

**Durman**

**Guía de  
Instalación**



**TUBERIA PVC DE DOBLE PARED  
PARA ALCANTARILLADO Y OTRAS APLICACIONES, ASTM F-949**

an *Aliaxis* company

# INSTALACIÓN DE TUBERÍAS TDP

El presente documento es un sumario de las condiciones de instalación que se deben seguir al emplear la tubería TDP, para diferentes aplicaciones.

Se basa tanto en prácticas normalizadas comunes en América Latina como también en la Norma ASTM D-2321 “Práctica Estandarizada para Instalación Subterránea de Tuberías para Colectores y Otras Aplicaciones de Flujo por Gravedad”.

Para casos que escapen a las aplicaciones o rangos que en el presente documento se explican, lo óptimo es comunicarse por el sitio web o al departamento Técnico Durman en su país.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La solución más práctica y versátil para colectores sanitarios TDP.

La tubería TDP es fabricada bajo estándares ASTM específicos para su aplicación en colectores de aguas negras, así como también para aguas pluviales y de otros procesos o naturaleza.

El cumplir con la ASTM F-949 garantiza su idoneidad constructiva y ecológica para el manejo de las aguas negras, aspecto de gran ponderación en las gestiones ambientales, sujeto a exigencias de desempeño más rigurosas que las que aplican a sistemas como los colectores pluviales.

## 2. APLICACIONES

La tubería TDP provee soluciones 100% satisfactorias para:

- Colectores sanitarios (redes urbanas, desfogues, etc.)
- Colectores pluviales
- Drenajes por infiltración
- Drenajes por exfiltración
- Pasos de carreteras
- Ductos subterráneos para aplicaciones varias
- Conducciones varias por gravedad
- Aplicaciones a baja presión interna

## 3. PARÁMETROS ESTRUCTURALES

Rigidez anular: 46PSI

Versatilidad: se puede usar con tránsito de autopista (H-25), portuario o aeroportuario, etc.

Presión Interna de Trabajo, FS=2 a 100 000h:  $P \geq 35$ PSI (24.5mca)

FS al abollamiento:  $>> 2.50$

FS a compresión de pared:  $>> 2.00$

PR: Sí (HDB a 100 000hr: 4000PSI)

## 4. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Flujo por gravedad: n de Manning de 0.009 a 0.010\*

Flujo a Presión: C de Hazen & Williams de 150

\*: Con TDP así como con CUALQUIER otro tipo de tubería, la n de Manning para colectores de aguas negras deberá revisarse por ser un flujo con gran densidad de sólidos en arrastre y suspensión.

## 5. UNIONES

### **Tubo a Tubo:**

Por empaque de hule, con diseño que permite mantener estanqueidad aún si las condiciones de instalación implican cambios de dirección, asentamientos, diferencias de carga, etc. Cumplen ASTM F477 y satisfacen las pruebas de ASTM D3212.

### **Tubo a accesorio:**

Pueden ser por empaques de hule. En el caso de las silletas para conexiones domiciliarias, se pueden usar métodos como la soldadura química, empaques de expansión, etc.

## 6. SELECCIÓN DEL PRODUCTO

1. Conocer las condiciones del suelo antes y después de la instalación, incluyendo aspectos como nivel freático, características del material de entorno, altura de relleno y material de fondo de zanja.
2. Definir el diámetro requerido, cálculo que es efectuado por el ingeniero diseñador de la obra, con los criterios del caso.
3. Conociendo las profundidades de instalación, el material que se colocará en el entorno de la tubería y el equipo a emplear, se procede a definir el ancho de zanja.
4. Se verifica entonces la aplicabilidad de la tubería en términos de altura de relleno, cargas permanentes y temporales, etc.
5. Paralelamente se deberá verificar el listado de accesorios requeridos/recomendados.

## 7. RECEPCIÓN, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO EN OBRA

Esta sección señala los pasos que se deben seguir en obra desde que el producto llega al sitio, se recibe el documento de entrega, los materiales y se les almacena.

Nuestro representante efectúa su mejor esfuerzo para que el producto llegue en las cantidades y condiciones óptimas, y por ello el seguimiento en obra es un valioso control cruzado.

### Recepción:



Superficie Uniforme



Descarga en sitio

- a. Verificar que los tipos y cantidades de producto vengan de acuerdo con el pedido efectuado. En caso de haber faltantes, excesos o incongruencias se debe informar o consultar al proveedor o contacto de ventas.
- b. El sitio de descarga deberá presentar una superficie uniforme, lisa, libre de rocas expuestas, escombros, desperdicios, protegida del tránsito de vehículos y manipulación de otros materiales que puedan dañar o afectar el producto.
- c. A medida que se va descargando el material se debe revisar además del estado del producto, las cantidades. Si se presentan elementos dañados o faltantes, levantar reporte escrito para facilitar las acciones correctivas del caso, que incluyen notificar al transportista y al proveedor, con este último se deberá coordinar tiempo y forma de entrega/reposición.
- d. Así mismo, el material defectuoso o equivocado deberá ser informado al proveedor, preferiblemente mientras el transportista está en obra, para definir si se re envía en el momento, luego o alguna otra acción.

## Manipulación:

Si bien la tubería y sus accesorios son de excelentes condiciones estructurales y de durabilidad, hay ciertos aspectos básicos que se deben cuidar al manipularlos:

1. Observar las normas de seguridad tanto las definidas por los entes de salud y seguridad laboral locales, como por las propias y adicionales que los proveedores de servicios y equipos puedan tener al respecto. (Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, OIT, Volumen III, Parte XVI, Occupational Safety and Health Administration, Construction Industry, etc.)
2. Tanto la tubería como los accesorios deben ser colocados sobre la superficie en que se ha de almacenar, o instalar según sea el caso. Ni debe dejarse caer, ni lanzarla contra otros productos o materiales.



3. La tubería puede ser manejada, en condiciones típicas, a mano. Si las condiciones de espacio, topografía, seguridad, etc., hacen que esta operación sea riesgosa, se recomienda emplear izajes a partir de cuerdas de nylon. Usualmente un solo apoyo es suficiente, pero si por razones específicas o especiales se desean dos apoyos, se deberán colocar dos, cada una distancia igual a  $\frac{1}{4}$  de largo total, a partir de cada extremo. Izajes adicionales son aceptables en tanto se dispongan simétricamente respecto al centro, o en ese mismo.
4. No se recomienda el uso DIRECTO de montacargas ni de palas dentadas de retroexcavadoras o similares. Cuando el uso de estos equipos sea la única alternativa, se deberá usar piezas de madera para proteger el tubo y los accesorios del potencial daño que pueda causarles estos equipos.

5. Tabla de diámetros, pesos y recomendaciones de izaje:

Diámetro Nominal mm/ in.	Peso por tubo de 6m (kg)	Método Típico de Manejo
100 / 4	4.30	Manual, 1 persona
150 / 6	9.70	Manual, 1 persona
200 / 8	15.50	Manual, 1 persona
250 / 10	24.00	Manual, 2 a 3 personas*
300 / 12	34.00	Manual, 2 a 3 personas*
375 / 15	50.00	Manual, 3 personas**
450 / 18	76.00	Manual, 3 personas**

\* : 2 personas en condiciones de terreno regular y seco, para maniobras profundas o en zonas escabrosas/ resbalosas, se recomiendan tres personas/ equipo.

\*\* : en condiciones difíciles, por seguridad :ocupacional, puede ser recomendable el uso de equipo liviano de levantamiento (i.e. JD310, Bobcat, etc)

### Almacenamiento en Obra:

Con la finalidad de evitar que la tubería y accesorios recibidos en proyecto se deterioren durante el tiempo y proceso de almacenamiento, se recomienda seguir los cuidados aquí señalados:

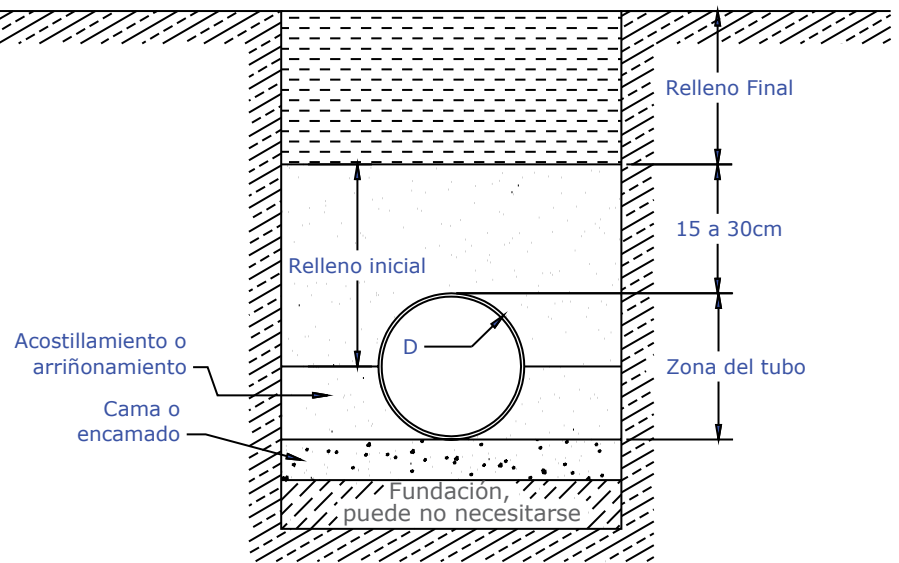
- a. La tubería deberá almacenarse sobre una superficie plana, limpia y uniforme.
- b. Utilizar elementos tipo cuña, o calzas de madera en general, para asegurar las estibas de tubería y evitar que estas se desarmen al moverse por giro los tubos.  
Elementos tipo bloque pueden usarse, en tanto se acomoden de manera que sus aristas no dañen la tubería. Tener en cuenta que si no se calza la tubería adecuadamente, las estibas de tubos pueden desplazarse y causar daños a la tubería, a las instalaciones del proyecto, y lo más grave: heridas al personal o a terceros.
- c. El apilamiento de la tubería ha de ser tal que no se exceda de 1.80m de altura en el punto más alto.
- d. Al apilar las tuberías se debe tener cuidado de que las campanas y las espigas de los tubos queden alternadas.



## 8. INSTALACIÓN

### Zanja estándar, flujo por gravedad:

Para este tipo de instalación hay varios términos usados para designar los componentes y geometría de la instalación, que se plantean gráficamente en la figura que se adjunta, y que se usará en adelante como terminología común.



Se procede ahora a verificar las características, tanto del material de pared de zanja, como del de fondo de la misma, del material de arriñonamiento, de zona de relleno inicial y de la del relleno final.

El material de fondo de zanja y el de pared de la misma, no son modificables, pertenecen al sitio. El material de entorno (fundación, cama, arriñonamiento, relleno inicial y relleno fina) se define de acuerdo a lo que se requiera para que la instalación sea segura y económica. Generalmente cada caso tiene sus propias condiciones y por ello vale la pena ponerle cabeza al tema. Por ello conviene hacer un estudio comparativo de costos y resultados estructurales para diferentes opciones de material de entorno.

Adjunto se muestra la tabla del SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), así como otra tabla que detalla la aplicabilidad a cada caso de los distintos suelos.



Tabla 1

Clase	Tipo	Símbolo suelo según D2487	Descripción	Porcentajes pasando la malla respectiva			Límites de Atterberg		Coeficientes	
				1,5in (40mm)	Nº 4 (4,75mm)	Nº 200 (0,075mm)	LL	LP		Curvatura, Cc
IA	Agregados manufacturados, gradación abierta, limpio	Ninguno	Angular, roca o piedra triturada, coral quebrado, lavina triturada, alta relación de vacíos y poco o nada de finos	100%	<=10%	<5%	No Plástico			
IB	Agregados manufacturados, gradación densa, limpio	Ninguno	Angular, roca o piedra triturada (u otros materiales IA) y mezclas de arena/ piedra con granulometría ajustada para minimizar la migración de finos de las capas y zonas adyacentes	100%	<=50%	<5%	No Plástico			
II	Suelos de agregado grueso, limpios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena. Poco o nada de finos	100%	< 50% de la porción gruesa	<5%	No Plástico	>4	1 a 3	
		GP	Gravas mal graduadas, así como mezclas de arena y grava. Poco o nada de finos					<4	<1 ó >3	
		SW	Arenas bien graduadas y arenas gravosas, poco o nada de finos		>6			1 a 3		
		SP	Arenas mal graduadas y arenas gravosas, poco o nada de finos		<6			<1 ó >3		
III	Suelos de graduación gruesa, con finos	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	100%	<50% de la porción gruesa	12 al 50%		<A, ó bajo línea A		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla					<7 y sobre línea A		
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo		>4 ó bajo línea A					
		SC	Gravas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		>7 y sobre línea A					
IVA	Suelos inorgánicos de graduación fina	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas, limos de baja plasticidad	100%	100%	>50%	<50	<4 y bajo línea A		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad media a baja, arcillas gravosas, arcillas arenosas, limos arcillosos					>7 y sobre línea A		

Nota: Los suelos IV y V no se incluyen toda vez que no se usan como material de entorno en estas obras, y corresponden básicamente a los suelos de mediana a alta plasticidad, así como también a los orgánicos.

Tabla 2

	Clase 1A	Clase IB	Clase II	Clase III	Clase IV-A
Recomendaciones generales y restricciones	No usar donde las condiciones puedan causar migración de finos de los estratos adyacentes perdiéndose capacidad de soporte. Aceptable para generar zambos de drenaje y sub drenaje en campos rocosos. Confinarlo con geotextil minimiza riesgo de migración de finos, si es que la hay	Se requiere material de proceso para obtener granulometría que minimice la migración de materiales adyacentes. Aceptable para drenaje y sub drenaje. Confinarlo con geotextil minimiza riesgo de migración de finos, si es que la hay	Cuando exista gradiente hidráulico se debe verificar granulometría para evitar migración. En condición "limpia" puede usarse para drenaje y sub drenaje. Confinarlo con geotextil minimiza riesgo de migración de finos, si es que la hay	No usarse cuando las condiciones de agua en la zanja puedan llevar a inestabilidad, tanto en la vida útil como durante la construcción	Debe revisarse geotécnicamente su eventual uso. Puede no ser aplicable para condiciones de relleno altas, ni cuando se aplicará equipos vibratorios pesados. No usarse cuando las condiciones de agua en la trinchera puedan causar inestabilidad
Fundación	Aceptable para material de fundación y de sustitución, así como para zanjas inestables. Colocar y compactar en capas de 15cm como máximo	Aceptable para material de fundación y de sustitución, así como para zanjas inestables. Colocar y compactar en capas de 15cm como máximo	Aceptable para material de fundación y de sustitución, así como para zanjas inestables. Colocar y compactar en capas de 15cm como máximo	Aceptable como material de fundación o de sustitución, en tanto el espesor TOTAL no exceda de 30cm. Colocar y densificar en capas de no más de 15cm	Aceptable ÚNICAMENTE en condiciones no disturbadas y cuando la zanja es seca. Remueva todo material suelto y provea de un fondo de zanja firme y uniforme antes de colocar el encamado
Encamado	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Espesor mínimo 10cm (15 si es sobre roca)	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Espesor mínimo 10cm (15 si es sobre roca)	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Espesor mínimo 10cm (15 si es sobre roca)	Aceptable ÚNICAMENTE en condiciones de zanja seca. Coloque y densifique en capas de no más de 15cm. Nivele capa final a mano. Espesor mínimo 10cm (15cm si es sobre roca)	Aceptable ÚNICAMENTE en condiciones no disturbadas y cuando se pueda garantizar óptima colocación y densificación. Instale y compacte en capas de no más de 15cm, Nivele manualmente la capa final. Espesor mínimo de 10cm (15cm si es sobre roca)
Arriñonamiento	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Trabaje manualmente el acomodo contra las paredes del tubo para tener soporte uniforme y continuo	Nivele la capa final a mano. Trabaje manualmente el acomodo contra las paredes del tubo para tener soporte uniforme y continuo	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Trabaje manualmente el acomodo contra las paredes del tubo para tener soporte uniforme y continuo	Ídem a fundación, nivele la capa final a mano. Trabaje manualmente el acomodo contra las paredes del tubo para tener soporte uniforme y continuo	Aceptable ÚNICAMENTE en condiciones no disturbadas y cuando se pueda garantizar óptima colocación y densificación. Instale y compacte en capas de no más de 15cm, Trabaje manualmente el acomodo contra las paredes del tubo para tener soporte uniforme y continuo
Relleno inicial	Ídem a fundación. Llegar, mínimo, a 15 cm sobre corona del tubo.	Llegar, mínimo, a 15 cm sobre corona del tubo.	Llegar, mínimo, a 15 cm sobre corona del tubo.	Llegar, mínimo, a 15 cm sobre corona del tubo.	Aceptable con las condiciones arriba detalladas, instala y compacte hasta un mínimo de 15cm sobre la corona
	Coloque manualmente para asegurarse de que todos los vacíos excavados y áreas de arriñonamiento son llenados. Si se requiere de alta densidad, usar compactadores vibratorios	Deberá alcanzarse al menos el 85%PS. Densificar ya sea con compactadores manuales o bien con compactadores vibratorios	Deberá alcanzarse al menos el 85%PS. Densificar ya sea con compactadores manuales o bien con compactadores vibratorios	Deberá alcanzarse al menos el 90%PS. Densificar ya sea con compactadores manuales o bien con compactadores vibratorios	Deberá alcanzarse al menos el 95%PS. Densificar ya sea con compactadores manuales o bien con compactadores vibratorios
Relleno final	Compactar según requiera el ingeniero	Compactar según requiera el ingeniero	Compactar según requiera el ingeniero	Compactar según requiera el ingeniero	Aceptable con las condiciones arriba detalladas, compactar según requiera el ingeniero

## **Excavación de la zanja:**

Al iniciar la excavación de la zanja se debe verificar la condición y material de las paredes de la misma, de manera que brinde el adecuado grado de estabilidad para las personas que instalarán la tubería y para el proceso mismo de instalación que suele llevar, en mayor o menor medida según el material de entorno, energía mecánica para densificar el material. De ser necesario, se deberá recurrir a sistemas de ademe o bien a la excavación con paredes inclinadas o en bancos o terrazas, el ingeniero a cargo de la obra podrá asesorar sobre lo óptimo.

NO se debe tender ni instalar tubería si el fondo de zanja está inundado. En todo momento se debe evitar que el agua entre a la zanja o trinchera. Esto aplica a TODOS los sistemas de tuberías que se instalan o se diseñan para instalarse según ASTM D2321.

Si la presencia de agua en la zanja no es evitable (por ejemplo por haber Nivel Freático), se deberá contar con un sistema de abatimiento del nivel freático, de manera que el agua durante todo el proceso de instalación del tramo siempre esté bajo el cuadrante inferior del tubo, en este sentido el usar una cama y una fundación granular, preferiblemente aislada del material de sitio por geotextil, puede dar muy notorios beneficios. El uso de bombas para agua a base de diafragma suele ser una solución económica y confiable que permite una zona de trabajo adecuada.

Es necesario contar con cortes o interceptores para las aguas que puedan escurrir por la zona de instalación del tubo, tanto para asegurar un ensamble en condición propicia, como también evitar deteriorar las condiciones del material excavado y compactado así como del material no alterado.

## **Ancho Mínimo de zanja:**

El ancho mínimo de zanja depende de condiciones estructurales y constructivas.

En condiciones de pared de zanja estable, con módulo de reacción de 35kg/cm<sup>2</sup> o más, un ancho de zanja práctico es de el diámetro externo del tubo más 60cm, pero si las condiciones de pared de zanja, profundidad, etc., así lo ameritan, puede requerirse un ancho mayor. En algunos casos en que el material de entorno es granular y/o condiciones de sitio muy favorables, este valor puede disminuir a  $D + 0.50m$ , pero debe consultarse primero al profesional a cargo de la obra.

## Estructurales:

Cuando las condiciones del terreno que servirá de pared de zanja son muy malas, se recomienda que el ancho de la zanja sea igual a dos veces el diámetro externo del tubo, o mayor si las condiciones CONSTRUCTIVAS así lo sugieren.



## Constructivas:

Según el material a emplear de entorno del tubo y la densidad buscada, la densificación puede ser casi que manual (GW, por ejemplo) hasta requerir de varias pasadas de tamper/ brincón o bailarina, en cuyo casos e debe dejar libre a cada lado del tubo el ancho necesario para operar el equipo (va desde 15 hasta 90cm, según sea el diámetro, el equipo y el material a densificar), se recomienda consultar al proveedor del equipo.

Así por ejemplo el equipo liviano que se muestra en la figura adjunta, de la casa Bomag tiene modelos con ancho de pie de 160 a 300mm, pero desde luego hay otros fabricantes y otros tipos de equipos que, de una u otra manera, sirven para las instalaciones de este tipo y su idoneidad es propia de cada caso específico.

## Seguridad y Ergometría:

También las condiciones de seguridad (por ejemplo si se requieren ademes, o trabajar en terrazas de excavación o con zanja inclinada) afectarán el tipo y ancho de la zanja. Por otra parte, la dimensión mínima ente tubo y zanja debe a su vez permitir el acomodo y trabajo del personal que llevará a cabo la instalación. Así por ejemplo, cuando se usan tabla estacas o paneles de soporte en las paredes, es necesario ampliar el ancho libre para facilitar el movimiento de los trabajadores en medio de todo el sistema de soporte.

Cuando se trata de zanjas profundas es frecuente que se haga en terrazas, e incluso estas con sección de pirámide invertida, por lo que el ancho de zanja variará con la profundidad.

Si bien el ancho de zanja es función de muchas variables, se puede hablar de valores mínimos posibles, considerando que es material que necesita de densificación:

Diámetro Nominal		Ancho total, mínimo
mm	in.	(mm)
100	4	500
150	6	550
200	8	625
250	10	675
300	12	750
375	15	800
450	18	900

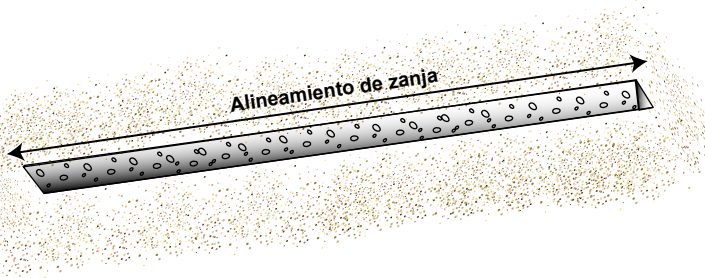
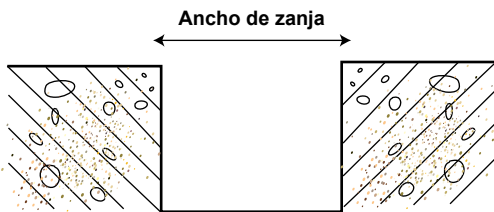
Desde luego que estos valores pueden cambiar según características propias del equipo para instalar, así como del proyecto mismo y del material de entornocéfico.

## Alineamiento de la tubería:

1. Para iniciar la excavación de la zanja, es necesario tener completa certeza de:

- El alineamiento de la zanja
- La pendiente estipulada para la tubería
- El ancho de zanja requerido

Estos datos son preparados por el diseñador, y deben ser acatados en obra, al igual que las modificaciones o adicionales que el inspector de obra plantee.



2. La actividad de zanjeo deberá ser llevada a cabo verificando su trazado y dimensiones, ya sea con topografía especializada o con sistemas menos especializados, pero de buena precisión para ese fin.

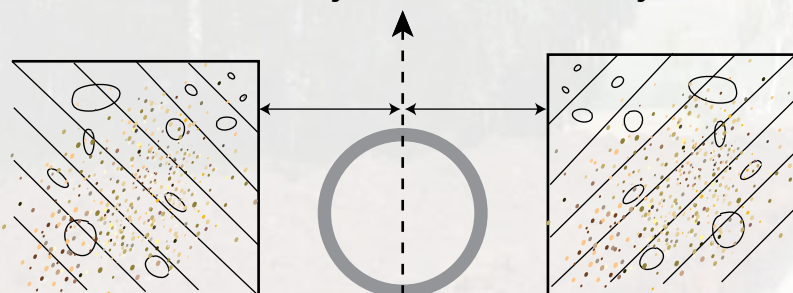
En este caso se emplearía nivel, cuerdas y un elemento de longitud definida de acuerdo con el ancho de zanja requerido, puede usarse otro para verificar la profundidad.



3. Al llegar al fondo de zanja, se debe inspeccionar para determinar si tiene la firmeza requerida, o si se necesita de sustitución en esta, en cuyo caso el inspector definirá el material y modo de colocación del material sustituto, usualmente materiales granulares, que pueden requerir o no una frontera de geotextil.
4. Una vez que la zanja se ha preparado en su fondo, corresponde la conformación de la cama, para así tener la pendiente y alineamiento horizontal óptimos.

Se debe marcar el eje o centro de la zanja para así poder luego verificar a medida que se colocan los tubos que se sigue la línea correcta.

#### Marcar el eje o centro de la zanja



5. Más adelante, cuando se empiece el atraque o acostillamiento de los tubos, se deberá mantener en observación el alineamiento, evitando que el tubo se desplace en esta fase.

Una buena forma para evitarlo consiste en colocar, y densificar, el material de manera simétrica respecto al tubo.

La verificación se hace a partir de las marcas que indican el centro de la zanja.

## Preparación de la cama y fundación del tubo:

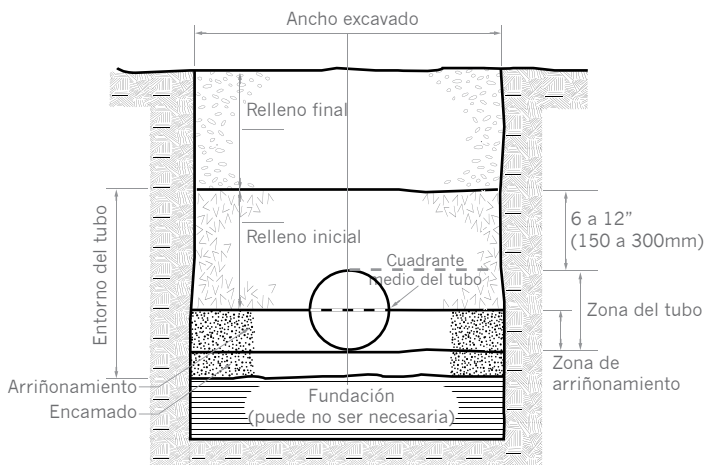
Al llegar a la profundidad teórica de la zanja, se debe evaluar la calidad del fondo de la misma y determinar si es necesario sustituir material para tener condiciones estables para el sistema, en cuyo caso se requerirá sobre excavar y colocar material de características más estables. En algunos casos se recomienda el uso de geotextiles no tejidos para minimizar la cantidad necesaria de sustitución, a la vez que garantizar la durabilidad del material "limpio" a lo largo del tiempo. En suelos limosos, o cuando se tienen limos en el entorno del tubo y la pared es de grava, grava arena, grava limosa o arena con limo, se recomienda también, es casi que imperioso, el uso de geotextiles no tejidos en la frontera zanja – entorno del tubo. En casos muy calificados por control de aguas o climatología puede no ser necesario, pero esto deberá ser revisado por profesionales calificados, o bien dirigirse a nuestro departamento técnico para obtener los parámetros básicos para una evaluación preliminar. La selección de los materiales y su colocación se detalla en la sección 12 (Materiales disponibles, restricciones y recomendaciones).

## Material en la zona del tubo:

Este material se subdivide en dos zonas:

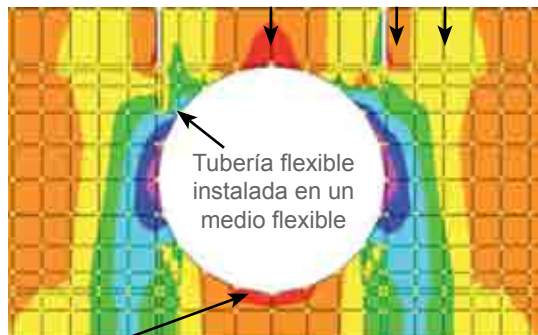
### a. Arriñonamiento:

Zona colocada desde el cuadrante inferior del tubo hasta la mitad de su altura (línea media), En esta zona el material tiene la más importante función, y es por ello que se debe prestar mucha atención no solo a como se densifica, sino que también a como se acomoda en esa zona que es de por sí un tanto difícil de alcanzar. En esta zona es donde se dan los mayores esfuerzos de contacto a causa de la transferencia de las cargas externas (permanentes, temporales y accidentales).



Sección Transversal Mostrando la terminología

Variación de las presiones a lo ancho de la zanja, según la tendencia a la deformación del entorno



Presiones en el cuadrante inferior

Presiones decaen al alejarse la interface tubo-suelo

Esta zona es a la vez donde el tubo requiere de un soporte más uniforme y continuo para así transferir y disipar las presiones que se generan tanto por el flujo del agua como por los materiales que arrastra y que impactan con la pared interna del tubo. Lo más recomendable en este caso es hacer una colocación manual (o con pala) del material bajo el tubo para que así quede en completo contacto con la circunferencia del mismo, así al densificar el material con facilidad se obtiene la condición deseada de densificación y módulo de reacción. Así para cualquier sistema flexible, se recomienda la densificación simétrica del material a ambos lados del tubo y así asegurar el óptimo alineamiento de este.

#### b. Relleno inicial:

Se extiende desde la mitad del tubo y hasta 15 a 30 cm sobre la corona del tubo. Esta zona complementa la parte de mayor importancia estructural del tubo, y si bien no es tan crucial en la distribución de presiones como el arriñonamiento, sí es muy responsable de que las cargas se apliquen de manera más simétrica y distribuida, así mismo se coloca con cercanía (lateral y/o superior) al tubo.

#### c. Relleno final:

Ya esta es una capa de muy poca importancia para el desempeño estructural de la tubería (salvo en instalaciones muy superficiales – alturas de relleno de 90cm o menos en autopistas con cargas vivas cuando la zanja es muy profunda, pudiendo en ese caso permitir atenuar la carga llegando al tubo, o aumentarla). Los requerimientos de densidad de esta última capa suelen ser más bien parte de las especificaciones relacionadas con las obras / destino del área sobre la tubería.

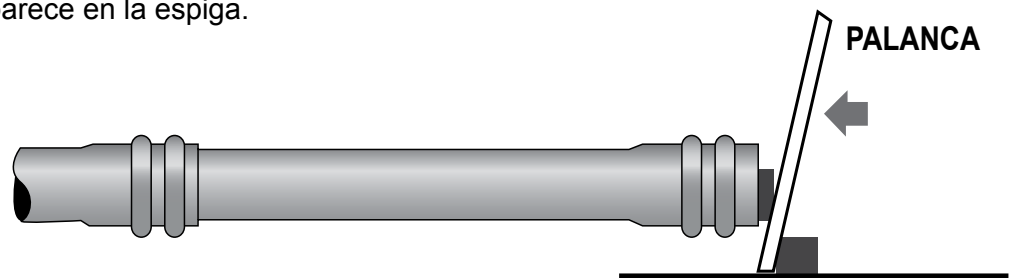
## 9. ENSAMBLE ENTRE TUBOS Y DE ESTA A CONEXIONES

### Uniones con empaque de hule

1. Asegúrese que el empaque venga forrado por un protector de plástico tipo envoltura, que las letras den hacia el extremo espiga del tubo (hacia afuera).
2. Si el empaque no viene protegido, lo óptimo es pedir al proveedor que lo sustituya
3. Limpie cuidadosamente la campana, la espiga del tubo y el empaque de hule.



- Coloque el empaque en la campana. Observe que el empaque tiene sólo una posición y se debe colocar correctamente, de tal manera que la espiga del tubo no tienda a desanidarlo cuando ésta penetra en la campana.
- Aplice lubricante o jabón, ambos solubles en agua, y de origen animal o vegetal, tanto al empaque como a la espiga. Se debe aplicar de manera uniforme, con una brocha o con un lienzo suave, circularmente, siguiendo el perímetro interno de la campana.
- Nunca use grasas derivadas del petróleo.
- Alinee los dos tubos perfectamente en los planos vertical y longitudinal del tubo, de modo que reposen normalmente en el fondo de la zanja.
- Inserte la espiga en la campana, primero “presentando” la espiga y luego empujando el extremo del tubo hasta la marca que aparece en la espiga.



En diámetros grandes, coloque una regla de madera en posición horizontal en el extremo del tubo y con una barra empuje la regla y por consiguiente el tubo. (Véase figura adjunta)

### **Ensamble entre tubos:**

Las tuberías TDP-Durman cuentan con un sistema de unión a base campanas monolíticas con el cuerpo del tubo y una espiga conformada por el cuerpo mismo promedio del tubo. En esta se aloja el empaque de hule, mismo que está desarrollado en apego a las normas pertinentes (ASTM D3212 y F477 así como a la F949, en los puntos que atañen a este tema).

La espiga se introduce a la campana del tubo siguiente mediante una adecuada fuerza de empuje entre uno y otro. Antes de proceder con la unión, favor tener sumo cuidado de limpiar la campana y la espiga, que no haya ni tierra, ni arena, ni ningún material que no esté explícitamente aprobado.

El proceso es auxiliado con el empleo de lubricantes especiales para este uso, básicamente de origen vegetal o animal (igualmente puede usarse jabón, de igual origen).

Para la inserción es mejor usar una palanca apoyada al piso y a su vez al extremo del tubo, preferiblemente con una pieza de madera que evite que la palanca dañe el tubo. De esa manera se asegura que el alineamiento es correcto en la vertical y en la horizontal.

## Ensamble con los accesorios:

El procedimiento es bastante similar al del ensamble entre tubos, salvo que adicionalmente es necesario verificar la posición de los accesorios (codos, Y, T, tapones, etc.) antes de proceder con la colocación de los tubos (que muchas veces implica hacer cortes en los tubos). El alineamiento de las figuras debe incluir ya no solo el eje del tubo, sino verificar si hay ángulos de los brazos del elemento (en los elementos, T, Y y silletas) y verificar el adecuado anclaje del elemento (en todos los accesorios, tapones incluidos). En las conexiones a pozos de registro use "wáter stop" flexible, conectores de materiales resilientes u otros sistemas aprobados por el ingeniero a cargo de la obra para garantizar la estanqueidad de las conexiones a los pozos o a estructuras en general.

## 10. ALTURAS DE RELLENO

El tema de la altura de relleno máxima y mínima es, como bien se sabe, función de las características del material de entorno, de la magnitud de las cargas vivas, del peso volumétrico del material sobre la corona del tubo, de la configuración de la zanja, etc.

Mas sin embargo se pueden establecer condiciones promedio en las cuales se dan los valores seguros de aplicación.

Se asume que:

- a. El material sobre la corona del tubo tendrá un peso volumétrico de entre 1700 y 1920 kg/m<sup>3</sup> (la gran mayoría de los suelos que vemos en nuestro medio).
- b. El material de pared de zanja puede aportar un módulo de reacción de al menos 35kg/cm<sup>2</sup> (un suelo con consistencia de baja a media).
- c. Que el material de entorno dará un módulo de reacción de al menos 105kg/cm<sup>2</sup> (un material de clase III según D3231 lo da con una buena densificación, los clases II y I lo alcanzan con gran facilidad).
- d. Que no hay nivel freático importante afectando.
- e. La zanja es suficientemente estable como para trabajar con seguridad a esa profundidad
- f. Que el equipo y/o la forma de zanjeo, hacen posible llegar a esa profundidad
- g. Que la reglamentación vigente en el lugar de la obra, para la aplicación que se le dará, permite llegar a esas profundidades.

Así, la altura mínima de relleno será de 0.45 a 0.60m (aunque puede ser menor, según control del proceso constructivo) y la máxima de 8.10m. En realidad estos valores están protegidos con generosos factores de seguridad, y al analizar los proyectos específicos se pueden disminuir sustancialmente los factores.

Mas sin embargo priva aquí el deseo de servir al cliente y, por ende; se deja la puerta abierta a las consultas a nuestros departamentos técnicos.

Así por ejemplo, si el relleno inicial se hace con equipo liviano y no habrá uso de rodillos vibratorios o similares, en muchos casos la altura mínima de relleno puede disminuirse a 45cm o menos, y la máxima, sobre la base de la rigidez anular quedaría así:

Módulo de reacción (kg/cm <sup>2</sup> )	Altura máxima teórica (m)	Máxima recomendada** (m)
28	6.75	6.75
35	8.15	8.00
50	11.00	11.00
70	14.75	12.00
105	19*	12.00
140	19*	12.00
175	19*	12.00
210	19*	12.00

\*: A partir de este diámetro gobiernan aspectos como el factor de seguridad en la compresión de la pared y el correspondiente para la falla por abollamiento, aún si las deflexiones son bajas.

\*\* : Este es un valor de referencia, que debe ser revisado en los proyectos específicos.

# INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

## VENTAJAS DE LOS ACCESORIOS SANITARIOS F949

La familia TDP ofrece tres alternativas para las conexiones domiciliarias, según la preferencia del cliente o características del proyecto.

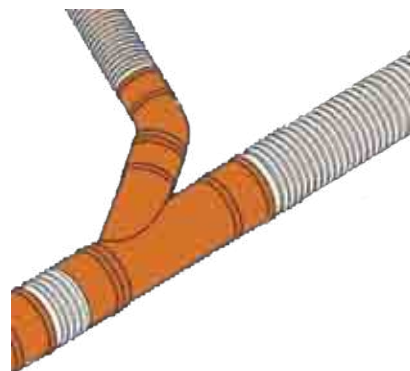
- **Prevista domiciliar con Tees o Yees en línea** con unión mediante empaques de hule. Este sistema se usa principalmente en la instalación de sistemas nuevos, en donde se puede planificar con exactitud el punto en donde se necesita la conexión.
- **Derivación en línea mediante sistema mixto de fijación.** Principalmente cuando ya se tiene la tubería instalada y se requiere de una conexión rápida y confiable.
- **Silleta químicamente soldada.** Tanto para sistemas nuevos como para sistemas en funcionamiento. Su exclusivo sistema de indentación permite una unión química y mecánica muy confiable, y sin demérito a la integridad estructural del tubo ni del accesorio.

## PREVISTA DOMICILIAR CON TEES O YEES EN LÍNEA CON UNIÓN MEDIANTE

Conexión domiciliarias a 45°, de 100 a 200 mm (4" a 8") utilizando una yee reducida.



Conexión domiciliarias a 90°, de 100 a 200 mm (4" a 8") utilizando una yee reducida y un codo de 45°.



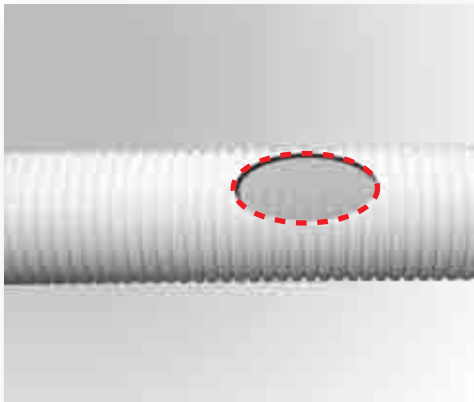
Nota: La leyenda blanca impresa en el empaque de hule debe ir de frente al accesorio.

## DERIVACIÓN EN LÍNEA MEDIANTE SISTEMA MIXTO

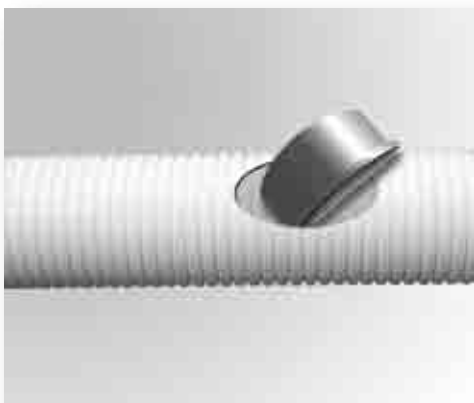
Consiste en un ensamble de dos partes que amoldan contra las paredes del tubo y entre sí. Una ensambla contra la pared interna y la otra contra la externa, siendo ambas de PVC.



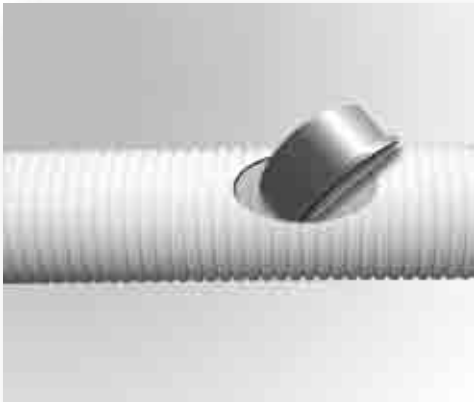
El proceso de preparación del punto de inserción es el mismo usado con las silletas tradicionales, pero el resultado es sorprendentemente mejor.



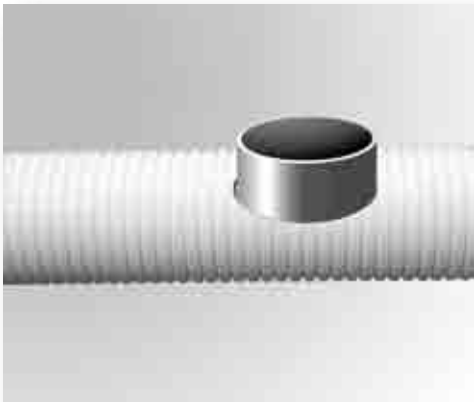
Se marca y corta la proyección del cuerpo o cuello del elemento, en el tubo receptor. Para ello se recomienda delimitar el contorno del corte usando un marcador de tinta permanente. El corte se hace con equipo en buen estado y con adecuada capacidad de corte. En el mercado hay varias herramientas de este tipo, la mayoría desarrolladas para cortar madera y otros elementos de construcción similares. Si se dispone de una broca sierra, tanto mejor, en tanto se verifique que el diámetro final del corte sea el adecuado. Un corte muy cerrado dificultará la inserción del acople interno, y uno muy abierto disminuirá la calidad de la pega.



El acople interno o base es introducido en el orificio ya terminado. Para asegurar soldadura entre el acople interno y la pared interna se colocará la soldadura específicamente desarrollada y prevista para este fin. No se recomienda el uso de cementos solventes distintos a lo recomendado por nosotros dado que pueden ser poco efectivos o demasiado agresivos.



Seguidamente se procede con la inserción de la base dentro del cuerpo del tubo. Debe empujarse con firmeza el elemento, de manera que entre de manera simétrica y evitando que en la manipulación e introducción se unte el cemento solvente en elementos extraños, o en la misma persona que lleva a cabo el acople. Así la soldadura química se mantiene en donde se le necesita, en las cantidades recomendables.



El paso siguiente será alinear el manguito o acople interno de manera que se garantice el óptimo contacto en la cejilla interna de este.

A la vez que se logra el alineamiento, también se logra el adecuado cierre de las aberturas que quedan entre la pared del tubo y la base, para un mejor sello del sistema. Es necesario mantener la base con una ligera presión contra la pared interna del tubo, previo al paso siguiente, por eso se deberá tener a mano el acople externo o hembra, de modo que al momento de tener lista la base, el ensamble sea casi que inmediato.



Para el armado final se coloca soldadura química a ambos acoples, obviamente en la cara que tendrán de contacto mutuo.

Este procedimiento se hace de forma uniforme en cada cara, pero sin generar excesos ni goteos.

La viscosidad del cemento suministrado permite llevar a cabo esta labor de forma sencilla, confiable y controlada.



Se completa así el ensamble de las piezas y se aseguran entre sí, manualmente, para permitir que el proceso de soldadura química se lleve a cabo de la mejor manera.

Dejándolo reposar 30 minutos a una temperatura de 23 a 28°C (temperaturas menores implican mayor tiempo de reposo, mayores implican menor tiempo), el elemento cuenta con la fortaleza estructural necesaria para permitir el acople de los demás accesorios de la prevista domiciliaria.



La conexión tendrá excelente adherencia entre sus partes, así como con el tubo mismo. La unión es distribuida y pareja, obteniéndose superficies de contacto muy confiables, capaces de soportar deformaciones o solicitaciones tanto por aspectos constructivos como por condiciones de su vida útil.

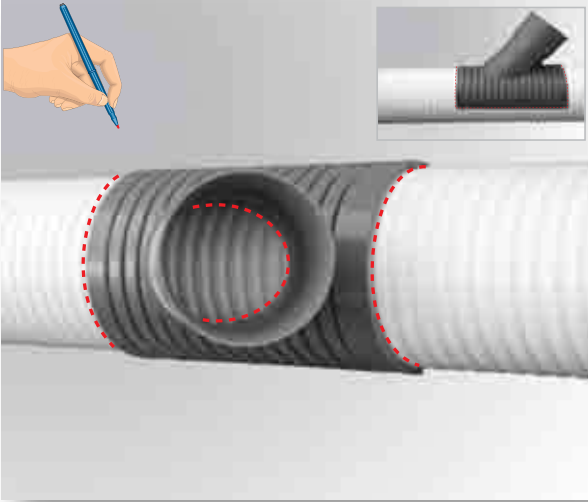
## SILLETA QUÍMICAMENTE SOLDADA

Este sistema es de excelente desempeño y facilidad constructiva tanto en redes en construcción como en redes en servicio.

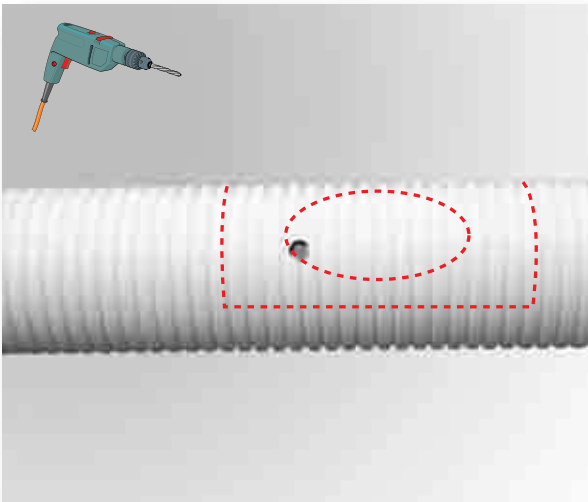
De entre sus principales ventajas tenemos:

- **Completamente impermeable:** soporta presiones sostenidas de más de 30PSI en tiempos superiores a las 48 horas, combina la soldadura química con el entrabe mecánico.
- **Desempeño estructural:** por su diseño de “placa de apoyo uniforme” permite la transmisión de esfuerzos cortantes y por flexión desde la prevista domiciliaria hacia la tubería colectora, lográndose una distribución muy favorable de estos esfuerzos.
- **Limpeza de conexión en sistemas existentes:** Dado que la conexión se lleva a cabo solamente por la cara superior externa, no hay contacto con los líquidos y sedimentos que van dentro del tubo.

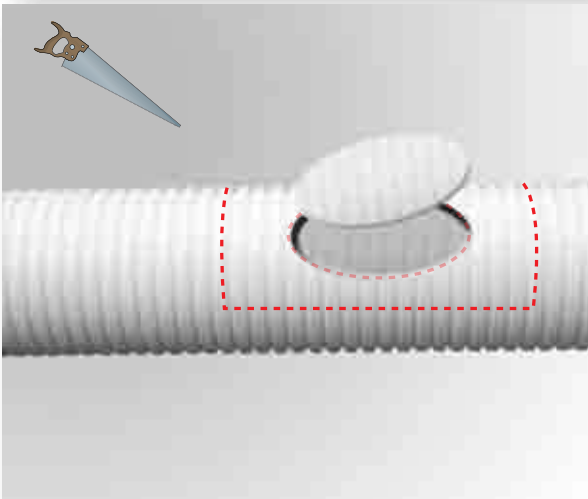
## PROCEDIMIENTO:



1. Definir el punto exacto en el que se llevará a cabo la conexión, marcando el centro del tubo que viene de la acometida, en el cuerpo del tubo colector o principal, sobre este se marca la plantilla o proyección de la sileta indentada. Esta marcación es especialmente importante porque respecto a la misma es que se hará el corte en el tubo madre. Si el corte es insuficiente, el flujo de la prevista no entrará de manera adecuada al tubo, por lo que el desempeño del sistema no será el óptimo, por otra parte, si es demasiado grande se puede debilitar el cuerpo del tubo principal. Marque también el contorno externo general de la sileta, para así poder fácilmente luego identificar la zona que llevará soldadura química. Asegúrese que al hacer estas operaciones de marcado, las crestas de la tubería hayan entrado en las indentaciones de la sileta.

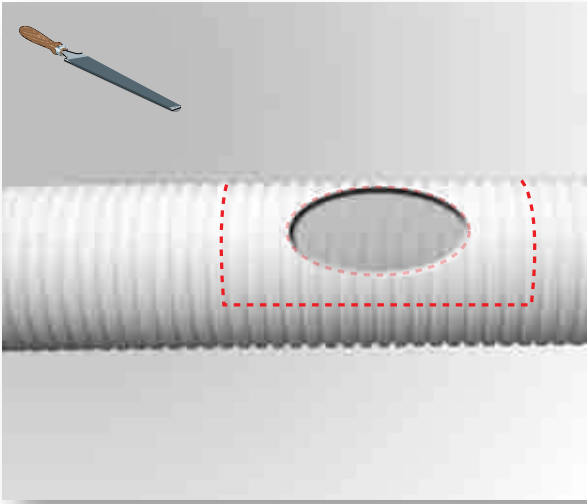


2. Haga un agujero dentro del pedacito a quitar del tubo principal. Este agujero permitirá meter la sierra cortadora que hará el contorno de la entrada.



3. Usando un serrucho de punta aguda, proceda a cortar cuidadosamente el contorno, asegurándose de hacerlo por el borde externo del perímetro que se marcó en el paso 1. Asegúrese de hacer un corte perpendicular a la pared del tubo, así el procedimiento será más rápido, fácil y preciso.

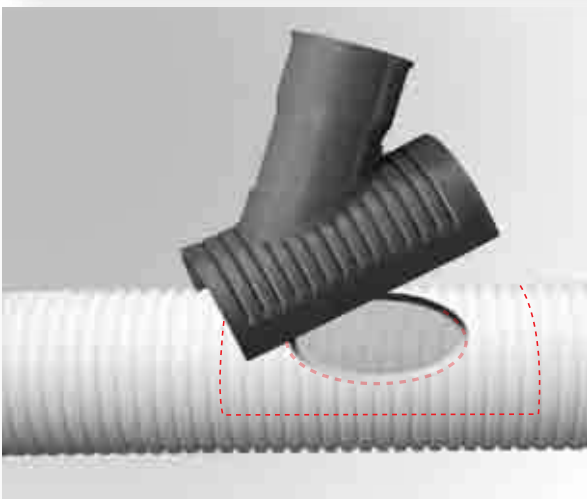




4. El corte efectuado requiere siempre un poco de detalle para que la silleta monte de manera satisfactoria. Para ello se recomienda el uso de una lima circular o semicircular, la que se ha de pasar en las irregularidades que quedan en la zona de corte. Este trabajo se hace con cuidado de manera que se desgasten solo las irregularidades, y no afectar la pared del tubo (ni las crestas ni la pared interna).



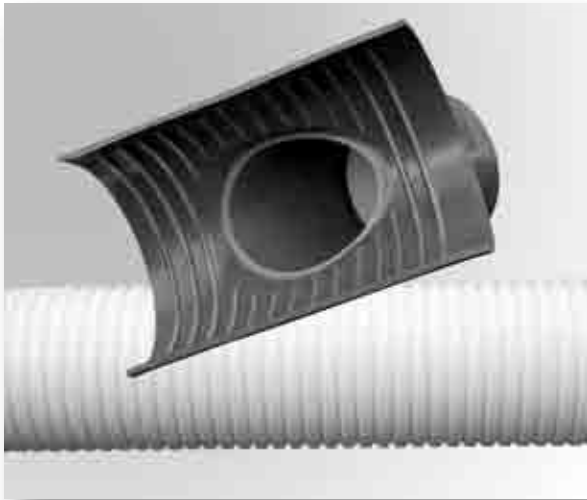
5. Proceda a limpiar el área comprendida entre el perímetro futuro de la silleta (explicado en el punto 1) y el agujero recién abierto. En esta misma área se procederá a aplicar el pegamento especial provisto con el sistema de tuberías. Se colocará una capa delgada y uniforme en la silleta y en la tubería. En ambas superficies se debe tener cuidado de llenar los valles entre corrugaciones, SIN excesos de soldadura.



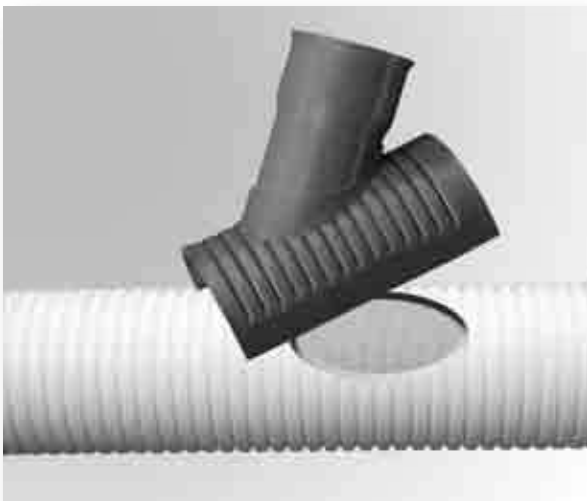
6. Coloque la silleta contra la tubería, respetando las marcas efectuadas en el paso 1. VERIFIQUE que las corrugaciones de la silleta queden en los valles del tubo y viceversa. La figura requerirá de unos 30 minutos para su adecuado endurecimiento en el punto de soldadura. Se pueden usar bandas Nylon tipo "TIE" para asegurar mejor ambas piezas mientras endurece la unión, pueden dejarse en el tubo.

El diseño de las nuevas silletas F949 permite una continuidad del sistema estructural e hidráulico equiparable al que se obtiene con elementos conectados en línea (Tees o Yees), superando ampliamente los resultados que con silletas convencionales se obtienen.

Por ejemplo:



La pared internamente corrugada de la silleta es un espejo del patrón de corrugación del tubo, de manera que al unirlos se logra una sección muy maciza e íntegra, restituyendo, con creces, la disminución puntual que se da en la pared del tubo cuando se le perfora para permitir la entrada del flujo que la silleta ha de incorporar.



La unión así lograda emula el efecto de un sistema de doble pared respecto a la corrugación, que a su vez se distribuye en un área ingenierilmente calculada y definida, cumpliendo su cometido: dar estanqueidad a la junta y asegurar resistencia e integridad mecánica en el área de transición.

Al efectuar un corte de la sección, es claro que las corrugaciones se entrecruzan para dar continuidad y resistencia.

La tubería ASTM F-949 se fabrica con una longitud total de 6.00 metros. Esta longitud incluye la espiga y la campana del tubo, una en cada extremo, que permiten la unión tubo a tubo, o tubo a accesorio, según sea el caso.

En el extremo de la espiga (que tiene la misma conformación y diámetro externo que el resto del cuerpo del tubo) viene alojado de fábrica el empaque de hule. Este debe venir protegido contra la suciedad y el deterioro físico por una cinta adhesiva, que se quitará al momento de su ensamble, no antes.

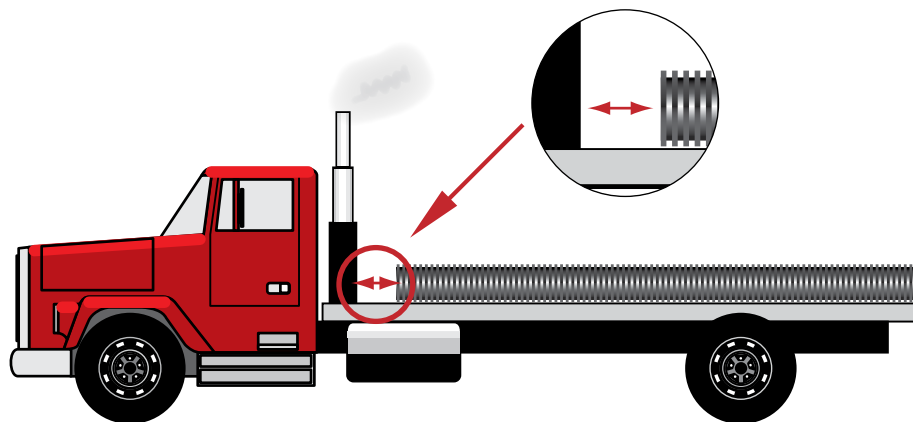
La tubería F-949 Durman es muy liviana y fácil de transportar, pero hay algunos cuidados que se deben tener al transportarla y así evitar contratiempos cuya prevención es sencilla y económica.

Diámetro nominal	Número de tubos que pueden ser transportados según tipo de camión	
	Camión de 6m (20 pies)	Camión de 12m (40 pies)
100mm/ 4"	550	1100
150mm/ 6"	240	480
200mm/ 8"	130	260
250mm/ 10"	60	120
300mm/ 12"	45	90
375mm/ 15"	30	60
450mm/ 18"	18	36

## CARGA Y DESCARGA

Tanto la tubería como los accesorios deben ser manipulados con moderada prudencia:

- No se deben lanzar hacia el camión ni desde este.
- Se deben colocar de forma ordenada, procurando que queden sobre un apoyo uniforme y confiable.
- Que no queden prensados entre sí salvo que sea con un modo de estiba aprobado.
- Verificar que no queden en contacto con el escape del vehículo o con partes móviles que puedan dañar el producto o su empaque.



- Si se han de hacer despachos a diferentes puntos con el mismo camión, procurar que el producto se ordene de manera racional con las entregas.
- Para el izado de los tubos, cuando no sea de manera manual, se deberán usar cuerdas nylon, fajas de lona, o similares. El uso de cadenas de acero, además de innecesario, genera esfuerzos puntuales en el tubo, por lo que si se usa, hay que completar con almohadillas para distribuir esfuerzos.
- Dado el caso que el transporte requiera combinar flete con materiales ajenos a la tubería, no se deben colocar materiales pesados sobre la tubería, tampoco colocar la tubería sobre materiales que generen superficies irregulares o susceptibles a dañarse por el peso de la misma.

## MANIPULACIÓN EN PLANTA Y EN OBRA DE LOS TUBOS

Debe tenerse claro que los tubos F949 son tubos livianos, y más aún lo son sus accesorios, de donde que la manera más cómoda y segura es alzarlos y transportarlos sin que vayan tocando el suelo.

El hecho de arrastrarlos conlleva al riesgo de dañar las campanas, el cuerpo del tubo, el empaque, etc.



## COMO DEBE COLOCARSE EN BODEGA

Aunque lo ideal en programación de obras es que el tubo se instale lo antes posible respecto al momento de su llegada al proyecto, en la práctica es frecuente que sea necesario almacenarlo por días, semanas, y a veces hasta meses.

Es por ello que se recomienda siempre almacenar de la forma correcta el tubo.

Obviamente se buscará el sitio en la obra, o cerca de esta, que sea más conveniente por facilidad de transporte a la zanja misma, pero que a la vez ofrezca ciertas medidas de elementales de seguridad.

Así mismo el sitio ha de poder ofrecer un área plana y nivelada en donde se coloquen los tubos.

Sobre esta superficie se coloca una "plantilla" de piezas de madera de, mínimo, 25x500mm, separadas cada 1.50m, y colocadas transversales a la posición en que quedarán los tubos.

Hay casos en que no se cuenta con una superficie plana del terreno, cuando esa es la situación, basta con construir una estantería de madera que brinde el mismo apoyo que el anotado en el punto anterior.



Si se cuenta con equipo, estructuras de varios niveles para almacenar el tubo, y la necesidad de hacerlo, nuestro departamento técnico le asesorará.

Las tuberías, al igual que para su transporte, se colocarán de manera que se alterne, tanto en el sentido vertical como en el horizontal, la posición de las campanas de los tubos, esto cuando se almacenan en una sola dirección.



Cuando las condiciones de proyecto, y las cantidades de tubería lo justifiquen, pueden colocarse en estratos o capas que se alinean de manera perpendicular a la capa subyacente.



Claro está que se debe asegurar que las capas inferiores den apoyo total a los tubos de las capas inferiores, y que se colocan estibas con igual diámetro, o con los diámetros superiores debajo de los inferiores.

También se aceptan las estibas en pirámide, que son prácticas cuando la cantidad de tubos es poca y sabiéndose que se cuidará de dejar en las capas inferiores los tubos más pesados.



Es conveniente estar seguro de si la tubería se colocará antes de 30 días desde su llegada o después, si es el segundo caso, se debe proveer cobertura para protegerla de los efectos del UV y del calor.

Para ello se necesita un techo, separado de la tubería, que proteja del efecto del sol, pero que a la vez permita la circulación del aire. No es recomendable colocarlo en bodegas completamente cerradas, salvo que la temperatura no pase de 30° en ningún momento, dentro de la bodega o sitio de almacenamiento.

No se recomienda, en lo absoluto, colocar manteados o toldos directamente sobre la tubería, esto por cuanto suelen aumentar la temperatura en la estiba.

El encargado de bodega deberá verificar el tiempo que tiene el tubo de estar almacenado, y si se acerca a los 30 días, pedir de inmediato una protección para el mismo.



