

MANUAL DE INSTALACIÓN

1-1 REVISIÓN DE LAS CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

La instalación de la tubería de polietileno de Quality Culvert es en muchos aspectos muy parecida a la de cualquier instalación de tubería de calidad. La resistencia de un sistema de tuberías debe considerarse como una combinación de la tubería misma y la cubierta del relleno. La construcción correcta aumenta las capacidades de drenaje diseñadas en la tubería manteniendo la alineación y la habilidad de llevar la carga.

Las recomendaciones para la instalación y relleno correctos para el producto Quality Culvert están basadas principalmente en los requisitos de la ASTM D2321 "Prácticas recomendadas para la Instalación Subterránea de la Tubería Termoplástica Flexible" con algunas excepciones. Los elementos respecto al relleno que se tratan en esta sección son los siguientes:

Selección correcta del material de relleno – Pueden utilizarse una variedad de materiales como relleno estructural, con la decisión final, muchas veces basada en el que esté disponible en la región. El suelo natural puede ser un material apropiado siempre y cuando cumpla con algunos criterios básicos establecidos en esta sección.

Compactación correcta del relleno- La compactación saca el aire y la humedad para proporcionar una estructura más estable. Los niveles de compactación mínimos están basados en las características materiales y la carga proyectada; algunas situaciones pudieran necesitar el uso de algún tipo de apisonador mecánico, mientras otras sólo necesitan apisonamiento simple para eliminar los huecos.

Estructura correcta del relleno- Se necesita una cantidad suficiente de relleno estructural para asegurar el soporte adecuado. El suelo natural, tal como está en una pared de la zanja, frecuentemente proporciona soporte adicional. Las dimensiones típicas de la zanja y el efecto de la pared de la zanja se discuten en esta sección.

Además, esta sección discute el manejo en el lugar de trabajo, la construcción de la zanja e instalación de la tubería para los productos Quality Culvert, métodos de compactación y diversas consideraciones especializadas de instalación.



IOHISA
INGENIERÍA Y OBRAS HIDRAULICAS S.A DE C.V.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE PRE-INSTALACIÓN

La tubería de polietileno es ligera y fácil de utilizar. Mientras que no se necesita ningún cuidado especial en el manejo e instalación, deben establecerse algunas precauciones:

- Siga todas las normas de seguridad aplicadas al manejar la tubería.
- Los tubos no deben dejarse caer desde el camión hacia una zanja abierta o hacia superficies disperejas.
- Evite arrastrar o golpear los tubos contra otros tubos u objetos.
- Evite arrastrar los tubos por el piso.
- No conduzca sobre la tubería antes de la instalación.
- Inspeccione los tubos y los sistemas de unión antes de instalar.

Muchos de los productos de drenaje Quality Culvert están disponibles en paletas que les permiten ser transportados y almacenados ordenadamente. Si los productos no se reciben en una paleta, la tubería debe apilarse cuidadosamente. Un método utilizado comúnmente es el de asegurar a lo largo tubos en la pared inferior, lado a lado, usar bloques como tope y después colocar encima más tubería. No camine sobre la tubería apilada. Existe información adicional sobre el manejo almacenamiento.

Los cambios de temperatura extremos no afectan la resistencia o las características de manejo de la tubería de polietileno. Las temperaturas frías pueden afectar la resistencia al impacto de algunos termoplásticos, aunque el polietileno permanece altamente resistente al impacto hasta en condiciones bajo-cero. Revisiones propias de calidad demuestran que la resistencia al impacto en 0 grados (-18C) es varias veces la requerida por norma.

En clima caluroso, especialmente cuando se une bajo el sol directo, aumentará la temperatura de la tubería, pero no afectará significativamente el comportamiento del manejo o instalación. Pruebas efectuadas en California implicaron el uso de un calentador dentro de la tubería para calentar el exterior de la misma a 140° F (60C) y después buscar problemas de instalación. No notaron consecuencias aunque se representaron condiciones de prueba muy poco usuales.

Dependiendo del producto, se le agrega negro de carbón o dióxido de titanio al polietileno para protegerlo contra la luz ultravioleta; el plástico sin protección puede volverse menos resistente al impacto con el tiempo.

Tales aditivos son requeridos por la especificación y protegen a la tubería durante los períodos de almacenamiento en la fábrica y en el lugar de trabajo. La luz ultravioleta ya no es problema después de la instalación.

La exposición a largo plazo a la luz ultravioleta ocasiona resultados ligeramente diferentes. El aditivo, ya sea negro de carbón o dióxido de titanio, protege a la tubería por varios años, después de los cuales la resistencia al impacto de la capa expuesta, generalmente 0.001 pulgadas (0.03 mm), se reduce significativamente. Esta capa dañada después funciona como escudo al resto de la pared de la tubería contra cualquier daño posterior.

EXCAVACIÓN DE ZANJA

El ancho de la zanja depende del diámetro de la tubería, el material de relleno y el método de compactación. Las zanjas que son demasiado angostas no permitirán la instalación correcta de la tubería, mientras que las zanjas que son demasiado anchas resultan innecesariamente costosas. Prácticamente, los tamaños estándares del cucharón pueden ser un factor en la decisión.

El ancho mínimo de zanja es como se muestra en la Tabla 1-1. El aditivo, ya sea negro de carbón o dióxido de titanio, protege a la tubería por varios años, después de los cuales la resistencia al impacto de la capa expuesta, generalmente 0.001 pulgadas (0.03 mm), se reduce significativamente. Esta capa dañada después funciona como escudo al resto de la pared de la tubería contra cualquier daño posterior.

Tabla 1-1
Ancho Mínimo de Zanja

Diámetro del Tubo, pulgadas (mm)	Mínimo de Zanja pulgadas (m)
4-8 (100-200)	*
10 (250)	24 (0.6)
12 (300)	28 (0.7)
15 (375)	35 (0.9)
18 (450)	43 (1.1)
24 (600)	56 (1.4)
30 (750)	60 (1.5)
36 (900)	65 (1.7)
42 (1050)	84 (2.1)
48 (1200)	91 (2.3)
*Comúnmente depende del tamaño más pequeño de cucharón disponible	

Estos anchos mínimos de zanjas son necesarios para los suelos naturales adecuados. Estos anchos mínimos permiten que el material fluya en ambos lados de la tubería y permite muchos tipos de equipos de compactación. Si estos no son suficientemente anchos para los materiales y métodos propuestos, debe construirse una zanja más ancha que permita la instalación correcta. De 6 a 8 pulgadas (0.15 - 0.20m) en cualquier lado de la tubería es el ancho mínimo aceptable que se permite para este rango de medidas cuando no se necesita equipo de compactación.



Los anchos de zanja para tuberías de diámetros menores son determinados por el tamaño del cucharón disponible para la excavadora, y en muchos casos puede exceder el doble del diámetro nominal de la tubería. Desde un punto de vista económico, es mejor mantener el ancho de la zanja en perspectiva con el diámetro de la tubería. Un error común es que se necesitan zanjas anchas para la tubería flexible.

Las zanjas anchas no sólo son costosas para excavar y llenar con el material de relleno, pueden verdaderamente hacer desmerecer la integridad estructural del sistema de tubería/relleno, en muchos casos.

Años de consolidación crean un ambiente del suelo muy estable. La intención es destruir lo menos posible esta estabilidad según sea necesario cuando se excave la zanja. Las paredes estables de la zanja realmente aumentan la integridad estructural del sistema cuando la zanja es relativamente angosta. Las zanjas demasiado anchas también necesitan de más material de relleno y más compactación que pudiera formar una estructura tan estable como el material natural inalterado.

La profundidad de la zanja la dicta la geografía del lugar y la inclinación necesaria de la tubería. Sin embargo, si no está disponible una cimentación adecuada en la profundidad deseada, será necesaria excavación adicional. Los afloramientos de roca, escombros y otros materiales no apropiados no dan el soporte correcto. Deben quitarse y reemplazarse con material granuloso adecuado. Refiérase también a la Figura 1-1.

CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DEL RELLENO

La construcción del relleno debe calificarse como parte del diseño estructural de la tubería de polietileno, tal como lo es para otras tuberías.

La norma ASTM D2321 sirve de base para las recomendaciones de instalación en instalaciones transitadas. Los materiales de relleno y métodos de construcción aceptables son muy similares o, en muchos casos, idénticos a los que se requieren para otros tipos de materiales de tubería.

El propósito principal de la cubierta del relleno es proporcionar soporte a largo plazo para la tubería. En una cubierta del relleno correctamente construida, las cargas se distribuyen a través de la corona de la tubería hacia el material de los lados y después al surco y cimientos de la tubería. Este efecto de arqueado de la carga significa que la mayoría de la carga es acarreada por el relleno, sólo una proporción pequeña de la carga total se aplica a la tubería.

La carga que una tubería flexible llevará está relacionada con la construcción de la cubierta del relleno. La habilidad para transportar carga de un sistema tubería/relleno estará determinada por una combinación del material de relleno, el nivel de compactación y la colocación del material de relleno. Sin embargo el tipo de aplicación también pudiera tener influencia sobre el tipo de material de relleno que se requiera. Estos y otros puntos relacionados se discuten en los párrafos siguientes de esta sección.

MATERIAL DE RELLENO

La selección del material es el primer y más importante paso para crear una cubierta del relleno estructuralmente sólida. En general, el material de relleno debe ser de naturaleza de agregado, capaz de ser compactado, si es necesario, para formar una estructura sólida. Una variedad de materiales, incluyendo algunos suelos naturales, cumplen con estos requisitos.

El relleno ofrece resistencia pasiva, llamada "coeficiente de relleno", "coeficiente de suelo" o el "módulo de reacción de suelo", designado con el símbolo E' . El módulo de reacción de suelo se determina por una combinación del material y la cantidad de compactación. Algunas investigaciones indican que otros factores, tales como los efectos positivos de las paredes de las zanjas, pueden agregarse a la conservación del módulo, aunque esa relación es a menudo ignorada. (Esta información supone que las paredes de la zanja son al menos tan resistentes como el material de relleno).

La información expuesta por la Oficina de Reclamos utiliza la combinación del nivel de material y compactación para llegar al módulo de reacción del suelo. Esta información, mostrada en la Figura 6-2, aplica a la tubería de polietileno y ha sido ampliamente usada por diseñadores de drenaje durante muchos años.

Quality Culvert recomienda alcanzar un coeficiente de relleno de al menos 1000 psi (6,900kPa) en instalaciones que involucren cargas AASHTO H-25 o HS-25 bajo condiciones de profundidad mínima de un pie (0.3 m) o en instalaciones muy profundas. Instalaciones poco profundas, no transitadas, pudieran no necesitar este nivel de calidad de relleno, pero cualesquiera que sean las modificaciones, éstas deben discutirse con los ingenieros de Quality Culvert antes de establecer los criterios de relleno sobre un proyecto de un coeficiente de relleno más alto; los ingenieros de Quality Culvert pueden también proporcionar asesoría adicional sobre los requisitos del relleno en estas situaciones. Como se muestra en la Tabla 1-2, la combinación del tipo de material y el nivel de compactación los que determinarán el módulo de reacción del suelo. Cuando una variedad de opciones funcionará en una instalación determinada, la decisión final puede depender de lo que esté más disponible en la región, de manera que se mantengan los costos de instalación al mínimo. El suelo natural puede especificarse cuando cubre los requisitos de la Tabla 1-2. Utilizar el suelo natural elimina el costo de material de relleno importado y el esfuerzo de nivelación y transporte del material excavado fuera del lugar. Si el material natural no es aceptable, entonces será necesario el material apropiado.

El relleno fluido es otro tipo, mas especializado, de material de relleno que su uso va en aumento por todo el país. Este material es esencialmente un concreto de muy baja resistencia, el cual se vacian alrededor de la tubería. El valor de E' para este material se estima en 3000 psi (20,700 kPa) para tiempo de curado de 2 días y de 25,000 psi





(172,000 kPa) para después de siete días. Con el fin de aprovechar la resistencia de este material, el ancho de la zanja debe ser de al menos dos veces el diámetro del tubo y el E' del material natural debe ser de al menos 1000 psi. Aunque la integridad estructural del relleno fluido es excelente, puede desalinearse o hacer que flote la tubería al menos que se tomen precauciones como poner peso a la tubería o vaciar el relleno fluido por capas. El material granuloso compactado convencional crea un relleno estructuralmente sólido que es más fácil de utilizar y menos caro de instalar.





Tabla 1-2
Módulo de Reacción del Suelo, E'

MATERIAL DE RECUBRIMIENTO DE TUBERÍA						Promedio E' psi (kPa) para Grado de Compactación del Recubrimiento				
ASTM D2321 ⁽¹⁾ Clase Descripción	ASTM D2487 Notación Descripción	AASHTO M43 Notación	Densidad Proctor Estándar Mínima (%)	Profundidad del Vaciado	Vaciado	Suave < 85%	Medio	Alto > 95%		
IA	Agregados de fabricación limpia, de relación alta de huecos	N/A	Piedra o roca angular molida, grava molida, escoria molida, huecos grandes con poco o nada de finos	5 56	Vaciado	18" (0.5m)	1000 (6,900)	3000 (20,700)	3000 (20,700)	3000 (20,700)
	IB	Agregados procesados, de fabricación limpia, de relación baja de huecos	N/A							
II	Suelo de grano grueso, limpio	GW	Grava bien graduada, mezcla grava/arena, poco o nada de finos	57 6 67	85%	12" (0.3m)	N/R	1000 (6,900)	2000 (13,800)	3000 (20,700)
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla grava/arena, con poco o nada de finos							
		SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas con poco o nada de finos							
		SP	Arenas mal graduadas, arenas gravosas; con poco o nada de finos							
III	Suelo de grano grueso con finos	GM	Gravas lodosas, mezcla grava/arena/cieno	Grava y Arena con <10% de finos	90%	9" (0.2m)	N/R	N/R	1000 (6,900)	2000 (13,800)
		GC	Gravas arcillosas, mezcla grava/arena/arcilla							
		SM	Arenas lodosas, mezcla cieno/arena							
		SC	Arenas arcillosas, mezcla arena/arcilla							
IVA ⁽²⁾	Suelo inorgánico de grano fino	ML	Cieno inorgánico y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o lodosas, cieno con baja plasticidad				N/R	N/R	N/R	N/R
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a mediana elasticidad, arcillas gravosas, arenosas o lodosas; arcilla magra							
IVB	Suelo inorgánico de grano fino	MH	Cieno inorgánico, suelos lodosos o de arena fina micácea o diatomácea o, cieno elástico.				N/R	N/R	N/R	N/R
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas							
V	Suelo Orgánico o Altamente Orgánico	OL	Cieno orgánico y arcillas lodosas orgánicas de baja plasticidad				N/R	N/R	N/R	N/R
		OH	Arcillas orgánicas de mediana a alta plasticidad, cieno orgánico							
		PT	Turbífero y otro suelo altamente orgánico							

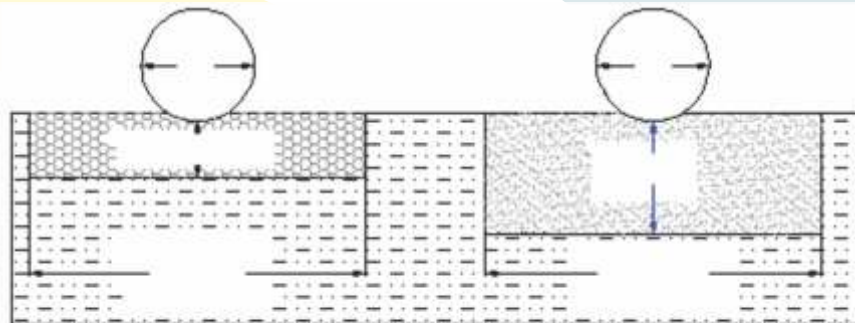
Notas:

- 1) Consulte ASTM D2321 para descripciones de suelo más completas.
- 2) La clase de material IVA tiene aplicaciones limitadas y puede ser difícil de colocar y compactar; úsese ÚNICAMENTE con la aprobación de un experto en suelos. Consulte a Quality Culvert para información adicional referente a la adaptabilidad de este material de relleno.
- 3) N/R indica que el uso de este material y/o nivel de compactación no es recomendado por ASTM D2321 para la cubierta del relleno.

COLOCACIÓN DEL RELLENO

Los drenajes pluviales se colocan algunas veces sobre cimientos que se asientan y levantan de una manera no uniforme. Afortunadamente, la tubería flexible puede amoldarse a muchos de estos cambios sin efectos nocivos. Sin embargo, las mejores prácticas de construcción implican el colocar la tubería sobre cimientos firmes para un desempeño máximo e integridad estructural durante toda la vida útil del diseño.

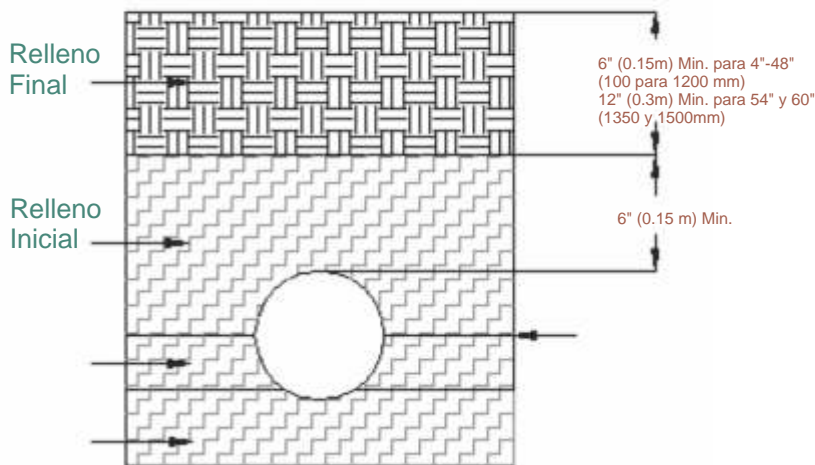
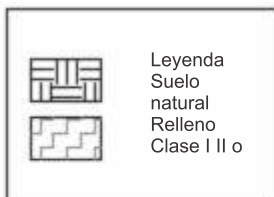
En algunos casos, pudiera ser necesario efectuar evaluaciones del subsuelo de la situación del terreno donde se sospechan condiciones no apropiadas de fango, salientes de roca u otras. Las zonas de material blando, como el fango, permiten que la tubería se asiente, afectando potencialmente las características hidráulicas del sistema. Las salientes de roca aplican puntos de carga donde tienen contacto con la tubería las cuales pueden afectar la hidráulica o la integridad estructural del sistema. Se recomienda que el material de cimiento que no sea apropiado se excave antes de que proceda la instalación de la tubería. La figura 1-1 ilustra cómo se deben tratar los materiales de cimentación blandos y rocosos antes de continuar con el proyecto.



Si no se encuentra ningún material de cimiento indeseable, deben colocarse algunas pulgadas de surcos (aproximadamente 0.05-0.15m) y compactarse sobre el cimiento para igualar las distribuciones de la carga por la tubería. (Refiérase a la Figura 1-2 para una descripción pictórica de la terminología del relleno). Los surcos pueden moldearse para concordar con el exterior de la tubería, aunque una práctica más común, especialmente para la tubería de 24 pulgadas (600mm) y mayor, es colocar la tubería sobre el surco y cuidadosamente apisonar o palear el relleno bajo los arcos hasta el nivel especificado de compactación.



Figura 1-2 Estructura Típica de Relleno



La siguiente capa de relleno, el arco, es la más importante, ya que es ésta la que proporciona el soporte de la tubería central contra el suelo y las cargas de tráfico. El arco debe colocarse por estratos de 4 a 6 pulgadas (0.10 - 0.15m) para su construcción óptima o, como se sugiere en la Tabla 1-2, en ambos lados de la tubería. Apisone para lograr la compactación especificada, o palee dentro del área, eliminando los huecos, si el material no necesita compactación. La construcción de cada estrato debe repetirse hasta la línea de arranque.

El relleno inicial se extiende desde la línea de arranque hasta un mínimo de 6 pulgadas (0.15m) por encima de la corona de la tubería. Esta área de relleno ancla a la tubería y asegura que las cargas se distribuyan tan parejamente como sea posible hacia el arco. Donde se utilice un material que necesite compactación es importante no utilizar equipo mecánico de compactación directamente sobre la tubería.

El relleno final, que se extiende desde la capa de relleno inicial hasta la superficie de la tierra, no soporta directamente al tubo. Para diámetros de 4 a 48 pulgadas (100mm-1200mm), el relleno inicial debe ser de un mínimo de seis pulgadas (0.15m). La compactación correcta en esta área no es tan crítica para la tubería como lo es en las otras capas. Sin embargo, si calles o carreteras cruzaran la tubería, se necesita un nivel de compactación relativamente alto para evitar que el pavimento se asiente. En la mayoría de las instalaciones los materiales excavados serán de la calidad adecuada para el relleno final.

El relleno fluido puede utilizarse como una alternativa para el material granular compactado, sin embargo se necesitan precauciones especiales para una instalación exitosa. El relleno fluido ocasionará que la tubería flote o se desalinee. Por lo tanto, la tubería necesitará hacerse pesada con sacos de arena o detenerse con algún sistema de anclaje. Alternativamente, el relleno fluido puede vaciarse por capas a las que se les permita curar antes de que se vacíe la siguiente.



IOHISA

INGENIERÍA Y OBRAS HIDRAULICAS S.A DE C.V.



COMPACTACIÓN

El nivel de compactación variará dependiendo de los criterios del material y de la instalación. La roca triturada y materiales similares normalmente no se compactan, pero necesitan cuidados durante la instalación para evitar vacíos grandes en la cubierta del relleno. El utilizar una pala para “rebanar” el material al ponerlo debajo y alrededor de la tubería casi siempre es suficiente.

Para otros materiales, los métodos de compactación dependerán principalmente de la cantidad de compactación, el coeficiente de relleno requerido y el nivel de humedad del material. En niveles óptimos de humedad, algunos suelos Clase II y III pueden compactarse a niveles mínimos recomendados simplemente caminando sobre cada estrato del relleno. Mientras esta técnica pudiera no ser aplicable para todas las instalaciones, lo que interesa es que la necesidad de compactación no siempre requiere demasiado esfuerzo extra o equipo mecánico. No obstante, si el equipo mecánico de compactación es necesario en la cubierta del relleno o cualquier otro lugar, los párrafos siguientes proporcionan guías sobre el equipo de compactación y los suelos en donde son más apropiados.

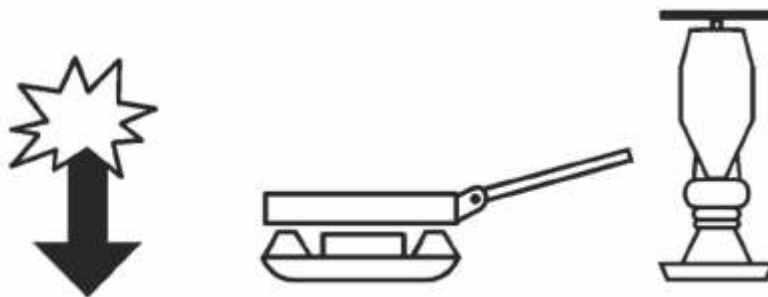
EQUIPO MECÁNICO DE COMPACTACIÓN

Apisonadores Manuales y Eléctricos Manuales: el compactar la capa del arco pudiera necesitar de un pequeño mecanismo apisonador para obtener la compactación especificada en un área confinada. Un palo sostenido con la mano o un listón de madera de dos por cuatro pulgadas pueden utilizarse para compactar el arco. Los apisonadores para las capas horizontales no deben pesar más de 20 libras (89N) y la cara apisonadora debe limitarse a un área no mayor a 6-pulgadas por 6-pulgadas (0.15 por 0.15m).

Los apisonadores o placas de pisón (Figura 1-3) utilizan una acción de impacto para sacar el aire y el agua de entre partículas de tierra para consolidar el relleno. Este equipo trabaja bien en suelos cohesivos o con alto contenido de arcilla. Debe tenerse cuidado de no usar compactadores de pisón directamente sobre al tubería.



Figura 1-3
Apisonadores



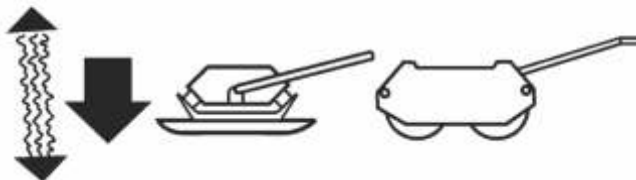
Apisonadores estáticos (Figura 1-4): La consolidación con apisonadores estáticos ocurre como resultado del peso que rueda del mismo equipo. Las aplanadoras de pie de cabra emplean pies de proyección para concentrar el peso de la máquina. Los apisonadores estáticos son más valiosos cuando se usan en relleno no-cohesivos lejos de la tubería. Deben utilizarse otros métodos de compactación cerca de la tubería.

Figura 1-4
Apisonadores Estáticos



Apisonadores de Vibración (Figura 1-5): El movimiento de ruedas o placas vibratorias “sacude” las partículas de tierra a un arreglo más denso y trabajan mejor con rellenos no-cohesivos. Dependiendo del tamaño y peso de la máquina los compactadores vibradores pueden usarse cerca de la tubería. Como siempre, debe tenerse cuidado de no impactar a la tubería directamente con demasiada fuerza.

Figura 1-5
Apisonadores de Vibración



El elegir el equipo correcto para el material de relleno es la clave para lograr la compactación más eficiente. Para mezclas de suelos, el componente que tiene el porcentaje más alto dictará qué tipo de equipo de compactación se requiere. La Tabla 1-3 guía en la selección del equipo de compactación.

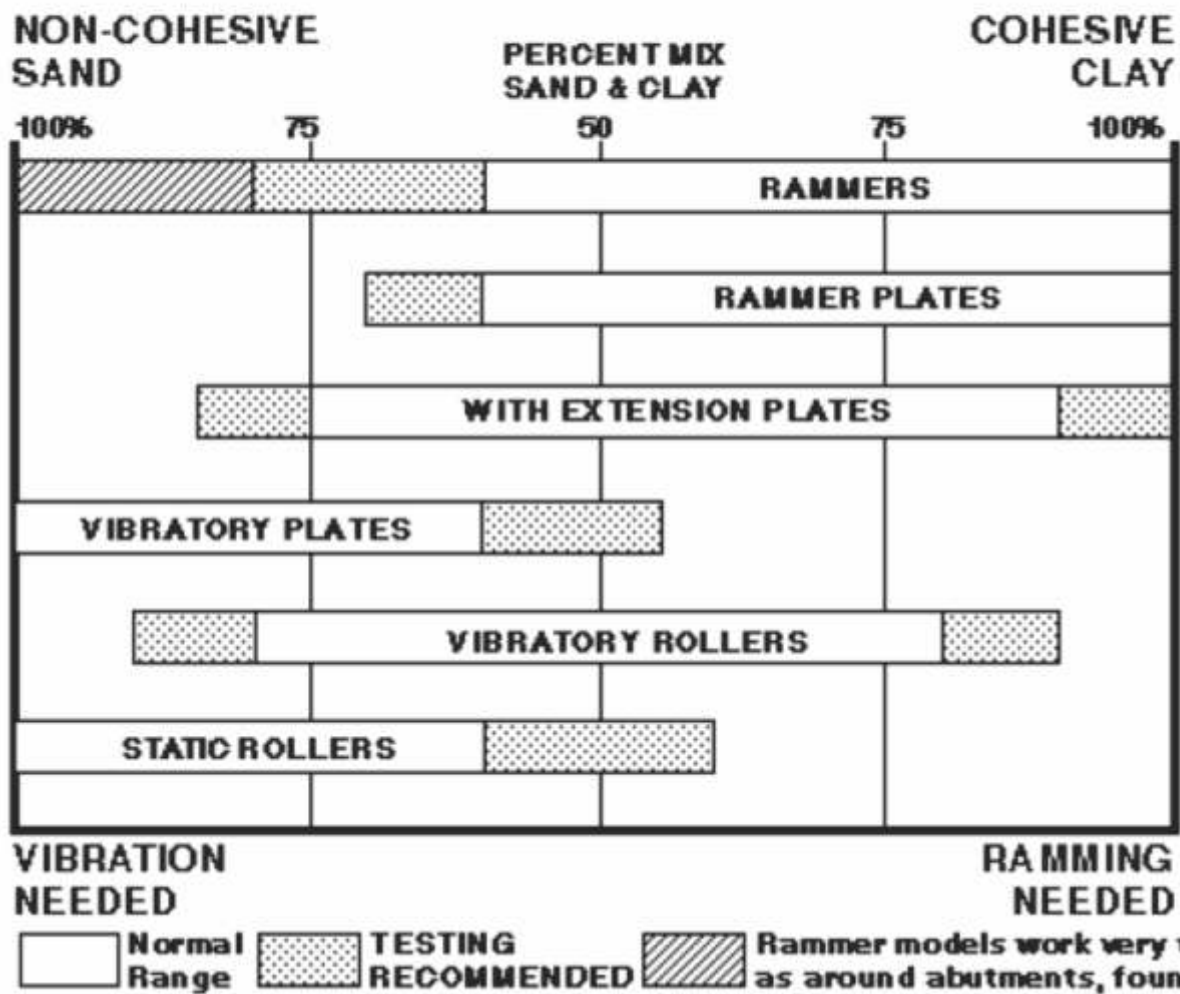


IOHISA

INGENIERÍA Y OBRAS HIDRAULICAS S.A DE C.V.



Tabla 1-3 Guía de Selección del Equipo de Compactación





IOHISA
INGENIERÍA Y OBRAS HIDRAULICAS S.A DE C.V.



JUNTAS

Las juntas sirven para muchos propósitos en un sistema de drenaje. El principal es conservar la integridad estructural de la línea de tubería sosteniendo físicamente juntos a los tramos del tubo. Los diseños de las juntas varían, pero frecuentemente esto se logra acoplando bandas o abrazaderas que se aseguran al siguiente tramo de tubería o por un empaque que da resistencia contra el movimiento. Las juntas bien diseñadas también conservan las propiedades hidráulicas de la tubería manteniendo la alineación entre extremos de las tuberías. Las juntas también pueden mantener la tierra fuera del sistema y, cuando los asuntos ambientales son de interés, mantienen al efluente dentro de la tubería. Los requerimientos específicos del sitio o las regulaciones locales comúnmente determinarán la calidad de la junta requerida. Cuando se prueba más de un diseño de producto o de junta para una instalación en particular, debe seleccionarse la alternativa más rentable. Las juntas de campana y espiga hacen que el proyecto fluya rápidamente porque requieren de poco tiempo para ensamblarse. El resultado puede ser un ahorro general significativo.



OTRAS CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

No todos los proyectos de drenaje pueden considerarse instalaciones “típicas”. Las condiciones del suelo no-usuales pueden no encontrarse sino hasta que se hace la excavación real. Pudieran necesitarse configuraciones más complicadas de la tubería para llegar al patrón deseado de drenaje o para aumentar la capacidad de una red existente de drenaje. Quality Culvert no puede predecir todas las situaciones que se enfrentan en instalaciones específicas; sin embargo, varias preguntas comunes tienen respuesta en el siguiente material. Contacte al Departamento de Ingeniería de Aplicación de Quality Culvert para respuestas a otras condiciones únicas.

EQUIPO LIGERO DE CONSTRUCCIÓN Y PAVIMENTACIÓN

Algunos vehículos de construcción, tales como muchos tipos de equipos de pavimentación, no son tan pesados como la carga planeada. Para situaciones con vehículos de construcción relativamente ligeros, el criterio de un pie (0.3m) de profundidad mínima discutido en la Sección 2 puede disminuirse durante la fase de construcción. La Tabla 1-5 presenta las cargas aplicadas a la superficie y la profundidad mínima correspondiente que puede permitirse en forma temporal. Estos criterios deben emplearse sólo durante la construcción; los proyectos terminados deben tener una profundidad mínima como se expone en la Tabla 1-8 de la sección de Estructuras. No debe permitirse que los vehículos que excedan estos criterios transiten sobre la instalación.

Tabla 1-5
Requisitos Temporales de Profundidad para Tráfico de Construcción Ligero

Carga Vehicular en Superficie, psi(kPa)	Profundidad Mínima Temporal, pies.(m)
75 (517)	0.75 (0.23)
50 (345)	0.50 (0.15)
25 (172)	0.25 (0.08)

El tráfico de construcción muy pesado representa una preocupación para la tubería flexible enterrada a profundidades ligeras. Las cargas extremadamente altas creadas por vehículos de construcción pueden reducir potencialmente los factores de seguridad por debajo de niveles razonables en condiciones de profundidad mínima. Se recomienda utilizar de dos a tres pies (0.6 - 0.9m) de profundidad sobre la tubería en instalaciones que involucren vehículos de construcción de peso entre 30 y 60 toneladas (267-534kN). Las cargas más considerables requerirán de 3 pies de profundidad. Esta profundidad adicional puede ser montada y compactada por encima de la tubería durante la fase de construcción y después desmontada terminada la construcción. Si en una construcción en particular, la tubería ya tiene la profundidad mínima, no se necesitan precauciones adicionales.



UNIENDO DIFERENTES TIPOS Y TAMAÑOS DE TUBERÍA

Los sistemas de drenaje frecuentemente implican el conectar tubería de diferentes materiales o tamaños. Las opciones para hacer estas transiciones están frecuentemente limitadas por la calidad requerida de la junta. Un método muy común para conectar diferentes tipo de tubos del mismo tamaño y en alguno de los casos de diferentes tamaños, es por medio del uso de un collarín de concreto. Éste generalmente proporciona una calidad mínima de junta hermética al fango, pero depende ultimadamente de la mano de obra. Un collarín de concreto se forma juntando los extremos del tubo, envolviendo la unión con un geotextil para mantener afuera la mayoría de la tierra y el concreto, y después vaciar un collarín de concreto que cubra ambos extremos de la tubería.

Otra opción pudiera ser el utilizar accesorios o adaptadores específicamente diseñados para esta aplicación. Quality Culvert ofrece una selección de accesorios diseñados para la transición directamente de un material a otro. En otros casos puede ser necesario utilizar en combinación un accesorio Quality Culvert con otro empaque del fabricante, por ejemplo, para completar la transición. Las transiciones de esta manera pudieran ser más herméticas al agua que el collarín de concreto.

Los registros de inspección o colectores también pueden utilizarse en cambios de materiales o tamaños de tuberías y son exigidos por muchas agencias. Los registros de inspección pueden ser más costosos que cualquier otra alternativa, pero también pueden permitir cambios de grado y de dirección además de los cambios en el material y el tamaño de la tubería. Deben consultarse las normas locales para determinar si los registros de inspección o los colectores se requieren en alguno o en todos los cambios de la tubería.

INSTALACIONES VERTICALES

Las tuberías algunas veces son instaladas verticalmente para utilizarse como colectores o registros de inspección, elevadores de estanque, fosas medidoras y aplicaciones similares. Las instalaciones verticales no se comportan igual que la tubería que se instala horizontalmente porque la interacción entre el suelo y la tubería es diferente. El suelo que rodea a un tubo vertical asegura a las corrugaciones, permitiendo que la tubería se mueva junto con la consolidación del suelo que ocurre con el tiempo. Este movimiento puede ocasionar el ondeo del revestimiento interior que, a menos que sea muy severo, generalmente no afecta al desempeño de la instalación terminada.

Los requisitos de instalación son especialmente importantes para las instalaciones verticales. El material de relleno y los niveles de compactación determinarán el desempeño de la instalación terminada. El relleno debe extenderse a un mínimo de un pie (0.3 m) completamente alrededor de la estructura vertical. Las recomendaciones para el material de relleno son idénticas a las de una instalación



horizontal; los niveles de compactación y los requisitos máximos de elevación deben apegarse estrictamente (refiérase a la Tabla 1-2). Los límites adicionales de aplicaciones generales incluyen los siguientes:

- La altura de la estructura vertical no debe exceder de ocho pies (2.4m), al menos que el diseño sea revisado por el Departamento de Ingeniería de Aplicación de Quality Culvert.
- Si se transita sobre una estructura vertical, debe utilizarse un collarín de concreto o estructura similar diseñada para transmitir la carga hacia el suelo. Las cargas de tráfico no deben transmitirse directamente a la pared de la tubería.
- Las armazones de hierro fundido sosteniendo los emparrillados o capas deben asentarse sobre un collarín de concreto o estructura similar de manera que el peso del armazón y el emparrillado o capa se transfiera al suelo, no a la tubería vertical.

Las instalaciones verticales de cualquier accesorio de Quality Culvert deberán revisarse primero en cuanto a la adaptabilidad con Ingeniería de Aplicación de Quality Culvert. Esto incluye, pero no se limita a, Tes, codos y reductores de cualquier combinación. La aplicación incorrecta o instalación inadecuada puede afectar la función de la parte o el sistema de drenaje. Pueden existir también otros límites de desempeño del producto, dependiendo de la aplicación. Contactar a Quality Culvert para mayor información.

AGUA SUBTERRÁNEA

Si existe agua subterránea en la zanja, es necesario desecar con el fin de mantener la estabilidad de los materiales naturales e importados. Para asegurar un fondo de zanja estable, el nivel de agua en la zanja deberá permanecer por debajo de los surcos durante el procedimiento de instalación.

FLOTACIÓN

La tubería de cualquier tamaño y material puede flotar bajo las condiciones propicias. El tipo de suelo y su densidad, la profundidad, la altura del botaguas, el peso de la tubería y la cantidad del efluente en la tubería tendrán un efecto sobre el potencial de flotación.

La propiedad de la tubería que afecta la flotación es el peso; los productos más pesados no tienen mayor tendencia a flotar. Uno de los principales beneficios de instalación de la tubería de polietileno de Quality Culvert es su ligereza. La misma cualidad que proporciona el fácil manejo e instalación también le da una mayor oportunidad de flotar. Se realizó una revisión de productos Quality Culvert para buscar problemas de flotación. Debido a los muchos factores que afectan la flotación, tuvieron que hacerse ciertas suposiciones. Estas suposiciones fueron las siguientes:

- 1) Se dio por hecho que la tubería estaba vacía. Esto no sólo simplifica los cálculos, sino que crea una condición que favorece la flotación. A





menos que el sistema se construya para ser hermético al agua, esta condición no se encontrará en una instalación real.

2) Se eligió un ángulo de fricción de suelo (ϕ) de 36.87 grados. Este valor es apropiado para la mayoría de las mezclas de arena y grava y dará resultados conservadores.

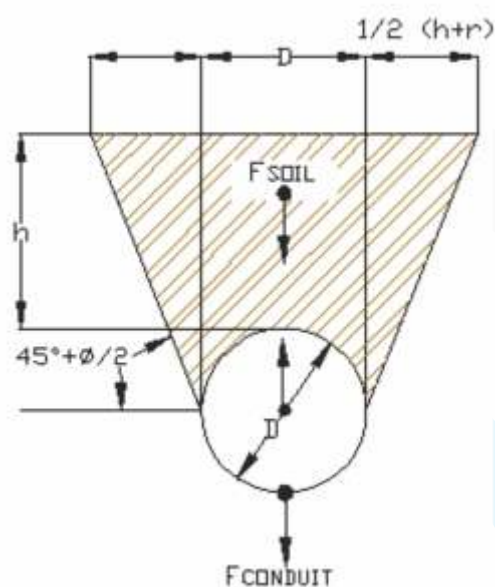
3) La densidad de suelo utilizada fue de 120 pcf (1930 kg/m³), que es normal para muchas mezclas saturadas de tierra. Los suelos de mayores densidades reducirán el riesgo de flotación.

4) Se asumió que el botaguas estaba en la superficie del suelo simulando por lo tanto un terreno completamente saturado. Esta suposición creó una situación de “el peor de los casos” para dar resultados más conservadores.

5) Los suelos granulosos se recomiendan en la mayoría de las instalaciones. Muchos suelos exhiben cierto nivel de cohesión, lo que reduciría los efectos de flotación; sin embargo, este ejemplo de problema implicó suelos granulosos o sin cohesión.

Se muestra un diagrama de las fuerzas que afectan la tubería en la Figura 1-6.

Figura 1-6 Fuerzas que Afectan la Flotación



En la Tabla 1-6 se muestra un resumen del relleno requerido para evitar la flotación basado en las suposiciones anteriores. Note que en muchos casos, se necesita menos de un pie (0.3m) de profundidad. Sin embargo, para propósitos estructurales, se requiere como mínimo un pie (0.3m) de profundidad.



Tabla 1-6
Profundidad Mínima Requerida para Evitar la Flotación

	Diámetro pulgadas (mm)	Profundidad pulgadas (m)
Store Seal	4 (100)	2 (0.05)
	6 (150)	3 (0.08)
	8 (200)	4 (0.10)
	10 (250)	5 (0.13)
	12 (300)	6 (0.15)
	15 (375)	7 (0.16)
	18 (450)	8 (0.20)
	24 (600)	11 (0.28)
	30 (750)	14 (0.36)
	36 (900)	16 (0.40)
	42 (1050)	18 (0.46)
	48 (1200)	21 (0.53)
	54 (1350)	23 (0.58)
	60 (1500)	25 (0.64)
Single Q	3 (75)	2 (0.05)
	4 (100)	2 (0.05)
	6 (150)	3 (0.08)
	8 (200)	4 (0.10)
	12 (300)	5 (0.13)
	15 (375)	6 (0.15)
	18 (450)	7 (0.18)
24 (600)	11 (0.28)	

A pesar de su ligereza, los productos Quality Culvert no flotarán cuando se colocan sólo bajo poca profundidad. Adicionalmente, si hubiera efluente en la tubería, como sería en el caso de un suelo completamente saturado, su peso impediría aún más la flotación.

Una segunda variable muy importante es la profundidad de entierro. Durante la instalación, cuando la tubería no ha sido todavía cubierta, el potencial de flotación aumenta. Como precaución, la tubería debe cubrirse con por lo menos un pie (0.3m) de relleno antes de dejar el lugar de trabajo cada día. Regularmente, la tubería se instala bajo cuatro pies (1.2 m) de profundidad, de ser así, la flotación no es ningún problema.

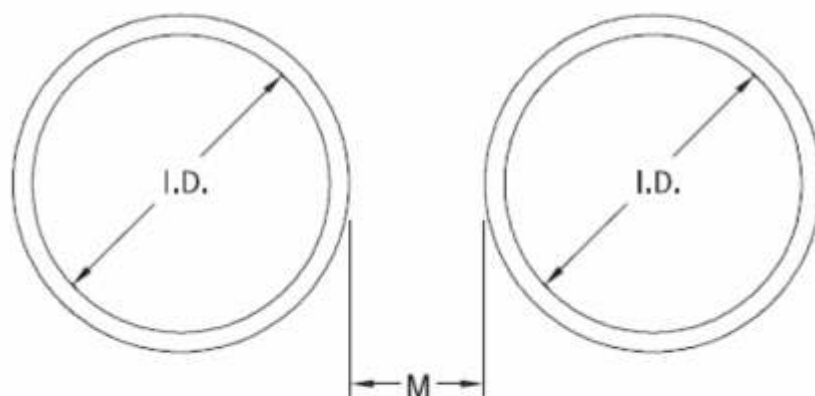
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARALELA

Los drenajes pluviales pueden instalarse paralelos cuando la capacidad suministrada por una de las tuberías no es suficiente, como en una situación de desahogo.

Se necesita una cantidad mínima de relleno para proporcionar soporte lateral adecuado y también se requiere un espacio mínimo para compactar al relleno correctamente con el fin de desarrollar este soporte. Los espaciados mínimos generalmente aceptados se muestran en la



Figura 1-7
Espacio Mínimo de Tubería



UP TO 24" (600mm) I.D.: M=12" (0.3mm)
MORE THAN 24" (600mm) I.D.: M=1/2 I.D.

INSTALACIONES COMBADAS

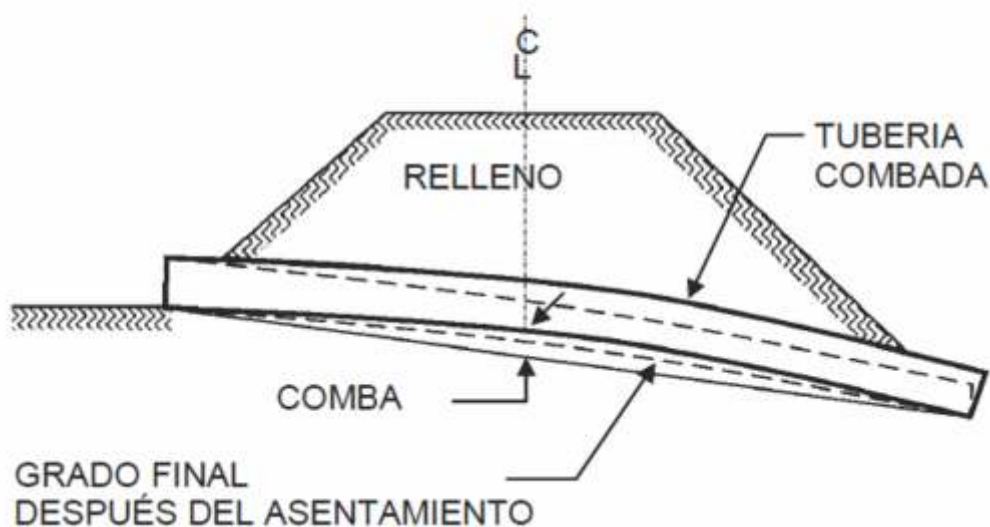
Algunas instalaciones de tubería pudieran necesitar diseñarse para asentamientos irregulares sin importar la calidad y construcción de cubierta del relleno. Los terraplenes altos tienden especialmente a desnivelar los asentamientos debido a que la carga en la tubería cerca del centro del terraplén será mayor que en la parte superior de la inclinación. Para eliminar las bolsas bajo el terraplén, debe combarse la tubería.

Combar es el proceso de instalar la tubería de manera que el asentamiento esperado creará la inclinación deseada. Puede lograrse instalando la mitad de contracorriente de la tubería sobre un grado plano y la mitad corriente abajo en un grado que sea mayor que el diseñado, como se muestra en la figura 1-8. Debe consultarse a un ingeniero de suelo para esta situación especializada.

Figura 1-7.



Figura 1-8
Instalaciones de Tubería Combada



La tubería corrugada, debido a su flexibilidad, puede combarse fácilmente. La tubería rígida, como la de concreto no puede combarse debido a que el asentamiento puede ocasionar que la tubería se fracture.

En suma, la tubería instalada bajo terraplenes altos, hasta en las mejores condiciones de relleno, puede fracturarse como resultado del asentamiento irregular.

EL COMPRADOR/USUARIO ES RESPONSABLE DE LA UTILIDAD DEL PRODUCTO EN CUALQUIER APLICACIÓN DETERMINADA. EL VENDEDOR NO SE HACE RESPONSABLE POR DAÑOS QUE RESULTEN DE LA INCORRECTA INSTALACIÓN, EL INCUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS PARA INSTALACIÓN DEL PRODUCTO O EL USO FUERA DE LOS LINEAMIENTOS QUE AQUÍ SE ESTABLECEN.



Dirección
Roble 2137 Ote.
Col. Brittingham
Gomez Palacio, Dgo. México

Tels:
Conmutador:(871)714-84-27,
(871)714-84-60, (871)714-84-40
(871)714-84-88, (871)795-99-12
(01-800)440-84-70

Emails:
ventas@iohisa.com
gerencia@iohisa.com
ventas1@iohisa.com
compras@iohisa.com

www.iohisa.com

