



ITS Composites S.A. de C.V.

MANUAL DE INSTALACION SUBTERRÁNEA DE TUBERÍAS PRFV

Tabla de Contenido

Contenido

1	PRÓLOGO	4
1.2	SISTEMA WEX PIPE	4
1.3	SALUD Y SEGURIDAD	4
1.4	DOCUMENTOS RELACIONADOS	5
2	TERMINOLOGÍA	6
3	TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAJE	7
3.1	TRANSPORTE DE TUBERÍA.....	7
3.2	MANEJO DE TUBERÍA.....	8
3.2.1	MANEJO DE TUBERÍAS EMPAQUETADAS	8
3.2.2	MANEJO DE TUBERÍAS INDIVIDUALES	8
3.2.3	DESCARGA DE TUBERÍA TELESCOPIADA	9
3.2.4	MANEJO DE BOCAS DE INSPECCIÓN Y ACCESORIOS	10
3.3	ALMACENAJE DE TUBERÍA	11
3.4	ALMACENAJE DE O-RINGS Y LUBRICANTES	13
4	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN	13
4.1	ZANJA.....	13
4.2	ZANJA PARA MÚLTIPLES TUBERÍAS.....	16
4.3	SOPORTES DE PAREDES DE ZANJA	16
4.4	LECHO.....	17
4.5	MATERIAL DE RELLENO.....	18
4.6	TIPOS DE INSTALACIÓN.....	20
4.6.1	INSTALACIÓN TIPO 1.....	20
4.6.2	INSTALACIÓN TIPO 2.....	21
4.7	RELLENO FINAL DE LA TUBERÍA.....	21
4.7.1	COMPACTACIÓN.....	21
4.8	DEFLEXIÓN DE TUBERÍA	22
5	ACOPLAMIENTO DE TUBERÍA.....	23
5.1	JUNTAS DE TUBERÍA ESTÁNDAR.....	23
5.2	ARTICULACIONES BLOQUEADAS	25
5.3	OTROS MÉTODOS DE UNIÓN	25
6	ACOPLAMIENTOS DE CONCRETO Y RESTRICCIONES DE EMPUJE	26
6.1	PROCESO DE ANCLAJE DE LA TUBERÍA	26
7	POZOS DE REGISTRO, ESTRUCTURAS ESPECIALES Y TANQUES.....	27

7.1	INSTALACIÓN DE POZOS DE REGISTRO.....	27
7.1.1	INSTALACIÓN DE POZO DE INSPECCIÓN CON CARGAS DE TRÁFICO	28
7.2	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS ESPECIALES.....	28
7.3	INSTALACIÓN DE TANQUES.....	28
8	VÁLVULAS Y CÁMARAS	29
8.1	VÁLVULAS EN LÍNEA	29
8.1.1	ENTERRADO DIRECTO	29
8.1.2	BLOQUE DE EMPUJE ADYACENTE A LA VÁLVULA	29
8.1.3	CÁMARAS	29
8.2	VÁLVULAS DE AIRE Y DE VACÍO.....	30
8.2.1	BOQUILLA BRIDADA VERTICAL.....	30
8.2.2	BOQUILLA TANGENCIAL.....	30
8.3	VÁLVULAS DE DRENAJE	30
9	PRUEBAS DE TUBERÍA A GRAVEDAD	31
9.1	PRUEBA HIDROSTÁTICA PARA DRENAJES.....	31
9.2	PRUEBA DE PRESIÓN DE JUNTAS.....	32
10	PRUEBA DE TUBERÍAS PRESURIZADAS	33
10.1	PRUEBAS HIDRÁULICAS EN CAMPO	33
10.2	PRUEBA DE PRESIÓN DE JUNTAS.....	33
11	CORTE DE TUBERÍA EN SITIO.....	34
12	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LA TUBERÍA	34
12.1	LIMPIEZA DE LA TUBERÍA.....	34
12.1.1	LIMPIEZA MECÁNICA	35
12.1.2	LAVADO A PRESIÓN NORMAL	35
12.1.3	LIMPIEZA CON EQUIPOS DE AGUA A PRESIÓN.....	35
12.2	TRABAJOS DE REPARACIÓN	35
12.2.1	EVALUACIÓN DEL DAÑO EN LA TUBERÍA	36
12.2.2	REEMPLAZO DE UNA SECCIÓN DE TUBERÍA.....	36
13.	INSTALACIONES ESPECIALES	36
13.1	CRUCES DE TUBERÍA	36
13.2	ZANJA INUNDADA	37
13.3	FONDO DE ZANJA INESTABLE.....	38
13.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN PENDIENTES.....	38
13.5	OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.....	38

1 Prólogo

El contenido de este manual tiene la finalidad de concientizar al instalador sobre los requerimientos y procedimientos para la correcta instalación subterránea de tubería WEX PIPE. Cualquier tipo de instalación que no sea enterrada, no será discutido en esta guía. La información será de utilidad antes, durante y después del proceso de instalación. Las recomendaciones a continuación son lineamientos generales y no aplican para proyectos específicos. En caso de encontrarse con una situación que no esté presente en el manual, por favor contacte al departamento de soporte técnico de ITS Composites.

La instalación apropiada es responsabilidad del ingeniero a cargo o contratista, ITS Composites no verifica ni se hace responsable de las condiciones de instalación en sitio a menos de que se especifique por contrato.

Durante la instalación, es importante aplicar el sentido común y juicio personal. El instalador debe cumplir el reglamento de construcción, seguridad y medio ambiente de manera local y federal. Si algún concepto o instrucción no quedara claro después de un análisis cuidadoso del manual, por favor no dude en contactar a alguno de nuestros expertos. **WEX PIPE** ofrece servicio personalizado, diseñado para cumplir con requerimientos individuales. Los lineamientos y estándares relevantes están basados en los procedimientos de diseño estructural AWWA M45. Las imágenes a lo largo del manual son exclusivamente de referencia, pueden variar dependiendo del proyecto o requerimientos de transporte.

1.2 Sistema WEX PIPE

Las características de resistencia y flexibilidad de la tubería **WEX PIPE** en conjunto con el lecho aledaño a la tubería y el suelo, causan deformación bajo cargas externas, lo que genera un ambiente ideal para transferir cargas verticales. La deflexión de la tubería permite la distribución y transmisión de las cargas a los materiales que la rodean, en cambio, las tuberías rígidas tienen que absorber la carga externa completa.

1.3 Salud y Seguridad

Como se menciona anteriormente, el contratista debe cumplir en todo momento con las leyes y normas de seguridad y salud. Se debe de ser muy cuidadoso desde la entrega en obra de materiales, hasta la instalación del sistema de tubería, todos los requisitos legales y operativos con respecto a la salud y seguridad ocupacional, protección contra incendios y seguridad técnica, independientemente al manual de instalación. Las operaciones dentro de zanjas se llevan a cabo en condiciones potencialmente peligrosas, por lo que se debe tener especial consideración durante el proceso de instalación.

Es importante mantener el área de trabajo limpia y tomar precauciones para evitar que algún objeto caiga dentro de la zanja mientras se realizan trabajos. El material excavado debe depositarse a una distancia segura de manera que no caiga de nuevo a la zanja durante la instalación de la tubería. Cualquier movimiento o traslado de vehículos, maquinaria y equipo debe ser monitoreado cuidadosamente para proteger a cualquier persona que pueda estar dentro de la zanja. Evite la exposición de la tubería al calor intenso, llamas, chispas de soldadura y otras fuentes de calor. Se recomienda prestar atención especial al almacenar, manipular y transportar la tubería cuando se exponga a la humedad o a materiales como grasas y aceites.

1.4 Documentos Relacionados

El documento de instalación, en gran parte está basado en la norma AWWA M45 de la American Water Works Association. Sin embargo, las siguientes Normas de ASTM pueden ser utilizadas para obtener mayor información adicional relacionada con la instalación subterránea de tuberías.

D420	Guía estándar para la caracterización del sitio de diseño de ingeniería y para propósitos de construcción
D653	Terminología estándar de los suelos, roca, y líquidos contenidos
D698	Métodos de Prueba Estándar para Características de compactación en laboratorio usando esfuerzo estándar
D883	Terminología estándar relacionada con plásticos
D1556	Método de prueba estándar para determinar la densidad y el peso unitario del suelo in-situ por el método de cono de arena
D1557	Métodos de prueba estándar para características de compactación en laboratorio usando esfuerzo modificado
D1586	Método de prueba estándar para la prueba de penetración estándar (SPT) y muestreo del suelo con barril dividido
D2167	Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en su lugar por el método de globo de goma
D2216	Métodos de prueba estándar para la determinación en el laboratorio de agua (humedad), contenido de suelo y roca por masa
D2321	Práctica estándar para la instalación subterránea de termoplástico de tuberías para alcantarillado y otras aplicaciones de flujo de gravedad
D2412	Método de prueba estándar para la determinación de las características de carga externa de tuberías de plástico de placas paralelas
D2487	Práctica estándar para la clasificación de los suelos para la ingeniería (Sistema único de clasificación de suelos)
D3441	Método de prueba estándar para pruebas de penetración de los suelos con cono mecánico
D3839	Guía estándar para la instalación subterránea de tubería fibra de vidrio
D4253	Métodos de prueba estándar para el índice de máxima densidad y peso unitario de suelos utilizando una tabla vibratoria
D4254	Métodos de prueba estándar para el índice mínimo de densidad y peso unitario de los suelos y de cálculo de la densidad relativa
D4318	Métodos de prueba estándar para el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de los suelos
D4643	Método de prueba para la determinación volumétrica de pequeñas cantidades de cobre de los textiles
D4914	Métodos de prueba estándar para determinar la densidad de tierra y roca en su lugar por el método de sustitución de arena en un pozo de prueba
D4959	Método de prueba estándar para la determinación del contenido de humedad y suelo por calentamiento directo

D5030	Método de prueba estándar para determinar la densidad de tierra y roca in situ por el método de sustitución de agua en un pozo de prueba
D5080	Método de prueba estándar para la determinación del porcentaje de compactación
F412	Terminología estándar relacionada a sistemas de tubería plástica
F1668	Guía estándar para los procedimientos de construcción para tuberías de plástico enterrado

2 Terminología

Lecho: Material de relleno colocado en el fondo de la zanja o en la base para proporcionar un material uniforme sobre el cual colocar la tubería.

Acostillado: Material de relleno colocado en la parte superior de la cama y debajo de la línea media de la tubería; el término solo se refiere al suelo directamente debajo de la tubería.

Cimentación: Material colocado y compactado en el fondo de la zanja para reemplazar el material sobre excavado y / o para estabilizar el fondo de la zanja si se encuentran condiciones del suelo inadecuadas.

Compactibilidad: medida de facilidad en la cual un suelo puede ser compactado a una alta densidad y rigidez.

Deformación: Cualquier cambio en el diámetro de la tubería como resultado de la instalación y las cargas impuestas. La deformación puede medirse e informarse como un cambio en el diámetro vertical u horizontal y generalmente se expresa como un porcentaje del diámetro de la tubería no deformada.

Finos: Partículas del suelo que pasan un tamiz No. 200 (0.076 mm).

Ingeniero: El ingeniero o el representante debidamente reconocido o autorizado a cargo del trabajo.

Relleno inicial: Material de relleno colocado a los lados de la tubería y hasta 150 - 300 mm sobre la parte superior de la tubería, incluido el acostillado.

Relleno final: Material de relleno colocado desde la parte superior del relleno inicial hasta la superficie del suelo.

Suelo local: Suelo natural en el que se excava una zanja para la instalación de tuberías o en la que se colocan una tubería y un terraplén.

Zona de Empotramiento: Todo el relleno alrededor de la tubería, incluido el lecho, el acostillado y el relleno inicial.

3 Transporte, Manejo y Almacenaje

3.1 Transporte de Tubería

La tubería **WEX PIPE** puede ser entregada en longitudes de 12 m, 9 m, 6 m, a menos que el cliente especifique lo contrario. La tubería es transportada con soportes especiales para evitar movimientos bruscos durante el transporte.

ITS Composites es una compañía que toma en consideración su huella ecológica. En un esfuerzo por reducir la emisión de CO₂, la tubería de menor diámetro puede ir telescopiada (refiérase a la imagen 1) dentro de otra tubería de un diámetro mayor. Esto también permite que el transporte de la tubería sea más rentable. El transportista tiene que tener cuidado al momento de frenar bruscamente ya que se podría deslizar la tubería.

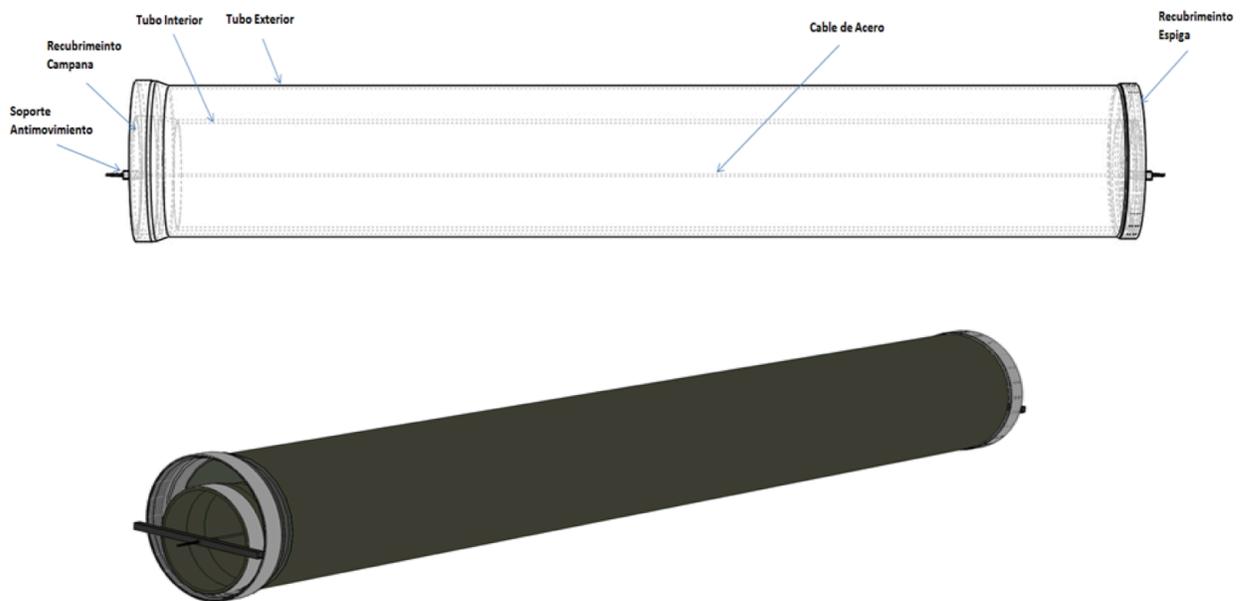


Imagen 1: Telescopiado de tubería WEX Pipe.

En caso de que se necesite mover la tubería de lugar una vez que ya fue suministrada por ITS Composites, se debe de prestar atención al momento de colocar soportes entre las tuberías. Se recomienda poner 4 soportes como mínimo ya que, si no se ponen los suficientes soportes la tubería se puede llegar a marcar debido al peso del tubo.



Imagen 2: Transporte de tubería WEX Pipe.

3.2 Manejo de Tubería

Los componentes de la tubería deben ser cargados y descargados adecuadamente. Personal capacitado realiza la carga de la tubería y sus soportes especiales en la fábrica de manera correcta. La descarga de la tubería es responsabilidad del cliente. Es importante enfocarse en el control de la tubería mientras se descarga. Impactos en los componentes pueden dañar las propiedades de la tubería. No deje caer ni que se golpee la tubería. Si en algún momento durante el manejo o instalación de la tubería y accesorios ocurre un accidente, se debe reparar antes de instalar la sección.

3.2.1 Manejo de Tuberías Empaquetadas

Si la tubería no se encuentra empaquetada, consulte la sección 3.2.2 Manejo de Tuberías Individuales. Las tuberías empaquetadas deben ser descargadas como si fueran una sola unidad por medio de eslingas para evitar daños mecánicos. Por favor refiérase a la imagen 3.

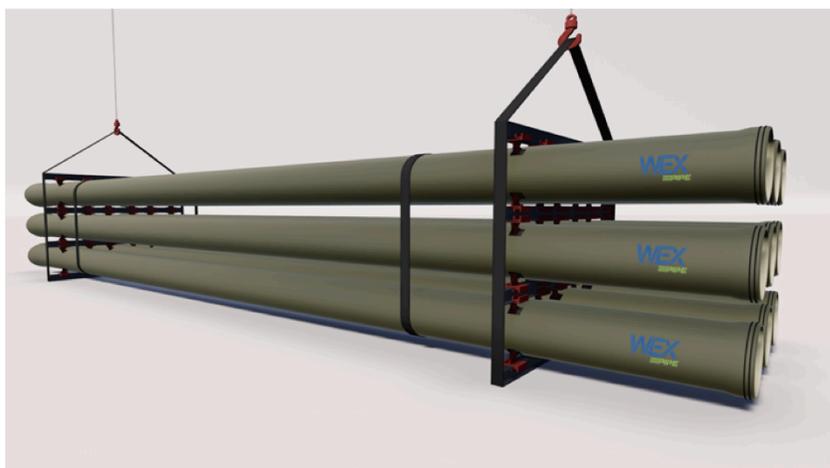


Imagen 3: Manejo de tuberías empaquetadas.

3.2.2 Manejo de Tuberías Individuales

Al manejar tuberías individuales, use solo materiales que no dañen la tubería, como eslingas. Por razones de seguridad, se recomienda manejar las tuberías a través de dos puntos de apoyo. Por favor refiérase a la imagen 4. Sin embargo, las secciones de tubería pueden ser levantadas con un solo punto de apoyo. Independientemente de los puntos de apoyo, se debe equilibrar la tubería con una soga o amarre para evitar balanceos. Por favor refiérase a la imagen 5.

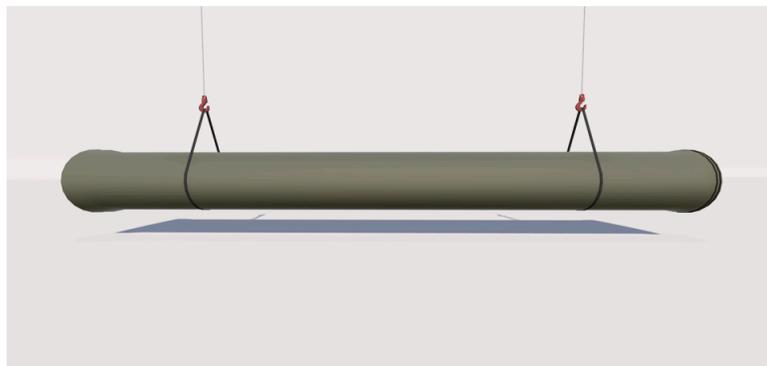


Imagen 4: Carga y descarga de tubería.



Imagen 5: Levantando una tubería en un solo punto con un amarre para controlar el giro.

En ciertos casos, puede ser necesario transportar la tubería con la ayuda de una viga transversal dentro de la misma. Las partes de la viga que pueden entrar en contacto con la tubería deben cubrirse con acolchonamiento para evitar daños a la tubería y los acoplamientos.

3.2.3 Descarga de Tubería Telescopiada

La tubería telescopiada requiere procedimientos especiales para su manejo, descarga, almacenaje y transporte. La tubería debe ser descargada con dispositivos adecuados para prevenir cualquier accidente. Para evitar daños, siempre se debe seguir las siguientes instrucciones:

- Levante la tubería telescopiada con al menos dos eslingas.
- Debe asegurarse que las eslingas tengan la capacidad de carga suficiente para la tubería telescopiada. El peso de cada paquete de tubería se especificará en cada entrega.
- La tubería telescopiada solo puede ser transportada de manera segura en el embalaje original.

- Al remover la tubería telescópica, comience con la de menor tamaño. Puede ser removida usando un montacargas elevando cuidadosamente el tubo. Es necesario cubrir las horquillas del montacargas para no dañar la tubería. Por favor refiérase a la imagen 6.



Imagen 6: Removiendo tubería telescópica.

3.2.4 Manejo de Bocas de Inspección y Accesorios

Los mismos lineamientos de la tubería aplican para bocas de inspección y accesorios. Las bocas de inspección pueden ser transportadas horizontalmente o verticalmente, dependiendo de su altura. Las bocas de inspección contienen anclajes integrados de fábrica para facilitar y hacer más segura su descarga. Los accesorios sueltos deben ser montados en sitio.

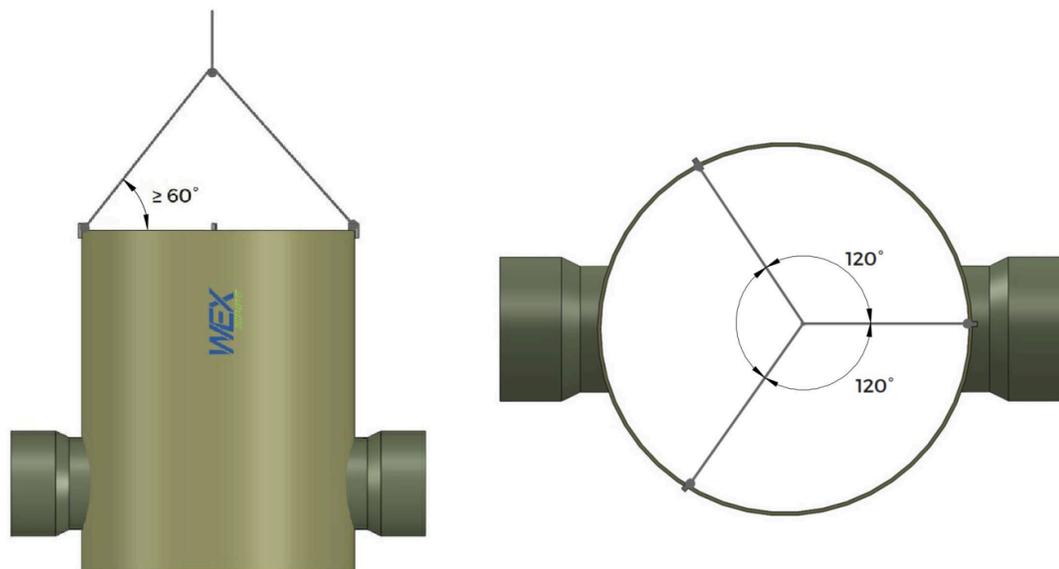


Imagen 7: Puntos de apoyo para bocas de inspección y accesorios.

Nota:

- En ningún momento levante la tubería con ganchos en los extremos o pasando una cadena, cuerda o cable a través de la sección.
- No someta la tubería a cargas puntuales.
- Se debe tener cuidado con las herramientas metálicas para evitar dañar la tubería.
- Está estrictamente prohibido jalar la tubería a través del suelo o rodarla largas distancias.
- En caso de ser necesario un requerimiento especial para el soporte, configuración o amarre al vehículo, será especificado para cada proyecto.

3.3 Almacenaje de Tubería

Se recomienda almacenar la tubería con el embalaje original o sobre madera plana para facilitar su colocación y evitar daños por irregularidades del terreno. Al almacenar la tubería directamente en el suelo, se debe colocar en una superficie pareja y libre de rocas o escombros.

Todos los tubos deben ser acuñados para evitar que rueden a causa de fuertes vientos. Refiérase a la imagen 8 para más detalles al respecto.

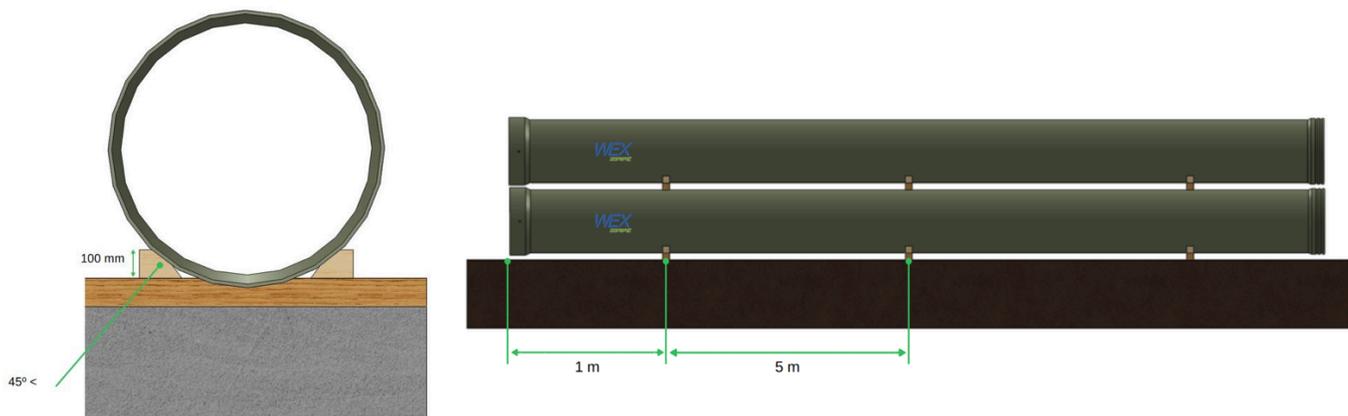


Imagen 8: Almacenamiento de tubería con soportes de madera.

Los materiales no deben exponerse a calor intenso, llamas, grasas, aceites o solventes.

En sitios de almacenaje temporal, la tubería debe estar protegida contra vandalismo.

Cuando la tubería se encuentra apilada, asegúrese de que la pila sea estable para condiciones como fuertes vientos, superficies desiguales o cargas horizontales. La altura máxima depende de las condiciones del suelo y la capacidad de carga de la maquinaria en sitio. Como referencia, la altura máxima de la pila es de aproximadamente 3 metros. De ser posible, utilice el embalaje de envío original para apilar la tubería. Por favor refiérase a la tabla 1.

Díámetro Nominal DN	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	≥ 1400
Cantidad	8	8	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	1

Tabla 1 : Número máximo de tubos apilados según diámetro

Apilar la tubería fuera de estos límites puede dañarla. Por favor refiérase a las imágenes 9 y 10 para ver la manera correcta e incorrecta de cómo apilar las tuberías.

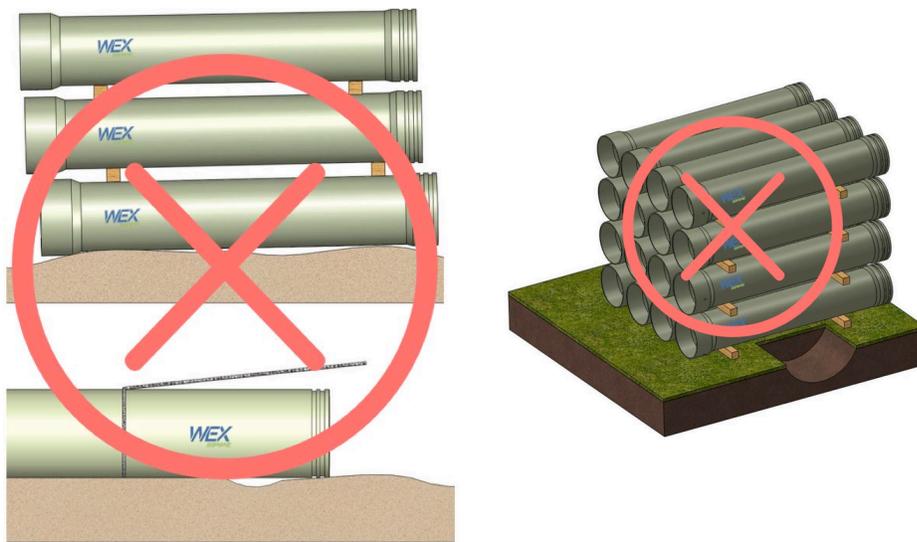


Imagen 9: Manera incorrecta para almacenamiento de tubería.



Imagen 10: Manera correcta para almacenamiento de tubería.

3.4 Almacenaje de O-Rings y Lubricantes

Los O-Rings se envían por separado de la tubería y deben almacenarse bajo sombra dentro de su empaque original. Deben estar protegidos de grasas y aceites, así como de solventes y otras sustancias nocivas. Si se produce algún daño a los O-Rings, **NO LOS INSTALE**, ya que pueden causar fugas en el sistema.

Los lubricantes se deben almacenar para prevenir algún daño. Se recomienda volver a sellar las cubetas usadas para evitar su contaminación. Si al momento de instalar los O-Rings, la temperatura es menor a 5° C, se debe usar un lubricante especial. Para mayor información, por favor contacte al departamento técnico de ITS Composites.

4 Procedimiento de Instalación

Al momento de realizar excavaciones se debe de asegurar que los lados de la zanja permanezcan estables bajo todo tipo de condición de trabajo. Abra la zanja lo suficiente para permitir que el equipo y la maquinaria puedan operar de forma segura. Rellene y compacte la zanja a la brevedad posible, preferentemente antes de finalizar cada día de trabajo. El material de excavación se debe de colocar lejos del borde de la zanja para minimizar el riesgo de que la zanja colapse.

4.1 Zanja

Seleccione la ruta de la tubería lo más recta posible, cualquier cambio en la dirección tiene un efecto negativo por pérdida de fricción hidráulica. Se recomienda evitar contrapendientes. Es importante seleccionar el ancho de zanja necesario para permitir al menos el área requerida para lograr la compactación de manera segura y correcta. Para una sola tubería en la zanja, el ancho mínimo en el fondo de la zanja debe ser 1.25 veces el diámetro exterior de la tubería más 300 mm.

A continuación, se presenta en la imagen 11 con la nomenclatura de materiales de relleno:

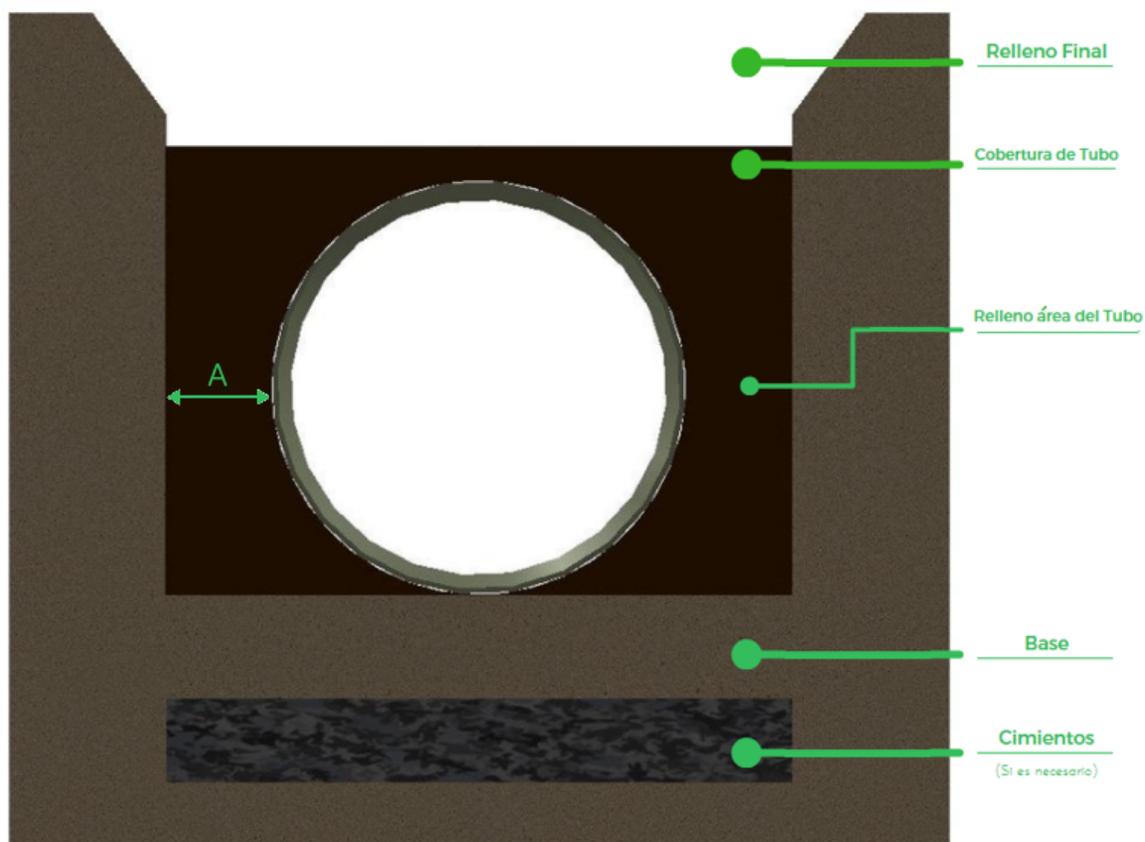


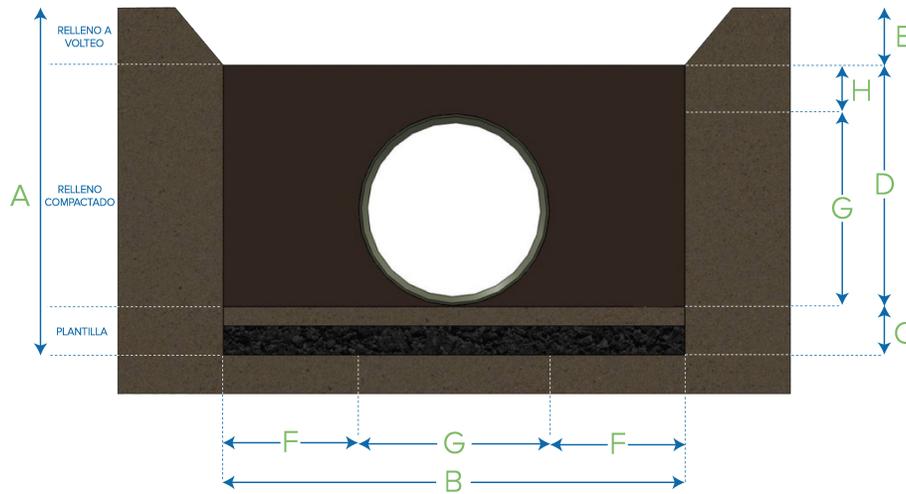
Imagen 11: Nomenclatura para el relleno de tubería.

Las recomendaciones para la distancia entre el tubo y la pared de la zanja (A) se enlistan a continuación:

Tamaño Nominal DN	A (mm)
$DN \leq 400$	200
$400 < DN \leq 900$	400
$900 < DN \leq 1600$	500
$1600 < DN \leq 2400$	600
$2400 < DN \leq 4000$	900

Tabla 2: Valores nominales de A

A continuación, se presentan medidas recomendadas para el ancho y alto de la zanja dependiendo del diámetro de la tubería:



DN	A	B	C	D	E	F	G	H	H + E
300	1350	800	100	625.0	625.0	238.1	323.8	301.2	926.2
350	1450	800	100	680.0	670.0	212.2	375.7	304.3	974.3
400	1600	900	100	730.0	770.0	236.7	426.6	303.4	1073.4
450	1750	1050	150	780.0	820.0	286.2	477.6	302.4	1122.4
500	1900	1300	150	830.0	920.0	385.3	529.5	300.5	1220.5
600	2000	1600	150	920.0	930.0	492.0	616.0	304.0	1234.0
700	2100	1700	150	1020.0	930.0	491.0	718.0	302.0	1232.0
800	2200	1800	150	1120.0	930.0	490.0	820.0	300.0	1230.0
900	2300	1900	150	1225.0	925.0	488.0	924.0	301.0	1226.0
1000	2400	2000	150	1330.0	920.0	487.0	1026.0	304.0	1224.0
1100	2500	2100	150	1430.0	920.0	486.3	1127.5	302.5	1225.5
1200	2600	2200	150	1530.0	920.0	485.5	1229.0	301.0	1221.0
1300	2700	2300	150	1635.0	915.0	484.3	1331.5	303.5	1218.5
1400	2800	2400	150	1735.0	915.0	483.0	1434.0	301.0	1216.0
1500	2950	2550	150	1840.0	960.0	507.0	1536.0	304.0	1264.0
1600	3050	2650	150	1940.0	960.0	506.0	1638.0	302.0	1264.0
1700	3150	2750	150	2040.0	960.0	505.0	1740.0	300.0	1260.0
1800	3250	2850	150	2145.0	955.0	504.0	1842.0	303.0	1258.0
1900	3350	3000	150	2245.0	955.0	528.0	1944.0	301.0	1256.0
2000	3500	3100	150	2350.0	1000.0	527.0	2046.0	304.0	1304.0
2100	3600	3200	150	2450.0	1000.0	526.0	2148.0	302.0	1302.0
2200	3700	3300	150	2550.0	1000.0	525.0	2250.0	300.0	1300.0
2300	3800	3400	150	2650.0	1000.0	524.3	2351.5	298.5	1298.5
2400	3900	3500	150	2750.0	1000.0	523.5	2453.0	297.0	1297.0
2500	4000	3600	150	2850.0	1000.0	522.3	2555.5	294.5	1294.5
2600	4100	3700	150	2950.0	1000.0	521.0	2658.0	292.0	1292.0
2700	4200	3800	150	3050.0	1000.0	520.3	2759.5	290.5	1290.5
2800	4300	3900	150	3150.0	1000.0	519.5	2861.0	289.0	1289.0
2900	4400	4000	150	3250.0	1000.0	518.3	2963.5	286.5	1286.5
3000	4500	4100	150	3350.0	1000.0	517.0	3066.0	284.0	1284.0

4.2 Zanja para Múltiples Tuberías

Si el sistema requiere la instalación de múltiples tuberías en una misma zanja se deben aplicar lineamientos básicos explicados en la sección 4.1. El espacio entre tuberías debe ser mínimo el promedio de los radios de las tuberías cuando las tuberías se encuentra a una profundidad mayor a 3.5 m. Cuando las tuberías están a menos de 3.5 metros de profundidad, el espaciado mínimo debe de ser de 2/3 del promedio de los radios. Si es necesario que el personal camine a lo largo de la zanja durante la instalación, se debe dejar al menos 50 centímetros entre tubos para los trabajos del lecho. Por favor consulte la imagen 12.

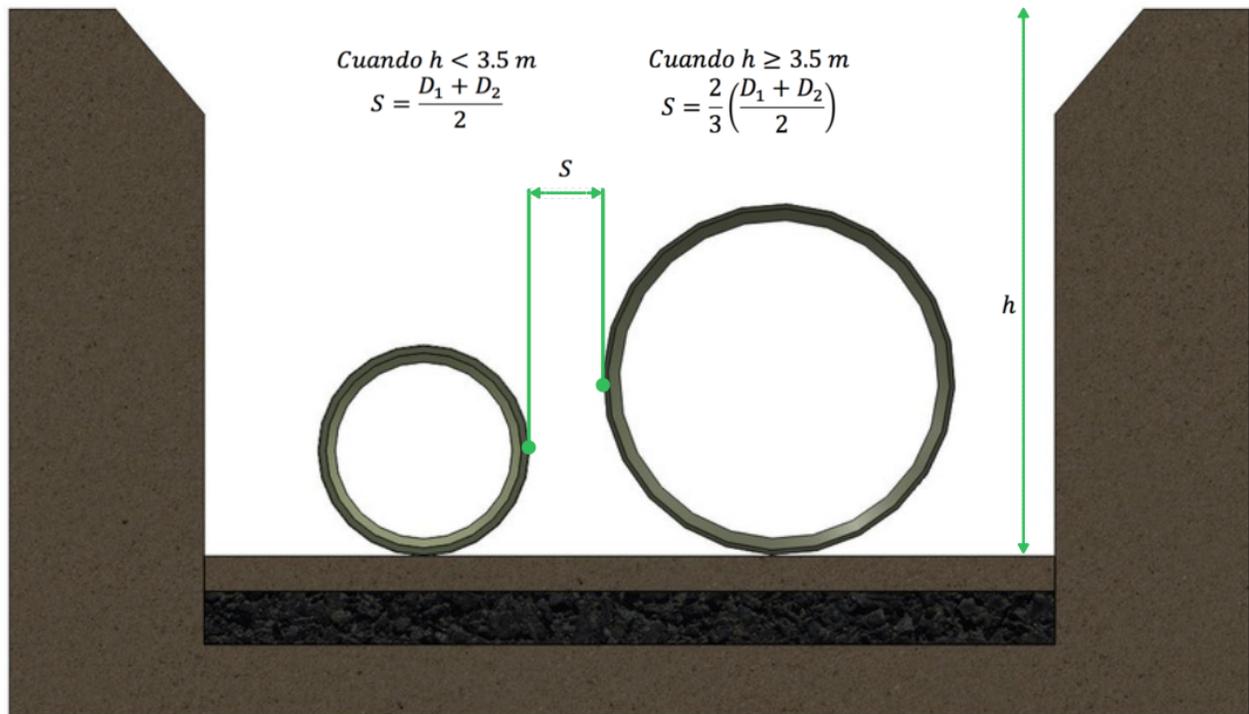


Imagen 12: Espaciamiento entre tuberías.

Cuando se colocan tubos de diferentes diámetros, se aconseja colocarlos con la misma elevación. Cuando no sea posible, utilice material de relleno SC I o SC II para rellenar el espacio desde el fondo de la zanja hasta la parte más alta de la tubería con una compactación mínima de 90%.

4.3 Soportes de Paredes de Zanja

Cuando se utilicen soportes como paredes de zanjas, gatos de zanja, escudos protectores o cajas, asegúrese que el acostillado de la tubería se mantenga a lo largo de toda la instalación. Asegúrese de que las láminas estén suficientemente apretadas para evitar el lavado de la pared de la zanja detrás de la lámina. Proporcione un soporte firme a las paredes de la zanja cuando se encuentre debajo de viaductos, servicios públicos existentes u otras obstrucciones que restrinjan el movimiento de láminas.

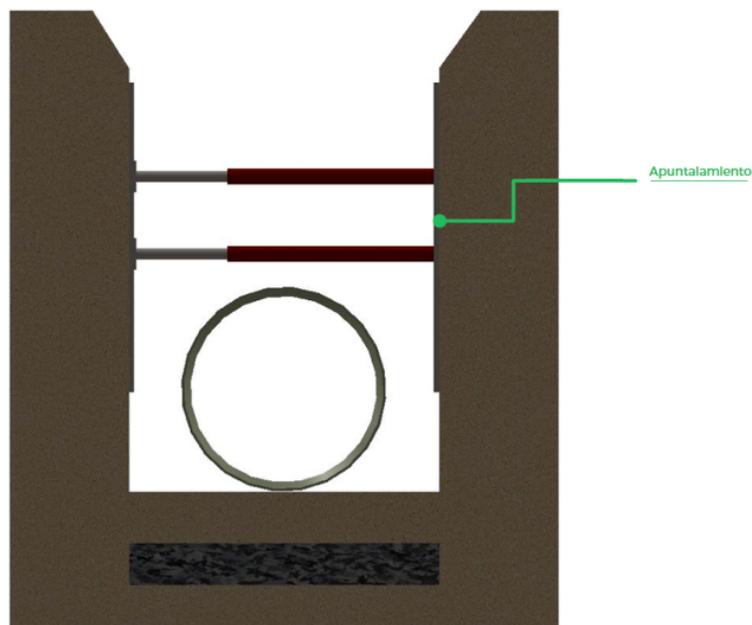


Imagen 13: Apuntalamiento para paredes de zanja.

4.4 Lecho

La capacidad de carga en el lecho de la tubería es un requisito importante para una correcta instalación y larga vida de la tubería. El lecho debe proporcionar un soporte firme, estable y uniforme para el tubo y sus accesorios. Un empotramiento incorrecto puede provocar una deflexión excesiva en la tubería.

Primero coloque el lecho en el fondo de la zanja. Una vez compactado, el espesor del lecho debe ser de $0.1 \times DN$ o al menos 150 milímetros. Para un fondo de zanja suave o inestable, se puede necesitar una cimentación adicional para lograr un soporte firme. Por favor refiérase a la imagen 14 para más detalles.

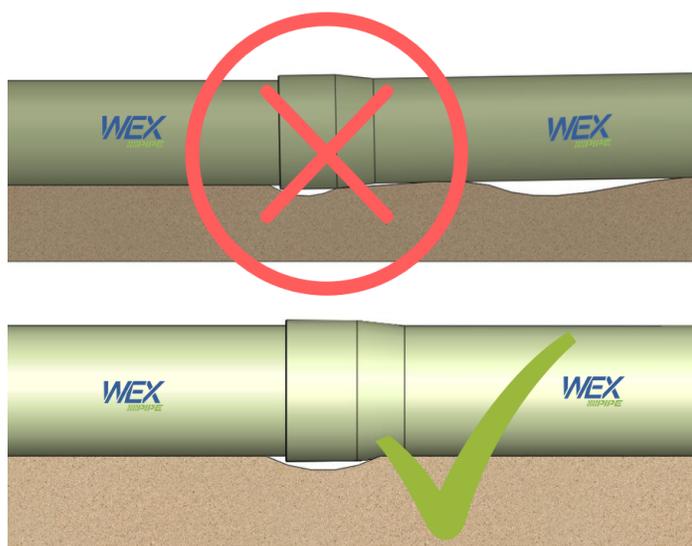


Imagen 14: Soporte firme adecuado para la tubería.

En suelos rocosos, duros, blandos, sueltos, inestables o altamente expansivos en el fondo de la zanja, puede ser necesario aumentar la profundidad de la capa base del lecho para lograr un soporte longitudinal uniforme. En caso de que el material debajo de la tubería pase de roca a un material más suave se debe de tomar medidas para adaptar posibles asentamientos diferenciales.

Compacte el material por debajo del área de la corona si es necesario para evitar la deflexión de la tubería. El grado de compactación a los lados de la tubería dentro de la zona de unión, debe ser de al menos 90% o lo determinado en los cálculos estructurales.

4.5 Material de Relleno

Se pueden usar distintos materiales para rellenar la zanja. El material a usar depende de los aspectos locales, regionales y económicos. El material debe cumplir con los requerimientos de tamaño de partícula máximo permitido. Por favor refiérase a la tabla 3. La clase I se refiere a suelos con alto grado de compactibilidad, un suelo que proporciona el nivel de rigidez más alto en cualquier porcentaje máximo de densidad Proctor y un suelo que proporciona rigidez con la menor energía de compactación. Conforme se va avanzando en las clases, los materiales se vuelven menos compactibles.

Clases de rigidez de relleno	Descripción de material de relleno
SC I	Roca triturada con < 15% de arena, máximo 25% pasando el tamiz de 10 mm y un máximo de 5% de finos
SC II	Suelos limpios de grano grueso con < 12% de finos
SC III	Suelos limpios de grano grueso con un 12% o más de finos / arena de suelos de grano fino con menos del 70% de finos
SC IV	Suelos de granos finos con más del 70% de finos

Tabla 3: Materiales de relleno

Independientemente de la clasificación del material de relleno, se debe de aplicar las siguientes restricciones:

- Se deben respetarse los límites máximos de tamaño de partícula y tamaño de piedra. Los límites de partícula cambian según el diámetro de la tubería. Los límites son los siguientes:

DN	Nº	Apertura (mm)
≤450	0,53"	13,2
500 - 600	3/4"	19
700 - 900	1"	25
1000 - 1200	1 1/4"	31,5
≥ 1300	1 1/2"	37,5

Tabla 4: Tamaño máximo de partícula

- No debe haber terrones mayores del doble de tamaño máximo permisible de partícula.
- No se permite material congelado.

- No se permite material orgánico.
- No se permiten residuos (botellas, metales, plástico, etc.).
- El cribado es muy recomendado para evitar piedras que puedan dañar la tubería.

Es importante evitar poner roca triturada y gravas al lado de materiales finos bajo la acción del gradiente hidráulico del flujo de agua subterránea. Con esto se evita la migración de materiales, que en algunos casos puede resultar en pérdidas significantes en el soporte de la tubería incrementando la deflexión hasta sobrepasar los límites de diseño. La graduación y el tamaño relativo del relleno y de materiales adyacentes deben de ser compatibles para reducir la migración. En caso de que esto sea inevitable, se deben de emplear métodos adecuados para evitar la migración, como lo son el uso de filtros de suelos o filtros de tela geotextil.

CLASES DE SUELO	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
Recomendaciones generales y restricciones	Aceptable y común donde no es probable la migración o cuando se combina con un medio filtrante geotextil. Adecuado para usar como una capa de drenaje y sub-drenaje, donde el material adyacente se clasifica adecuadamente o cuando se usa con un tejido de filtro geotextil.	Donde exista un gradiente hidráulico, verifique la graduación para minimizar la migración. Los grupos limpios son adecuados para usarse como una manta de drenaje y desagüe. Las arenas finas uniformes con más del 50% pasando por el tamiz N. 100 se comportan como sedimentos y deben de ser tratados como suelos de clase III.	No lo use donde las condiciones del agua en la zanja impidan una colocación y compactación adecuadas. No recomendado para uso con tuberías con rigidez igual o menor a 9 psi.	Difícil de lograr una alta rigidez del suelo. No lo use donde las condiciones del agua en la zanja impidan una colocación y compactación adecuadas. No recomendado para tuberías con rigidez de 9 PSI o menos.
Cimentación	Sirve para reemplazar el fondo de la zanja sobreexcavado e inestable siempre y cuando se tome a consideración las restricciones mencionadas arriba.	Adecuado como cimentación y para reemplazar el fondo de la zanja sobreexcavada e inestable como se restringió anteriormente. Instale y compacte en capas máximas de 300 mm.	Es adecuado siempre y cuando se tomen a consideración las restricciones mencionadas arriba. Instale y compacte en capas máximas de 150 mm.	No es adecuado
Relleno en zona de tubería	Es adecuado siempre y cuando se tomen a consideración las restricciones mencionadas arriba. Puede usarse como material de trabajo para proporcionar soporte uniforme en el acostillado.	Es adecuado siempre y cuando se tomen a consideración las restricciones mencionadas arriba. Material de trabajo para proporcionar soporte uniforme en el acostillado.	Es adecuado siempre y cuando se tomen a consideración las restricciones mencionadas arriba. Difícil de colocar y compactar en la zona de acostillado.	Es adecuado siempre y cuando se tomen a consideración las restricciones mencionadas arriba. Difícil de colocar y compactar en la zona del acostillamiento.

COMPACTACIÓN DE RELLENO				
Densidad mínima recomendada, SPDT	Normalmente se alcanza la densidad mínima al tirar el material	85%	90%	95%
Esfuerzo de compactación relativo requerido para alcanzar la densidad mínima	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Métodos de compactación	Vibración o impacto	Vibración o impacto	Impacto	Impacto
Control de humedad requerido	Ninguno	Ninguno	Mantener cerca de lo óptimo para minimizar los esfuerzos de compactación.	Mantener cerca de lo óptimo para minimizar los esfuerzos de compactación.

Los materiales SC I y SC II son materiales de relleno confiables y fáciles de usar. Estos suelos tienen una baja sensibilidad a la humedad y se pueden compactar fácilmente utilizando un compactador vibrador de placas en capas de 200 mm - 300 mm.

Los suelos SC III están disponibles para instalaciones de tuberías porque se encuentran fácilmente en suelos locales. Esto significa que el suelo excavado se puede usar directamente como material de relleno. Se debe prestar atención a este tipo de suelo ya que es sensible a la humedad. El control de humedad puede ser necesario al compactar el suelo. La compactación se puede lograr utilizando un compactador de impacto en capas de 100 – 200 mm.

Los suelos tipo SC IV pueden ser usados como relleno tomando en cuenta las siguientes precauciones:

- Los cimientos deben ser estables y no debe haber agua en la zanja.
- El contenido de humedad debe controlarse durante la instalación de la tubería.
- Al compactar, use capas de 100 -150 mm con compactador de impacto.

4.6 Tipos de Instalación

Hay dos configuraciones principales de relleno que son altamente favorecidas. Los tipos dependen de las características del suelo en sitio, los materiales para relleno, la profundidad de entierro requerida, la rigidez y las condiciones de operación de la tubería.

La configuración dividida se recomienda para aplicaciones de presiones inferiores a $PN \leq 10$ bar, carga ligera de tráfico de trabajo y requisitos de presión negativa limitados.

Hay dos configuraciones principales de relleno que son altamente favorecidas. Los tipos dependen de las características del suelo nativo, los materiales de relleno, la profundidad de entierro requerida, la rigidez de la tubería y las condiciones de operación de la tubería. La configuración de división se recomienda para aplicaciones de presiones inferiores a $PN \leq 10$ bar, carga de tráfico de trabajo ligero y requisitos de límite de presión negativa.

4.6.1 Instalación Tipo 1

La instalación tipo 1 no aplica para situaciones de tráfico pesado y para tuberías de diámetro pequeño. Los pasos son los siguientes:

1. Construya el lecho del tubo siguiendo las especificaciones de la sección 3.3.
2. Rellene hasta el 60% del nivel del diámetro de la tubería y compacte el material de relleno especificado al nivel de compactación requerido.
3. Rellene desde el 60% del diámetro de la tubería hasta 300 milímetros sobre la corona de la tubería y compacte con el material de relleno especificado hasta el nivel de compactación requerido por el cálculo estructural.

4.6.2 Instalación Tipo 2

Para la instalación tipo 2, los pasos son los siguientes:

1. Construya el lecho de la tubería siguiendo las especificaciones de la sección 3.3.
2. Rellene hasta un nivel de 300 milímetros por encima de la corona de la tubería y compacte con el material de relleno especificado hasta el nivel de compactación requerido por el cálculo estructural.

4.7 Relleno Final de la Tubería

La selección adecuada, la colocación y la compactación del relleno en la zona de la tubería son importantes para controlar la deflexión vertical y son fundamentales para el rendimiento de la tubería. El relleno inmediato después de la unión es muy recomendable, ya que ayudará a evitar la flotación de la tubería debido a la lluvia intensa y los movimientos térmicos. Es importante evitar la flotación de la tubería, debido a que crea costos innecesarios de reinstalación y puede comprometer la integridad del sello en las juntas.

Si en algún momento se debe retrasar el relleno, se debe rellenar la sección central de la corona para ayudar a minimizar los movimientos en la unión.

Se debe tener cuidado especial para que el material de relleno no se contamine con otros materiales que puedan dañar la tubería o causar la pérdida de soporte.

Coloque los materiales de relleno por métodos que no muevan o dañen la tubería. Empiece por compactar el acostillado y las partes que se encuentran debajo del tubo antes de seguir compactando el resto de la zona del tubo.

4.7.1 Compactación

Durante el proceso de compactación, asegúrese de no dañar la tubería con las máquinas. Se debe tomar en cuenta que los diámetros de tubería más pequeños tienen paredes más delgadas, lo que los hace más frágiles. Coloque el material del lecho en ambos lados del diámetro de la tubería (para tubos de DN > 400), hasta una profundidad máxima de 300 milímetros por encima de la corona en capas de 300 milímetros como máximo y luego compacte. Para diámetros menores a DN 400, la profundidad máxima de la capa debe ser de 200 milímetros. El relleno colocado por encima de la zona de la tubería puede estar hecho de material excavado con un tamaño de partícula máximo de 300 milímetros, asegurándose que haya una cobertura de al menos 300 milímetros sobre la tubería. Las piedras de más de 200 milímetros no deben caer desde una altura superior a 2 metros en la primera capa que cubre la corona.

La profundidad de la capa que se compacta y la presión utilizada para compactar deben estar bien controladas. De 0.3 a 0.1 metros sobre la corona de la tubería, se puede compactar el suelo con apisonadoras de tamaño medio con una fuerza de impacto máxima de 0.6 kN o con placas compactadoras que no superen una fuerza de impacto de 1.5 kN.

Compactadoras pesadas solo se pueden usar desde 1 metro por encima de la corona de la tubería. Se prohíbe la compactación del suelo sobre la tubería dejando caer objetos muy pesados o ejercer presión con la pala de excavadoras.

No se permite compactar el suelo sobre la tubería dejando caer objetos muy pesados o presionando con la pala de las excavadoras. El instalador debe compactar el suelo con apisonadora de tamaño medio o placa compactadora.

Una vez que se haya compactado la primera mitad del tubo, la compactación debe comenzar cerca de las paredes de la zanja y luego proceder a la tubería.

Se recomienda usar material cribado para tener un mejor resultado en la compactación. Los materiales usados para el relleno y cubierta deben cumplir con los mismos requisitos que para el lecho de la tubería, especialmente en la composición del material cribado y su compactibilidad. Para lograr la compactación ideal, mantenga la zanja de la tubería libre de agua. Si el suelo está saturado de agua subterránea o acuífero, se debe usar material sin finos para el lecho y el relleno. El trabajo de compactación durante la instalación no debe alterar la dirección o la altura de la tubería.

La deformación vertical inicial de la tubería puede ser causada intencionalmente para contrarrestar los efectos de la alta energía requerida para lograr la compactación relativa necesaria. La deformación en forma de óvalo no debe exceder el 1.5% del diámetro de la tubería. Si la deformación excede 1.5%, considere usar una tubería de rigidez más alta u otro tipo diferente de material de relleno. Esto es más común cuando se usan clases de suelo SC III y SC IV como relleno.

4.8 Deflexión de Tubería

Una vez que el relleno es completado, se espera que la tubería tenga una deflexión vertical inicial. El valor suele ser inferior al 2% para la mayoría de las instalaciones. La deflexión de la tubería con relleno es un buen indicador de la calidad de la instalación. Si la deflexión excede el 2%, significa que la calidad de la instalación debe mejorarse para las siguientes tuberías. La calidad de la instalación se puede mejorar ampliando la zanja, aumentando la compactación del relleno de la zona del tubo o utilizando un material de relleno diferente.

Es importante verificar regularmente la instalación, especialmente en la desalineación de la tubería o la deflexión variable entre dos espigas de tubería. Si hay una desalineación, verifique las condiciones de la cama ya que un lecho no uniforme puede provocar la deflexión de la tubería. Estas desviaciones pueden mejorarse corrigiendo el relleno y el trabajo de la compactación. La mejor manera de asegurarse de que la instalación se ha realizado correctamente es verificar la deflexión de la tubería tan pronto como la tubería se haya rellenado a nivel de terreno. Esto puede ahorrar costos de instalación a largo plazo.

Es importante revisar la deflexión, asegúrese de no exceder el nivel máximo de deflexión vertical inicial. Por favor refiérase a la tabla 5 para los valores máximos permisibles.

% de Diámetro	
Diámetro mayor (DN ≥ 300)	3
Diámetro pequeño (DN ≥ 250)	2.5

Tabla 5: Deflexión vertical inicial permisible

5 Acoplamiento de Tubería

Como se menciona anteriormente, el proceso de fabricación de la tubería WEX Pipe permite que la espiga sea integrada al tubo. Al hacer el tubo y la espiga una sola pieza, le permite al instalador reducir el tiempo y los costos de instalación.

5.1 Juntas de Tubería Estándar

Los pasos para el correcto montaje de juntas estándar es el siguiente:

1. Cimientos y lecho

El lecho debe tener una excavación adicional en cada junta para asegurar que la tubería tendrá soporte continuo y que la fuerza no descansa solo en los acoplamientos. Después de que se completa el ensamblaje de la junta, el área de acoplamiento debe estar correctamente empotrada y rellenada.

2. Limpieza de los elementos de sellado

Antes de unir las tuberías, elimine completamente la suciedad de las superficies a unir y de los elementos de sellado. Se debe tener cuidado especial al limpiar el área de los surcos. Se recomienda inspeccionar a detalle la superficie de sellado de la espiga y la campana para detectar posibles daños.

3. Aplicando el lubricante

Aplique lubricante a la espiga y O-Ring para minimizar la fuerza requerida para el montaje. Es importante utilizar solo los lubricantes recomendados por WEX PIPE. Si tiene alguna duda, contáctese con el departamento de soporte técnico de ITS Composites. Bajo ninguna circunstancia use lubricantes a base de aceite.

4. Instalación de O-Rings

Inserte ambos O-Rings en las ranuras. Es importante colocar un solo O-Ring por ranura, nunca inserte dos O-Rings en una misma ranura. No use ningún lubricante en la ranura o en el O-Ring en este punto. Se puede usar agua para humedecer el O-Ring y la ranura para facilitar el posicionamiento y su correcta

instalación. Verifique que el O-Ring esté colocada correctamente alrededor de toda la circunferencia en ambas ranuras.

5. Lubricación de O-Rings

Aplique una capa delgada de lubricante a ambos O-Rings.

6. Uniendo las tuberías

Los tubos se pueden unir con la ayuda de palancas, dispositivos de agarre, cabrestantes, gatos de avance o usando la pala de la excavadora asegurando que el material esté protegido contra daños durante la operación. Al mover las tuberías en la dirección del eje, asegúrese de que sean céntricas.

7. Desalineación de la tubería

La tolerancia máxima permisible para la desalineación de la tubería es de 5mm.

8. Desviación angular en las articulaciones

La deflexión angular permisible, teniendo en cuenta la deflexión vertical y horizontal combinada, se define según el diámetro de la tubería. Consulte la tabla 6 y 7.

Desviación angular relativa al diámetro de la tubería	
Diámetro (mm)	Deflexión máxima
<600	3°
600 < 1000	2°
1000 < 1900	1°
≥1900	0.5°

Tabla 6: Desviación angular relativa al diámetro de la tubería

Diámetros de tubería (mm)	Presión (PN) en bares			
	Hasta 16	20	25	32
		Ángulo Máximo de Deflexión		
DN ≤ 500	3	2.5	2	1.5
500 < DN ≤ 900	2	1.5	1.3	1
900 < DN ≤ 1800	1	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	0.4	0.3	NA

Tabla 7: Deflexión angular en una junta de doble acoplamiento

Esto puede utilizarse para realizar cambios graduales en la dirección de la línea. El desplazamiento máximo y el correspondiente radio de curvatura, también se definen dependiendo del diámetro. Por favor refiérase a la tabla 8.

Longitud de tubería, L (m)	12	6	3	12	6	3
Deflexión α °	Radio de Curvatura, r (m)			Desplazamiento, x (mm)		
0.5	1376	688	344	104	52	26
1	688	344	172	210	105	52
1.5	458	229	115	314	157	79
2	344	172	86	418	209	105
2.5	274	137	69	524	262	131
3	230	115	57	628	314	157

Tabla 8: Radio de curvatura y desplazamiento en función de la deflexión angular y la longitud de la tubería

5.2 Articulaciones Bloqueadas

La junta bloqueada consiste en una campana doble con O-Rings y barras de bloqueo para transferir el empuje axial de una tubería a la otra. La espiga de la tubería tiene una ranura correspondiente. Las juntas se ensamblan con un procedimiento similar al de las juntas de tubería estándar. Siga los pasos del 1 al 5 como se indica en las juntas de tubería estándar. Para el paso 6, la tubería debe ser jalada en su posición hasta que la ranura en la tubería sea visible a través de la abertura en el acoplamiento. Después de eso, la varilla de bloqueo tiene que ser empujada a su posición con un martillo. Es importante instalar juntas bloqueadas en alineación recta.

5.3 Otros Métodos de Unión

Los acoplamientos mecánicos se utilizan para conectar tuberías de diferentes materiales y diámetros externos, reparar tuberías o unir tuberías terminadas. La principal ventaja es que pueden abrirse para empujar el acoplamiento sobre la tubería. Estos acoplamientos consisten en una manga de acero con una manga de sellado de goma interior. Para aplicaciones y dimensiones disponibles, contacte al departamento de ventas de ITS Composites.

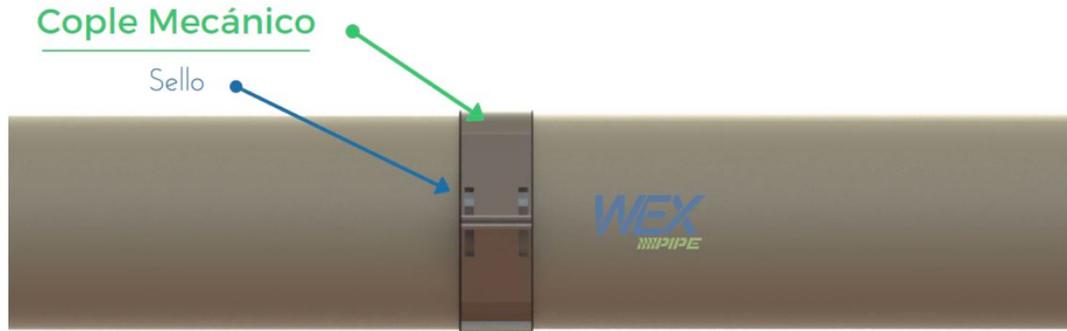


Imagen 15: Cople Mecánico.

6 Acoplamiento de Concreto y Restricciones de Empuje

Las fuerzas producidas cuando la tubería está presurizada deben ser contenidas para evitar la separación de las uniones. Las fuerzas de empuje se producen en las curvas, reducciones en diámetro, las "tees", las "yee" y otros cambios en la dirección de la línea. Hay varias opciones para prevenir esto. La solución más común, ya que es la más económica, es mediante el uso de bloques de empuje hechos de concreto. Los bloques de empuje de concreto soportan las uniones y transmiten fuerzas de empuje al suelo para evitar que se transmitan fuerzas longitudinales a la tubería y evitar cualquier movimiento. Otra solución común es la transferencia directa del empuje a través de la fricción y tensión de rodamiento mediante uniones de retención y tuberías especiales que transfieren el empuje axial.

Las uniones de la tubería WEX Pipe están diseñadas para resistir la presión interna total, mientras que los acoplamiento de concreto deben prevenir desplazamientos y transferir la carga. Las dimensiones de los bloques de empuje de concreto deben seleccionarse en función de las fuerzas de empuje que se producen y la estabilidad del suelo local. La determinación del diseño y el nivel de refuerzo de acero de las estructuras de concreto es responsabilidad del ingeniero a cargo de la instalación.

Cuando las tuberías están enterradas, las fuerzas de empuje se disipan a través de las tuberías en el suelo. Los bloques de empuje de hormigón normalmente solo son necesarios para las uniones. Los acoplamiento en las uniones siempre deben estar completamente cubiertos por concreto para garantizar conexiones flexibles. Es importante limitar el desplazamiento de la unión con relación al tubo adyacente para evitar que el sistema tenga fugas en los acoplamiento.

6.1 Proceso de Anclaje de la Tubería

Una consideración que siempre debe tenerse en cuenta es que la tubería debe estar bien sujeta para evitar cualquier movimiento antes de verter el concreto. Al verter el concreto, la tubería y acoplamiento experimentarán fuerzas de flotación. Para sujetar adecuadamente la tubería, se debe anclar un mínimo de dos cintas por tubería a una losa de base. El ancho de las tiras debe ser un mínimo del 8% del diámetro de la tubería o 25 mm, el que sea mayor. Los accesorios requieren al menos 3 correas.

Al verter el concreto, debe hacerse en capas para evitar fuerzas extremas de flotación. Se debe dejar pasar el tiempo antes de verter otra capa de concreto. Las alturas máximas de cada capa varían según la rigidez. Por favor refiérase a la tabla 9.

Rigidez	DN Espaciamiento máx. (m)
2500	Mayor de 0.3 m ó DN/4
5000	Mayor de 0.45 m ó DN/3
10 000	Mayor de 0.6 m ó DN/2

Tabla 9: Altura máxima de vertido de concreto en capas

Por favor consulte la imagen 16 para una idea general de un acoplamiento de concreto. Tenga en cuenta que las imágenes son solo de referencia.

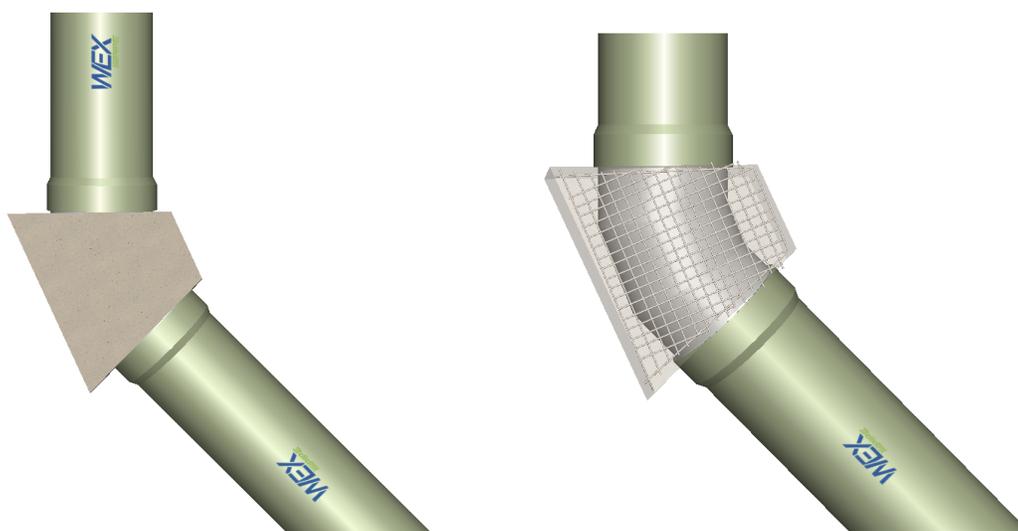


Imagen 16: Acoplamiento de concreto.

7 Pozos de registro, Estructuras Especiales y Tanques

7.1 Instalación de Pozos de Registro

El pozo de registro también es conocido como boca de acceso o boca de inspección. Las zanjas excavadas para las instalaciones de los componentes del eje deben ser seguras y tener suficiente tamaño para que puedan instalarse de manera adecuada y segura. El fondo de la zanja debe tener una buena compactación. La boca de acceso se coloca generalmente sobre lecho de grava compactado, sin embargo, otros materiales como piedra triturada de 8 a 16 mm y concreto pueden ser utilizados.

Es necesario preparar y compactar el orificio de la campana, incluido el orificio inferior, a fin de mantener la tubería y el pozo de inspección estabilizados y evitar daños que puedan ocurrir en el futuro.

Tenga cuidado de no colocar el pozo de registro en un piso de concreto curado ya que esto crea cargas puntuales y puede dañar la boca de acceso a largo plazo. Si es necesario instalarlo en un piso de concreto, coloque una capa de grava intermedia de al menos 100 mm.

Verifique que el pozo de registro esté alineado con la tubería a unir. Si hay alguna diferencia en el nivel de la alineación, ajuste la posición alterando la profundidad de la capa.

Los pozos generalmente están hechos de segmentos de tubería, lo que significa que su instalación es similar a la instalación de tuberías con la ayuda de equipos adecuados. Asegúrese de no empujar el pozo de registro durante la instalación.

Una vez instalada, asegúrese de que la junta y el acoplamiento estén correctamente asentados y que la boca de inspección esté estable.

El empotramiento y la cubierta de las tuberías de conexión y la boca de inspección deben hacerse de manera uniforme. De igual manera el relleno y la compactación del suelo deben realizarse de manera uniforme para evitar el desplazamiento de la boca de inspección y garantizar su estabilidad.

7.1.1 Instalación de Pozo de Inspección con Cargas de Tráfico

Si se instala una boca de inspección debajo de las áreas de tráfico, se requiere un análisis estructural. Asegúrese de instalar la boca de inspección acorde a ello. Si es necesario, póngase en contacto con el departamento técnico de ITS Composites para recibir asistencia.

Es esencial asegurarse de que la cubierta de concreto transmita las cargas de tráfico al relleno. Evite cualquier carga puntual.

7.2 Instalación de Estructuras Especiales

La instalación de estructuras especiales tales como estructuras de caída, bocas de acceso tangenciales, cámaras de desbordamiento de alcantarillado combinadas y otras estructuras especiales puede requerir una carcasa de concreto para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Las estructuras especiales deben estar bien integradas y compactadas para dar más estabilidad al sistema.

7.3 Instalación de Tanques

Hay dos tipos de tanques, horizontales y verticales. Los tanques verticales enterrados se deben instalar con las mismas pautas que los pozos de registro. Los tanques horizontales están hechos de tubos y se instalan de la misma manera. Es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Dependiendo de la carga, puede ser necesario cubrir los tanques en concreto para evitar los picos de tensión.
- Dependiendo del tamaño del tanque, es posible que se requiera un equipo especial para levantar y transportar.
- No empuje, presione o ruede los tanques.
- Compacte el relleno uniformemente para evitar asentamientos y deflexiones.

8 Válvulas y Cámaras

8.1 Válvulas en Línea

La norma AWWA C600 requiere que las cargas de las válvulas se restrinjan externamente. Existen diferentes métodos, el mejor varía para cada proyecto dependiendo del diámetro de la tubería y la presión de operación.

8.1.1 Enterrado Directo

Este método de instalación se puede usar con válvulas de diámetro pequeño y de gran diámetro. La válvula no es accesible directamente. El método consiste en asegurar la válvula en su propio bloque de empuje de concreto.

El bloque de concreto armado debe diseñarse para resistir el empuje y limitar el movimiento lateral para preservar la estanqueidad de la junta.

Los talones no deben tener más de 1 m de longitud.

8.1.2 Bloque de empuje adyacente a la válvula

Este método de anclaje es similar al método de enterrado directo, excepto que se puede acceder al cuerpo de la válvula. Este método se aplica cuando la válvula debe estar disponible para el servicio y mantenimiento. Cuando se aplican altas cargas de empuje a la válvula, ambos lados de la válvula deben estar anclados. Si la carga de empuje es pequeña, puede anclarse en un solo lado de la válvula.

8.1.3 Cámaras

El método de la cámara se aplica a todas las válvulas de alta presión excepto a las más grandes. La cámara de la válvula actúa como el bloque de empuje. Esto funciona debido a que la restricción de empuje se coloca en el lado de compresión de la válvula para transferir la fuerza directamente a la pared de la cámara. El sistema puede diseñarse para manejar la carga en cualquier dirección, sin embargo, el ingeniero de diseño es quien debe decidir qué dirección podría crear una carga de empuje.

Para este método, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El empuje y el cortante de la válvula deben ser soportados a través de un marco de acero.
- La cámara de la válvula debe resistir el empuje axial completo y el peso vertical de la válvula.
- Se debe colocar un niple fuera de la cámara de la válvula.
- El relleno debajo de la tubería que sale de la cámara de la válvula debe compactarse a una compactación relativa mínima del 95%.

8.2 Válvulas de Aire y de Vacío

Hay dos formas principales de acomodar las válvulas de aire y de vacío dependiendo del peso de la válvula. El método más común es montar la válvula directamente en la boquilla de brida vertical. Para válvulas pesadas, una boquilla tangencial es la mejor manera de acomodar la válvula.

8.2.1 Boquilla Bridada Vertical

Típicamente, una cámara de concreto alberga la válvula para permitir un paso fácil del aire a través del conjunto de la válvula. Debe tenerse en cuenta el peso de la cámara de concreto, ya que no debe transferir directamente el peso a la boquilla vertical y al tubo de abajo.

8.2.2 Boquilla Tangencial

Este método permite que el peso de la cámara no descansa directamente sobre el tubo vertical. Una boquilla tangencial conduce la válvula a una cámara adyacente en su lugar. Preferiblemente, la boquilla necesita tener un ligero ángulo vertical, menos de 22.5 grados.

Nota:

En algunos casos, puede requerirse un bloqueo de empuje. Si el diámetro de la tubería de la bifurcación tangencial es más del 50% del diámetro de la tubería de cabecera, entonces se requiere un bloque de empuje.

8.3 Válvulas de Drenaje

Este método es similar a una válvula de aire de gran diámetro. La diferencia es que el ramal es tangencial al fondo de la tubería. Se aplican las mismas reglas que para los bloques de empuje. Para obtener más información sobre cómo acomodar este tipo de válvulas, consulte la imagen 17.

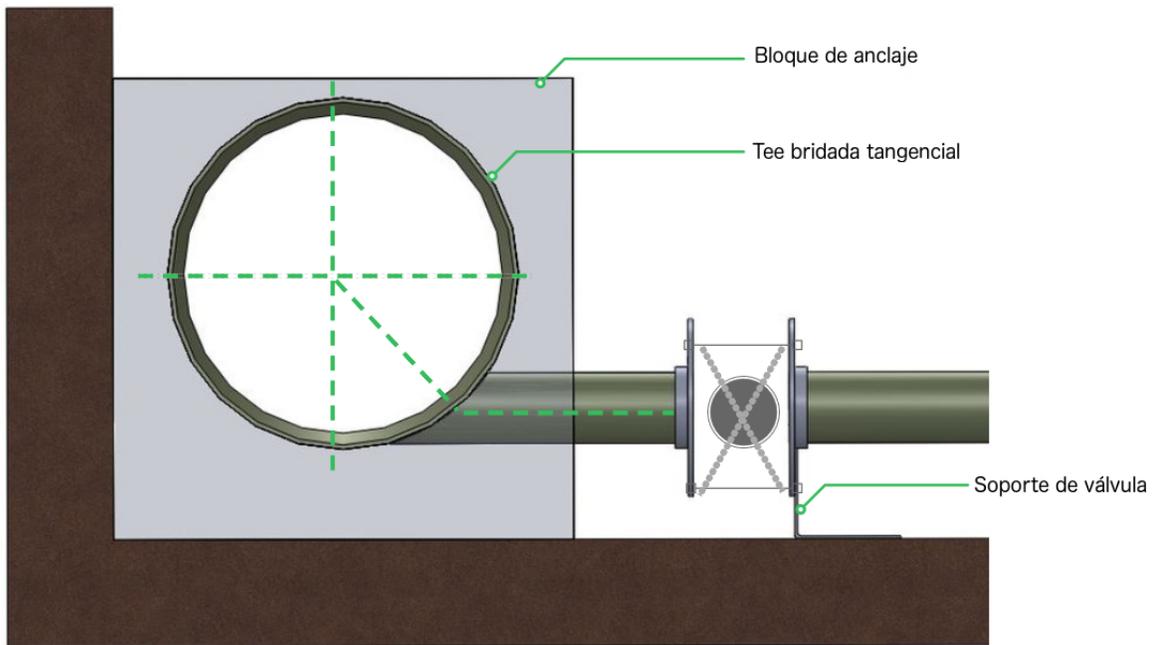


Imagen 18: Válvula de Prueba

9 Pruebas de Tubería a Gravedad

En algunos casos, puede ser necesario que la instalación completa de la tubería se pruebe antes de iniciar operación del sistema. Esto permite que el instalador detecte y corrija algunos defectos de instalación. Estas pruebas deben realizarse regularmente a medida que avanza la instalación. Cuanto más frecuentes sean las pruebas, más fácil será detectar dónde está el problema. Una buena práctica sería no exceder tramos mayores a 1000 m.

Algunas de las pruebas se pueden hacer con aire o agua. La prueba con agua es más práctica que el aire ya que la tubería se llena más rápido. Para evitar el desperdicio de cantidades excesivas de agua, puede bombearse de un lado a otro a un depósito móvil de agua que puede transportarse a lo largo de la tubería.

9.1 Prueba Hidrostática para Drenajes

Antes de comenzar la prueba, es importante tener un respiradero lo suficientemente grande en el punto más alto de la sección de prueba para permitir que escape el aire contenido en la tubería.

1. Llene la tubería lentamente a presión normal y sin aire desde la elevación más baja de la sección de prueba.
2. Después de completar el proceso de llenado, abandone la tubería durante 1 hora con una presión de 0.5 bar para que el aire que queda en la tubería pueda retirarse gradualmente.
3. Pruebe el drenaje a una presión de 0.1 a 0.5 bar, medida sobre el punto más bajo cubierto por agua.
4. Mantenga la presión durante 30 minutos rellenando constantemente la cantidad de agua utilizada si es necesario.

Antes de realizar esta prueba, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La deflexión inicial de la tubería no debe superar los valores indicados en la tabla 5.
- El relleno debe ser completado. Es importante terminar adecuadamente la compactación cerca de las estructuras y en el cierre de las piezas.
- Las juntas deben ensamblarse correctamente.
- Los bloques de empuje deben estar en su lugar y adecuadamente curados. Incluyendo los bloques para válvulas y bombas.

Para saber si la tubería pasa la prueba, el agua de reposición permisible es:

- Para tuberías: 0.15 l / m² de la superficie interna mojada.
- Para bocas de inspección: 0.2 de la superficie interna mojada.
- Cámaras de inspección: 0.4 de la superficie interna mojada.

9.2 Prueba de presión de juntas

Para realizar esta prueba, no es necesario un dispositivo que selle el espacio de acoplamiento desde la pared interior de la tubería. Gracias a los dos O-Rings utilizados en cada tubería WEX Pipe, esta prueba es mucho más fácil. Cada tubería viene con un orificio de tornillo preinstalado para realizar la prueba. Para realizar la prueba, simplemente inserte agua a través del orificio de tornillo y verifique que la presión no exceda los límites permitidos como muestra en la imagen 18.

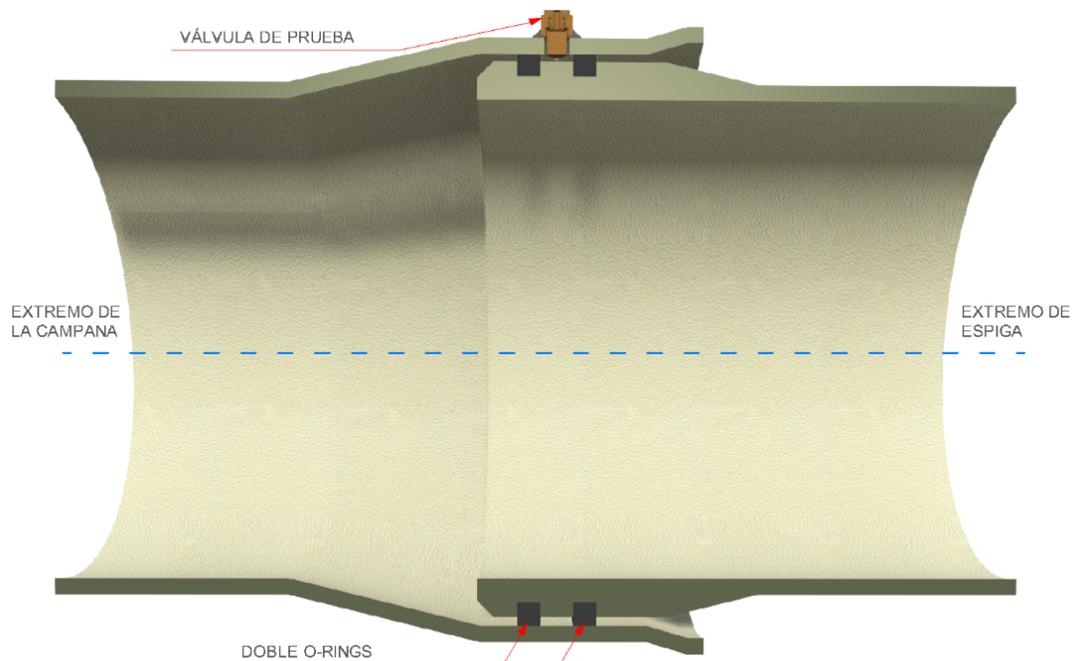


Imagen 18: Válvula de Prueba.

10 Prueba de Tuberías presurizadas

En la mayoría de los casos, puede ser necesario que la instalación completa de la tubería se pruebe antes de la operación del sistema. Esto permite que el instalador detecte y corrija algunas fallas de instalación antes de que el sistema entre en funcionamiento. Estas pruebas deben realizarse regularmente a medida que avanza la instalación. Cuanto más frecuentes sean las pruebas, más fácil será detectar dónde está el problema. Una buena práctica sería no exceder tramos de 1000 m. Es esencial verificar con el ingeniero a cargo de la instalación las pruebas que deben llevarse a cabo para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

Algunas de las pruebas se pueden hacer con aire o agua. La prueba con agua es más práctica que el aire ya que la tubería se llena más rápido. Para evitar el desperdicio de cantidades excesivas de agua, una vez finalizada la prueba se puede pasar el agua a un depósito móvil que puede transportarse a lo largo de la tubería.

10.1 Pruebas hidráulicas en campo

Al instalar la tubería, se debe realizar una prueba de campo regularmente a medida que avanza la instalación. La primera prueba debe incluir al menos una válvula de aire. El procedimiento para la prueba es el siguiente:

1. Inspeccione la sección que se probará para asegurarse de que la tubería esté instalada correctamente. Preste especial atención al ensamblaje de las juntas, la deflexión inicial de la tubería, el relleno y que el trabajo de compactación se haya llevado a cabo correctamente. Revise que las restricciones del sistema están en su lugar y se han curado adecuadamente.
2. Abra las válvulas y los respiraderos para que todo el aire se expulse de la línea mientras se está llenando.
3. Llene la línea con agua y presurícela lentamente.
4. Presurice la tubería hasta que alcance 1.5 x PN. Permita que la línea se estabilice.
5. La presión debe mantenerse constante durante un breve período de tiempo para garantizar que esté correctamente instalada.

Si en cualquier caso la presión no se mantiene, significa que la tubería tiene fugas y se debe verificar lo siguiente para solucionar el problema:

- Verifique las áreas de bridas y válvulas.
- Use equipo de detección sónica
- Pruebe la línea en segmentos más pequeños para aislar la fuga.

10.2 Prueba de presión de juntas

Para realizar esta prueba, no es necesario un dispositivo que selle el espacio de acoplamiento desde la pared interior de la tubería. Gracias a los dos O-Rings utilizados en cada tubería WEX Pipe, esta prueba es mucho más fácil. Cada tubería viene con un orificio de tornillo preinstalado para realizar la prueba. Para realizar la prueba, simplemente inserte agua a través del orificio de tornillo y verifique que la presión no exceda los límites permitidos.

11 Corte de Tubería en Sitio

No se recomienda cortar tuberías en el sitio con personal no capacitado. En caso de que se necesite una longitud especial del tubo, se puede solicitar al Departamento de Ventas de ITS Composites y se enviará al cliente con las especificaciones necesarias. En caso de ser inevitable cortar la tubería en sitio, se debe tener especial cuidado al manipular herramientas de corte.

El procedimiento para cortar la tubería es el siguiente:

1. Asegúrese de que la superficie esté completamente limpia, libre de polvo y otras sustancias que puedan dañar la tubería.
2. Restringe la tubería para evitar que ruede.
3. Apoye la tubería permitiendo que el corte se haga en un solo movimiento sin detenerse.
4. Determine la línea de corte y márquela con un marcador.
5. Use el equipo de seguridad adecuado, como gafas de seguridad, guantes, protección contra el ruido y máscara contra el polvo.
6. Una cuchilla de diamante ranurada es la mejor opción para cortar la tubería. Aplique solo la presión generada por el peso del equipo. No se requiere presión adicional.
7. Es importante biselar el borde cortado tanto en el interior como el exterior de la tubería y redondee los bordes con un disco abrasivo. Por favor refiérase a la Tabla 10.

Diámetro (mm)	Ángulo °	Altura (mm)	Longitud (mm)
≤ 500	20	2-4	8 ± 2
>500 ≤1000	20	4-6	13 ± 3
> 1000 ≤1500	20	6-8	19 ± 3
> 1500 ≤2555	20	8-11	26 ± 4
>2555	20	11-15	30 ± 4

Tabla 10: Dimensiones del chafán en la espiga

12 Limpieza y Mantenimiento de la Tubería

12.1 Limpieza de la Tubería

Existen varios métodos utilizados para limpiar la tubería. La selección del método depende del diámetro, del grado y naturaleza del bloqueo. Si no está seguro acerca del método de limpieza más adecuado para su tubería, no dude en ponerse en contacto con el departamento de soporte de ITS Composites.

12.1.1 Limpieza Mecánica

La limpieza mecánica puede variar desde la limpieza con cepillos simples o dispositivos especiales, como los sistemas de barrido de líneas. Se recomienda utilizar proyectiles especiales para tubos de PRFV para evitar daños en el diámetro interno de la tubería.

12.1.2 Lavado a Presión Normal

Este método consiste en aumentar la tensión de corte a través de la descarga con el fin de socavar y lavar cualquier sedimento. La superficie lisa de WEX Pipe disminuye la cantidad de arena y lodos que se depositan generalmente en las tuberías. Se puede expulsar más fácilmente a tasas de flujo más altas.

Si es necesario, los hidrantes se pueden usar para proporcionar agua adicional.

12.1.3 Limpieza con Equipos de Agua a Presión

Cuando sea necesario limpiar las tuberías con agua a alta presión, tenga cuidado ya que puede dañar el diámetro interno de la tubería si no se controla adecuadamente. Existen algunas recomendaciones que se pueden seguir para evitar daños:

- Se pueden lograr buenos resultados de limpieza a una presión de 60 a 100 bares en la boquilla. La presión de entrada máxima no debe exceder 120 bares.
- La boquilla debe tener al menos 6 orificios de chorro alrededor de la circunferencia con un diámetro mínimo de 2.4 milímetros. Para mejorar los resultados de limpieza, aumente la cantidad de chorros a 8, no aumente la presión.
- Para diámetros pequeños (300 - 800 mm), el peso de la boquilla no debe exceder 2.5 kg. Para diámetros más grandes, el peso de la boquilla no debe exceder los 4.5 kg.
- La velocidad de movimiento de la boquilla debe controlarse a 20 m/min. El movimiento incontrolado de la boquilla no está permitido. Evite detener la boquilla durante el procedimiento de limpieza en todo momento.
- La boquilla debe permanecer al menos a 30 mm de la pared de la tubería.
- El ángulo de descarga de agua no debe ser inferior a 20 ° ni superior a 30 °.

12.2 Trabajos de Reparación

Cuando la tubería se daña, es importante verificar el alcance del daño. Algunos daños pueden ser superficiales y no requieren reemplazar la sección. Si en algún momento necesita una evaluación del daño de su tubería, no dude en ponerse en contacto con el equipo técnico de ITS Composites.

12.2.1 Evaluación del Daño en la Tubería

Si la tubería solo muestra ligeros arañazos o marcas y no presenta ningún impacto, la tubería no debe ser reparada o reemplazada. Sin embargo, si la estructura de la pared de la tubería está rota y las fibras de vidrio están expuestas, la tubería debe repararse.

En algunos casos, no será necesario reemplazar una sección de la tubería, un laminado puede ser suficiente. Para reparar la tubería con laminado, se requieren calificaciones y experiencia especiales. Para obtener más ayuda, comuníquese con el Departamento de Soporte Técnico de ITS Composites.

12.2.2 Reemplazo de una Sección de Tubería

Si es necesario un reemplazo, la sección de tubería dañada debe cortarse. Es importante seguir estos pasos para reemplazar adecuadamente la tubería:

1. Determine la longitud que debe cortarse. Debe eliminar todo el daño e incluir un margen de 300 mm de distancia a cada lado del daño en la tubería.
2. Corte y quite la sección dañada.
3. Corte la tubería que funcionará como reemplazo. La tubería debe tener una longitud de 10 a 20 mm más corta que la sección dañada que se cortó de la tubería.
4. Biselar los bordes cortados.
5. Coloque los acoplamientos mecánicos en ambos lados donde se retiró la tubería.
6. Inserta la pieza de reparación.
7. Deslice los acoplamientos mecánicos a una posición adecuada y asegúrelos.

13. Instalaciones Especiales

13.1 Cruces de Tubería

Es posible que la ruta de dos tuberías se cruce. En este caso, uno debe pasar por encima del otro, por lo que es importante dejar suficiente espacio entre las tuberías para evitar daños a la tubería de la parte inferior. Cuando la profundidad de la cubierta es inferior a 4 metros, el espacio entre las tuberías está determinado por:

$$F = \frac{D_1 + D_2}{6}, \text{ pero no menos de } 150 \text{ mm}$$

Cuando la profundidad de la cubierta es más de 4 metros, el espacio entre las tuberías está determinado por:

$$F = \frac{D_1 + D_2}{4}, \text{ pero no menos de } 150 \text{ mm}$$

Para mayor detalle, por favor refiérase a la imagen 19.

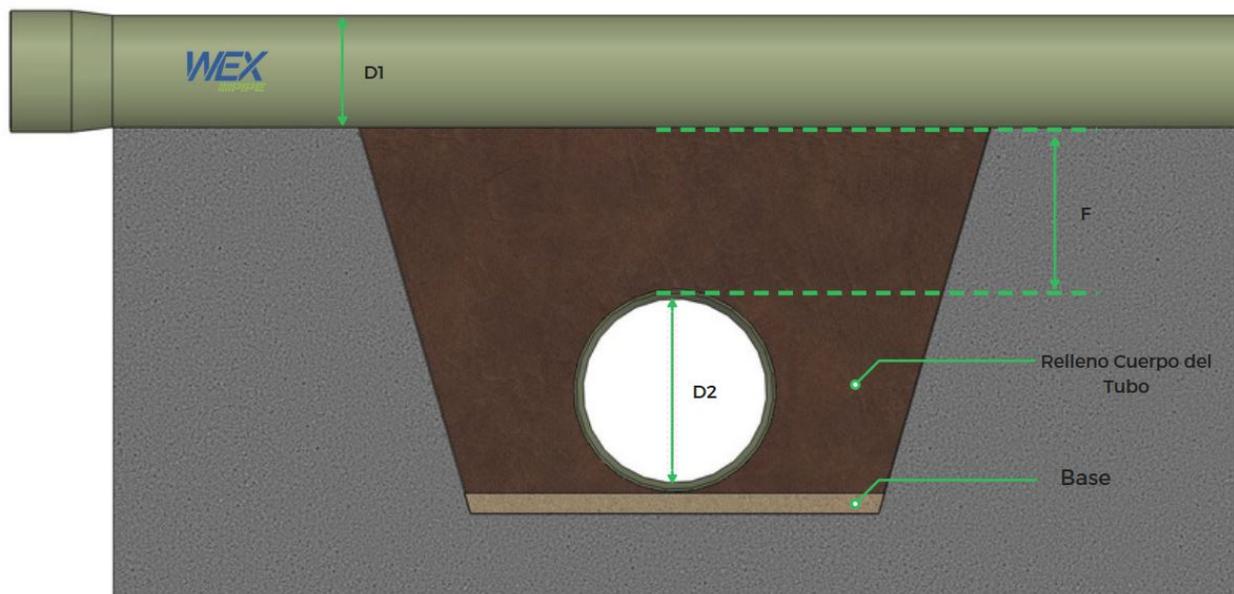


Imagen 19: Profundidad entre tubos en cruces de tubería.

Se debe prestar especial atención al momento de rellenar la zanja para evitar daños en la tubería. El material de relleno debe compactarse a un mínimo de 90% de ECP (Ensayo de Compactación Proctor), alrededor de ambos tubos. La extensión del área compactada debe extenderse a 1.5 veces el diámetro de la tubería en ambos lados de la tubería y 300 mm por encima de la corona de la tubería superior.

13.2 Zanja Inundada

En algunos casos, al instalar la tubería, el nivel del agua subterránea podría estar por encima de la zanja. El nivel de agua debe reducirse, de modo que quede 200 mm por debajo del fondo de la zanja. Existen diferentes técnicas para lograrlo:

Para suelos arenosos o limosos:

La mejor manera de lidiar con una zanja inundada con suelos arenosos o limosos es utilizar un sistema de desagüe de pozo. El sistema está compuesto por el tubo de cabecera, los puntos de pozo y las bombas. El espacio entre los puntos de pozo individuales depende del nivel freático y la permeabilidad del suelo. Se recomienda ampliamente utilizar un filtro alrededor de los puntos de succión para evitar obstrucciones en el sistema.

Para arcilla o base:

La mejor manera de lidiar con una zanja inundada con suelos arcillosos o base es utilizar un sumidero para desaguar la zanja. Si aún no se puede mantener el agua subterránea por debajo de la cama, se deben usar tela para filtrado para cubrir el área de la cama y usar grava o piedra triturada para la cama y el relleno.

13.3 Fondo de Zanja Inestable

Cuando se trata de un fondo de zanja inestable (suelos blandos, sueltos o altamente expansivos), se debe construir una base para evitar la rotación o desalineación de la junta. La base debe tener al menos 150 mm de profundidad y se puede hacer con piedra triturada o grava arenosa compactada al 90% de ECP (Ensayo de Compactación Proctor). Sin embargo, si la base está hecha con piedra triturada, entonces una tela para filtrado debe cubrir por completo el material de la base.

Después de colocar la base, se debe colocar una capa adicional de material sobre la base. Si la base y la cama están hechas con piedra triturada, entonces la tela para filtrado no será necesaria.

13.4 Instalación de Tubería en Pendientes

Al instalar tuberías subterráneas en pendientes superiores a 15 grados, se debe consultar a un ingeniero geotécnico para determinar la estabilidad de la pendiente. El ángulo en el que las pendientes se vuelven inestables depende de la calidad del suelo. Es importante tener en mente que el riesgo aumenta junto con el ángulo de la pendiente. Se recomienda evitar instalar tuberías en pendientes de más de 15 grados de inclinación, es mejor volver a dibujar la línea del sistema de tuberías. Si la instalación de las tuberías en una pendiente mayor a 15 grados es inevitable, se deben tener en cuenta las siguientes pautas:

- La instalación debe iniciar desde el punto más bajo y subir la pendiente.
- Cada tubería debe rellenarse adecuadamente para nivelar antes de colocar la siguiente tubería en la zanja.
- Rellenar la zanja con materiales SC 1 o cemento para estabilizar el relleno.
- La superficie sobre la zanja de tubería terminada debe estar protegida contra la erosión del agua que fluye. La acumulación de agua en una pendiente puede contribuir al deslizamiento interno y causar condiciones de inestabilidad.
- Las tuberías deben instalarse en alineación recta con un espacio mínimo entre las espigas.
- El movimiento absoluto a largo plazo del relleno en la dirección axial no debe ser superior a 20 milímetros.

13.5 Otras instalaciones especiales

Se pueden encontrar otras condiciones especiales con la instalación de la tubería. Sin embargo, debido a la practicidad del manual, no se especifican ni explican aquí. Si surge cualquier otra situación atípica, contacte al Departamento de Soporte Técnico de ITS Composites.