texturas con una cantidad pequeña de finos que tendrán poca o nula influencia con el comportamiento del suelo. Para los suelos donde los finos afectan el comportamiento, se basan en las características de plasticidad y compresibilidad. Éstas características se evalúan en la carta de plasticidad. Las siguientes características son fundamentales para obtener una clasificación de suelos: porcentajes de grava, arena y finos, la forma, tamaños de los granos. Se le da al suelo un nombre descriptivo y dos caracteres alfabéticos que indican sus características principales.

La designación ASTM D2321 “Práctica Estándar para Instalación Subterránea de Tubo Termoplástico para drenaje y otras aplicaciones de flujo por Gravedad” divide los materiales de relleno en cinco clases:

- Clase I a III. Estos materiales pueden ser usados como material de envoltura y relleno. Ampliamente recomendados como materiales de relleno.
- Clase IVA. No emplearlos donde las condiciones de humedad en la zanja presente problemas de inestabilidad; adecuadas para zonas áridas, donde la envoltura del suelo no sea afectada por el nivel freático, lluvias o extrafiltración. No debe ser colocado bajo rellenos altos, bajo cargas de neumáticos o bajo compactadores vibratorios pesados. Los suelos con límites líquidos menores a 50% (CL, ML, CL-ML,

clase IVA). *No se recomienda como materiales de relleno (sólo bajo recomendación de un especialista en Mecánica de Suelos).*

- Los materiales IVB y V son inaceptables como materiales de relleno. No deben emplearse.

2.4.2 Recomendaciones antes de abrir zanja

Antes de comenzar a abrir la zanja, se debe de investigar las posibles líneas que puedan interferir con nuestro trazo. Ya que en ocasiones se pueden encontrar con líneas diversas no reportadas por algún organismo y tenemos que estar preparados para todo, y aun más cuando estamos en una zona urbana.



Figura 2.4.1 (izq. y der.) Líneas encontradas de agua potable, fibra óptica de TELMEX y alcantarillado durante un trabajo de excavación

Se recomienda que conforme se abra zanja o se tenga tramo, de un lado de la zanja también se tenga tendido el tubo que va a instalarse, de preferencia en el lado más plano para una rápida instalación (fig. 2.4.2)

Después de tener la zanja abierta, con el conocimiento y experiencia del asesor técnico con respecto a la recomendación de zanja y de suelo; se procederá a dar las recomendaciones que mejor ajusten a las condiciones de campo en donde se hará la instalación.



Figura 2.4.2 Se recomienda que se tengan los tubos a un lado de la zanja.

NOTA:

Se deberá tener en cuenta que los criterios de clasificación de suelos así como de recomendaciones, se hará en base a la problemática de campo, ya que en cada lugar de instalación los criterios son diferentes, en este caso a la experiencia y criterio tanto del asesor técnico como del residente de obra serán quienes tomen la mejor decisión.

2.5.- Anchos de zanja

Las referencias para los procedimientos de excavación de zanjas están en la sección 30 de AASHTO y en la norma ASTM D2321. Ambas especificaciones proporcionan guías a seguir, aplicables a una variedad de condiciones de instalación, para determinar el ancho de la zanja. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo a la calidad de suelo in-situ, los materiales de relleno, los niveles de compactación y las cargas. Se deberá aclarar y especificar los anchos de zanja mínimos requeridos para la correcta instalación de la tubería; esto implica el espacio necesario para la manipulación del sistema de acople, acostillado y colchón necesario así como el movimiento de las herramientas y equipos de compactación.

Tomando las recomendaciones se procederá a la instalación del tubo PEAD (Polietileno de Alta Densidad).

Tabla de ancho de zanja mínimos recomendados para tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

Diámetro Nominal Dn plg	Diámetro Interior Di cm	Diámetro Exterior De cm	Espesor Pared ep cm	Ancho de Acostillado Ba cm	Ancho de Zanja B cm	Colchon mínimo Hc cm	Profundidad de exc. Ht cm	Plantilla de Arena P cm
6"	15.2	17.6	1.20	20.20	58.0	>30	>57.6	10.0
8"	20.0	23.3	1.65	19.85	63.0	>30	>63.3	10.0
10"	25.1	28.7	1.80	21.15	71.0	>30	>68.7	10.0
12"	30.8	36.7	2.95	21.15	79.0	>30	>76.7	10.0
15"	38.0	44.8	3.65	20.60	86.0	>30	>84.8	10.0
18"	45.9	53.6	4.30	22.70	99.0	>30	>93.6	10.0
24"	61.2	71.9	5.95	25.00	122.0	>30	>112.0	10.0
30"	76.2	89.2	6.50	40.00	168.0	>30	>134.2	10.0
36"	91.4	105.9	7.95	46.05	198.0	>30	>150.9	15.0
42"	105.4	121.2	8.10	44.90	211.0	>30	>166.2	15.0
48"	120.9	133.9	8.95	46.05	226.0	>30	>178.9	15.0
60"	151.4	166.4	8.20	25.00	259.0	>60	>241.4	15.0

1. LOS ANCHOS MÍNIMOS RECOMENDADOS DEBERÁN MANTENERSE DESDE LA BASE DE LA EXCAVACIÓN HASTA 60 CMS SOBRE EL LOMO DE LA TUBERÍA.

Figura 2.5.1 Tabla de anchos mínimos de zanja recomendados para tuberías de PEAD corrugados

Se recomienda que la plantilla (encamado), en el caso de diámetros de 6" a 30" sea de 4"(10 cm); en el caso de diámetros mayores que van de 36" a 60" la plantilla (encamado) sea de 6"(15cm); todo con la finalidad de dar soporte y uniformidad al suelo así como la pendiente adecuada a la tubería.

Será necesario tener en cuenta el tipo de material que se utiliza para la plantilla, además se verificará si el material producto de excavación cumple con las características necesarias de especificación para su utilización; en caso contrario se tratará de cambiar la especificación del material por otro que cubra con las especificaciones requeridas.

Se compactará o acomodará el material para plantilla con herramienta menor (pisón de mano) o con equipo ligero (bailarina), dependiendo del tipo de material a utilizar. (fig.2.5.2)



Figura 2.5.2 Compactación del material para plantilla con herramienta menor (pisón de mano) o con equipo ligero



Figura 2.5.3 Compactación del material para plantilla con bailarina

CAPITULO 3.- RECOMENDACIONES DE INSTALACION

3.1 Criterios de Desempeño y Seguridad e identificación de riesgos de trabajo.

Antes de iniciar cualquier trabajo, se debe tomar en cuenta diferentes factores, sobre todo la seguridad de los trabajadores. Para este caso se debe identificar los riesgos posibles de trabajo en colaboración con los trabajadores, ya que la seguridad es primordial para tener a cero accidentes.

Una vez identificado los riesgos de trabajo, se deberá hacer un análisis para realizar los trabajos correspondientes en la obra, con la mayor seguridad y equipo necesario para dicho trabajo.

3.1.2 Condiciones de trabajo

Cuando se desarrolle algún trabajo en obra para instalación de Tuberías de polietileno de Alta Intensidad (PEAD) se deben seguir los siguientes criterios de desempeño y seguridad al momento de entrar a una zanja a línea en construcción ó servicio, y contar mínimo con el equipo siguiente:

a) Obligatorio

- Botas industriales de casquillo
- Overall de TYVEK con líneas reflejantes
- Lámpara de minero (para cabeza)
- Lentes de seguridad
- Casco de seguridad
- Brújula simple
- Laina plástica y con aristas redondeadas de 30 cm de longitud
- Cinta métrica ó flexómetro
- Rodilleras rígidas
- Libreta de apuntes con pluma
- Cámara digital
- Arnés de seguridad con doble línea de vida

- Línea de vida sólo en caso de inspección de líneas en operación o con emanación de gases
- Guantes de carnaza

b) Opcionales

- Botiquín de primeros auxilios
- Niveleta de brújula
- Botas de hule
- Tapones para ruido

Al entrar a inspeccionar tubos de 30 a 60 pulgadas de diámetro se debe tener al menos un colaborador al inicio de la tubería en revisión, que esté a la pendiente de su seguridad, quedando prohibido el ingreso a las tuberías solitario, tampoco se recomienda el ingreso a líneas en operación; pero en caso de ser necesario el ingreso a éstas, se debe estar atado mediante una línea de vida controlada por un colaborador a la salida del tubo ó pozo de visita de ingreso.

Se debe evaluar la estabilidad de los taludes y la probabilidad de derrumbes entre otras condiciones de riesgo que puedan comprometer la seguridad, y determinar si es posible o no realizar los trabajos, ya que el suelo es muy cambiante de una zona a otra.

Los sistemas de drenaje están diseñados para proporcionar la capacidad hidráulica en base al tamaño del tubo y la pendiente. El alineamiento o línea del tubo es la ubicación en el plano horizontal del tubo, mientras el declive es la pendiente vertical del tubo.

Para que un sistema de drenaje funcione de acuerdo al diseño, es importante instalar la tubería con el alineamiento y pendientes apropiadas.

3.2.- Colocación en zanja

Una vez teniendo listo todo, se procederá a bajar el tubo a la zanja mediante lazos o máquina para su alineación y acople.



Figura 3.2.1 Los tubos deben bajarse a la zanja mediante lazos o maquinaria

Se acomodará el tubo al centro de la zanja quedando en la parte superior visible la línea verde de la tubería para poder tener una referencia en la alineación de la misma.



Figura 3.2.2 la línea verde del tubo debe quedar en la parte superior para tener una referencia en su alineación

Se recomienda que el avance de la obra se logre por la velocidad de colocación de relleno en lugar de la velocidad de conexión de tubería, ya que una zanja con muchos metros de tubería conectada se corre más riesgo de flotación por lluvia, desplome de paredes, intemperización de taludes, contaminación de zanja por basura y otros factores de riesgo que pueden deteriorar la instalación del tubo. El criterio es llevar la conexión con un máximo de dos días de ventaja respecto a la colocación de relleno del tubo.

Al iniciar el acople de la tubería, es necesario aclarar que dicho acople debe llevarse de **espiga a campana** y no viceversa da campana a espiga; no olvidando retirar la envoltura blanca que cubre al empaque. De igual manera se deberá aclarar que en este tipo de sistema se podrá voltear el sentido de la campana quedando este aguas abajo, ya que el atraque que se da entre el acostillado y las corrugaciones del tubo no permiten deslizamientos como es el caso de los tubos de concreto y PVC.



Figura 3.2.3. El acople debe hacerse de espiga a campana.

3.3.- Métodos de acople

El método de acople se puede dar por diferentes métodos:

3.3.1 Método de acople manualmente

En el extremo de la campana un ayudante levanta el tubo mientras que en el otro extremo otro ayudante coloca la espiga en la entrada de la campana de la tubería que ya se encuentra acostillada o sujeta por otros ayudantes; el que se encuentra en el extremo de la campana del tubo a colocar da un fuerte empuje hasta que la espiga llegue a tope.



Figura 3.3.1. El acople manualmente.

3.3.2 Método de acople con barreta

El instalador se apoya con una barreta y un trozo de madera para lograr el acople, se recomienda que para no afectar la campana se utilice un tramo de tubo que se tenga de algún corte echo a uno de los tubos.



Figura 3.3.2 El acople mediante barreta.

3.3.3 Método de acople con barreta y/o lazo.

El instalador utiliza un lazo que coloca entre dos crestas y un valle (*entre las corrugaciones*), el cual amarra en un extremo de la barreta que se encuentra a un lado del tubo a acoplarse de preferencia lo más cerca a la espiga contemplando las corrugaciones que entraran en la campana.



Figura 3.3.3. El acople mediante barreta y/o lazo.

3.3.4 Método de acople con tirfo

El instalador se apoya con un tirfo y dos lazos los cuales coloca entre dos crestas y un valle (*entre las corrugaciones*), tanto en el extremo de la campana como en el de la espiga. Por lo general este método de acople se da a partir de diámetros de 24" o mayores diámetros, hasta 60".



Figura 3.3.4. El acople mediante tirfo.

3.3.5 Método de acople con una polea o Sistema de Poleas.

El instalador se ayuda con el método conocido como sistema de poleas, el cual consiste en dos garrochas de doble canal del núm. 6 y con 2.0 kg de lazo de $\frac{1}{2}$ " de diámetro. Se recomienda que al hacer la compra de las garrochas se verifique que el canal sea del ancho adecuado para el lazo, de no ser el caso se comprará un lazo con un diámetro adecuado al canal de las garrochas.



Figura 3.3.5. El acople mediante una polea o sistema de poleas.

NOTA: *Este sistema se recomienda para diámetros de 15" a 30"*. Previo al acople se deberá verificar que tanto la espiga como la campana deberán estar libres de polvo, materiales gruesos como gravillas y/o arenas, las cuales puedan dificultar el acople y provocar posteriormente fugas, tanto la campana como la espiga deberán estar cubiertas por el lubricante proporcionado en el suministro de la tubería (*en caso de no tener lubricante se recomienda utilizar manteca vegetal o shampoo; no se recomienda utilizar como lubricante grasa de tipo automotriz ya que este degrada el empaque*).

En caso de presentarse problemas en el acoplamiento, se procederá a las siguientes recomendaciones:

- a) Si el empaque de la espiga se rola repetidas veces, se podrá cambiar por un empaque que viene en los accesorios como la "Tee Wye".
- b) Si el empaque se rola se recomienda hacer un pequeño biselado a la entrada de la campana para tener una mayor área al momento del acople, este biselado puede hacerse con un biselador, navaja o con una segueta.

3.4 Accesorios para descargas domiciliarias.

ADS ofrece una amplia variedad de accesorios. Los accesorios estándares de ADS incluyen "Tee", codos, "Yees" reductores y tapas. Además, para sistemas de retención/detención se encuentra una gran variedad de tubos y accesorios múltiples. Todos los accesorios están disponibles con juntas que son compatibles con la tubería a utilizar en cada proyecto.

A continuación mostraré algunos accesorios para tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) corrugado:



Figura 3.4.1. codo de 45°



Figura 3.4.2. codo de 90°



Figura 3.4.3. Tee de Inserción



Figura 3.4.4. Tee wye



Figura 3.4.5. Tee de Inserción con empaque elastomérico de neopreno

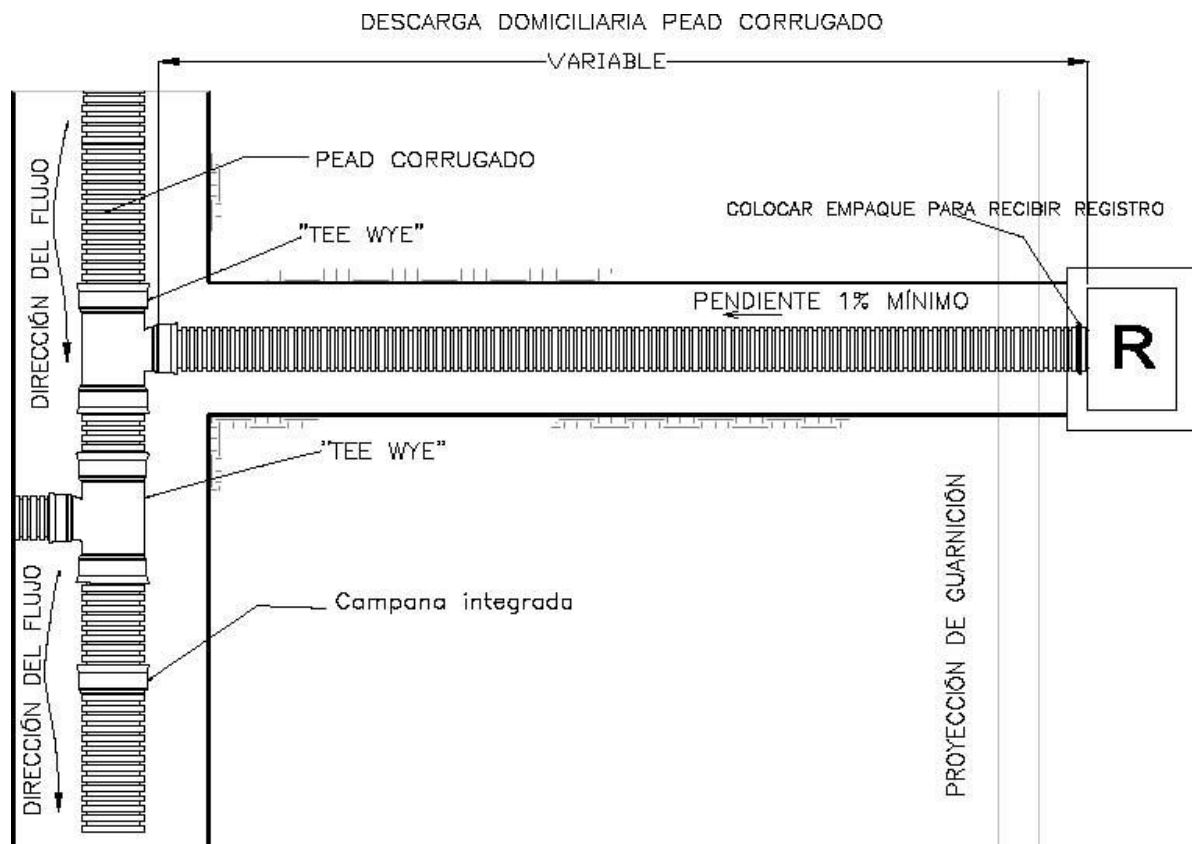


Figura 3.4.6. Empaque elastomérico de neopreno

3.4.1 conexiones de inserción

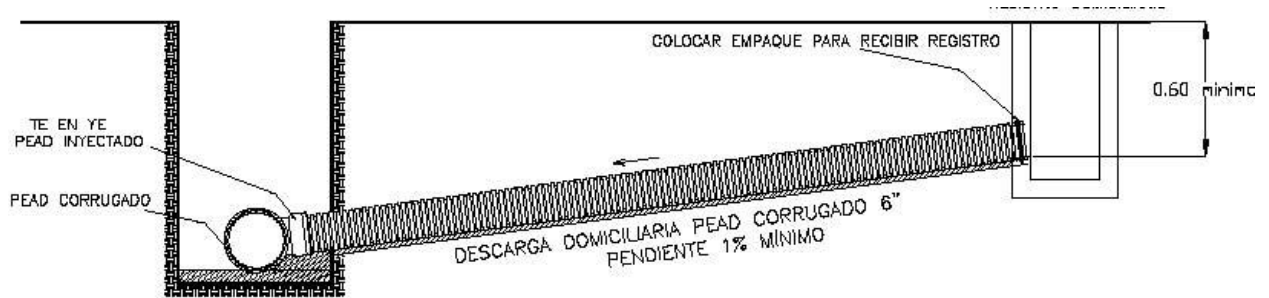
Las tapas pueden ser fabricadas utilizando accesorios reductores, “Tee” de inserción, Los accesorios reductores se instalan siguiendo los procedimientos normales de instalación de juntas. Los accesorios “Tee” en silla son cople divididos con un casquillo N-12 soldados en el centro del cople. Se debe cortar un medio círculo que sea aproximadamente 1” mayor que el diámetro nominal del casquillo en cada extremo de los tubos de la línea principal de tubería. Entonces los tubos deben ser alineados con la “Tee” en silla colocada alrededor del tubo y asegurada con cinta de nylon.

Las conexiones “Tee” de inserción se pueden colocar en cualquier punto a lo largo de la tubería. Para instalar una “Tee” de inserción se debe seguir las recomendaciones de instalación del fabricante, en términos generales, la instalación de una “Tee” de inserción implica marcar la localización de la tapa.



*Figura 3.4.7 *Vista en planta de la colocación de la "Tee Wye".*

* (ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, para tuberías corrugadas de polietileno de alta densidad. BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA José Antonio Cisneros Rosas, Ibrahin García Farfán y Rafael López Mejía, primera edición 2009, pag. 215)



*Figura 3.4.8 *Vista en corte de la colocación de la “Tee Wye”. Y tubo de PEAD corrugado ADS N-12*

* (ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, para tuberías corrugadas de polietileno de alta densidad. BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA José Antonio Cisneros Rosas, Ibrahin García Farfán y Rafael López Mejía, primera edición 2009, pag. 215)



Figura 3.4.9 Se debe tener cuidado al colocar los accesorios sobre el sentido con relación al flujo del agua.

NOTA: La excavación de la zanja para la descarga domiciliaria será perpendicular (90°) a la red de atarjeas; quedando el sentido que se forma con el ángulo de 45° aguas abajo como se muestra en las figuras anteriores.

3.5 Inserción recta y/o 45° para descargas Sanitaria ó pluvial.

Se utilizará la herramienta llamada broca sierra; ésta se utiliza en el caso de que la línea de atarjeas ya se encuentre instalada, ó en caso de que se necesite una nueva toma no contemplada en proyecto.

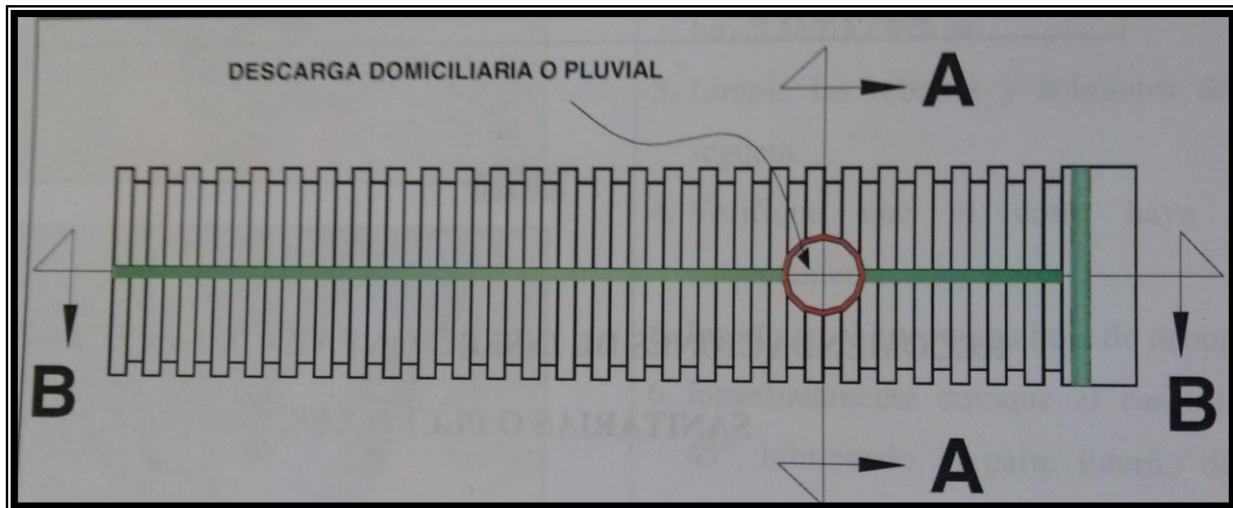


Figura 3.4.10 Vista en planta de la tubería de polietileno de alta densidad ADS N-12

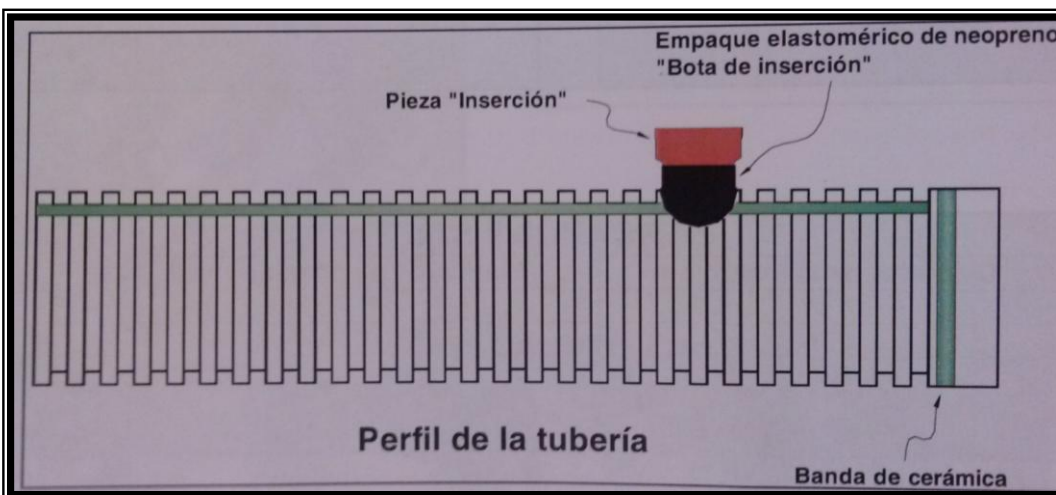


Figura 3.4.11 Vista en perfil de la tubería de polietileno de alta densidad ADS N-12

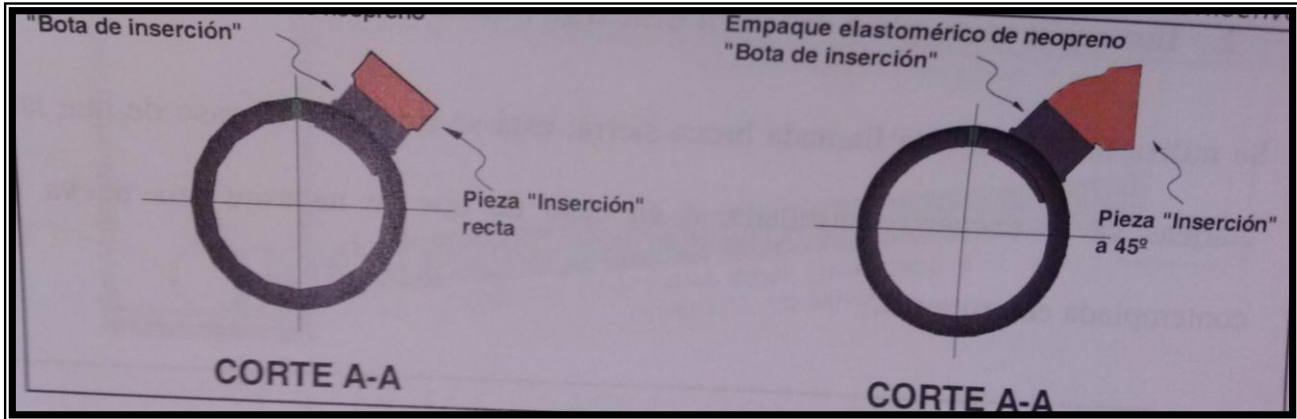


Figura 3.4.12 Detalle de de la bota de inserción para descarga domiciliaria.

RECOMENDACIONES DE INSERCIÓN PARA DESCARGAS SANITARIAS O PLUVIALES.

DESCARGAS PLUVIALES	
Diámetro de la inserción	Diámetro a conexión (hacia el colector)
4 in	8 in a 12 in
6 in	10 in a 24 in
8 in	12 in a 30 in

DESCARGAS SANITARIAS	
Diámetro de la inserción	Diámetro a conexión (hacia el colector)
4 in	8 in a 12 in
6 in	10 in a 24 in
8 in	12 in a 24 in

3.6 Procedimiento para descargas domiciliarias.

Con respecto a la colocación de los diferentes accesorios como son la “Tee Wye” y las inserciones para descargas o tomas domiciliarias, cabe destacar la importancia que deberá tener la colocación de estas piezas sobre todo en el sentido y/o inserción en que se colocan con relación al flujo de la red de atarjeas.

Por tal motivo se muestra los pasos a seguir:

- 1.- Identificar el lugar apropiado dentro de la red para conectar la descarga domiciliaria, orientando la perforación a lomo del tubo y máximo a $\frac{3}{4}$ de la parte superior.



Figura 3.6.1 Identificar el lugar apropiado

- 2.- Efectúe la perforación utilizando un taladro con broca cierra circular. Al perforar sostenga con firmeza el taladro haciendo movimientos de arriba hacia abajo para facilitar la maniobra.



Figura 3.6.2 Efectúe la perforación con taladro con broca circular.

3.- Retire y limpie las rebabas sobrantes de la perforación con una seguetta o lija gruesa



Figura 3.6.3 Limpie las rebabas

4.- Verifique que el corte se haya hecho correctamente e inserte en la perforación el empaque de neopreno doblándolo en forma de corazón



Figura 3.6.4 Inserte en la perforación el empaque

5.- Inmediatamente lubrique la parte interna del empaque y la espiga de la inserción.



Figura 3.6.5 Lubrique la parte interna del empaque y la espiga.

6.- Proceda a la instalación del tubo empujando dentro de la inserción lubricando la espiga del tubo, así como la campana que recibe el tubo.



Figura 3.6.6 Instale la inserción.

7.- Lubrique la campana de la inserción.



Figura 3.6.7 Lubricación de campana

8.- Lubrique un poco la espiga del tubo PEAD.



Figura 3.6.8 Lubricación de tubo PEAD

9.- Inserte el tubo PEAD en la campana y listo, tendrá una descarga domiciliar completa.

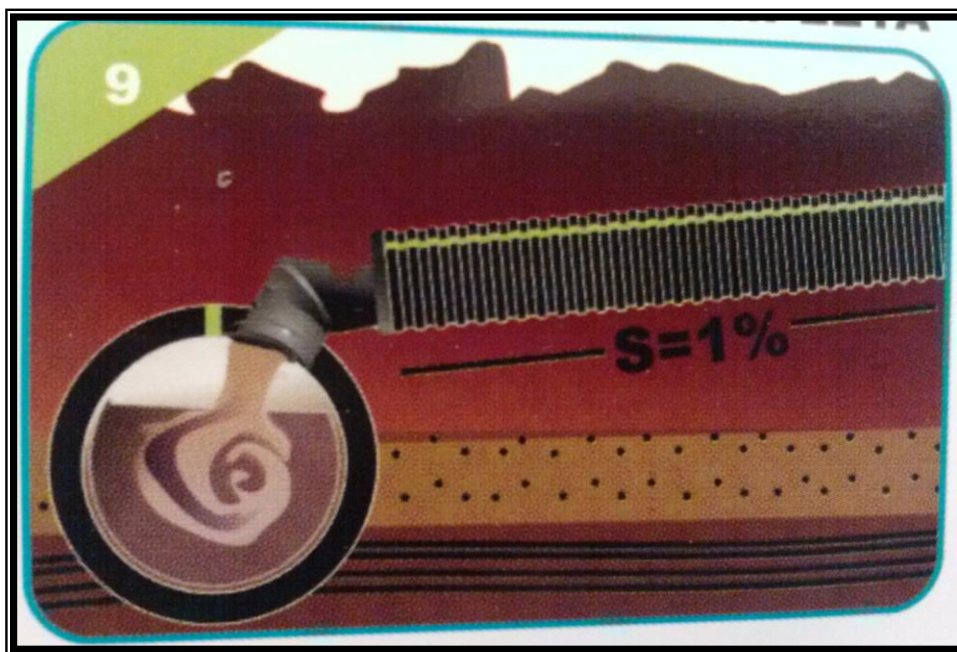


Figura 3.6.9 Descarga domiciliar terminada.

La tubería ADS N-12 puede tenderse a lo largo de trayectorias curvas mediante una serie de tramos en tangente deflectados horizontalmente en las juntas. Sin embargo, el grado de deflexión depende del tipo de junta utilizada. Típicamente, las juntas ADS Pro-Link Ultra (campana en línea) solamente permiten ángulos pequeños de deflexión (menores a 1°) y todavía aseguran la hermeticidad a limos y fango para la cual fueron diseñados. Los coples divididos también permitirán ángulos de deflexión pequeños (de aproximadamente 1° a 3°). Las juntas ADS Pro-Link WT permiten ángulos de deflexión mayores (de aproximadamente 3° a 5°), sin embargo, la hermeticidad al agua se puede ver afectada en ángulos de deflexión mayores. La siguiente tabla puede ser utilizada como una guía para determinar los radios de las juntas ADS Pro-Link ST y WT; el diseñador deberá de contactar un representante de ADS antes de utilizar cualquier tubo ADS en instalaciones curvilíneas para asegurar que se elijan las juntas y el desempeño apropiados

CAPITULO 4.- COMPORTAMIENTO DE LA TUBERÍA PEAD UNA VEZ PUESTA EN SERVICIO.

4.1 Plantilla, acostillado y relleno final.

Cimentación. Debe proporcionarse una cimentación estable para asegurar que se mantenga el alineamiento horizontal y la pendiente adecuados. Los cimientos no apropiados deben estabilizarse bajo la dirección del ingeniero. Los cimientos no apropiados o inestables pueden cortarse y reemplazarse con un material de relleno conveniente, colocado en capas de 6" de espesor. Otros métodos de estabilización como los geotextiles pudieran ser apropiados basándose en el juicio del ingeniero.

Plantilla Debe proporcionarse un encamado estable y uniforme al tubo, a las juntas y a sus accesorios. La mitad del espesor del encamado, igual a un 1/3 del diámetro exterior del tubo, debe ser colocada con material suelto, con la mitad restante compactada a un 90% mínimo de la densidad Proctor. En el caso de diámetros de **6" a 30"** será de **4" (10 cm)**; en el caso de diámetros mayores que van de **36" a 60"** la plantilla (encamado) será de **6" (15cm)**; todo con la finalidad de dar soporte y uniformidad a la tubería. Será importante tener en cuenta el tipo de material a utilizar, ya sea material producto de la excavación y/u otro tipo de material (*bancos*) el cual cumpla con una compactación como son los materiales clase III según el manual de bolsillo para instalación de tubos ADS páginas 15 y 16; la compactación o acomodo del material será de acuerdo al tipo de herramienta o maquinaria a utilizar.

Acostillado.- Proporcionar adecuadamente el acostillado al tubo representa una parte importante de la estabilidad y resistencia del tubo. Se debe tener especial cuidado para asegurar la colocación y la compactación del material en las rinconeras.

Para diámetros grandes (mayores a 30"), los materiales del acostillado deben de colocarse y compactarse debajo del tubo a mano. Los materiales para el acostillado pueden ser Clase I, II o III, y deben colocarse y compactarse en capas de 8" máximo de

espesor. Los materiales de la clase I, II y III son apropiados para utilizarse como encamado.

Dependerá del diámetro del tubo, así como del material a utilizar para dicho acostillado, ya sea material producto de la excavación y/u otro tipo de material (*bancos*); en caso de ser compactado o acomodado (*arenas, gravas*) con **herramienta menor** (*pisón de mano*) esto se hará en capas de 10 a 15 cm máximo hasta llegar al lomo del tubo, en el caso de utilizar **equipo ligero** (*bailarina*) la compactación o acomodo de las capas será de 20 a 30 cm como máximo hasta el lomo del tubo; en los dos casos se deberá cumplir con una compactación del 90 % de la densidad proctor estándar.

Relleno inicial.- Para lograr un adecuado desempeño estructural de la tubería se requiere que el material de relleno inicial llegue hasta una altura igual a las $\frac{3}{4}$ partes del diámetro del tubo. Las especificaciones de las normas AASHTO y ASTM extienden la altura del relleno inicial de la línea media del tubo hasta 6 o 12 pulgadas por encima del tubo para proteger el tubo contra las actividades de construcción y contra rocas, durante el relleno final de la zanja. Para lograr un comportamiento estructural adecuado del tubo, es necesario extender el espesor del relleno inicial hasta una altura igual a $\frac{3}{4}$ del diámetro del tubo. Materiales de la Clase I, II, III pueden utilizarse mientras que los materiales de baja plasticidad Clase IV no pueden utilizarse como materiales para relleno inicial. Hay que considerar lo siguiente:

Los materiales Clase I deben usarse en zanjas húmedas si se utilizan materiales Clase I para el encamado y el área de soporte lateral.

Los materiales Clase II deben compactarse en capas de 6 pulgadas de espesor máximo al 90 por ciento de la densidad Proctor estándar.

Los materiales Clase III deben compactarse en capas de 6 pulgadas de espesor máximo al 90 por ciento de la densidad Proctor estándar. Ver nota.

Los materiales Clase IVa de baja plasticidad (CL-ML) no se recomiendan ya que deben compactarse en capas delgadas a o cerca de la humedad óptima para proporcionar al tubo un soporte adecuado. Estos materiales únicamente podrán utilizarse bajo la dirección del ingeniero.

Las arcillas y limos de alta plasticidad Clase IVb y todos los materiales Clase V no se recomiendan para relleno inicial.

Nota: La anegación o el chorro como procedimiento de compactación deben utilizarse únicamente con el consentimiento del Ingeniero y nunca con materiales de relleno inicial como base de agregados o materiales Clase IV.

Material Controlado de Baja Resistencia (CLSM) o rellenos fluidos se pueden utilizar como material de relleno. Para esto se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones. Se deben de tomar precauciones para evitar la flotación del tubo al colocar al colocar el Material Controlado de Baja Resistencia, estas pueden incluir el anclaje del tubo al poner relleno fluido sobre cada junta y dejar que el relleno fluido se endurezca parcialmente antes de colocar el relleno fluido sobre todo el tubo. Otra alternativa es el anclaje mecánico por medio de barras ancladas en el suelo o por pesos prefabricados en las uniones para evitar la flotación del tubo. Cuando se utilice Material Controlado de Resistencia Baja (CLSM), el relleno fluido debe cubrir el tubo, de manera que se forme un cajón alrededor del tubo.

Colchón.-Será a partir del lomo del tubo, ya sea material producto de la excavación y/u otro tipo de material (*bancos*), este dará protección al tubo de cualquier operación durante la colocación y/o el relleno final protegiéndolo de piedras y cascajos; dependiendo del tipo de material y equipo a utilizar se compactara o acomodara en diferentes capas, con **herramienta menor** (*pisón de mano*) se hará en capas de 10 a 15 cm como máximo, en el caso de utilizar **equipo ligero** (bailarina) la compactación o acomodo de las capas será de 20 a 30 cm como máximo; en los dos casos se deberá cumplir con una compactación del 90% de la densidad proctor estándar.

Relleno final.- El relleno final debe ser del mismo material que se va a utilizar en los terraplenes. Usualmente, el material excavado puede ser utilizado como relleno final. El procedimiento de colocación debe ser igual que el especificado para el terraplén. Si no

se cuenta con una especificación, el relleno final se debe colocar en capas no mayores a 12" de espesor y compactadas al 85% mínimo de la densidad Proctor estándar para evitar asentamientos excesivos en la superficie. La compactación se deberá realizar de acuerdo a la humedad óptima. Este será de acuerdo a la especificación de proyecto, importancia de la vialidad, camino y/o al criterio del residente o supervisión externa, debido a que el relleno final puede ser a volteo o en capas con material producto de la excavación o con materiales productos de banco, el acomodo o compactación dependerán de las herramientas o equipos a utilizar.

Nota: En el caso de encontrarse el nivel de aguas freáticas (N.A.F.) se deberá tomar en cuenta las recomendaciones del asesor técnico y residente de obra con lo que respecta a los materiales de relleno a utilizar así como de los procesos a seguir.

Las zanjas deben excavarse en los suelos existentes teniendo paredes razonablemente verticales hasta la parte superior del tubo. Para instalaciones en terraplenes de proyección positiva, el material de terraplén debe colocarse y compactarse a un mínimo de un pie (1') por encima del tubo y la zanja excavada dentro del terraplén. Cuando, debido a las profundidades de excavación o la condiciones del suelo, se requiera apuntalamiento o el uso de una caja de trinchera, la parte inferior del apuntalamiento o de la caja de trinchera no debe estar por debajo de la parte superior del tubo. Esto evita la alteración de la envoltura del relleno que pudiera ocurrir al quitar el equipo. Si no puede realizarse lo anterior, entonces debe considerarse el dejar el equipo en su lugar al rellenar la zanja.



Figura 4.1. Apuntalamiento mediante una caja de trinchera.



El exceso de aguas freáticas es un obstáculo para la adecuada colocación y compactación del material de soporte y de relleno. La tubería ADS N-12 va a flotar en la presencia de agua, por lo tanto, es imperativo que las zanjas se mantengan secas. Para lograr lo anterior, puede ser necesario la utilización de bombas, pozos, pozos profundos, geotextiles, drenes o una cuneta de desviación. Se deberá consultar a un ingeniero especialista para determinar el método más apropiado para extraer el agua.

Figura 4.2. La tubería ADS N-12 flota en la presencia de de agua.

4.2 Cargas vehiculares y de construcción.

La tubería ADS N-12 y N-12 HC están diseñadas para soportar cargas vivas tipo H- 25 (40,000 lbs. por eje- carga legal) con una altura de relleno de 12 pulgadas (0.30 m) sobre el tubo. Esto supone que el relleno esté compactado adecuadamente e incluye el material de sub-base del pavimento. Para tubos N-12HC de 60 pulgadas de diámetro, la altura mínima de relleno para soportar cargas H-25 es de 2'-0" (0.60 m).

Durante la construcción, evite las cargas debidas al tránsito de equipo pesado (mayores a 40,000 lbs. por eje) sobre el tubo. Una cubierta adicional temporal con espesor de 12" (0.30 m) se debe colocar sobre el tubo para el cruce de equipo pesado de construcción. No se podrán utilizar martillos hidráulicos ni compactadoras sobre el tubo hasta que se haya proporcionado una capa de relleno con espesor de al menos 48 pulgadas (1.20 m).

4.3.- Durabilidad de la tubería de polietileno de alta densidad

La durabilidad de cualquier tubería depende de una variedad de factores implicados en ciertas aplicaciones, incluyendo la instalación, medio ambiente, magnitud del flujo, pH y características químicas del líquido que será transportado, y la temperatura. Las propiedades que son claves para la durabilidad son: resistencia física, resistencia química y resistencia a la abrasión.

Resistencia Química

La resistencia química de cualquier tubería depende en su mayor parte de la resistencia química del material del cual está fabricada. El polietileno es el material más químicamente inerte entre todos los materiales utilizados para fabricar tubería. La nota técnica 2.108 muestra la resistencia química del polietileno contra varios agentes reactivos. Esta información está respaldada por pruebas realizadas por el Laboratorio de Pruebas Toledo sobre tubería ADS fabricada de polietileno. Es importante hacer notar que el agua freática, agua pluvial y el drenaje sanitario no dañan a la tubería ADS.

Las aplicaciones que involucren sustancias químicas poco usuales deberán dirigirse al Departamento de Ingeniería de Aplicaciones de ADS para su evaluación.

Algunas áreas del país tienen condiciones naturales que ocasionan un pH bajo (ácido) o uno alto (alcalino) en el suelo y las aguas freáticas. Típicamente, en la región este de los Estados Unidos, es común encontrar un pH bajo en zonas mineras y boscosas. En la región oeste, son comunes las condiciones alcalinas en zonas áridas y condiciones ácidas son comunes en las zonas madereras. El polietileno tiene un muy buen registro de desempeño en condiciones ácidas y alcalinas.

La elevada utilización de fertilizantes en campos de golf y en granjas puede afectar el pH y la composición química del agua pluvial. El aluminio es especialmente sensible a este tipo de ambientes. Los estanques pueden ser altamente corrosivos debido a las

altas concentraciones de nitratos y fosfatos. El polietileno no es afectado de ninguna manera por estos ambientes.

El agua salada es altamente corrosiva debido a su baja resistencia al flujo eléctrico, los metales sumergidos en agua salada sufren de un ataque galvánico (o electro-químico). El polietileno es un aislante (dieléctrico) y no es afectado por el ataque electro-químico.

Intemperie

La tubería corrugada de polietileno ADS está destinada principalmente para dar servicio enterrado. Puede almacenarse o utilizarse por períodos prolongados expuesta directamente al sol y a las condiciones climatológicas. El polietileno contiene un mínimo de 2% de carbono negro según lo exige la norma ASTM D3350 para categorías resistentes a la intemperie. Esto absorbe los rayos solares ultra-violetas potencialmente dañinos y mantiene las propiedades de la tubería.

Temperatura

El rango de temperatura de trabajo de la tubería ADS depende de los químicos en el líquido que transporta. Generalmente el rango es de $-80\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-62\text{ }^{\circ}\text{C}$) a $140\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Un aumento en la temperatura disminuye la rigidez, un descenso en la temperatura aumenta la rigidez.

El coeficiente de expansión térmica para el polietileno es de 6×10^{-5} pulgada/pulgada/grado Fahrenheit. Generalmente esto significa que la tubería cambia 0.07 pulgadas de longitud por cada grado Fahrenheit cada 100 pies (30.47m). La tubería enterrada a 2 pies (0.61m) o más de profundidad estará suficientemente restringida contra cualquier movimiento. Las corrugaciones absorberán algo de movimiento. En aplicaciones por encima del suelo debe tomarse en cuenta la expansión térmica.

Abrasión

El polietileno ha demostrado tener de 6 a 30 veces más resistencia a la abrasión que el acero. La proporción real depende principalmente del tamaño de la partícula abrasiva y

su velocidad. Cada material tiene sus propias características abrasivas. Vea la Ficha Técnica 2.116.

Ataque Animal

El polietileno no atrae o sirve como nutriente para los animales. Los roedores morderán a través de la tubería si ésta actúa como barrera hacia el alimento o agua. Incluso las tuberías de acero y cobre son vulnerables a este ataque. La incidencia real de este tipo de ataque es muy escasa.

Ningún microbio conocido ataca al polietileno.

Fuego

El polietileno es combustible. La combustión requiere un combustible, oxígeno y calor. Debido a que el suministro de oxígeno es limitado en una tubería enterrada, un fuego continuo en una tubería de polietileno es, cuando mucho, una posibilidad remota.

DICCIONARIO PARA EL ASESOR TÉCNICO

El objetivo de este diccionario, es unificar los conceptos que deben ser utilizados dentro del área de Ingeniería, los supervisores, los organismos Operadores y otros involucrados con la instalación de tubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

..... A

Abatir	Bajar el nivel freático
Accesorios	Yee, Tee, codos, etc.
Acostillado	Relleno colocado en las costillas del tubo
Ademe	Cubierta o forro con el que se aseguran obras de excavación sirve para evitar derrumbes
Aguas abajo	Termino utilizado para indicar partes bajas del nivel de arrastre del drenaje
Aguas arriba	Termino utilizado para indicar partes altas del nivel de arrastre del drenaje.
Albañal	conducto de salida a las aguas residuales de la vivienda y la conduce desde el paño exterior de la vivienda hasta la atarjea
Área de captación ..	Proporción de una superficie que se considera en un proyecto para drenaje pluvial, la cual toma la precipitación pluvial.
Atarjea	Conducto que conduce aguas residuales de albañal del colector
Azolve.....	Material que se sedimenta dentro de los drenajes y que obstruye el paso del agua

..... B

Banco de nivel	Punto que sirve de referencia para el resto de los niveles topográficos, este debe de ser fácil de localizar y difícil de remover
Brocal	Tapa para pozos de visita de acero, polietileno o concreto.

..... C

- Caída adosada . Caída brusca de agua dentro de un pozo de visita, ésta generalmente está normada por el organismo operador.
- Cimentación Capa que se coloca en el fondo de una excavación con el fin de estabilizarla, en zanjas con fondo lodoso o muy húmedo.
- Colapso Es el agotamiento total de la capacidad de carga.
- Componente ... Es parte del tubo (empaquete, campana, banda de cerámica, cinta protectora del empaque).
- Colchón Espesor de relleno que existe entre la clave del tubo y la superficie.
- Colector Línea de drenaje que transporta las aportaciones de las atarjeas. Esta a su vez descarga el agua a colectores de igual o mayores diámetros.

..... D

- Daño Es cuando un tubo tiene alguna imperfección ajena al proceso de fabricación y que afecta su funcionamiento.
- Deflexión Deformación que sufre la tubería por las cargas a la que es sometida, ésta se presenta en gran porcentaje por deficiencias en la instalación.

..... E

- Emisor Es el conducto que recibe las aguas de un colector. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la caja de entrada de la planta de tratamiento.
- Empaque O-Ring de material elastomérico principal responsable de la hermeticidad en un sistema espiga-campana. (liga, goma). El Water Stop, empaque que va instalado en los valles de las corrugaciones de la tubería para hacer la conexión del tubo con un pozo de visita.
- Estado plástico Estado de la materia en el que el suelo se comporta plásticamente.
- Escantillón .. Medida fija que se toma con instrumento rígido como una regla. Regla

ó patrón que sirve para trazar las líneas y fijar las dimensiones según las cuales se han de labrar las piezas.

..... F

Falla Es el incumplimiento de cualquiera de las especificaciones y normas aplicables a la fabricación ó instalación de la tubería. Las fallas tienen grado y se definen en: Incipientes, menores, moderadas y graves. Es responsabilidad del supervisor determinar el grado de una falla.

Flotación Cuando la tubería flota en presencia de agua de lluvia, nivel freático, rellenos fluidos, etc.

Fontanero ... Oficial especialista en instalación de tuberías de drenaje por gravedad.

..... G

Grout Cemento de poca contracción al fraguar.

..... I

Inserción Acción de acoplar la espiga dentro de la campana. Acoplamiento

Intemperie .. Algo está a la intemperie cuando está expuesto a los rayos solares, al agua de lluvia, al viento y a cualquier otro agente climatológico que pudiera afectar a corto ó largo plazo.

..... J

Junta Zona donde se encuentran unidos los tubos.

..... L

Laina Hoja de plástico flexible con esquina redondeada, de poco espesor.

Lomo de tubo Parte del tubo que se conoce como clave superior del tubo.

..... M

Mortero Mezcla de cemento, cal, arena y agua.

..... P

Plantilla Encamado del tubo (bajo tubo)

Proyecto ejecutivo. Conjunto de planos y especificaciones a cumplir.

Pozo de visita Estructura que permite la inspección, limpieza y ventilación de la red de alcantarillado. Se utiliza para la unión de dos o varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente.

..... R

Residente de obra .. Es el responsable de la correcta ejecución de una obra por parte del que la está construyendo. Por lo general es un Ingeniero Civil ó un Arquitecto.

..... S

Somero Casi encima ó muy inmediato a la superficie.

Sobre estante .. Es el que está al tanto de la correcta ejecución de una obra por parte del que la está construyendo. Por lo general es un Ingeniero Civil ó un Arquitecto.

Suelo Todos los suelos se deben clasificar según su granulometría en conformidad con la Norma de Instalación ASTM D2321. Como complemento, la clasificación Del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) podrá emplearse como una referencia.

Suelo grueso ... Suelo con partículas de tamaño entre 38 mm y 0.42 mm.

Suelo fino Suelos con partículas menores a 0.42 mm.

..... T

Tenacidad Que opone mucha resistencia a romperse o deformarse.

Tepetate Material con granulometría muy diversa en diferentes regiones de México, no especifica un tipo definido de material, por lo que el término no debe ser utilizado sin la descripción granulométrica del suelo.

Tubería de Subdrenaje. Tubería perforada circular ó advanedger que se utiliza para acelerar la remoción de agua subterránea en suelos.

CONCLUSION

Al considerar el diseño de tuberías, generalmente los tubos se dividen en dos categorías, rígidos y flexibles.

Los tubos rígidos se definen como aquellos que no aceptan deflexión sin que se presente una falla estructural. Como ejemplo los tubos de concreto, barro y de hierro son ejemplos de tubos rígidos.

Tubos flexibles son definidos como aquellos que se deflexionan por lo menos un 2% sin que se presente falla estructural. Como ejemplo los tubos de acero, aluminio y de plástico son considerados flexibles.

Dentro de los tubos flexibles, los de metal y PVC se consideran elásticos, mientras que los tubos de polietileno se consideran visco elásticos ó visco plásticos.

Los diferentes tipos de tuberías pueden tener diferentes límites de desempeño de acuerdo al tipo, material y diseño de la pared. La resistencia a los esfuerzos de la pared debido a cargas externas es crítico para las tuberías rígidas, mientras que para tuberías flexibles, la rigidez es importante para resistir la deflexión y el posible pandeo.

Para comparar las diferencias entre los materiales rígidos, elásticos, y visco elásticos de una manera sencilla, se puede utilizar los siguientes elementos:

Una barra de caramelo, un dulce y una barra de chocolate.

La barra de caramelo (la estructura rígida) se rompe si uno trata de doblarla, independientemente de la velocidad de la aplicación de la carga.

La barra de chocolate (la estructura elástica) se deflexiona cuando se aplica la carga, pero regresa a su forma original al menos que la carga exceda al punto de cadencia. Más allá de este punto el material sufre una deformación permanente.

El dulce (el material visco elástico) se comporta diferente dependiendo de la velocidad sin que se aplique la carga; si la carga se aplica muy rápido, la resistencia del material es bastante alta. Si se aplica una carga mucho menor, éste se va a estirar lentamente,

si el estiramiento queda fijo en un cierto punto, el dulce va a “liberarse” de los esfuerzos.

Debido al costo de entubar los canales son elevados, se han ido desarrollando nuevas técnicas y tecnologías innovadoras y económicas en tuberías.

La tubería corrugada de polietileno de alta densidad ha sido destacado por ser económica, durable y de buen desempeño en aplicaciones de conducción de flujos, además de ser más ligero que las demás tuberías haciéndola más fácil para trasladar, maniobrar y más económica.

Los sistemas de tubería con las que se han se han llevado a cabo los sistemas de alcantarillado son de manera general costosas, ya que con frecuencia requieren de un mantenimiento o sustitución del material por deterioro. Esto a su vez impacta en el costo de adquisición, instalación y al transporte de las mismas.

Los materiales que se han empleado para los sistemas de alcantarillado han ido evolucionando, ya que día con día el reto del costo beneficio de cada obra impacta en la economía. Por ello presento la tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) ya que por su diseño, permite ser un material económico, que cumple con las especificaciones técnicas requeridas y la resistencia mecánica del suelo, de la presión interna y externa. Y por si ligereza, permite una mejor maniobrabilidad.

Por ello en la presente tesis doy a conocer el sistema de tuberías **polietileno de alta densidad** (PEAD), ya que cuenta con las características necesarias para un buen sistema de alcantarillado y con las especificaciones técnicas con certificación aprobada, llegando a ser una de las mejores tuberías para el sistema de alcantarillado, que nos ahorrará tiempo, dinero y nos proporcionará un excelente desempeño.

Maniobrabilidad.

PESO DE TUBERÍAS ADS

PESO DE TUBERIAS PEAD CORRUGADO POR METRO LINEAL	
DIAMETRO	PESO
6"	1.5 kg.
8"	2.2 kg.
10"	3.1 kg.
12"	4.9 kg.
15"	7.0 kg.
18"	9.2 kg.
24"	15.9 kg.
30"	23.2 kg.
36"	28.0 kg.
42"	36.7 kg.
48"	43.3 kg.
60"	89.0 kg.

Figura 4.3 Pesos por metro lineal de tuberías PEAD corrugado.

BIBLIOGRAFIA

1. Alcantarillado Sanitario y Pluvial 2009
José Antonio Cisneros Rosas
Ibrahin García Frafán
Ed. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
2. Manual del Constructor
Redactores de Ingeniería Internacional
4ª edición
3. Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelo 1
Eulalio Juárez Badillo
Alfonso Rico Rodríguez
4. Mecánica de suelos 1979
William Lambe
Robert. V. Whitman
1ra edición, copyright
5. ADS Mexicana
Empresa líder en la fabricación de tubería corrugada de polietileno
www.adsmexicana.com