

Tododren
GENERAMOS PROGRESO

Manual de Instalación

Tubería corrugada de polietileno de alta densidad

Tododren

Índice

1.	Presentación	3
2.	Descripción de la Tubería	3
2.1.	Diseño Estructural de la Tubería	4
3.	Transporte y Maniobras	5
4.	Recepción en Obra y/o Almacén	5
4.1.	Descarga	6
4.2.	Almacenaje de la tubería	6
4.3.	Almacenaje de Anillos de Hule en Obra	7
5.	Instalación y Construcción	8
5.1.	Importancia de la Instalación y construcción	8
5.2.	Instalación	8
5.2.1.	Medidas de Seguridad durante la Instalación	10
5.2.2.	Equipo de Protección Personal	10
5.2.3.	Brigadas de Seguridad	11
5.3.	Trazado, Estacado y Excavación de Zanjas	11
5.4.	Materiales de Relleno	13
5.5.	Plantilla	15
5.6.	Acostillado	15
5.7.	Relleno	16
5.8.	Compactación	17
5.9.	Empotramiento a estructuras de mampostería y concreto	19
6.	Pruebas en campo de la tubería	19
	APÉNDICE A—Glosario de normas y especificaciones	21
	APÉNDICE B—Tabla de productos	22
	APÉNDICE C—Información técnica complementaria	24

1. Presentación

Tododren es la empresa líder en la fabricación de tubería de polietileno corrugado de alta densidad (PEAD), con la distinción de ser diseñada desde su concepción para que sea una tubería sanitaria; por lo tanto 100% hermética y ha elaborado esta guía de instalación como parte de una serie de publicaciones técnicas relacionadas con el tubo de polietileno corrugado de alta densidad, confiando en que sea de utilidad para los ingenieros proyectistas, usuarios y contratistas, como una información necesaria, basada y respaldada por una amplia experiencia y de diversas instalaciones en distintos lugares y en condiciones diversas.

El correcto planteamiento de un proyecto, el análisis de las condiciones y la solución adecuada en función de consideraciones técnicas y económicas, son absolutamente necesarias como base para llegar a realizar una obra que genere confianza y satisfacción.

Sin embargo ejecutar el proyecto aun empleando la mejor tubería, puede resultar en un fracaso si la instalación se realiza en condiciones deficientes, defectuosas o incorrectas.

Por ello y como guía de la instalación, resumimos en este documento una serie de condiciones fundamentales que deben ser tomadas en cuenta, que no requieren o plantean costo extra, pero que aseguran que el tubo quedara instalado en óptimas condiciones. Esta guía proporciona información para el manejo e instalación del tubo corrugado de polietileno de alta densidad marca Tododren y sus accesorios, en la conducción de aguas residuales de los sistemas sanitarios, conducciones pluviales, industriales, para riego agrícola, y demás aplicaciones.

2. Descripción de la Tubería

Tododren anticipándose a las necesidades del mercado así como a las exigencias de la normatividad más exigente y a la regulación aún vigente, evoluciona para robustecer y complementar su línea de productos.

El principal objetivo de la nueva línea de productos Tododren es el ofrecer una solución para los diferentes usos y aplicaciones de la tubería. De esta manera se hace una inversión inteligente acorde a las necesidades de cada proyecto.

Tododren TDR Ultra Sanitario:

- Un producto líder en Latinoamérica por sus cualidades excepcionales de resistencia, seguridad y tecnología de vanguardia.
- Tubería única certificada con la norma ISO 21138-3 que asegura la hermeticidad acorde a las especificaciones más exigentes a nivel internacional.
- Interior de tubo en color Naranja Tododren brinda la visibilidad e intensidad precisa que facilita su inspección.
- Supera las especificaciones y parámetros requeridos para aplicaciones de drenaje sanitario.

Tododren TDR Sanitario:

- Un producto hermético y seguro por sus cualidades estructurales y de diseño.
- Tubería superior por su diseño de vanguardia que brinda hermeticidad acorde a especificaciones y certificaciones de nivel nacional e internacional.
- Interior de tubo en color azul que brinda la visibilidad precisa que facilita su inspección.
- Supera las especificaciones y parámetros requeridos para aplicaciones de drenaje sanitario.

Tododren TDR WT:

- Para usos en alcantarillados y aplicaciones en campos deportivos, mineros y parcelarios ajustándose a los requerimientos de cada obra.
- Tubería ideal para optimizar el presupuesto de cada cliente, sin demeritar la calidad óptima que caracteriza a nuestra marca.

Tododren TDR Carretero:

- Tubería ideal para todo tipo de drenajes y sub-drenajes en vías terrestres y de comunicación. Sus características brindan hermeticidad y resistencia acorde a especificaciones de nivel nacional e internacional.
- Supera las especificaciones y parámetros requeridos para aplicaciones de infraestructura de transporte y comunicación.

Toda la línea de productos Tododren son 100 por ciento herméticos, pues es importante evitar un posible daño estructural del acostillado de la tubería por presencia de fugas de agua en la unión campana-espiga, que socaven en un futuro el material de relleno.

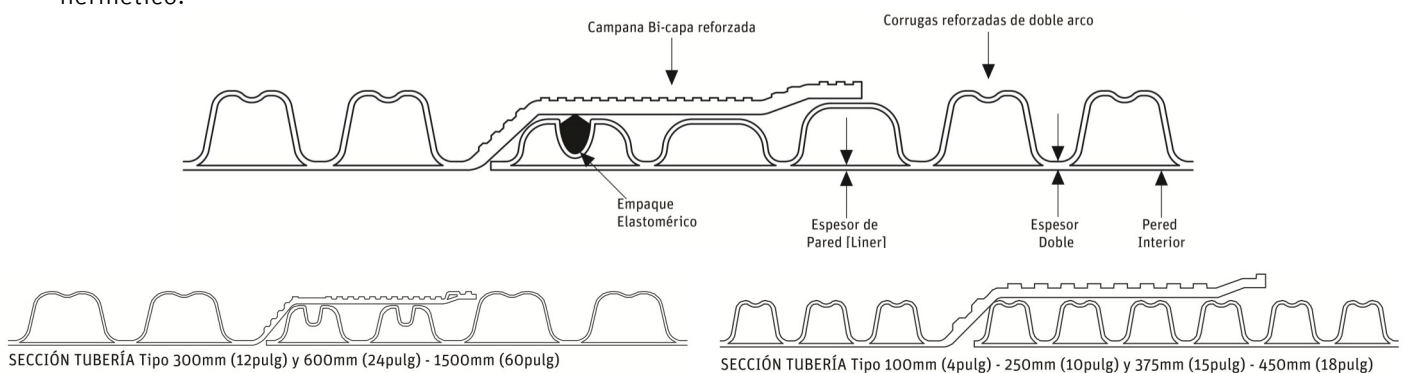
Para comprensión de la nomenclatura usada, la tubería se estructura en tres elementos principales, la espiga,



la campana y el cuerpo del tubo.

2.1 Diseño estructural de la tubería

El cuerpo de la tubería está estructurado con corrugas de doble arco y mayor peralte ofreciendo mayor rigidez, área de sección y por lo tanto mejor comportamiento estructural. Campana bi-capa, 10% más larga que la ofrecida comercialmente, con anillos externos de refuerzo hechos del mismo material. Existen dos tipos de campana dependiendo del diámetro de la tubería que se pueden ver a continuación. Espiga con corrugas de hendidura doble para alojar anillos elastoméricos, *gap* mínimo para evitar desfases o movimientos de la espiga dentro de la campana y un solo anillo de hule para lograr sello 100 por ciento hermético.



3. Transporte y maniobras

Durante el transporte de los tubos hasta el punto de almacenaje o instalación, es necesario tomar las precauciones necesarias para evitar que los tubos sufran esfuerzos superiores para los que han sido calculados. En muchas ocasiones los esfuerzos debido a las maniobras son superiores a los que se somete el tubo en servicio, especialmente en lo que a flexión longitudinal se refiere.

Cuando se utilicen cables o eslingas de acero, éstas deben ser convenientemente protegidas para evitar cualquier daño en la superficie del tubo que pueda afectar negativamente a su durabilidad y su desempeño. La manipulación de los tubos en fábrica y el transporte a obra o almacén deben efectuarse sin que sufran golpes o rozaduras, principalmente en las espiga y en las campana.

Cabe mencionar que la tubería es telescópica, es decir, un tubo de un diámetro inferior puede colocarse y transportarse dentro de otro tubo del diámetro superior siguiente. De esta manera los costos por transporte y/o almacenamiento se reducen considerablemente.



4. Recepción en obra y almacén

Durante la recepción de la tubería, el responsable de la obra o almacén debe realizar una inspección visual de los tubos con el fin de detectar tubos defectuosos o dañados durante el transporte. Aunque este hecho es totalmente previsible desde fábrica, para evitar faltantes en el proyecto, durante la recepción en obra y/o almacén, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Es responsabilidad del encargado del almacén o responsable de la obra revisar que el número de tubos así como de accesorios correspondan a las especificadas para el proyecto, en cuanto al diámetro y la cantidad.
- Es responsabilidad del encargado del almacén o responsable de la obra revisar que el número de anillos de hule recibidos correspondan a lo marcado en las remisiones de material.
- Los tubos, aunque previamente han sido inspeccionados y liberados en la planta, deben ser revisados de manera exhaustiva durante la recepción, poniendo especial interés en las extremidades espiga y campana y verificando que el cuerpo no presente rajaduras o roturas.
- Es responsabilidad del encargado del almacén o responsable de la obra reportar cualquier anomalía que se detecte, tomándose las precauciones necesarias para apartar el material que ofrezca dudas para su utilización. Los extremos dañados, daños en el cuerpo o pequeñas fisuras pueden ser motivo de su no utilización en obra.
- Las anomalías deben quedar reflejadas en el documento de recepción, anotándose la cantidad de piezas dañadas y el tipo de daño encontrado.
- En caso de no conformidades al momento de recibir el material contacte a su distribuidor Tododren o directamente al departamento de Atención a Clientes.

4.1 Descarga

La descarga se debe efectuar con equipos y mano de obra adecuados para que la misma se realice con seguridad. Con respecto a este punto, es muy importante que se sigan recomendaciones realizadas por Tododren.

En caso de que las recomendaciones del fabricante no puedan ser aplicadas, el contratista o encargado de almacén deberá proveer el procedimiento de descarga y manipulación de tubos más acorde con las especificaciones de calidad de la obra. Adicional a lo anterior, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Para prevenir algún tipo de daño en el tubo, no deberá arrojarse ni rodarse durante la descarga, de esta manera se evitara daños en la campana y la espiga.
- La tubería de 18" (450 mm) o menor podrá ser descargada de forma manual por dos personas.
- Para tubería de diámetros entre 24" (600mm) – 30" (750mm) se recomienda el uso de equipo mecánico ya que facilitara el manejo con solo un punto de apoyo (retroexcavadora, excavadora o grúa).
- Para tubería de diámetros mayores a 36" (900mm) el manejo será con dos puntos de apoyo sobre el tubo ubicados a 1/3 de las extremidades.
- En caso de utilizar eslingas tendrán que ser de nylon o plástico y se deberá evitar el uso de cadenas o cables desnudos.
- Evitar golpes entre tubos y contra el terreno.
- Guiar la carga tanto al elevarla como al depositarla (puede utilizar cuerdas de control) para mayor seguridad.
- Maniobrar con suavidad.
- Nunca situarse debajo de la carga.
- Evitar que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados o sobre roca.
- Una vez realizada la descarga evitar que los tubos sean arrastrados o rodados.

4.2 Almacenaje de la tubería

Para llevar a cabo el almacenaje de los tubos y/o accesorios el encargado del almacén y/o responsable de la obra deberán seguir las recomendaciones de Tododren, así como las especificaciones propias del producto. Por lo general, el almacenaje de los tubos en obra se realiza lo más cerca posible del punto de instalación y se deberán seguir como mínimo las siguientes recomendaciones:

- La tubería deberá ser colocada en una zona libre de piedras con pendientes menores al 2% para evitar daños físicos.
- Para evitar rodamientos y como consecuencia daño a los tubos, se recomienda colocar cuñas o atraques a una distancia de 2 m, ($L_{\text{tubo}}/3$) para prevenir rodamientos
- La tubería y accesorios deberá estar soportada en el suelo a todo lo largo de su cuerpo evitando cualquier tipo de carga puntual y golpes en ella o en los extremos de la misma.
- La campana de la tubería deberá colocarse en dirección alterna y elevada para evitar contacto entre ellas y con el suelo como se muestra en la imagen.
- Al almacenar la tubería en la obra se podrá introducir tuberías de menor diámetro en las de mayor diámetro para minimizar el espacio a utilizar, alternando las campanas.
- Si la exposición de la tubería a los rayos del sol es constante y la temperatura promedio de la ubicación es mayor a los 34° C se recomienda rotar periódicamente el producto para evitar deflexiones o pérdida de su forma original.



Una gran ventaja de la tubería de polietileno corrugada Tododren es la posibilidad de permitir estibar la tubería en almacén, a continuación se presenta una tabla con la indicación del máximo número de estibas según el diámetro que se trate.

Estibas maximas

Dia. Nominal [mm(pulg)]	Estibas Máximas [pz]	Dia. Nominal [mm(pulg)]	Estibas Máximas [pz]
100 (4")	42	600 (24")	7
150 (6")	23	750 (30")	6
200 (8")	22	900 (36")	6
250 (10")	15	1050 (42")	4
300 (12")	14	1200 (48")	3
375 (15")	12	1500 (60")	2
450 (18")	10		

Tabla 1. Estibas Maximas

4.3 Almacenaje de anillos de hule en obra (empaques)

Parte importante para asegurar la hermeticidad del tubo ya instalado es el anillo de hule o empaque. Con el fin de evitar daños o degradación de material del cual esta fabricado dicho anillo, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- La tubería Tododren se entrega en obra con el anillo elastomérico instalado desde fábrica en la hendidura de la primer corruga de la espiga, protegido mediante una película protectora o emplaye, que debe retirarse al momento de la instalación.
- Si la tubería estará almacenada a la intemperie y sin protección, se recomienda que los anillos de hule se retiren del tubo y sean almacenados.
- Los anillos de hule deberán almacenarse bajo cubierta, en un lugar fresco y seco y protegidos de la luz, especialmente de la radiación solar directa y se deben almacenar tendidos en una superficie plana, no deben colgarse.
- Los anillos de hule no deben estar en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial solventes, aceites y grasas, ni con metales.
- Los anillos de hule no deben almacenarse en puntos próximos a instalaciones eléctricas capaces de generar ozono, como por ejemplo, las lámparas de vapor de mercurio, el material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas.
- Los anillos de hule deben protegerse de los gases de combustión y de los vapores orgánicos.
- Los anillos de hule deben estar libres de esfuerzos de tracción, compresión u otro tipo de esfuerzo que puedan deformarlos (torcidos, con peso encima, etc.)

- Para controlar las necesidades de instalación y evitar errores, los anillos de hule deben estar clasificados, bien localizados y limpios (libre de polvo).

5. Instalación y construcción

La tubería corrugada de polietileno de alta densidad debe de ser instalada de acuerdo con los lineamientos marcados en el proyecto, las normas vigentes de las comisiones o dependencias gubernamentales reguladores de agua potable y alcantarillado, y en su caso las especificaciones de los organismos internacionales como la ASTM y AASHTO para que el sistema trabaje de manera adecuada .

Con las nuevas tendencias de la CONAGUA, los organismos reguladores tendrán la obligación de supervisar de manera más estricta la ejecución de los proyectos desde su concepción hasta su ejecución. Y parte importante de la ejecución de los proyectos es la instalación de la tubería. Dicha instalación deberá de realizarse de acuerdo con lo marcado en el proyecto. Sin embargo en ausencia de proyecto, se puede tomar como mandatario las recomendaciones marcadas en las siguientes normas :

ASTM D 2321 - Práctica Estándar para Instalaciones Subterráneas de Tubería Plástica para Alcantarillado y otros Sistemas de Flujo Gravitacional.

AASHTO Sección 30 – Tubería Termoplástica.

El cumplimiento de los lineamientos marcados en la normas anteriores avala la correcta instalación y funcionamiento de la tubería y por lo tanto la garantía de la tubería Tododren.

5.1 Importancia de la Instalación y construcción

La tubería Tododren está diseñada para actuar de manera adecuada ante las cargas ejercidas por el suelo sobre esta (cargas muertas), así como por aquellas cargas derivadas del paso de vehículos (cargas vivas). Para lograr lo anterior, es importante que durante la realización del proyecto se tome en cuenta el dimensionamiento de la zanja, el material con el que se construirá la plantilla, el acostillado, el colchón y el relleno. La correcta selección de estos materiales y el grado de compactación de los mismos nos dará como resultado una presión y carga constante en la tubería. Esto no se puede realizar sin la buena supervisión durante las etapas de la instalación del proyecto.

5.2 Instalación

La tubería Tododren está diseñada para que las uniones sean totalmente herméticas, no se requiere de ningún aditamento adicional interno o externo para lograr esta característica. El doble espesor en la campana y el anillo de hule permiten eliminar cualquier posibilidad de alguna fuga siempre y cuando se realice una correcta instalación.

Una vez que el tubo este tendido en la zanja y esté listo ser alineado y acoplado se deberá de verificar que el empaque se encuentre colocado en la primera corruga de la espiga. En caso de no contar con el empaque correspondiente, deberá ser colocado con el mayor cuidado para evitar dañarlo.

El interior de la campana y el empaque deberán estar libres de tierra, piedras o algún tipo de solución extraña. Deberá aplicar el lubricante marca Tododren alrededor del empaque y en el interior de la campana. Se debe prohibir el uso de grasa automotriz o vegetal ya que esta acción perjudicará el ensamble de la



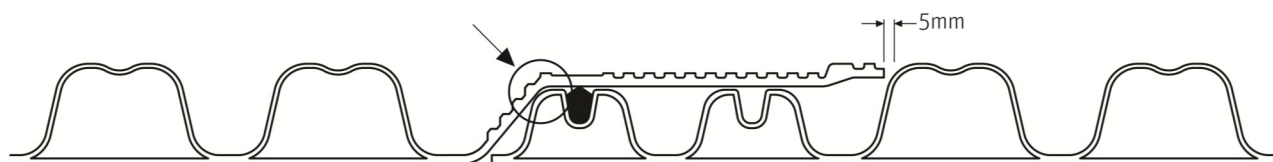
tubería y degradara el empaque. Se recomienda usar siempre un lubricante base agua. Los pasos a seguir para la instalación del tubo son :

- Coloque el tubo a ensamblar y alinear extremidad campana con extremidad espiga, es importante siempre insertar la espiga en la campana y no al contrario.
- Teniendo acoplados los extremos, se recomienda utilizar una sección de tubería o un puntal de madera colocados en forma transversal en un extremo del tubo. De esta forma se disipara la fuerza/empuje y así evitamos que se maltrate o deforme la campana del tubo a instalar por alguna carga accidental. Colocado el accesorio en el extremo, la fuerza/empuje final deberá de ser aplicada en puntos equidistantes. Después de lograr esto se continuara con la aplicación de la una fuerza/empuje final que llegara a topa cuando el área de la campana sea menor que el diámetro de la espiga. Con esta acción aseguramos la hermeticidad de la unión.

Uno de los problemas más frecuentes durante la instalación es el desplazamiento del anillo al momento de inserción. Para evitar esta situación, deberá verificarse que al anillo este colocado sobre la espiga de manera uniforme.

Una vez que se presenta el tubo (cuando topa la espiga en la campana con el empaque instalado) el empaque deberá hacer contacto con todo el diámetro en la parte inicial de la campana.

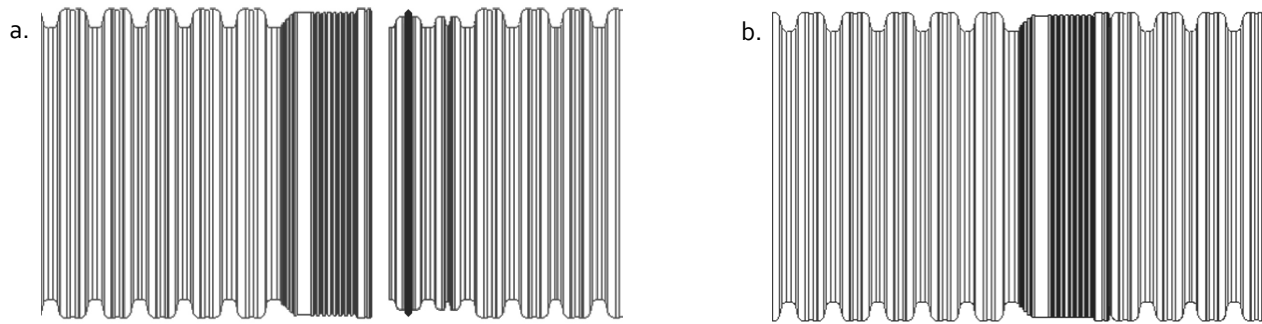
Una gran distinción que hace exclusivo el sistema de tubería Tododren es el uso de un solo anillo elastomérico. En todos los casos, se recomienda verificar después de la inserción de la espiga, que esta esté completamente en el interior de la campana, llegando hasta el tope, debiéndose notar un espacio aproximado a los 5 mm entre la campana y la primera corruga del cuerpo de la tubería.



Con el fin de evitar el introdeslizamiento de la espiga al interior de la campana, que conlleva un problema de instalación, se ha dejado una marca de tope en las tuberías de 24 a 60 pulgadas de diámetro, con el objeto de indicar el punto límite de contacto entre espiga y campana, ubicada en la primera corruga del cuerpo de la tubería al terminar la espiga. Puede distinguirse la marca de tope en la tubería con la siguiente leyenda:

HOME (Lubricar ensamble campana y espiga)

Sección de campana y espiga alineada antes de instalar (a.) y acoplada e instalada (b.)



5.2.1 Medidas de seguridad durante la instalación

Durante la ejecución de los trabajos de instalación de tubería, el personal está expuesto a riesgos tales como: desprendimiento de tierras, caída de personas a distintos niveles, caídas de personas al interior de la zanja, enterramientos accidentales, atrapamientos de personas por la maquinaria y los derivados por interferencias con conducciones enterradas, inundación, golpes por objetos, caída de objetos, etc.

Tomando en cuenta las consecuencias que se pueden presentar, es imperativo establecer una serie de medidas preventivas, las cuales pueden resumirse en:

- El personal que va a trabajar en el interior de las zanjas debe conocer los riesgos a los que puede estar expuesto.
- El acceso y salida de una zanja se debe efectuar mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La altura de la escalera debe sobresalir en al menos 1m con respecto al borde de la zanja.
- Deberá prohibirse el almacenamiento o acopio de tierra, materiales, etc. a una distancia menor a 2m del borde de la zanja.
- La zanja deberá ser delimitada por señalización de peligro (puede ser una línea de yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja, cuerda con banderolas, etc.).
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuaran mediante torretas aisladas con toma de tierra.
- Si se requiere iluminación portátil, puede proporcionarse con lámparas o reflectores.
- Se deben revisar los taludes o cortes a intervalos regulares, para evitar desprendimientos debido al uso de martillos neumáticos, compactadores, excavadoras, etc.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas con taludes no muy estables, se deben llevar a cabo con las medidas y equipo de seguridad, coordinados a través de las brigadas de seguridad del contratista instalador.
- En caso de ser necesario, se debe efectuar el achique inmediato de las aguas que afloran o caen en el interior de las zanjas, con el fin de evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Todos los apuntalamientos deben ser revisados periódicamente.
- Para acceder o salir de una zanja deben utilizarse medios adecuados. Nunca debe pasarse sobre los elementos del apuntalamiento.

5.2.2 Equipo de protección personal

En lo referente al equipo de protección personal, es importante que como mínimo se utilice: casco, mascarilla anti polvo, guantes de cuero, ropa de trabajo, lentes de seguridad, entre otros.

5.2.3 Brigadas de Seguridad

Es recomendable contar con brigadas de seguridad, las cuales serán responsables de supervisar las maniobras de descarga y colocación de los tubos en una forma segura, también serán responsables de verificar que el equipo e instalaciones estén en buen estado y queden bien instalados, evitando con ello accidentes y retraso que afecten el plazo de ejecución del proyecto .

5.3 Trazado, Estacado y Excavación de Zanjas

Como paso previo a la excavación, la línea que pasa por el centro de la zanja y el ancho de la superficie de la misma, debe ser marcada, trazada y referenciada con precisión. Cuando se requieran marcas temporales de colocación, deben establecerse en puntos donde no sea posible que sean borradas o movidas.

Se recomienda que los intervalos de tiempo entre las operaciones de excavación, instalación de la tubería y relleno de zanja, deben ser lo más breve posibles. De esta forma aseguramos:

- Reducir el tiempo de reutilización de los elementos de apuntalamiento si los hubiera,
- Prevenir posibles inundaciones de la zanja y derrumbes en la misma,
- Reducir la necesidad de controlar el agua subterránea,
- Reducir los tiempos de utilización de los equipos,
- Minimizar las posibles roturas de los servicios existentes, reducir las molestias o interferencias al tráfico.
- Reducir los riesgos de accidentes,
- Reducir impactos negativos al medio ambiente.

Se recomienda que no transcurra más de una semana entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

Las zanjas pueden abrirse mecánicamente o a mano, perfectamente alineadas en planta y con el nivel uniforme, salvo que el tipo de tubo a emplear y las maniobras requieran que se abran conchas.

Cuando el terreno sea uniforme se excavará hasta la línea de nivel; si quedan al descubierto elementos tales como rocas, etc., será necesario excavar por debajo del nivel para posteriormente efectuar un relleno, manteniendo la capacidad de carga del terreno.

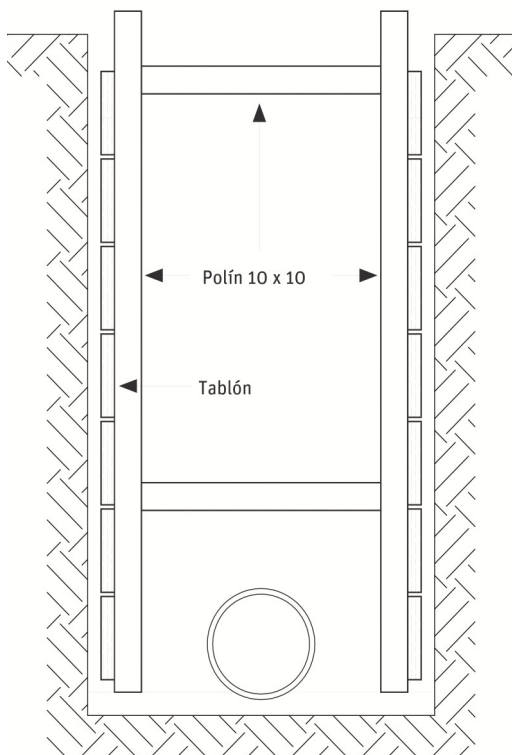
Cuando por las condiciones del terreno, sea necesario realizar explosiones para las excavaciones, en general en poblaciones, se deben adoptar las medidas necesarias de seguridad para la protección de personas y/o propiedades.

El material procedente de la excavación se debe colocar lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar derrumbes de éstas o que los derrumbes puedan poner en peligro a los trabajadores.

En el caso de que las excavaciones afecten a pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos deben ser separados del material general de la excavación.

La forma en que se coloca el material producto de excavación condiciona el empleo de equipo de excavación, la necesidad de ademar y las operaciones de relleno.

Un ademe consiste en construir una pared resistente a ambos lados de la zanja formada por placas de acero o madera, apoyada o apuntalada una pared contra la otra, a manera de que el empuje de tierra sea



Sección de ademe tipo

contrarrestado por la resistencia que ofrecen los puntales apoyados con la pared contraria, formando una cajón resistente que no permita el desplazamiento del material de las paredes al interior de la zanja (Ver Figura). El ingeniero o residente de obra responsable de los trabajos deberá verificar que el diseño de resistencia del ademe responda a las necesidades específicas de seguridad que se requieren.

En el caso de instalaciones en zanja y de acuerdo con los lineamientos marcados por el proyecto, el material producto de excavación puede ser utilizado como material de relleno, por lo que es conveniente colocarlo a lo largo de la zanja a una distancia adecuada de uno de sus bordes. Una regla es situar el material extraído a una distancia del borde de la zanja no menor que la mitad de su profundidad. Si la zanja se encuentra apuntalada suele ser suficiente una distancia libre de 90 cm.

Se deberá tener en cuenta que el material producto de excavación almacenado en la proximidad del borde de la zanja produce una sobre-carga que afecta a su estabilidad. La capacidad de carga de la pared de la zanja depende del grado de cohesión del suelo. Se recomienda que dicha sobre-carga sea considerada al estudiar la estabilidad de los

taludes (verticales o no) que constituyen las paredes de la zanja. Cuando la estabilidad del talud no resulte suficientemente segura la zanja debe ser apuntalada.

La apertura de zanjas muy profundas o muy anchas produce un gran volumen de material cuyo peso puede resultar excesivo para la estabilidad del talud. En este caso será necesario que una parte de dicho material sea retirado o extendido en una superficie mayor. Si se prevé utilizar como relleno el material producto de la excavación, éste debe ser inspeccionado a fin de retirar trozos grandes de roca, y todo aquello cuyo peso y dureza pueda causar daños a la tubería por el impacto de caída o que pueda producir presiones puntuales al compactar el relleno.

Se pueden utilizar los diferentes equipos de excavación disponible. Es importante que para la selección del equipo más eficiente para la excavación de zanjas se considere que todo el equipo de excavación tiene limitaciones prácticas y económicas. Las consideraciones incluyen el tipo y cantidad de material para ser excavado, profundidad y anchura de excavación, las limitaciones dimensionales establecidas en los planos, tamaño del tubo, espacio de operación y colocación de las tierras excavadas. Los equipos más usuales

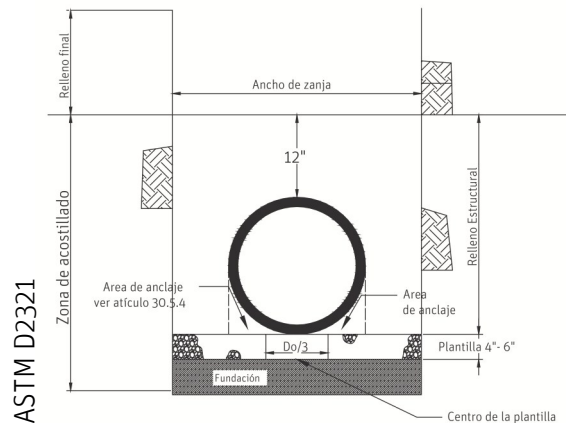
Anchos mínimos de zanja según especificaciones

Día. Nominal mm(pulg)	Día. Exterior mm (pulg)	AASHTO Sec 30 mm (pulg)	ASTM D2321 mm (pulg)	Día. Nominal mm(pulg)	Día. Exterior mm (pulg)	AASHTO Sec 30 mm (pulg)
100 (4")	120.1 (4.7")	482.6 (19")	533.4 (21")	600 (24")	695.9 (27.4")	1346.2 (53")
150 (6")	174.0 (6.9")	558.8 (22")	584.2 (23")	750 (30")	874.9 (34.5")	1625.6 (64")
200 (8")	231.4 (9.1")	660.4 (26")	635.0 (25")	900 (36")	1046.5 (41.2")	1879.6 (74")
250 (10")	288.0 (11.3")	736.6 (29")	685.0 (27")	1050 (42")	1204.6 (47.7")	2108.2 (83")
300 (12")	363.2 (14.3")	863.6 (34")	787.4 (31")	1200 (48")	1396.2 (54.9")	2413.0 (95")
375 (15")	444.5 (17.5")	965.2 (38")	863.6 (34")	1500 (60")	1714.7 (67.5")	2870.2 (113")
450 (18")	549.4 (21.6")	1143.0 (45")	965.2 (38")			

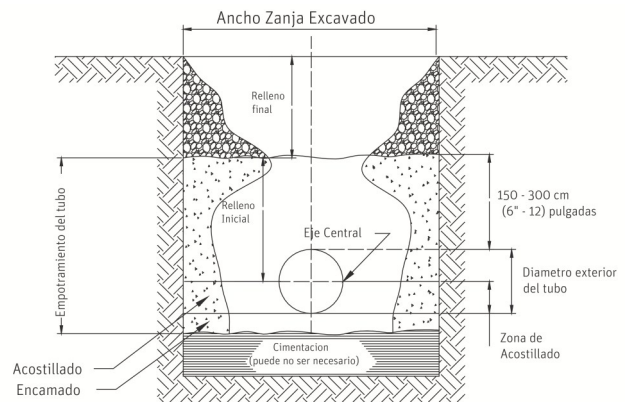
Tabla 2. Anchos mínimos de zanja

pueden ser modificados o adaptados para su empleo en la mayoría de las operaciones de excavación y movimiento de tierras.

Aunque las características de la zanja deberán ser definidas por el proyectista de acuerdo con los requerimientos del proyecto, las siguientes figuras nos muestran una configuración típica de la zanja según ASTM D2321 y AASHTO Sección 30 respectivamente.



AASHTO Sec.30



Dependiendo del tipo de suelo ubicado en el proyecto y de los materiales a utilizar para su correcta instalación las dimensiones anteriores pueden aumentar. Estas recomendaciones se emiten con el fin de que la tubería no reciba ningún tipo de carga puntual que pueda ocasionar que cambie su forma original mientras se trabaja en la colocación, alineación, ensamble y acostillado.

5.4 Materiales de relleno

Los materiales de relleno que serán utilizados durante la ejecución del proyecto para proporcionar la estabilidad a la tubería (plantilla, acostillado, colchón y relleno), variara conforme al proyecto y/o región; las especificaciones de los suelos según AASHTO Sección 30 y ASTM D2321, se describen a continuación y se resumen en la tabla 3.

Clase I

Piedra o roca triturada angular, gradación densa o abierta con pocos o sin finos (de 1/4" a 1/2" de tamaño). (ASTM 2321 Tabla 1)

Clase II

(GW, GP, WS, SP, GW-GC, SP-SM) materiales limpios, de grano grueso, tales como la grava, arenas gruesas y mezclas grava/ arena (tamaño máximo de 1.5") (Clasificaciones AASHTO A1 & A3)

Clase III

(GM, GC, SM, SC) materiales de grano grueso con finos incluyendo gravas o arenas limosas o arcillosas. La grava y arena deben comprender más del 50 por ciento de los materiales clase III (1.5" de tamaño máximo). Clasificaciones AASTHO A-2-4 & A-2-5).

Clase IV

(ML, CL, MH, CH) materiales de grano fino, tales como arena fina y suelos que contengan 50% o más de arcilla o limo. Los suelos clasificados como clase IV a (ML o CL) tienen media o baja plasticidad y pueden ser recomendados como materiales de relleno pero con un alto grado de compactación. Los suelos clasificados como clase IV b (MH o CH) tienen alta plasticidad y no son recomendados como materiales de relleno.

Clase V

(OL, OH, PT) estos materiales incluyen limos y arcillas orgánicas, turba y otros materiales orgánicos. No son recomendados como materiales de relleno.

Es importante recalcar que todos los materiales de relleno deben ser colocados y compactados con un contenido de humedad óptima.

Material envolvente para tuberías

ASTM D 2321		ASTM D2487		Modulo de reacción (E´) para grado de compactación [psi (kPa)]			
Cl	Descripción	Not	Descripción	Volteo	< 85%	85-95%	>95%
IA	Agregados fabricados y bien graduados	-	Piedras o rocas angulares trituradas, grava triturada. Escoria triturada con espacios largos o pequeños con o sin finos.	1000 (6,900)	3000 (20,700)	3000 (20,700)	3000 (20,700)
IB	Agregados fabricados y densamente graduados	-	Rocas angulares trituradas, otros materiales IA y mezcla de arena/roca con pocos o sin finos				
II	Suelos granulares limpios y pesados	GW	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino	NR	1000 (6,900)	2000 (13,800)	3000 (20,700)
		GP	Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino				
		SW	Arenas bien gradadas				
		SP	Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino				
III	Suelos pesados granulares con finos	GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo	NR	NR	1000 (6,900)	2000 (13,800)
		GC	Grava arcillosa, mezclas grava – arena arcillosas				
		SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo				
		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla				
IVa	Suelos granulares inorgánicos finos	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas	NR	NR	NR	1000 (6900)
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)				

Tabla 3. Clasificación de suelos

5.5 Plantilla

La pendiente y el material del fondo de la zanja deben cumplir las especificaciones del proyecto. Cuando el tendido de las canalizaciones sea sobre el fondo de la zanja, éste debe adaptarse a la pendiente y a la forma específica del tubo, de manera que se asegure un apoyo completo a lo largo del cuerpo de la tubería.

La plantilla es de suma importancia porque nos permite lograr la pendiente que marca el proyecto y nos proporciona un firme soporte a la tubería.

Se puede utilizar material Clase I, II o III, el máximo del agregado no debe ser mayor a 32mm. Material Clase IA no debe de ser utilizado ya que ese tipo de material tiende a migrar. El suelo Clase III puede ser utilizado cuando el contenido del agua que retiene haya sido controlado. Se recomienda colocar como mínimo 10 cm de plantilla para los tubos menores a 36" y de 15 cm para los diámetros superiores a 36".



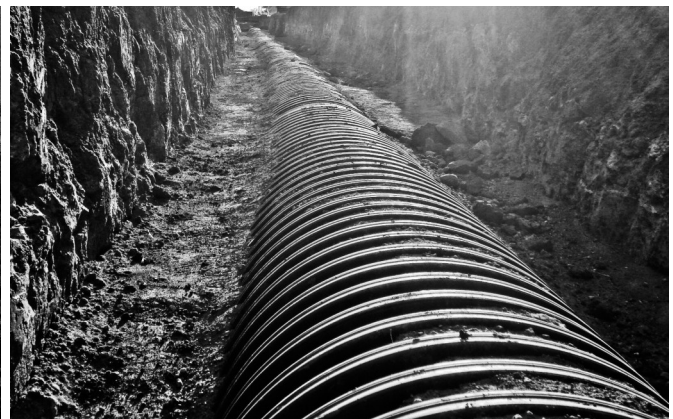
Plantillas antes de colocar tubería

5.6 Acostillado

Inmediatamente después de la colocación, se debe proceder a realizar los trabajos de acostillado del tubo. La capacidad de carga de un tubo instalado, depende en gran medida del relleno que existe alrededor del mismo, se recomienda que este relleno sea efectuado con un material homogéneo granular como: grava, balasto, tezontle, tepetate, etc.

Para instalaciones en zanjas donde el espacio está limitado, apisonadoras neumáticas o de impacto mecánico son generalmente el medio de compactación más efectivo. Las apisonadoras de impacto, son las más usadas en suelos arcillosos, mientras que en suelos granulares son consolidados más efectivamente por vibración. Cuando se utilicen apisonadoras de impacto debe tenerse cuidado en la compactación de las capas a ambos lados del tubo para que puedan quedar uniformes. El material de relleno no debe ser lanzado directamente sobre el tubo.

El acostillado proporciona la protección al tubo sobre las cargas del suelo y de tráfico. El material se recomienda ser colocado uniformemente y homogenizado en cada lado de la tubería. Al tender el material



Ejemplos de acostillado sobre tubería Tododren

este tendrá que dejarse libre de espacios o vacíos si es necesaria una compactación hacerla de tal manera que siga el alineamiento de la tubería. Para el acostillado se puede utilizar materia Clase I, II o III, compactación entre 90-95% Proctor, los vacíos deberán ser llenados con material Clase IA. Se recomienda una granulometría de T.M.A. de 6 cm, e insistimos en el hecho de que el balasto de piedra triturada o de cantos rodados constituye un excelente material de acostillado.

5.7 Relleno

El relleno inicial que va directamente sobre el tubo debe ser compactado manualmente donde sea necesario. La compactación mecánica del relleno principal directamente sobre el tubo no debe comenzar hasta que la profundidad del relleno sea de al menos 30 cm, por encima del lomo del tubo. Este relleno es bastante semejante al relleno de acostillado, en sus exigencias, pudiendo ser menores por lo que concierne a la calidad del material y su compactación final.



No se permite usar equipos de vibración para operar directamente sobre el tubo hasta que el relleno colocado alcance una altura mínima de 90 cm. En los casos en que resulte peligroso la utilización de equipo de compactación de tamaño medio y grande, por estar los rellenos muy próximos a otras conducciones, se deben ejecutar los rellenos por capas

de espesor pequeño (10 a 15 cm) y compactarlas con máquinas ligeras, como rodillos manuales, placas vibratorias, piones, etc.

Suelos clase I, II, III y Clase IVa con poca plasticidad pueden ser utilizados. Los materiales con alto contenido de arcilla y plasticidad no son recomendados para el colchón. El material clase III es recomendado en zanjas sin humedad y libres de agua. Las siguientes tablas nos indican valores de máximos y mínimos de rellenos en zanja.

Relleno máximo para tubería Tododren

Dia. Nominal mm(pulg)	95% Proctor mts	90% Proctor mts
300 (12")	9.1	6.9
375 (15")	8.7	6.0
450 (18")	8.1	5.8
600 (24")	7.5	5.5
750 (30")	7.3	5.0
900 (36")	6.9	4.8
1050 (42")	6.8	4.8
1200 (48")	6.6	4.6
1500 (60")	6.4	4.5

Tabla 5. Relleno máximo según grado de compactación

Cálculos basados sin presión hidrostática y densidad de 1922 kg/m³ de material de carga.

No se consideran cargas vivas.

Material de acostillado tipo II Suelos granulares limpios y pesados

Ancho de zanja según AASHTO Sec. 30

Deflexión máxima 5%

Relleno mínimo en condiciones de carga de trafico¹

Dia. Nominal mm (pulg)	AASHTO H-20 ² cm (pulg)	Carga > 70 ton ³ cm (pulg)
300-900 (12"-36")	35 (14")	137 (54")
1050-1500 (42"-60")	66 (26")	175 (69")

Tabla 4. Relleno mínimos calculados según especificaciones

¹ Este cálculo se realizó con base en un material de relleno compactado a 90-95% Proctor.

² H-20 Clasificación por AASHTO para vehículos con peso bruto de 20 toneladas.

³ Si la carga de los vehículos excede las 70 ton se tendrá que aumentar las capas del material de

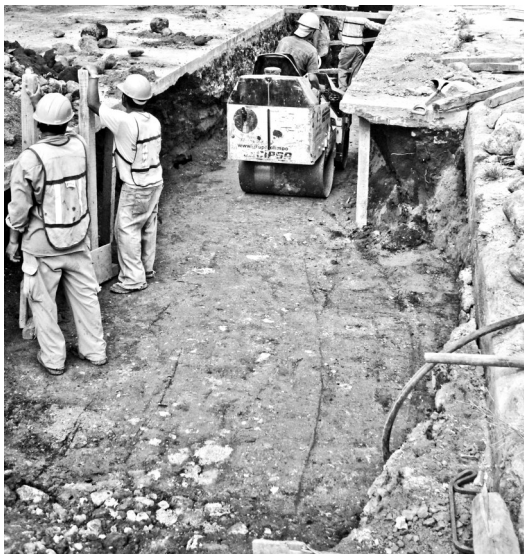
Relleno mínimo para evitar flotación

Dia. Nominal mm(pulg)	Relleno mínimo ¹ cm
300 (12")	35.5
375 (15")	45.6
450 (18")	55.7
600 (24")	71.0
750 (30")	91.2
900 (36")	106.6
1050 (42")	121.7
1200 (48")	137.0
1500 (60")	170.0

Tabla 6. Relleno mínimo para evitar flotación

¹ Cálculos basados en una densidad de suelo de 2080 kg/m³

5.8 Compactación



La tubería Tododren se comportara adecuadamente si los trabajos de compactación que se realicen en los tramos son como se indican en las normas de instalación mencionadas en el presente manual. Entre mayor sea la densidad

contenga el suelo es más común que las fuerzas o cargas como la gravitacional y la del trafico estén fuera del área de la tubería. El mismo material de colchón igualara las cargas que se aplicaran arriba del lomo de la tubería, esto para evitar cualquier deformación en la tubería y que se pierda su forma circular con el tiempo de vida. La densidad es medida en kg/m³, Mg/m³ o en lb/ft³.

Todo el material envolvente (plantilla, acostillado, colchón y relleno) tendrá que cerciorarse que tenga una compactación uniforme. El uso de pisones es

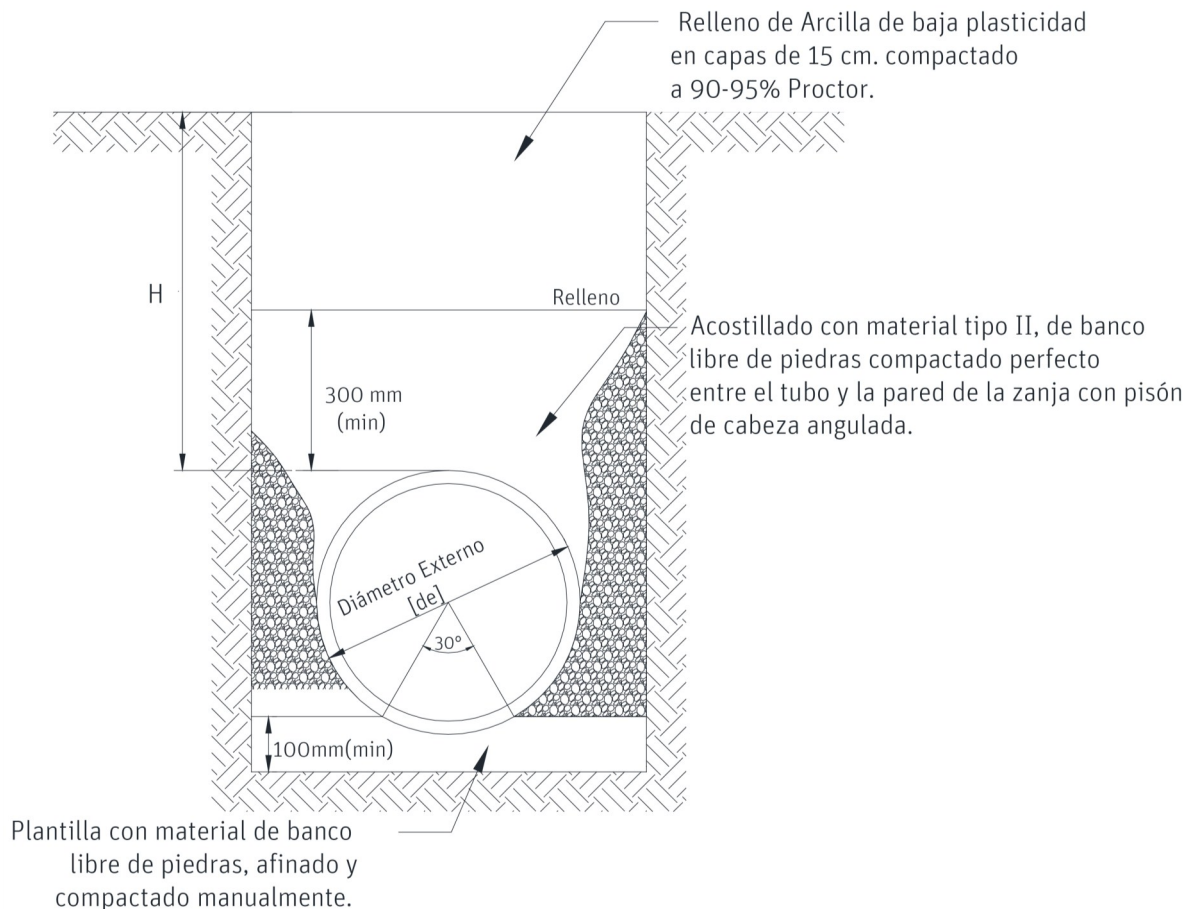
recomendable, si es necesario se podrá utilizar vibrador para limpiar el suelo de rocas, grava o arenas. La homogenización y humedad del material se recomienda ser controlada y autorizada por un supervisor.

Los equipos mecánicos a utilizar (bailarinas, rodillo vibradores, pisones) aplican la vibración y fuerza de impacto necesaria para lograr una mejor compactación para el colchón.



Para el suelo Clase II, Clase III y Clase IVa, la ASTM D 2321 requiere de un contenido de humedad mínima del 3%. ASSHTO requiere un rango del -3% a +2%.

El proyecto establecerá la densidad del material envolvente basado en una evaluación del suelo que estará presente en el terreno. No es bueno asumir que los mínimos de densidad Proctor mencionados con anterioridad sean aplicables para todo tipo de obra. ASTM recomienda un mínimo de 85% estándar Proctor para Clase II, 90% para Clase III y 95% para clase IVa. Estas recomendaciones están basadas en un promedio del módulo de reacción del suelo E' de 1000 psi. AASHTO Sección 30 recomienda un mínimo de



90% para material de relleno. El supervisor puede recomendar un mínimo de compactación del 95% estándar Proctor dependiendo de los límites aceptables de deflexión.

La compactación del relleno tendrá que superar las cargas del pavimento entre otras. Cuando se coloque el material envolvente del tubo se recomienda que deba de compactarse manualmente o con equipo de bajo impacto. La ASTM D2321 no permite el uso de martillo hidráulico a menos de que sea aprobado por el supervisor y a una distancia no menor a los 1200 mm (48") del relleno ya compactado.

Al utilizar equipo mecánico para lograr la compactación adecuada como bailarina se tendrá que tener cuidado ya que la fuerza vertical de impacto que ejerce el equipo al suelo es menor al de la de la fuerza horizontal; ya que la fuerza vertical es aplicada al tubo y puede dañarlo. Es difícil alcanzar por arriba de los 85% de compactación en estas aéreas, arriba de la corona del tubo, por lo que se requiere de supervisión para poder lograr una compactación optima.

5.9 Empotramiento a estructuras de mampostería y concreto



Para asegurar la hermeticidad al exterior de la tubería en los puntos de unión o empotramiento a estructuras de mampostería y concreto, se recomienda usar la pieza conocida como Manga de Empotramiento de Poliuretano, con anillos al interior de hule combinado natural y sintético que cumple con lo especificado en la norma mexicana NMX-T-021-2002-SCFI; la pieza a modo de anillo permite el desplazamiento de la tubería por su parte interna en caso que lo requiera, mientras que al exterior presenta un texturizado para adherirse al concreto.

6. Pruebas de hermeticidad en campo

Se debe probar en campo la hermeticidad de la tubería instalada sometiéndola a una presión hidrostática de 0.05 MPa (0.5 kgf/cm²) siguiendo el método establecido en el inciso 7.1 de la norma NOM-001-CNA-1995. Cuando los responsables de los sistemas de alcantarillado sanitario, consideren factible la ejecución de la prueba neumática, esta se podrá aplicar considerando una presión neumática de 0,03 MPa (0.3 kgf/cm²) siguiendo el método descrito en el apéndice "A" de la norma NOM-001-CNA-1995.

La prueba se debe llevar a cabo en la tubería y en tramos comprendidos entre dos pozos de visita (antes de la operación del presurizado de los tubos, debe haber solidificado el concreto empleado en los pozos de visita), asegurando la posición de los tubos, esto es, cubriendo la tubería con material de relleno (centros) y dejando descubiertas sus juntas.

Las pruebas son prácticas y seguras. Es estrictamente necesario seguir las recomendaciones de seguridad marcadas por Tododren ya que un mal uso del equipo puede causar daños materiales del proyecto y físicos en los técnicos o personas cercanas a la prueba. A continuación se describe una guía rápida para realizar dichas pruebas:

- Se requiere que la tubería en los extremos (pozos de visita) esté libre de piedras, tierra y agua.
- Dejar libre paso a la media cana y retirar cualquier piedra o material que se encuentre en el pozo de visita.
- Se colocan los tapones del diámetro de la tubería a una distancia considerable.
- Se inflan los tapones a la presión indicada en la norma, apoyándonos del panel de control.
- Se atracan los tapones en ambos lados para evitar cualquier movimiento de los mismos.
- Se presuriza la línea y se corre el tiempo de prueba verificando que no se pierda carga.
- Se despresuriza la línea y se desinflan los tapones para desinstalarlos de la tubería.



El equipo de Soporte Técnico de Tododren cuenta con el equipo necesario para realizar las pruebas de acuerdo a los lineamientos marcados por las Norma Técnicas de la CONAGUA para pruebas de alcantarillado sanitario y pluvial. NT-007-CNA-2001 y NOM-001-CNA-1995 para pruebas de hermeticidad hidroneumáticas o neumáticas.

APÉNDICE A — Normas y especificaciones

ISO 21138-3

Sistemas de tuberías plásticas para drenaje subterráneo y alcantarillado sin presión – Sistemas de tubería de pared estructurada de PVC-U, PP y PE

ASTM D 3350

Especificación Estándar para tuberías y accesorios plásticos de polietileno

AASHTO M 252

Especificación Estándar para tubería de drenaje de polietileno corrugado

AASHTO M 294

Especificación Estándar para tubería de drenaje de polietileno corrugado, diámetros 300 a 1500mm

N-CMT-3-06

Tubos corrugados de polietileno de alta densidad

NMX-E-241-CNCP

Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) de pared estructurada con junta hermética de material elastómero, utilizados en sistemas de alcantarillado sanitario

ASTM F 667

Especificación estándar para tuberías y accesorios corrugados de gran diámetro de polietileno

ASTM F 405

Especificación estándar para tuberías y accesorios corrugados de polietileno

ASTM F 477

Especificación estándar para sellos elastómero para la unión de tuberías plásticas

NMX-T-021-SCFI

Anillos de hule empleados como empaque en los sistemas de tuberías

ASTM D 2321

Practica estándar para la instalación de tubería termoplástica subterránea para alcantarillado y otras aplicaciones de flujo por gravedad

N-CTR-1-03-014

Alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad

ASTM D 3212

Especificación estándar para juntas de tuberías plásticas usando sellos flexibles elastomérico para drenaje y alcantarillado

NOM-001-CNA-1995

Sistema de alcantarillado sanitario— especificaciones de hermeticidad

APÉNDICE B – Tabla de productos

Tododren TDR Ultra Sanitario

Diam. Nominal	Diametro Interior	Espesor de pared		Espesor de pared		Espesor de campana		Rigidez del anillo	Color	
DN	d _{im}	e5		e4		e3				
mm (pulg)	mm	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	SN	Exterior	Interior
100 (4")	102.9	1.0	0.039	1.0	0.039	1.5	0.059	4	Negro	Naranja Tododren
150 (6")	151.7	1.0	0.039	1.3	0.051	2.0	0.077			
200 (8")	200.7	1.1	0.043	1.5	0.059	2.3	0.089			
250 (10")	254.0	1.5	0.059	1.8	0.071	2.7	0.106			
300 (12")	308.2	1.7	0.067	2.0	0.079	3.0	0.118			
375 (15")	380.6	2.2	0.087	2.4	0.094	3.6	0.142			
450 (18")	459.1	2.7	0.106	2.8	0.110	4.2	0.165			
600 (24")	611.6	3.5	0.138	3.5	0.138	5.3	0.207			
750 (30")	760.0	4.3	0.169	4.3	0.169	6.5	0.254			
900 (36")	912.8	4.8	0.187	4.8	0.187	7.1	0.281			
1050 (42")	1066.0	5.0	0.197	5.0	0.197	7.5	0.295	2		
1200 (48")	1244.2	5.0	0.197	5.0	0.197	7.5	0.295			
1500 (60")	1522.0	5.0	0.197	5.0	0.197	7.5	0.295			

Tododren TDR Sanitario

Diam. Nominal	Diametro Interior	Espesor de pared		Rigidez al 5%		Color	
DN	d _{im}	e				Exterior	Interior
mm (pulg)	mm	mm	pulg	kPa	psi		
100 (4")	102.0	0.5	0.0	345.0	50.0	Negro	Azul
150 (6")	152.0	0.5	0.0	345.0	50.0		
200 (8")	203.0	0.6	0.0	345.0	50.0		
250 (10")	254.0	0.6	0.0	345.0	50.0		
300 (12")	305.0	0.9	0.0	345.0	50.0		
375 (15")	381.0	1.0	0.0	290.0	42.0		
450 (18")	457.0	1.3	0.1	275.0	40.0		
600 (24")	610.0	1.5	0.1	235.0	34.0		
750 (30")	762.0	1.5	0.1	200.0	29.0		
900 (36")	915.0	1.7	0.1	155.0	22.5		
1050 (42")	1067.0	1.8	0.1	145.0	21.0		
1200 (48")	1219.0	1.8	0.1	135.0	20.0		
1500 (60")	1524.0	2.8	0.1	105.0	15.0		

Tododren TDR WT

Diam. Nominal	Diametro Interior	Espesor de pared		Rigidez al 5%		Color	
DN	d _{im}	e				Exterior	Interior
mm (pulg)	mm	mm	pulg	kPa	psi		
100 (4")	102.0	0.5	0.0	345.0	50.0	Negro	Negro
150 (6")	152.0	0.5	0.0	345.0	50.0		
200 (8")	203.0	0.6	0.0	345.0	50.0		
250 (10")	254.0	0.6	0.0	345.0	50.0		
300 (12")	305.0	0.9	0.0	345.0	50.0		
375 (15")	381.0	1.0	0.0	290.0	42.0		
450 (18")	457.0	1.3	0.1	275.0	40.0		
600 (24")	610.0	1.5	0.1	235.0	34.0		
750 (30")	762.0	1.5	0.1	200.0	29.0		
900 (36")	915.0	1.7	0.1	155.0	22.5		
1050 (42")	1067.0	1.8	0.1	145.0	21.0		
1200 (48")	1219.0	1.8	0.1	135.0	20.0		
1500 (60")	1524.0	2.8	0.1	105.0	15.0		

Tododren TDR Carretero

Diam. Nominal	Diametro Interior	Espesor de pared		Rigidez al 5%		Color	
DN	d _{im}	e				Exterior	Interior
mm (pulg)	mm	mm	pulg	kPa	psi		
300 (12")	305.0	0.9	0.0	345.0	50.0	Negro	Negro
375 (15")	381.0	1.0	0.0	290.0	42.0		
450 (18")	457.0	1.3	0.1	275.0	40.0		
600 (24")	610.0	1.5	0.1	235.0	34.0		
750 (30")	762.0	1.5	0.1	200.0	29.0		
900 (36")	915.0	1.7	0.1	155.0	22.5		
1050 (42")	1067.0	1.8	0.1	145.0	21.0		
1200 (48")	1219.0	1.8	0.1	135.0	20.0		
1500 (60")	1524.0	2.8	0.1	105.0	15.0		

APÉNDICE C – Información Técnica

Constantes

Densidad del agua (20°C): 1000 kg/m³

Coef. Manning tubería Tododren: 0.0095

Área	
1	=
m ²	10.76 ft ²
ft ²	.093 m ²
ha	10000 m ²
ha	2.471 ac
ac	.4047 ha
km ²	.3861 mi ²

Flujo	
1	=
m ³ /s	264.17 gal/s
	1000 lt/s
	86400 m ³ /d
lt/s	.2642 gal/s
	86.4 m ³ /d
	.001 m ³ /s
gal/s	3.785 lt/s
	327.06 m ³ /d
	.00378 m ³ /s

Longitud	
1	=
in	2.54 cm
cm	.3937 in
ft	.3048 m
m	3.28 ft
mi	1.609 km
km	.6214 mi

Peso	
1	=
kg	2.2046 lb
lb	0.4536 kg

Presión	
1	=
MPa	145.04 psi
	10.197 kg/cm ²
	1000 kPa
psi	.0689 bar
	.0703 kg/cm ²
	6.895 kPa
kg/cm ²	14.223 psi
	98.066 kPa
	735.56 mmHg

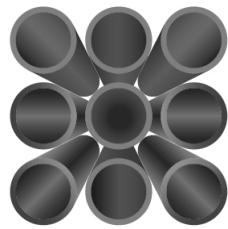
Velocidad	
1	=
m/s	3.6 km/h
km/h	.277 m/s
m/s	3.28 ft/s
ft/s	.3048 m/s

Volumen	
1	=
lt	.2642 gal
gal	3.785 lt
m ³	1000 lt
m ³	35.31 ft ³
ft ³	.028 m ³
oz	29.57 ml

Notas:

Tododren SA de CV
Camino a Encarnación Km 1.1 S/N
Apodaca, NL 66615, México

01 800 TUBERIA
www.tododren.com



Tododren
GENERAMOS PROGRESO

Este manual es una guía de apoyo basada en las normas de instalación por la ASTM D2321 y AASTHO Sección 30. Solo es de carácter informativo y nunca se sobrepondrá a leyes o normas federales, estatales o municipales. Todas las ventas del producto tienen una garantía limitada. Los compradores son responsables de la instalación y del uso final del producto, así como también la determinación de si es o no adecuado para cualquier tipo de necesidad específica.