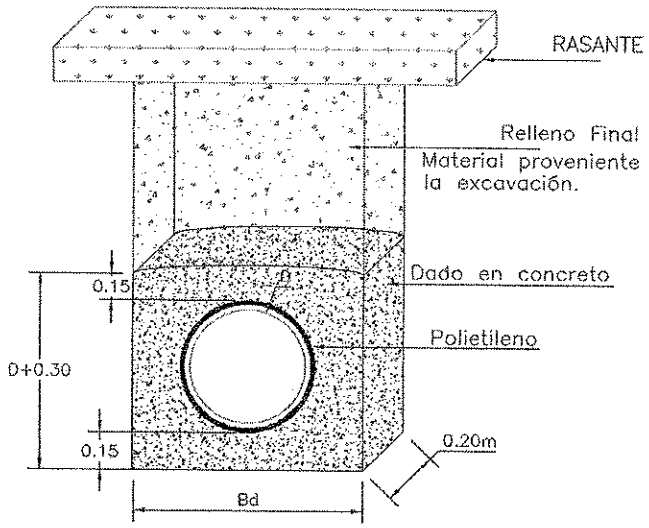
Inspecciones y Pruebas en Campo antes de Puesta en Servicio

En caso de que la tubería Novafort deba instalarse en un terreno con pendiente alta, es necesario utilizar una cimentación con material granular e instalar un dado de contención sobre cada unión como se indica a continuación.



Instalación con Velocidades Altas:

Aplica lo indicado para pendientes altas y se recomienda usar cámaras de inspección Novacam de Pavco Wavin como complemento, ya que garantizan resistencia a la abrasión como las tuberías Novafort.

Cuando no sea posible el uso de cámaras prefabricadas, se recomienda forrar las cañuelas de las cámaras rígidas con tubería partida a la mitad. Ver Conexiones a Cámaras de Inspección.

Condiciones Extremas para el Material:

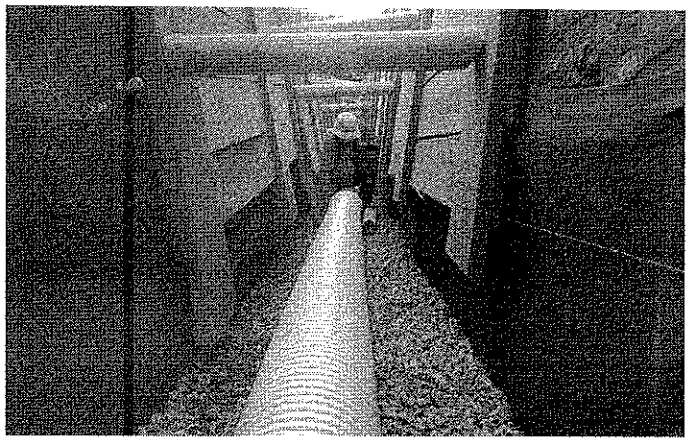
- El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a la que puede transportar agua es de 60°C.
- No aplique solventes ni someta la tubería al contacto con estos.
- No someta la tubería al contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".
- Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Inspecciones y Pruebas en Campo antes de Puesta en Servicio

El ingeniero a cargo debe definir las inspecciones y pruebas a realizarse al sistema después de instalado.

Algunas de las inspecciones recomendables se describen a continuación:

- Limpieza
- Inspección visual
- Verificación de alineamientos y ausencia de obstrucción
- Prueba de estanqueidad



Puede hacerse prueba con aire a baja presión, prueba de infiltración o exfiltración. Es recomendable, efectuar la prueba con aire a baja presión de acuerdo con la norma ASTM F 1417. La prueba de infiltración es aceptable siempre que el nivel freático esté por encima del lomo de la tubería a probar. La prueba de exfiltración, es aceptable siempre que el nivel freático esté por debajo del nivel de instalación de la tubería a ser probada. En las tablas siguientes se indican rangos de infiltración y exfiltración garantizados para sistemas instalados con Tubosistemas para Alcantarillado Novafort Pavco Wavin, así como lo estipulado en el RAS 2000 como una guía. (TABLAS Nº4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

292

TABLA N°4.1

Prueba de Estanqueidad Alcantarillado con Tubería PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVAFORT

Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
mm	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
110	99	100	4	0,00019	0,019	8
160	145	100	4	0,00019	0,028	11
200	182	100	4	0,00019	0,035	14
250	227	100	4	0,00019	0,044	17
315	284	100	4	0,00019	0,054	22
400	362	100	4	0,00019	0,069	28
450	407	100	4	0,00019	0,078	31
500	452	100	4	0,00019	0,087	35

TABLA N°4.2

Prueba de Estanqueidad Alcantarillado Ras 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVAFORT

Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
110	99	100	4	0,00042	0,041	17
160	145	100	4	0,00042	0,060	24
200	182	100	4	0,00042	0,076	30
250	227	100	4	0,00042	0,095	38
315	284	100	4	0,00042	0,118	47
400	362	100	4	0,00042	0,151	60
450	407	100	4	0,00042	0,170	68
500	452	100	4	0,00042	0,188	75

TABLA N°4.3

Prueba de Estanqueidad Alcantarillado con Tubería PVC
4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

NOVAFORT

Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud Tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595,12	100	4	0,00019	0,114	46
27	671,01	100	4	0,00019	0,129	51
30	747,01	100	4	0,00019	0,143	57
33	823,09	100	4	0,00019	0,158	63
36	899,03	100	4	0,00019	0,172	69
39	974,98	100	4	0,00019	0,187	75
42	1050,93	100	4	0,00019	0,201	81
45	1127,00	100	4	0,00019	0,216	86
48	1203,00	100	4	0,00019	0,231	92

TABLA N°4.4

Prueba de Estanqueidad Alcantarillado Ras 2000
10 -20 l/mm/km/día

NOVAFORT

Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
pulg	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	l
24	595,12	100	4	0,00042	0,248	99
27	671,01	100	4	0,00042	0,280	112
30	747,01	100	4	0,00042	0,311	125
33	823,09	100	4	0,00042	0,343	137
36	899,03	100	4	0,00042	0,375	150
39	974,98	100	4	0,00042	0,406	162
42	1050,93	100	4	0,00042	0,438	175
45	1127,00	100	4	0,00042	0,470	188
48	1203,00	100	4	0,00042	0,501	201

994

Pruebas con Aire ASTM F1417

Tramo		Diámetro nominal	Diámetro interior promedio		Longitud del tramo de prueba		K	Área interna		Escape, Q	Tramo mínimo permitido pérdida 1psi	Total escape	Total escape máximo	Tiempo mínimo
de	a	mm, pulg	mm	pulg	m	pies	pulg-pie	m^2	$pies^2$	$pies^3/min/pie^2$	sg	min	$pies^3$	$pies^3$	sg
		200	182,52	7,19	100,00	328,08	1,00	57,34	616,40	0,0015	407,00	6,79	6,27	0,9375	454
		250	227,39	8,95	100,00	328,08	1,23	71,44	767,93	0,0015	624,00	10,40	11,98	0,9375	566
		315	285,12	11,23	100,00	328,08	1,54	89,57	962,89	0,0015	981,00	16,35	23,61	0,9375	680
		400	362,36	14,27	100,00	328,08	1,96	113,84	1223,74	0,0015	1,58	26,41	48,47	0,9375	908
		450	407,03	16,02	100,00	328,08	2,20	127,87	1374,60	0,0015	2,00	33,32	68,70	0,9375	1022
		500	451,93	17,79	100,00	328,08	2,45	141,98	1526,23	0,0015	2,46	41,07	94,03	0,9375	1136
		24	596,91	23,50	100,00	328,08	3,23	187,52	2015,85	0,0015	4,30	71,65	216,67	0,9375	1360
		27	673,76	26,53	100,00	328,08	3,65	211,67	2275,39	0,0015	5,48	91,29	311,59	0,9375	1530
		30	748,92	29,49	100,00	328,08	4,05	235,28	2529,21	0,0015	6,77	112,80	427,93	0,9375	1700
		33	825,63	32,51	100,00	328,08	4,47	259,38	2788,26	0,0015	8,23	137,09	573,35	0,9375	1870
		36	901,75	35,50	100,00	328,08	4,88	283,29	3045,34	0,0015	9,81	163,53	747,00	0,9375	2040
		39	977,28	38,48	100,00	328,08	5,29	307,02	3300,42	0,0015	11,52	192,07	950,87	0,9375	2210
		42	1054,69	41,52	100,00	328,08	5,71	331,34	3561,85	0,0015	13,42	223,70	1195,20	0,9375	2380
		45	1127	44,37	100,00	328,08	6,10	355,12	3817,50	0,0015	15,42	256,97	1471,46	0,9375	2550
		48	1203	47,36	100,00	328,08	6,51	379,13	4075,50	0,0015	17,57	292,88	1790,48	0,9375	2720

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar
El tiempo mínimo de duración antes de descargarse 1 psi es lo que debe controlarse.

Medición de la Deflexión

La medición de la deflexión en campo debe hacerse tan pronto se haya instalado y tapado el primer tubo, de tal forma que pueda verificarse la efectividad de la cimentación, corregir, si es necesario, y mantener las deflexiones por debajo de los valores máximos permitidos.

La medición debe realizarse al menos en tres puntos (a 1 metro del extremo de la tubería, en la mitad y a 1 metro del otro extremo), midiendo el diámetro interior en dirección vertical, antes de aplicarle la carga a la tubería instalada, y después de aplicarle la carga a la tubería instalada, relleno final y/o carga viva, se mide de nuevo en la misma dirección vertical. La diferencia entre las medidas inicial y final, corresponde a un porcentaje del diámetro interior inicial y no debe ser mayor al 7,5% para diámetros entre 110 mm y 42 pulgadas, y del 5,0% para diámetros de 45" y 48".

En la siguiente tabla y como guía, se indican los valores del diámetro interior mínimo después de deflectarse el 7.5% del diámetro interior mínimo, de acuerdo a la Norma de fabricación.

Diámetro nominal	Diámetro Interior mínimo	Máxima deflexión	Diámetro interior mínimo deflectado
mm	mm	%	mm
Novafort Pavco Wavin S8 Pavco Wavin			
110	99	7,5	92
160	145		134
200	182		168
250	227		210
315	284		263
355	327		302
400	362		335
450	407		376
500	452		418
Novafort Pavco Wavin S4 Pavco Wavin			
200	185	7,5	171
250	231		214
315	291		269
355	328		303
400	370		342
24	595		550
27	670		620
30	747		691
33	852		788
36	900		833
39	975		902
42	1051		972
45	1127	5,0	1071
48	1203		1143

295

NOVAFORT

Marcación Externa

Marca y Uso	Pavco Wavin Novafort Alcantarillado
País de origen y fabricante	Pavco Wavin
Norma de fabricación	Por ejemplo NTC 3722-1 ó ASFM 794 NTC 5055 Resolución 501 de 2017
Diámetro nominal	Por ejemplo 110mm 4"
Rigidez	Por ejemplo 8 kN/m² (PS:57 psi) ó 4KN/m² (28 psi)
Código trazabilidad 1	Planta año mes día turno No. Máquina 1 dígito, 2 dígitos.
Lote RT	Por ejemplo 001

Identifique el código de trazabilidad impreso en todas nuestras tuberías y cajas de accesorios para acceder a los certificados de calidad Pavco Wavin

DESCARGAR SELLOS DE CALIDAD

ESTE MANUAL TÉCNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE PAVCO WAVIN.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.
HAGA DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESPERDICIOS
RECICLE CON PAVCO WAVIN

Edición
Junio de 2023
reemplaza la de Abril de 2021

296

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD
DNV
ISO 9001

Certificado C550877
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 9001:2015

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL
DNV
ISO 14001

Certificado C550876
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 14001:2015

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD
DNV
ISO 45001

Certificado C550875
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 45001:2018

BOGOTÁ
Autopista Sur N°. 71-75
Conmutador: (60 1) 782 5000
Ext. 1101

BARRANQUILLA
Conmutador: (60 5) 375 3100
Servicio al Cliente: 312 332 0041

CALI
Calle 64 Norte # 5B-146
Oficina RO1 Centro Empresa
Conmutador: (60 2) 442 3444 Ext. 2807
Servicio al Cliente: (60 1) 829 8969 Ext. 2809

EJE CAFETERO
Carrera 17 N° 5-58
Oficina 304, Pereira
Servicio al Cliente: 312 332 0025

ITAGÜÍ - ANTIOQUIA
Calle 27 # 41-80
Conmutador: (60 4) 325 6660

Floridablanca, Santander
Calle 30 N°. 22-129
Oficina 1802, Floridablanca
Servicio al Cliente: 314 330 2331

PAVCO
wavin

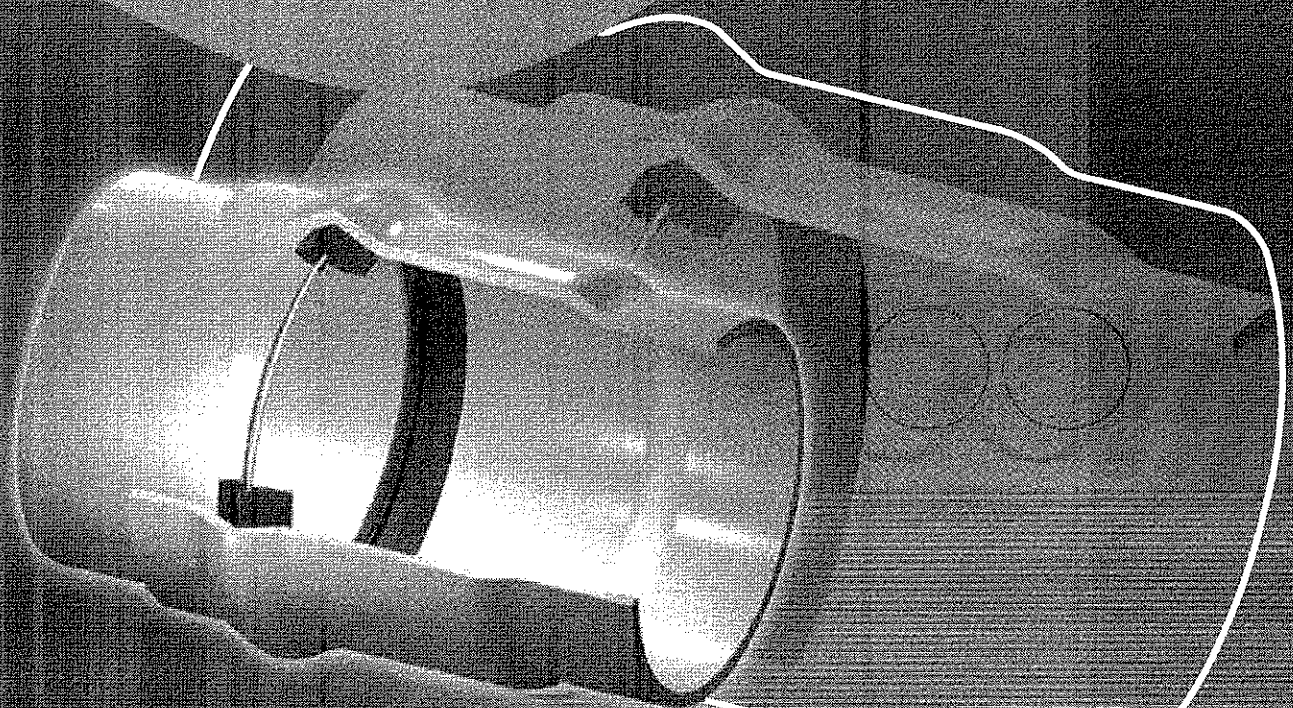
pavcowavin.com.co

Wavin forma parte de Orbia, una comunidad de empresas que trabajan en equipo para superar algunos de los desafíos más complejos del mundo. Nos une un mismo propósito: Impulsar la vida alrededor del mundo.

orbia
Advancing life together

PAVCO

Manual Técnico
UNIÓN PLATINO



Mexichem

Manual Técnico UNIÓN PLATINO CONTENIDO

Tubosistemas para Acueducto PAVCO 5

Tubosistemas para Acueducto PAVCO 5
Tuberías Unión Platino PAVCO 8
Accesorios Unión Platino PAVCO RDE 21 9
Accesorios Ensamblados 11
Accesorios Unión Platino PAVCO RDE 13.5 13
Accesorios PVC Clase 200 14
Lubricante 15

Tuberías de Alta Presión 15

Diseño 16

Evaluación Hidráulica 16
Diseño Hidráulico 16
Coeficiente de Pérdidas Menores 13
Golpe de Ariete 27
Diseño de Anclajes 28
Diseño de Curvatura Longitudinal 29
Cálculo de Cimentación 31

Guía de Instalación 32

Transporte y Almacenamiento 32
Ejecución de la Obra 33

Puesta en Servicio 36

Prueba Hidrostática 36
Prueba de Hermaticidad 36
Limpieza y Desinfección 37
Mantenimiento 37

Rotulado 37

PAVCO 300

CONTENIDO

Acometidas Domiciliarias PF + UAD 38

Tuberías PF + UAD PAVCO 39
Accesorios PF + UAD PAVCO 39
Instalación 40
Rotulado 42

PAVCO

309

Definición

Como respuesta a sus necesidades en el suministro de agua potable, en las etapas de conducción, redes y conexiones domiciliarias, PAVCO le proporciona Tubosistemas de Acueducto con mejores beneficios. Fabricadas de PVC-U, Policloruro de Vinilo rígido.

Este material garantiza la conservación de la calidad del agua para consumo humano ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata que establece el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007. Además la resina de PVC con que se fabrica ha sido certificada de tal forma que el cloruro de vinilo monómero residual es menor a 3,2mg/kg.

Ventajas

1. Mayores Caudales:
Coeficiente de fricción c=150 mm (Williams & Hazen)
Ks = 0,0015 mm (Darcy - Weisbach)

2. Más Fácil y Rápido de Instalar:
- Peso liviano.
- Unión con anillo de caucho, integral al tubo.
- Tuberías de 6 metros.
- Tuberías con presión de trabajo hasta 500 psi.
- Tuberías de 2" hasta 24".

3. Amigos del Medio Ambiente:
Unión estanca: Impide la contaminación del agua conducida. Impide la erosión de los suelos y hundimiento de vías, debido a exfiltraciones.

4. Sismo-Resistentes:
- Naturaleza semirígida.
- La unión permite un amplio grado de movimiento axial.

5. Vida Útil Mayor a 50 Años:
Esta información no es garantía de producto dado que PAVCO no ejerce control sobre todos los aspectos que se presenten en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.
- Fabricados con resinas químicamente resistentes a la acción agresiva de los suelos y aguas.
- Diseñadas para conducir fluidos a presión, a partir de un coeficiente de seguridad de 2 a largo plazo.

6. Fácil Mantenimiento:
- Herramientas convencionales (segueta y escofina).
- Inventario de Tuberías y Accesorios local.

7. Más Económicos:
- Transportan un mayor volumen de agua que las tuberías convencionales.
- Obras más rápidas de ejecutar.
- Mayor vida útil.

Servicios

Igualmente PAVCO le brinda la más completa gama de servicios:

1. Capacitación Dirigida a:
- Centros de Educación Técnica y Universitaria.
- Personal:
  Empresas de servicio, Ingeniería, Fontanería, Acciones comunales y Juntas administradoras.

2. Asistencia Técnica Durante el Proceso de:
- Diseño.
- Compra.
- Ejecución de obra.
- Operación.
- Mantenimiento.

3. Red Nacional de Servicios:
- Respuesta personalizada.
- Atención inmediata.
- Inventario de material local.

Historia y Antecedentes

Años 60: Tuberías con Unión Soldada.
Años 70: Tuberías para acueducto con Unión Mecánica Unión Z.
Año 2000: Tubería para acueducto con UNIÓN PLATINO.

Esta unión está basada en el sistema concebido por el inventor noruego Rieber. Precisamente la primera instalación de PVC con sello integrado fue realizada en los límites de la ciudad de Bergen, Noruega, en el año 1973. Desde hace más de 18 años se utiliza en los Estados Unidos y Canadá, sin que hasta la actualidad se registren reclamos por fallas o pérdidas. Más de medio billón de Kilómetros de tuberías en PVC, en diámetros de 40mm a 800mm, han sido instalados en estos países, en ambientes de extremo calor y/o temperaturas bajo cero y en todos los casos se han comprobado satisfactoriamente las cualidades y ventajas de la UNIÓN PLATINO.

En la actualidad, aproximadamente el 85% de las tuberías de PVC para conducción de fluidos y distribución de agua fabricados en Estados Unidos, utilizan esta unión.

En Colombia, PAVCO, líder en la fabricación de Tuberías y Accesorios, introduce la UNIÓN PLATINO, garantizando no solo las tuberías sino también la Unión.

Diámetros de 2" a 24" Conducciones de Alta Exigencia

A semejanza de los países desarrollados, el inexorable crecimiento de las ciudades, así como la inversión pública, la escasez del agua y la operación privada de los servicios de acueducto, han dado lugar a la ejecución de obras de gran magnitud. Con lo anterior, se ha creado una nueva exigencia en la conducción de fluidos que está definida por los siguientes requisitos:

- La eliminación de fugas.
- La no contaminación, así como la eliminación de infiltraciones.
- La ausencia de interrupciones en la provisión del servicio.
- La aptitud para soportar terrenos agresivos, temperaturas extremas y severas condiciones de trabajo.
- La alta velocidad de ejecución, aún con mano de obra no especializada disponible en la zona.

Unión Platino La Hermeticidad Efectiva

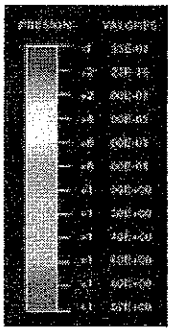
La simpleza de una gran solución.
La Unión integrada a la UNIÓN PLATINO, introduce una mejora en los sistemas de Acueducto, con un concepto extremadamente simple: Tubería + Unión Platino = Una Sola Pieza.

El sello es insertado durante la fabricación del tubo, bajo condiciones controladas y repetibles con retenedor en la cuna que evita el desplazamiento en el proceso de instalación.

Además, el sello integrado tiene un alma de acero que, conjuntamente con el caucho sintético SBR, logra una unidad de dimensiones perfectas, circunscribiendo la hermeticidad de la unión a una sola variable: El diámetro exterior del espigo del tubo.

Nota: Todos los hidrosellos de las Tuberías Unión Platino están fabricados bajo la especificación: 1/3 de SBR (Stireno Butadieno Rubber) + 2/3 de Caucho Natural.

Comportamiento del Sello en el Montaje



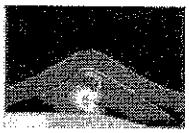
El colchón de aire (A) permite que el sello de goma se comprima en esa dirección, para asegurar una correcta instalación con el mínimo esfuerzo de inserción.
En (B) se observa la pre-compresión obtenida por la colocación del sello durante la fabricación. Así que el sello y el tubo constituyen una pieza única.



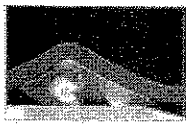


El alma metálica del sello integrado impide la deformación, el desplazamiento y principalmente, el fenómeno conocido como "Fish mouthing" (mordedura) durante la instalación.

303



Como puede apreciarse en la escala de presión, la resistencia a la inserción está limitada al labio interior del sello y al exterior del tubo que se está uniendo, sin observarse esfuerzo y/o deformaciones en el resto de la masa de caucho.



Se crea el sello principal, comprimiendo el caucho entre el alma de acero y el espigo del tubo (aproximadamente 20%). De igual modo puede verse la instalación terminada, con el sello cubriendo totalmente la cavidad existente entre las dos paredes.

Comportamiento del Sello Bajo Presión

La siguiente secuencia muestra el accionar del sello durante el ciclo de presión de trabajo y una eventual sobrepresión, comprobando así que el comportamiento de la UNIÓN PLATINO, responde al concepto de UNA SOLA PIEZA.



El corte de la unión muestra el conjunto funcionando a presión de trabajo. El sello se ubica en una posición habitual y puede verse la compresión que soporta el alma metálica y el caucho llenando toda la cavidad sin presencia de colchón de aire.



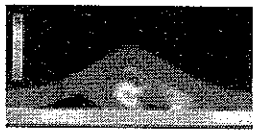
Ante el inicio de una eventual sobrepresión, es notable como el primer elemento que reacciona al esfuerzo, es el alma de acero impidiendo torceduras y/o deformaciones. De igual modo debe advertirse que el sello no ha sufrido desplazamiento.



La sobrepresión va en aumento concentrándose la carga de presión, principalmente en el alma de metal y en el caucho que está ubicado entre la misma y el alojamiento del sello, en el doblez del labio interior y en el espigo, conservando el sello la geometría general y la posición original.



Ante el pico de presión, el esfuerzo continúa acotado por el alma de acero y la geometría del sello se mantiene intacta, asegurando la estanqueidad, aún ante el natural agrandamiento del sello.



Finalizada la sobrepresión y restablecidas las condiciones de trabajo, la imagen muestra la junta en régimen. La secuencia completa evidencia que el sello nunca abandonó su posición, sin sufrir desgaste por abrasión y manteniendo siempre la estanqueidad garantizada.

Ventajas

Además de las ventajas de las tuberías PAVCO a saber:

- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a la electrólisis
- Paredes lisas
- Factor de fricción constante (c=150 ks=0.0015mm)
- Resistencia a la rotura
- Peso liviano
- Resistencia a los productos químicos
- Auto extinguible
- Baja conductividad térmica
- Económica

Las tuberías Unión Platino PAVCO:

- Son fáciles de ensamblar. El diseño de la unión reduce a un mínimo los riesgos de hacer un acople defectuoso.
- La Unión Platino permite un amplio grado de movimiento axial para acomodarse a cambios de longitud en instalaciones enterradas.
  Estos cambios de longitud pueden venir de asentamientos del terreno o de expansiones o contracciones debidas a cambios de temperatura.
- La Unión Platino PAVCO puede soportar vacío parcial o alternativamente, presión externa cuando se instala en terrenos inundados. Está diseñada para la misma presión de trabajo que la tubería sobre la cual se forma.
- La eficiencia del anillo de caucho aumenta con la presión hidráulica interna.

304

- El sello no removible Unión Platino es una masa de caucho sintético, reforzado con un aro metálico interior, que se coloca en condiciones controladas de fábrica, limitando las variables de sellado a sólo una: el diámetro exterior del espigo del tubo, brindando perfecta estanqueidad en todas las fases de presión, tanto positiva como negativa.
- La Unión Platino reduce drásticamente el riesgo de desplazamiento del sello, ocasionado por causas accidentales o por efecto de "ondas de presión" y/o los golpes de ariete, debido a que la rigidez del "alma" metálica impide que el sello de goma se deforme y/o desplace de su alojamiento.
- La Unión Platino por ser "una sola pieza: sello + tubería" evita la incorrecta instalación de los sellos, como a menudo sucede en tuberías convencionales, dando lugar a fugas y/o infiltraciones indeseables.
- La Unión Platino elimina las posiblidades de error del instalador, sencillamente porque el sello integrado es parte del tubo, con lo cual el trabajo en instalación se limita a la unión de un tubo con otro.

Propiedades

Celda 12454 PVCU

Propiedades	Número de Celda	Valores	
Propiedades Mecánicas			
Material	1	PVC	
Peso Específico		1,41 gr/cm³	
Resistencia al Impacto (Izod)	2	0,65 pie-lbf/pulg	0,39 j/m
Resistencia a la Tensión	4	7.000 psi	47.78 MPa
Módulo de Elasticidad en Tensión	5	400.000 psi	2.730 MPa
Temperatura de Deflexión bajo Carga	4	158°F	70°C

Normas

Las Tuberías PAVCO, sobre las cuales se forma la Unión Platino, se ciñen a la Norma Técnica Colombiana 382 y están garantizadas para el transporte de agua potable. Para poder mantener el RDE (Relación Diámetro Espesor) constante en la Unión se aumenta el espesor de pared del tubo en el tramo donde se forma la campana y en esta forma, la presión de trabajo se garantiza también en la Unión Platino. Tuberías: Norma Técnica Colombiana 382. Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) clasificados según la Presión (Serie RDE).

Sello de Calidad Icontec NTC 382

Sello de Calidad Icontec NTC 2295

Campanas: Norma Técnica Colombiana 2295. Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluídos a presión.
Hidrosellos: Norma Técnica Colombiana 2536
Norma ASTM F 477/93
Instalación: Norma Técnica Colombiana 3742

Tuberías Unión Platino PAVCO

Tubos de 6 m

RDE 13.5 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 315 psi - 2.17 MPa - 22.14 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
2	2902475	1.10	60.00	2.36	4.47	0.18	51.06
3	2900357	2.30	88.90	3.50	6.58	0.26	75.74
4	2900032	4.36	114.30	4.50	8.46	0.33	97.38
6	2900358	9.90	168.28	6.62	12.47	0.49	143.34
8	2900053	16.03	219.08	8.62	16.23	0.64	186.62
*10	2905044	24,41	273,05	10.750	20,23	0.796	232,59
*12	2902484	35,04	323,04	12.750	23,99	0.944	275,06
*14	2902483	38,55	355,60	14.00	26,44	1.040	302,70

* EXTREMO LISO - ESTOS DIÁMETROS SE FABRICAN BAJO PEDIDO

RDE 17 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 250 psi - 1.70 MPa - 17.58 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo	Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	mm
2	2900236	0.98	60.00	2.36	3.56	52.88
4	2900366	3.43	114.30	4.5	6.73	100.84
6	2900442	7.44	168.28	6.625	9.91	148.46
8	2900443	12.60	219.08	8.623	12.90	193.23
10		19.55	273.05	10.750	16.05	240.95
12	2902523	27.52	323.85	12.750	19.05	285.75

RDE 21 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 200 psi - 1.38 MPa - 14.06 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
2	2900010	0.81	60.32	2.37	2.87	0.11	54.58
2.1/2	2900018	1.18	73.03	2.87	3.48	0.14	66.07
3	2900022	1.76	88.90	3.50	4.24	0.17	80.42
4	2900033	2.98	114.30	4.50	5.44	0.21	103.42
6	2900043	6.31	168.28	6.62	8.03	0.32	152.22
8	2900054	10.67	219.08	8.62	10.41	0.41	198.21
10	2902411	16.63	273.05	10.75	12.98	0.51	247.09
12	2902421	23.45	323.85	12.75	15.39	0.60	293.07
14	2902431	28.14	355.60	14	16.92	0.67	321.76
16	2902435	36.78	406.40	16	19.35	0.76	367.70
18	2902439	46.53	457.20	18	21.77	0.86	413.66
20	2902443	53.82	508.00	20	24.18	0.95	459.64
24	NUEVO	80.62	609.6	24	29.03	1.14	551.54

305

RDE 26 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
2	2900012	0.655	60.32	2.37	2.31	0.09	55.70
2.1/2	2900020	0.964	73.03	2.87	2.79	0.11	67.45
3	2900024	1.438	88.90	3.50	3.43	0.13	82.04
4	2900035	2.376	114.30	4.50	4.39	0.17	105.52
6	2900045	5.148	168.28	6.62	6.48	0.25	155.32
8	2900056	8.735	219.08	8.62	8.43	0.33	202.17
10	2902413	13.656	273.05	10.75	10.49	0.41	252.07
12	2902423	19.288	323.85	12.75	12.45	0.49	298.95
14	2902432	22.65	355.60	14	13.67	0.54	328.26
16	2902436	30.22	406.40	16	15.62	0.61	375.16
18	2902440	38.03	457.20	18	17.58	0.69	422.04
20	2902444	43.97	508.00	20	19.53	0.77	468.94
24	NUEVO	65.72	609.60	24	23.44	0.92	562.72

RDE 32.5 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 125 psi - 0.86 MPa - 8.8 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
3	2900026	1.16	88.90	3.50	2.74	0.11	83.42
4	2900037	1.90	114.30	4.50	3.51	0.14	107.28
6	2900047	4.13	168.28	6.62	5.18	0.20	157.92
8	2900058	7.02	219.08	8.62	6.73	0.26	205.57
10	2902415	11.13	273.05	10.75	8.41	0.33	256.23
12	2902425	15.70	323.85	12.75	9.96	0.39	303.93
14	2902433	18.3	355.60	14	10.92	0.43	333.76
16	2902437	23.9	406.40	16	12.50	0.49	381.40
18	2902441	30.8	457.20	18	14.07	0.55	429.06
20	2902492	37.9	508.00	20	15.62	0.61	476.76
24	NUEVO	53.0	609.60	24	18.75	0.74	572.10

RDE 41 PVC Tipo 1, Grado 1

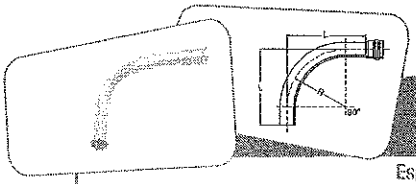
Presión de trabajo a 23°C: 100 psi - 0.69 MPa - 7.03 Kg/cm²

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
4	2900039	1.53	114.30	4.50	2.79	0.11	108.72
6	2900049	3.32	168.28	6.62	4.12	0.16	160.04
8	2900060	5.61	219.08	8.62	5.33	0.21	208.37
10	2902417	8.97	273.05	10.75	6.66	0.26	259.73
12	2902427	12.69	323.85	12.75	7.90	0.31	308.05
14	2902434	14.6	355.60	14	8.66	0.34	338.28
16	2902438	19.2	406.40	16	9.91	0.39	386.58
18	2902442	24.6	457.20	18	11.15	0.44	434.90
20	2902445	30.4	508.00	20	12.40	0.49	484.20
24	NUEVO	42.3	609.60	24	14.86	0.58	579.88

Accesorios Unión Platino PAVCO

RDE 21 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo a 23°C: 200 psi - 1.38 Mpa-14.06 kg/cm²

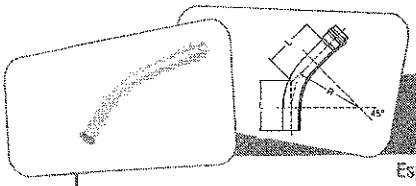


Codos Gran Radio 90°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
*60	2	2902676	229	356
73	2.1/2	2902678	305	457
*88	3	2902680	381	533
*114	4	2902682	457	686
*168	6	2902684	686	914
219	8	2902686	1067	1372
273	10	2902672	1372	1752
323	12	2902674	1600	1981

*Bajo pedido

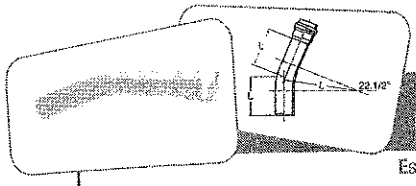


Codos Gran Radio 45°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
*60	2	2902656	229	229
73	2.1/2	2902658	305	267
*88	3	2902660	381	305
*114	4	2902663	457	406
*168	6	2902665	686	533
219	8	2902667	1067	711
273	10	2902652	1372	914
323	12	2902654	1600	1067

*Bajo pedido

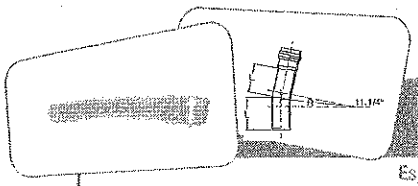


Codos Gran Radio 22.1/2°

Espigo x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
60	2	2902639	229	178
73	2.1/2	2902641	305	216
88	3	2902643	381	229
114	4	2902645	457	305
168	6	2902648	686	381
219	8	2902650	1067	508
273	10	2902635	1372	686
323	12	2902637	1600	782

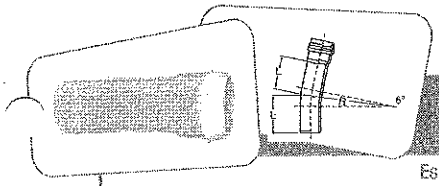
306



Codos Gran Radio 11 1/4°

Espigo x Unión Platino

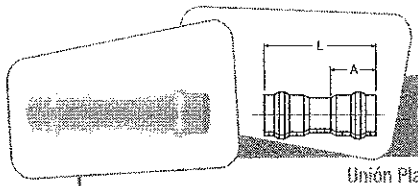
Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
60	2	2902622	229	152
73	2.1/2	2902624	305	191
88	3	2902626	381	191
114	4	2902628	457	270
168	6	2902631	686	318
219	8	2902633	1067	406
273	10	2902618	1372	521
323	12	2902620	1600	559



Codos Gran Radio 6°

Espigo x Unión Platino

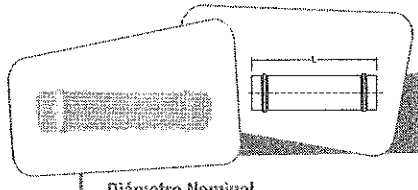
Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	R mm	L mm
219	8	2902670	1067	214
273	10	2902668	1372	266
323	12	2902669	1600	295



Uniones

Unión Platino x Unión Platino

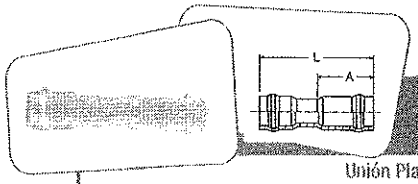
Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902894	356	152
73	2.1/2	2902897	368	159
88	3	2902900	381	171
114	4	2902904	406	184
168	6	2902907	533	216
219	8	2902912	610	254
273	10	2902887	762	298
323	12	2902891	762	330



Uniones Rapidas

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
60	2	2902892	340
73	2.1/2	2902895	340
88	3	2902898	380
114	4	2902901	420
*168	6	2902905	460
219	8	2902909	490
273	10	2902885	530
323	12	2902889	670

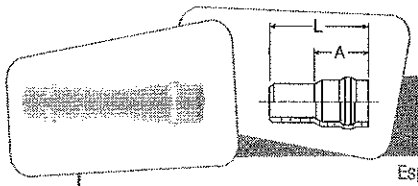
* No amparadas bajo el sello NTC



Uniones de Reparación

Unión Platino x Unión Platino

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902945	457	238
73	2.1/2	2902947	470	238
88	3	2902950	495	254
114	4	2902953	546	270
168	6	2902956	660	318
219	8	2902959	724	352
273	10	2902941	864	432
323	12	2902943	902	438

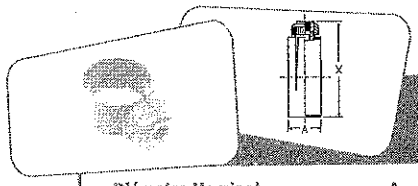


Adaptadores Unión Platino

Espigo x Unión Platino

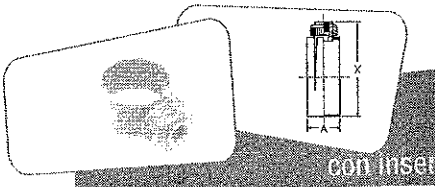
Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
60	2	2902585	305	152
73	2.1/2	2902589	305	159
88	3	2902591	381	171
114	4	2902595	381	184
*168	6	2902986	490	216

* No amparadas bajo el sello NTC 2295



Collares de Derivación

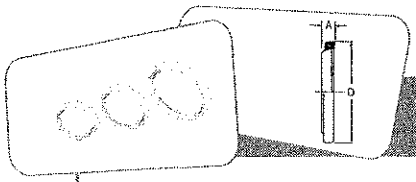
Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	X mm	X pulg
60x26	2x3/4	2901231	50.04	102.40	4.032
73x26	2.1/2x3/4	2901235	50.39	115.00	4.529
88x26	3x3/4	2901239	60.30	131.40	5.173
114x26	4x3/4	2901243	60.30	156.80	6.173
168x26	6x3/4	2901247	69.90	210.30	8.279
219x33	8x1	2901248	87.31	279.20	10.992



Collares de Derivación con inserto Metálico

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	X mm	X pulg
60x21	2x1/2	2904567	50.04	102.40	4.032
73x21	2.1/2x1/2	2904568	50.39	115.00	4.529
88x21	3x1/2	2904569	60.30	131.40	5.173
114x21	4x1/2	2904570	60.30	156.80	6.173
168x21	6x1/2	2904571	69.90	210.30	8.279

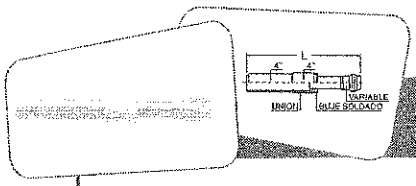
307



Hidrosellos de Caucho

Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
50	2	2000310	75.46	13.73
73	2.1/2	2000311	90.47	16.00
88	3	2000312	105.36	20.35
114	4	2000313	136.47	24.89
168	6	2000314	195.45	27.94
219	8	2000315	249.73	32.11
273	10	2000308	308.05	39.29
323	12	2000309	365.55	

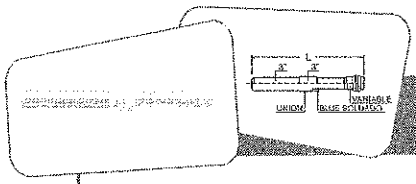
Accesorios Ensamblados



Reducciones de 4"

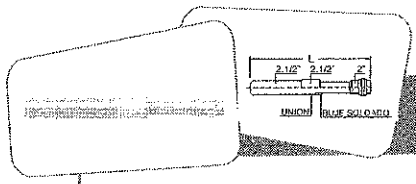
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
*4 x 3	2902755	783.61
4 x 2.1/2	2902754	720.16
4 x 2	2902752	756.51

*Bajo pedido



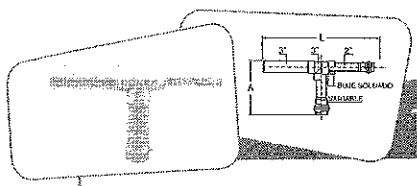
Reducciones de 3"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
3 x 2.1/2	2902749	767.46
3 x 2	2902747	713.31



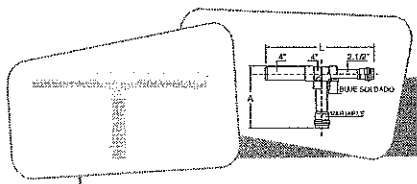
Reducciones de 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm
2.1/2 x 2	2902745	637.46



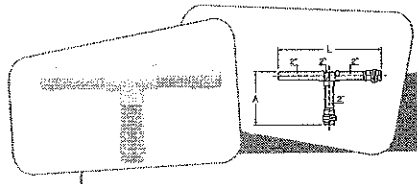
Tee de 3 x 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
3 x 2 x 3	2902842	799.54	472.08
3 x 2 x 2.1/2	2902844	799.54	413.19
3 x 2 x 2	2902841	799.54	419.54



Tee de 4 x 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 x 2.1/2 x 4	2902856	831.79	497.46



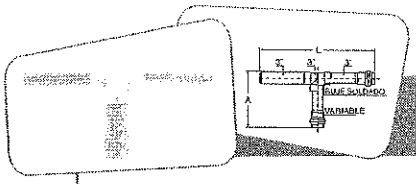
Tee de 2 x 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
*2 x 2 x 2	2902815	683.50	373.50

*Bajo pedido

308

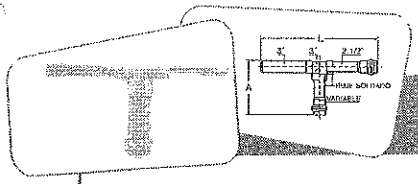
Accesorios Unión Platino PAVCO



Tee de 3 x 3"

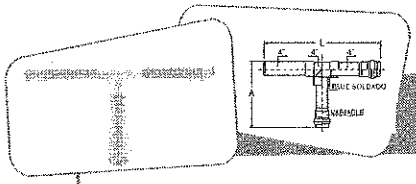
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
*3 x 3 x 3	2902817	852.08	472.06
3 x 3 x 2.1/2	2902845	852.08	413.19
3 x 3 x 2	2902837	852.08	419.54

*Bajo pedido



Tee de 3 x 2.1/2"

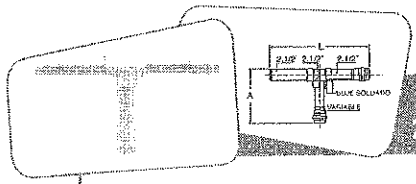
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
3 x 2.1/2 x 3	2902850	793.19	686.35
3 x 2.1/2 x 2.1/2	2902849	793.19	413.19



Tee de 4 x 4"

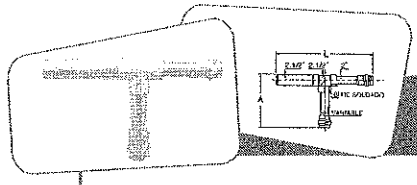
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
*4 X 4 X 4	2902819	878.48	497.46
4 X 4 X 3	2902864	877.48	514.94
4 X 4 X 2.1/2	2902856	877.48	451.29
4 X 4 X 2	2902853	877.48	457.64

*Bajo pedido



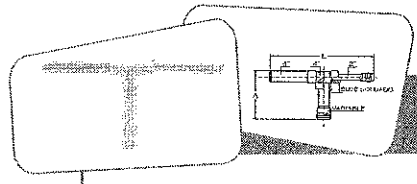
Tee de 2.1/2 X 2.1/2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
2.1/2 X 2.1/2 X 2.1/2	2902831	696.20	386.20
2.1/2 X 2.1/2 X 2	2902834	696.20	397.31



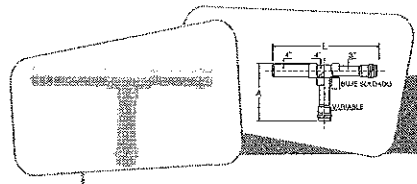
Tee de 2.1/2 X 2"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
2.1/2 X 2 X 2.1/2	2902836	707.31	386.20
2.1/2 X 2 X 2	2902835	707.31	397.31



Tee de 4 x 2"

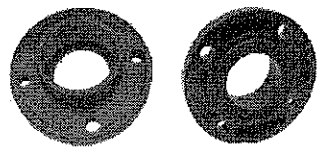
Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 X 2 X 4	2902854	837.64	497.46
4 X 2 X 3	2902855	837.64	514.94

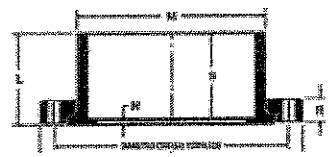


Tee de 4 x 3"

Diámetro Nominal pulg.	Referencia	L mm	A mm
4 X 3 X 4	2902865	894.94	497.46
4 X 3 X 3	2902863	894.94	514.94
4 X 3 X 2.1/2	2902858	894.94	451.29
4 X 3 X 2	2902857	894.94	457.64

Brida Ajustable de PVC SCH 80





309

Accesorios Unión Platino PAVCO

Características y ventajas

- Ideal para hacer transiciones de pvc a otros materiales.
- Unión resistente a la tensión.
- Ajustable para fijar el enfrentamiento de los orificios de las bridas a empatar.
- Presión de trabajo 150 psi a 23ºC
- Unión soldable.

	Diámetro Nominal	D	L	M	N	S	R
Referencia	pulg	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2903783	3	188.91	53.98	105.57	3.18	49.21	23.02
2903784	4	229.39	66.68	133.35	3.18	58.74	26.99
2903785	6	278.61	81.76	192.09	3.18	78.58	30.96
2903786	8	338.93	109.54	246.06	4.76	105.57	38.10
2903787	10	406.40	144.46	298.45	15.88	127.79	42.86
2903788	12	482.60	185.74	348.46	14.29	171.45	42.86

Referencia	Diámetro Nominal	Diám. del Círculo de los tornillos	Diám. del centro de los tornillos	Núm. de los orificio de los tornillos	Diámetro de los tornillos	Largo mín. de los tornillos*	Peso
	pulg	mm	pulg.	un	pulg.	pulg.	kg.
2903783	3	152.40	3/4	4	5/8	31/4	0.73
2903784	4	190.50	3/4	8	5/8	31/2	1.14
2903785	6	241.30	31/32	8	3/4	4	1.76
2903786	8	298.45	29/32	8	3/4	41/2	3.28
2903787	10	361.95	1	12	7/8	5	5.34
2903788	12	431.80	1	12	7/8	5	8.22

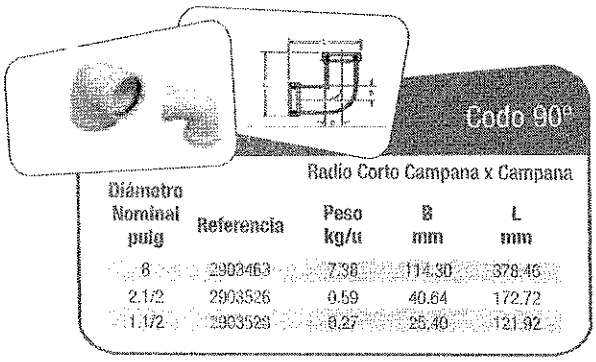
*El largo fue calculado usando 2 bridas de PVC, puede variar dependiendo de la otra brida o accesorio.

Accesorios PVC Clase 200

Unión Mecánica Radio Corto

Ventajas

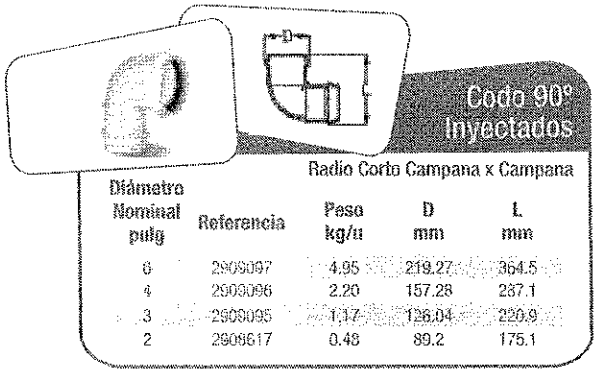
- Livianos y Fáciles de Instalar
- Resistentes a la Corrosión
- Hidráulicamente Eficientes
- Paredes Lisas



Codo 90°

Radio Corto Campana x Campana

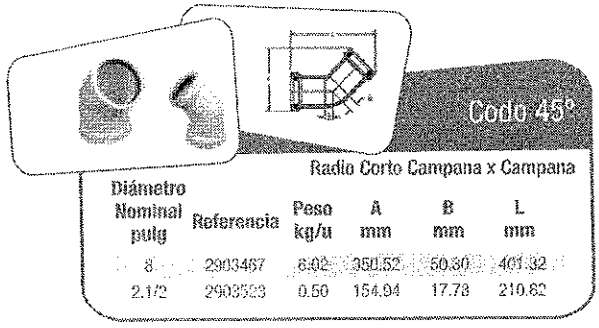
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
8	2903463	7.38	114.30	378.46
2.1/2	2903526	0.59	40.64	172.72
1.1/2	2903529	0.27	25.40	121.92



Codo 90° Inyectados

Radio Corto Campana x Campana

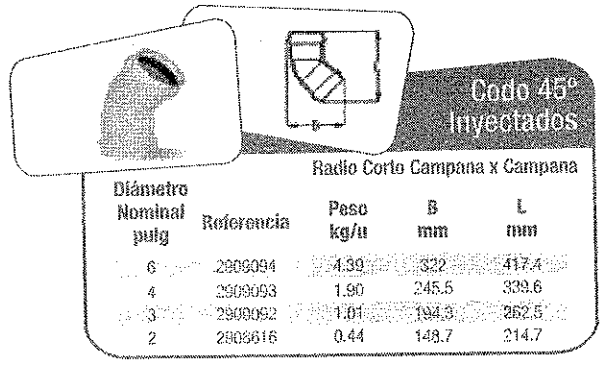
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	D mm	L mm
6	2906097	4.95	219.27	364.5
4	2906096	2.20	157.28	287.1
3	2906095	1.17	126.04	220.9
2	2906617	0.48	89.2	175.1



Codo 45°

Radio Corto Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	B mm	L mm
8	2903467	6.02	350.52	50.80	401.32
2.1/2	2903523	0.50	154.94	17.78	210.82

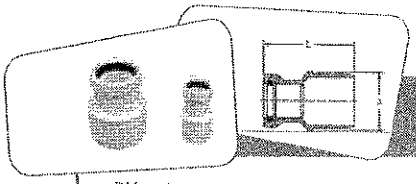


Codo 45° Inyectados

Radio Corto Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2906094	4.39	322	417.4
4	2906093	1.90	245.5	339.6
3	2906092	1.01	194.3	282.5
2	2906616	0.44	148.7	214.7

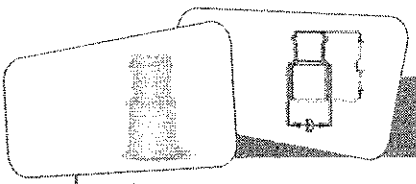
310



Reducción

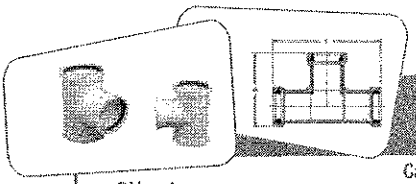
Campana x Espigo

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
8 x 6	2903471	2.63	228.60	236.22
4 x 2.1/2	2903544	0.82	127.00	210.82
4 x 2	2903545	0.66	110.38	254.00
3 x 2.1/2	2903546	0.59	106.68	187.96
3 x 2	2903547	0.41	93.08	200.66
2.1/2 x 2	2903548	0.36	86.36	177.80
2 x 1.1/2	2903549	0.36	71.12	177.80



Reducción Inyectadada

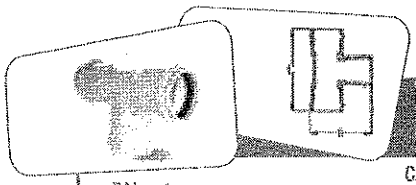
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6 x 4	2908619	2.19	190.9	329
4 x 3	2908618	0.93	121.9	270.9



Tee

Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
8	2903459	9.65	378.46	495.30
8 x 6	2903529	8.74	365.76	495.30
8 x 4	2903530	8.47	353.06	495.30
6 x 4	2903531	4.98	299.72	414.02
6 x 3	2903532	1.36	292.10	317.50
4 x 3	2903533	2.22	253.52	332.74
4 x 2.1/2	2903534	2.22	215.90	332.74
4 x 2	2903535	1.95	218.44	332.74
3 x 2.1/2	2903536	1.40	205.20	302.26
3 x 2	2903537	1.27	195.58	289.56
2.1/2	2903538	0.77	172.72	251.46
2.1/2 x 2	2903539	0.9	172.72	251.46
2.1/2 x 1.1/2	2903540	0.63	213.36	251.46
2.1/2 x 2	2903539	0.9	172.72	251.46
1.1/2 x 1.1/2	2903540	0.45	152.40	231.14

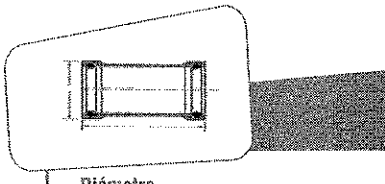


Tee Inyectada

Campana x Campana

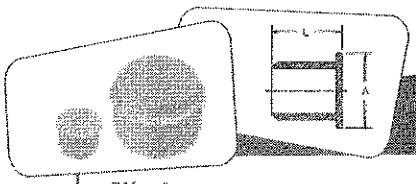
Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2908624	6.32	391.6	565.8
4	2908099	3.33	293.4	429.8
3	2908098	2.00	244.5	363.2
2	2908623	0.66	187.1	285

Tipos de Unión



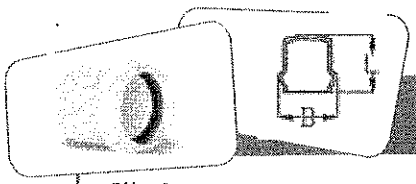
Unión de Reparación

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
1.1/2	2903550	0.23	71.12	165.10



Tapones

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	A mm	L mm
6	2903474	1.72	226.06	152.56



Tapones Inyectados

Diámetro Nominal pulg	Referencia	Peso kg/u	B mm	L mm
6	2908622	2.15	218.6	211.37
4	2908621	1.03	157.1	164.7
3	2908620	0.57	127.5	128.6

Fabricados bajo normas ASTM D 1784, ASTMD 3139: Standar Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes using Flexible Elastomeric Seals y ASTM F 477

319

Lubricante Novafort, Novaloc, Unión Platino



Empaque 500 Gramos,
Referencia 2902743

LONGITUD DE ENTRADA DE LOS ESPIGOS			RENDIMIENTO DEL LUBRICANTE
Diámetro Nominal		Longitud de Entrada	N° de Uniones por 500 gms.
mm	pulg	mm	
60	2	99	200
73	2.1/2	104	180
88	3	118	160
114	4	123	100
168	6	148	45
219	8	153	30
273	10	194	20
323	12	224	15
355	14	220	12
406	16	245	10
457	18	256	8
508	20	285	6
610	24	345	4

Nota

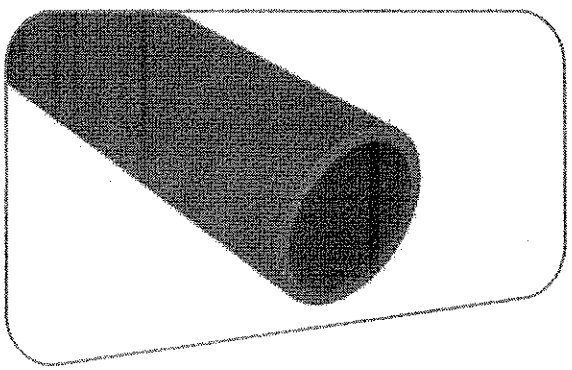
En los casos en que se necesite usar accesorios no complementados en este catálogo, tales accesorios deben ser de hierro nodular, con la especificación: Junta Hidráulica o extremo liso para PVC.

Se pueden usar accesorios del Sistema de Tuberías y Accesorios Presión PAVCO.

Las Tuberías con RDE 9, RDE 11 y RDE 13.5 son fabricadas en extremos lisos, sus uniones y demás accesorios deben ser de hierro nodular, con la especificación: Junta Hidráulica.

Tuberías de Alta Presión

Tubos de 6 m



RDE 9 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo 500 psi - 3.45 MPa - 35.15 Kg/cm² Espigo x Espigo

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diám. Interior Nominal
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
3	2900359	3.89	88.90	3.500	9.88	0.389	69.14
4	2900395	6.42	114.30	4.500	12.70	0.500	88.90
6	2900427	13.73	168.28	6.625	18.70	0.736	130.86
8	2900461	23.30	219.03	8.625	24.34	0.958	170.35

RDE 11 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión de trabajo 400 psi - 2.76 MPa - 28.12 Kg/cm² Espigo x Espigo

Diámetro Nominal	Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
pulg		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
3	2900355	2.87	88.90	3.500	8.08	0.318	72.74
4	2900356	5.30	114.30	4.500	10.39	0.409	93.52
6	2900445	11.53	168.28	6.625	15.30	0.602	137.68
8	2900462	19.50	219.08	8.625	19.92	0.784	179.24

Diseño

Evaluación Hidráulica

Análisis experimental de la rugosidad absoluta

El estudio sobre el comportamiento hidráulico y la determinación del coeficiente de rugosidad en tuberías de acueducto, forma parte de uno diferentes temas de investigación que desarrolla el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA) de la Universidad de los Andes a través de la "Cátedra PAVCO" período 2001 – 2002, proyecto de investigación patrocinado por PAVCO desde hace 15 años.

El estudio consistió en la modelación de las pérdidas por fricción generadas por diferentes regímenes de flujo a partir de la disposición de un montaje realizado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de los Andes con la tubería Unión Platino PAVCO y la valoración de la información observada mediante un modelo matemático. A partir del montaje del modelo físico a escala real para simular las pérdidas de energía generadas bajo diferentes caudales, se obtienen datos experimentales de la presión en diferentes tramos de la tubería. Los datos experimentales son valorados por un modelo matemático de análisis de flujo en tuberías con flujo a presión aplicando las ecuaciones de Bernoulli para las pérdidas por fricción, de Darcy-Weisbach para la valoración

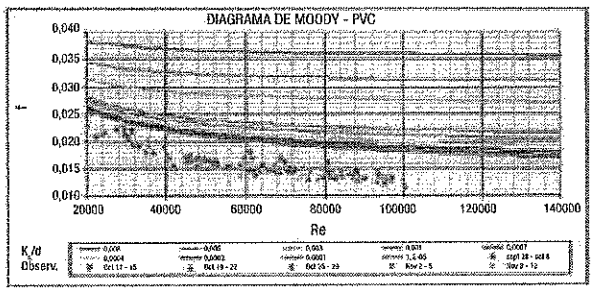
de los resultados, el entendimiento del Diagrama de Moody y de los diferentes tipos de flujo presentes en las tuberías con flujo a presión (flujos laminar, turbulento hidráulicamente liso, hidráulicamente rugoso y flujo transicional).

A partir de los resultados se obtienen curvas experimentales que son graficadas en el Diagrama de Moody en donde el principal objetivo es analizar el desempeño de la tubería Unión Platino bajo diferentes condiciones de caudal y establecer la rugosidad absoluta del material de la tubería.

Resultados

Luego de analizar el ensayo de laboratorio se logró establecer el caudal necesario para que la rugosidad teórica de la tubería Unión Platino (Ks del PVC de 0.0015 mm) afecte las pérdidas por fricción que se generan, es decir el caudal necesario para que la subcapa laminar viscosa disminuya hasta que la rugosidad teórica supere el límite de 0.305 δ', donde δ' corresponde al espesor de la subcapa laminar viscosa.

Se encontró que para que se cumpla lo anterior la magnitud del caudal debe ser muy alta, correspondientes a velocidades que superan ampliamente las velocidades máximas permitidas por las empresas operadoras del servicio de agua potable, por lo que se puede asegurar que el régimen de flujo en las tuberías Unión Platino corresponderá a hidráulicamente liso y por lo tanto la rugosidad del material no va a afectar las pérdidas de energía que se generen. La principal conclusión del ensayo permite asegurar que las pérdidas de energía que se van a producir en una tubería Unión Platino son muy pequeñas en comparación con otros materiales y que además su rugosidad (k_S) no va a afectar el régimen de flujo.



Resultados experimentales en Tubería UNIÓN PLATINO

Diseño Hidráulico

Metodología según la Fórmula William & Hazen

Fórmula

$$Hf = \frac{10.64 \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}}$$

$$Hf = 0.000927 \frac{Q^{1.852}}{D^{4.871}}$$

Donde:

- Hf: Pérdida de presión m.c.a/1mt
- Q: Flujo m^3/s
- D: Diámetro interior en m
- C: Factor de fricción constante=150

Nota:

Los parámetros de diseño de un proyecto y obra son responsabilidad exclusiva del diseñador

Metodología Darcy-Weisbach

Para diseñar de acuerdo con la metodología de Darcy-Weisbach se utilizan las siguientes ecuaciones:

Fórmula

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$Hf = f \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log_{10}\left[\frac{Ks}{3.7d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right] \qquad Re = \frac{V.d}{v}$$

Donde:

- H_f: Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)
- f: Factor de fricción de Darcy (Adimensional)
- l: Longitud del tramo de tubería (m)
- d: Diámetro interior de la tubería (m)
- v: Velocidad media de flujo (m/s)
- g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)
- Ks: Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = 1.5×10^{-6} m
- Re: Número de Reynolds (Adimensional)
- v: Viscocidad cinemática del fluido (m^2/s)

313

Viscosidad Cinemática del Agua

Temperatura	Viscosidad Cinemática
°C	cm²/sg
0	0,0176
10	0,0131
12	0,0124
20	0,0100
30	0,0080
40	0,0066
60	0,0048
80	0,0036
100	0,0030

Tomado de Tuberías, tomo 1 J.M. Mayol

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías - Unión Platino RDE 13.5

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS C = 150

Diámetro Nominal	pulg	3		4		6		8	
Diámetro Exterior	mm	88.90		114.30		168.28		219.08	
Espesor de Pared	mm	6.58		8.46		12.47		16.24	
Diámetro Interior	mm	75.74		97.38		143.34		186.62	
CAUDAL		Velocidad	hf	Velocidad	hf	Velocidad	hf	Velocidad	hf
l/s		m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
0.60		0.13	0.0003						
0.80		0.18	0.0005	0.11					
1.00		0.22	0.0008	0.13	0.0002				
2.00		0.44	0.0029	0.27	0.0002				
3.00		0.67	0.0061	0.40	0.0008	0.19	0.0003		
4.00		0.89	0.0103	0.54	0.0018	0.25	0.0005		
5.00		1.11	0.0156	0.67	0.0030	0.31	0.0007	0.18	0.0002
6.00		1.33	0.0219	0.81	0.0046	0.37	0.0010	0.22	0.0003
7.00		1.55	0.0292	0.94	0.0064	0.43	0.0013	0.26	0.0004
8.00		1.78	0.0373	1.07	0.0086	0.50	0.0017	0.29	0.0005
9.00		2.00	0.0464	1.21	0.0110	0.56	0.0021	0.33	0.0006
10.00		2.22	0.0564	1.34	0.0137	0.62	0.0025	0.37	0.0007
11.00		2.44	0.0673	1.48	0.0166	0.68	0.0030	0.40	0.0008
12.00		2.66	0.0791	1.61	0.0198	0.74	0.0035	0.44	0.0010
13.00		2.89	0.0918	1.75	0.0233	0.81	0.0041	0.48	0.0011
14.00		3.11	0.1053	1.88	0.0270	0.87	0.0047	0.51	0.0013
15.00		3.33	0.1196	2.01	0.0309	0.93	0.0053	0.55	0.0015
16.00		3.55	0.1348	2.15	0.0352	0.99	0.0060	0.58	0.0017
17.00		3.77	0.1508	2.28	0.0396	1.05	0.0067	0.62	0.0019
18.00		4.00	0.1676	2.42	0.0443	1.12	0.0075	0.66	0.0021
19.00		4.22	0.1853	2.55	0.0493	1.18	0.0083	0.69	0.0023
20.00		4.44	0.2038	2.69	0.0545	1.24	0.0091	0.73	0.0025
25.00				3.36	0.0599	1.55	0.0138	0.91	0.0038
30.00				4.03	0.0906	1.86	0.0193	1.10	0.0053
35.00				4.70	0.1269	2.17	0.0257	1.28	0.0071
40.00					0.1689	2.48	0.0329	1.46	0.0091
45.00						2.79	0.0409	1.65	0.0113
50.00						3.10	0.0497	1.83	0.0138
55.00						3.41	0.0593	2.01	0.0164
60.00						3.72	0.0697	2.19	0.0193
65.00						4.03	0.0808	2.38	0.0224
70.00						4.34	0.0927	2.56	0.0257
75.00						4.65	0.1054	2.74	0.0291
80.00						4.96	0.1188	2.92	0.0328
85.00								3.11	0.0368
90.00								3.29	0.0409
95.00								3.47	0.0452
100.00								3.66	0.0497
105.00								3.84	0.0544
110.00								4.02	0.0592
115.00								4.20	0.0643
120.00								4.39	0.0696
125.00								4.57	0.0751
130.00								4.75	0.0807
135.00								4.94	0.0866

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 21

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS C = 150

Diámetro Nominal pulg.	2	2.1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Diámetro Exterior mm	60.32	73.02	88.90	114.30	168.28	219.08	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00	609.60
Espesor de Pared mm	2.67	3.48	4.24	5.44	8.03	10.41	12.98	15.39	16.92	19.35	21.77	24.18	29.03
Diámetro Interior mm	54.98	66.06	80.42	103.42	152.22	198.26	247.09	293.07	321.76	367.70	413.66	459.64	551.54

CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20	0.09	0.0002																								
0.40	0.17	0.0007	0.12	0.0003																						
0.60	0.26	0.0015	0.18	0.0006	0.12	0.0002																				
0.80	0.34	0.0026	0.23	0.0010	0.16	0.0004																				
1.00	0.43	0.0039	0.29	0.0015	0.20	0.0006	0.12	0.0002																		
2.00	0.85	0.0141	0.58	0.0056	0.39	0.0021	0.24	0.0006																		
3.00	1.28	0.0299	0.86	0.0118	0.59	0.0045	0.36	0.0013	0.16	0.0002																
4.00	1.71	0.0510	1.17	0.0201	0.79	0.0077	0.48	0.0023	0.22	0.0003																
5.00	2.14	0.0771	1.46	0.0304	0.98	0.0117	0.60	0.0034	0.27	0.0005																
6.00	2.56	0.1081	1.75	0.0427	1.18	0.0164	0.71	0.0048	0.33	0.0007	0.19	0.0002														
7.00	2.99	0.1438	2.04	0.0568	1.38	0.0218	0.83	0.0064	0.38	0.0010	0.23	0.0003														
8.00	3.42	0.1842	2.33	0.0727	1.57	0.0279	0.95	0.0082	0.44	0.0012	0.26	0.0003														
9.00	3.85	0.2291	2.63	0.0904	1.77	0.0347	1.07	0.0102	0.49	0.0015	0.29	0.0004														
10.00	4.27	0.2784	2.92	0.1099	1.97	0.0421	1.19	0.0124	0.55	0.0019	0.32	0.0005	0.21	0.0002												
15.00			4.38	0.2328	2.95	0.0893	1.79	0.0262	0.82	0.0040	0.49	0.0011	0.31	0.0004	0.22	0.0002										
20.00					3.94	0.1522	2.38	0.0447	1.10	0.0068	0.65	0.0019	0.42	0.0006	0.30	0.0003	0.25	0.0002								
25.00					4.92	0.2360	2.98	0.0676	1.37	0.0103	0.81	0.0028	0.52	0.0010	0.37	0.0004	0.31	0.0003								
30.00							3.57	0.0947	1.65	0.0144	0.97	0.0040	0.63	0.0014	0.44	0.0006	0.37	0.0004	0.28	0.0002						
35.00							4.17	0.1260	1.92	0.0192	1.13	0.0053	0.73	0.0018	0.52	0.0008	0.43	0.0005	0.33	0.0003						
40.00							4.76	0.1613	2.20	0.0245	1.30	0.0068	0.83	0.0023	0.59	0.0010	0.49	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
45.00									2.47	0.0305	1.46	0.0084	0.94	0.0029	0.67	0.0013	0.55	0.0008	0.42	0.0004	0.33	0.0002				
50.00									2.75	0.0371	1.62	0.0102	1.04	0.0035	0.74	0.0015	0.61	0.0010	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002		
55.00									3.02	0.0443	1.78	0.0122	1.15	0.0042	0.82	0.0018	0.68	0.0012	0.52	0.0006	0.41	0.0003	0.33	0.0002		
60.00									3.30	0.0520	1.94	0.0144	1.25	0.0049	0.89	0.0021	0.74	0.0014	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
65.00									3.57	0.0603	2.11	0.0167	1.36	0.0057	0.96	0.0025	0.80	0.0016	0.61	0.0008	0.48	0.0005	0.39	0.0003		
70.00									3.85	0.0692	2.27	0.0191	1.46	0.0065	1.04	0.0028	0.86	0.0018	0.66	0.0009	0.52	0.0005	0.42	0.0003		
80.00									4.40	0.0886	2.59	0.0245	1.67	0.0084	1.19	0.0036	0.98	0.0023	0.75	0.0012	0.60	0.0007	0.48	0.0004	0.33	0.0002
90.00									4.95	0.1102	2.92	0.0304	1.88	0.0104	1.33	0.0045	1.11	0.0029	0.85	0.0015	0.67	0.0008	0.54	0.0005	0.38	0.0002
100.00											3.24	0.0370	2.09	0.0127	1.48	0.0055	1.23	0.0035	0.94	0.0018	0.74	0.0010	0.60	0.0006	0.42	0.0003
110.00											3.56	0.0441	2.29	0.0151	1.63	0.0066	1.35	0.0042	1.04	0.0022	0.82	0.0012	0.66	0.0007	0.46	0.0003
120.00											3.89	0.0518	2.50	0.0177	1.78	0.0077	1.48	0.0049	1.13	0.0026	0.89	0.0014	0.72	0.0009	0.50	0.0004
130.00											4.21	0.0601	2.71	0.0206	1.93	0.0090	1.60	0.0057	1.22	0.0030	0.97	0.0017	0.78	0.0010	0.54	0.0004
140.00											4.53	0.0690	2.92	0.0236	2.08	0.0103	1.72	0.0065	1.32	0.0034	1.04	0.0019	0.84	0.0011	0.59	0.0005
150.00											4.86	0.0784	3.13	0.0268	2.22	0.0117	1.84	0.0074	1.41	0.0039	1.12	0.0022	0.90	0.0013	0.63	0.0005
160.00													3.34	0.0302	2.37	0.0132	1.97	0.0083	1.51	0.0044	1.19	0.0025	0.96	0.0015	0.67	0.0006
180.00													3.75	0.0376	2.67	0.0164	2.21	0.0104	1.70	0.0054	1.34	0.0031	1.08	0.0018	0.75	0.0008
200.00													4.17	0.0457	2.96	0.0199	2.46	0.0126	1.88	0.0066	1.49	0.0037	1.21	0.0022	0.84	0.0009
220.00													4.59	0.0545	3.26	0.0237	2.71	0.0151	2.07	0.0079	1.64	0.0044	1.33	0.0027	0.92	0.0011
240.00													5.01	0.0640	3.56	0.0279	2.95	0.0177	2.26	0.0092	1.79	0.0052	1.45	0.0031	1.00	0.0013
260.00															3.85	0.0323	3.20	0.0205	2.45	0.0107	1.93	0.0060	1.57	0.0036	1.09	0.0015
280.00															4.15	0.0371	3.44	0.0235	2.64	0.0123	2.08	0.0069	1.69	0.0041	1.17	0.0017
300.00															4.45	0.0422	3.69	0.0267	2.83	0.0140	2.23	0.0079	1.81	0.0047	1.26	0.0019
350.00															5.19	0.0561	4.30	0.0356	3.30	0.0186	2.60	0.0105	2.11	0.0063	1.46	0.0026
400.00																	4.92	0.0456	3.77	0.0238	2.98	0.0134	2.41	0.0080	1.67	0.0033
450.00																			4.24	0.0296	3.35	0.0167	2.71	0.0100	1.88	0.0041
500.00																			4.71	0.0360	3.72	0.0203	3.01	0.0121	2.09	0.0050
550.00																			5.18	0.0429	4.09	0.0242	3.31	0.0145	2.30	0.0060
600.00																					4.46	0.0284	3.62	0.0170	2.51	0.0070
650.00																					4.84	0.0329	3.92	0.0197	2.72	0.0081
700.00																							4.22	0.0226	2.93	0.0093
750.00																							4.52	0.0257	3.14	0.0106
800.00																							4.82	0.0290	3.35	0.0119
850.00																							5.12	0.0324	3.56	0.0133
900.00																									3.77	0.0148
950.00																									3.98	0.0164
1000.00																									4.19	0.0180
1050.00																									4.39	0.0197
1100.00																									4.60	0.0215
1150.00																									4.81	0.0233
1200.00																									5.02	0.0252

315

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS C = 150

Diámetro Nominal mm	2		2 1/2		3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	60.32		73.02		88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.31		2.72		3.43		4.30		6.43		8.43		10.39		12.45		13.07		15.62		17.58		19.53		23.44	
Diámetro Interior in	55.70		67.58		82.04		105.52		155.32		202.22		252.07		298.96		329.26		375.16		422.04		468.94		562.72	
CAUDAL	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf
l/s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
0.20	0.08	0.0002																								
0.40	0.16	0.0006	0.11	0.0003																						
0.60	0.25	0.0014	0.17	0.0005	0.11	0.0002																				
0.80	0.33	0.0023	0.22	0.0009	0.15	0.0004																				
1.00	0.41	0.0035	0.28	0.0014	0.19	0.0005	0.11	0.0002																		
2.00	0.82	0.0128	0.56	0.0050	0.38	0.0019	0.23	0.0006																		
3.00	1.23	0.0271	0.84	0.0107	0.57	0.0041	0.34	0.0012	0.16	0.0002																
4.00	1.64	0.0462	1.12	0.0182	0.76	0.0070	0.46	0.0021	0.21	0.0003																
5.00	2.05	0.0699	1.40	0.0275	0.95	0.0106	0.57	0.0031	0.26	0.0005																
6.00	2.46	0.0979	1.68	0.0386	1.14	0.0149	0.69	0.0044	0.32	0.0007	0.19	0.0002														
7.00	2.87	0.1303	1.96	0.0513	1.32	0.0198	0.80	0.0058	0.37	0.0009	0.22	0.0002														
8.00	3.28	0.1668	2.24	0.0657	1.51	0.0253	0.91	0.0074	0.42	0.0011	0.25	0.0003														
9.00	3.69	0.2075	2.52	0.0817	1.70	0.0315	1.03	0.0092	0.48	0.0014	0.28	0.0004														
10.00	4.10	0.2522	2.80	0.0993	1.89	0.0382	1.14	0.0112	0.53	0.0017	0.31	0.0005	0.20	0.0002												
15.00			4.20	0.2105	2.84	0.0810	1.72	0.0238	0.79	0.0036	0.47	0.0010	0.30	0.0003												
20.00					3.78	0.1381	2.29	0.0405	1.06	0.0062	0.62	0.0017	0.40	0.0006	0.28	0.0003	0.24	0.0002								
25.00					4.73	0.2087	2.86	0.0613	1.32	0.0093	0.78	0.0026	0.50	0.0009	0.36	0.0004	0.30	0.0002								
30.00							3.43	0.0859	1.58	0.0131	0.93	0.0036	0.60	0.0012	0.43	0.0005	0.35	0.0003	0.27	0.0002						
35.00							4.00	0.1142	1.85	0.0174	1.09	0.0048	0.70	0.0016	0.50	0.0007	0.41	0.0005	0.32	0.0002						
40.00							4.57	0.1463	2.11	0.0223	1.25	0.0062	0.80	0.0021	0.57	0.0009	0.47	0.0006	0.36	0.0003	0.29	0.0002				
45.00							5.15	0.1819	2.38	0.0277	1.40	0.0077	0.90	0.0026	0.64	0.0011	0.53	0.0007	0.41	0.0004	0.32	0.0002				
50.00									2.64	0.0336	1.56	0.0093	1.00	0.0032	0.71	0.0014	0.59	0.0009	0.45	0.0005	0.36	0.0003	0.29	0.0002		
55.00									2.90	0.0401	1.71	0.0111	1.10	0.0038	0.78	0.0017	0.65	0.0010	0.50	0.0005	0.39	0.0003	0.32	0.0002		
60.00									3.17	0.0472	1.87	0.0130	1.20	0.0045	0.85	0.0019	0.71	0.0012	0.54	0.0006	0.43	0.0004	0.35	0.0002		
65.00									3.43	0.0547	2.02	0.0151	1.30	0.0052	0.93	0.0023	0.77	0.0014	0.59	0.0007	0.46	0.0004	0.38	0.0003		
70.00									3.69	0.0627	2.18	0.0173	1.40	0.0059	1.00	0.0026	0.83	0.0016	0.63	0.0009	0.50	0.0005	0.41	0.0003		
80.00									4.22	0.0803	2.49	0.0222	1.60	0.0076	1.14	0.0033	0.95	0.0021	0.72	0.0011	0.57	0.0006	0.46	0.0004	0.32	0.0002
90.00									4.75	0.0999	2.80	0.0276	1.80	0.0094	1.28	0.0041	1.06	0.0026	0.81	0.0014	0.64	0.0008	0.52	0.0005	0.36	0.0002
100.00											3.11	0.0336	2.00	0.0115	1.42	0.0050	1.18	0.0032	0.90	0.0017	0.71	0.0009	0.58	0.0006	0.40	0.0002
110.00											3.42	0.0401	2.20	0.0137	1.57	0.0060	1.30	0.0038	1.00	0.0020	0.79	0.0011	0.64	0.0007	0.44	0.0003
120.00											3.74	0.0471	2.40	0.0161	1.71	0.0070	1.42	0.0044	1.09	0.0023	0.86	0.0013	0.69	0.0008	0.48	0.0003
130.00											4.05	0.0546	2.61	0.0187	1.85	0.0081	1.54	0.0052	1.18	0.0027	0.93	0.0015	0.75	0.0009	0.52	0.0004
140.00											4.36	0.0626	2.81	0.0214	1.99	0.0093	1.65	0.0059	1.27	0.0031	1.00	0.0017	0.81	0.0010	0.56	0.0004
150.00											4.67	0.0712	3.01	0.0243	2.14	0.0106	1.77	0.0067	1.36	0.0035	1.07	0.0020	0.87	0.0012	0.60	0.0005
160.00											4.98	0.0802	3.21	0.0274	2.28	0.0119	1.89	0.0076	1.45	0.0040	1.14	0.0022	0.93	0.0013	0.64	0.0005
180.00													3.61	0.0341	2.56	0.0149	2.13	0.0094	1.63	0.0049	1.29	0.0028	1.04	0.0017	0.72	0.0007
200.00													4.01	0.0414	2.85	0.0181	2.36	0.0115	1.81	0.0060	1.43	0.0034	1.16	0.0020	0.80	0.0008
220.00													4.41	0.0495	3.13	0.0215	2.60	0.0137	1.99	0.0071	1.57	0.0040	1.27	0.0024	0.88	0.0010
240.00													4.81	0.0581	3.42	0.0253	2.84	0.0160	2.17	0.0084	1.72	0.0047	1.39	0.0028	0.97	0.0012
260.00															3.70	0.0294	3.07	0.0186	2.35	0.0097	1.86	0.0055	1.51	0.0033	1.05	0.0013
280.00															3.99	0.0337	3.31	0.0214	2.53	0.0111	2.00	0.0063	1.62	0.0038	1.13	0.0015
300.00															4.27	0.0383	3.54	0.0243	2.71	0.0127	2.14	0.0071	1.74	0.0043	1.21	0.0018
350.00															4.99	0.0509	4.14	0.0323	3.17	0.0168	2.50	0.0095	2.03	0.0057	1.41	0.0023
400.00																	4.73	0.0413	3.62	0.0216	2.86	0.0122	2.32	0.0073	1.61	0.0030
450.00																			4.07	0.0268	3.22	0.0151	2.61	0.0090	1.81	0.0037
500.00																			4.52	0.0326	3.57	0.0184	2.89	0.0110	2.01	0.0045
550.00																			4.98	0.0389	3.93	0.0219	3.18	0.0131	2.21	0.0054
600.00																					4.29	0.0258	3.47	0.0154	2.41	0.0063
650.00																					4.65	0.0299	3.76	0.0179	2.61	0.0074
700.00																					5.00	0.0343	4.05	0.0205	2.81	0.0084
750.00																							4.34	0.0233	3.02	0.0096
800.00																							4.63	0.0263	3.22	0.0108
850.00																							4.92	0.0294	3.42	0.0121
900.00																									3.62	0.0134
950.00																									3.82	0.0149
1000.00																									4.02	0.0163
1050.00																									4.22	0.0179
1100.00																									4.42	0.0195
1150.00																									4.62	0.0212
1200.00																									4.83	0.0229

316

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 32.5

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS C = 150

Diámetro Nominal pulg	3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de pared mm	2.74		3.51		5.16		6.73		8.41		9.96		10.92		12.50		14.07		15.62		18.75	
Diámetro Interior mm	83.42		107.28		157.92		205.62		256.23		303.93		333.76		381.40		429.06		476.76		572.10	
CAUDAL l/s	hf m/m	Vel. m/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																						
0.40																						
0.60	0.11	0.0002																				
0.80	0.15	0.0003																				
1.00	0.18	0.0005																				
2.00	0.37	0.0018	0.22	0.0005																		
3.00	0.55	0.0038	0.33	0.0011	0.15	0.0002																
4.00	0.73	0.0065	0.44	0.0019	0.20	0.0003																
5.00	0.91	0.0098	0.55	0.0029	0.26	0.0004																
6.00	1.10	0.0137	0.66	0.0040	0.31	0.0006	0.18	0.0002														
7.00	1.28	0.0182	0.77	0.0053	0.36	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	1.46	0.0233	0.89	0.0068	0.41	0.0010	0.24	0.0003														
9.00	1.65	0.0290	1.00	0.0085	0.46	0.0013	0.27	0.0004														
10.00	1.83	0.0353	1.11	0.0104	0.51	0.0016	0.30	0.0004														
15.00	2.74	0.0747	1.66	0.0219	0.77	0.0033	0.45	0.0009	0.29	0.0003												
20.00	3.66	0.1273	2.21	0.0374	1.02	0.0057	0.60	0.0016	0.39	0.0005	0.28	0.0002										
25.00	4.57	0.1924	2.77	0.0565	1.28	0.0086	0.75	0.0024	0.48	0.0008	0.34	0.0004	0.29	0.0002								
30.00			3.32	0.0792	1.53	0.0120	0.90	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005	0.34	0.0003	0.26	0.0002						
35.00			3.87	0.1054	1.79	0.0160	1.05	0.0044	0.68	0.0015	0.48	0.0007	0.40	0.0004	0.31	0.0002						
40.00			4.43	0.1350	2.04	0.0205	1.20	0.0057	0.78	0.0019	0.55	0.0008	0.46	0.0005	0.35	0.0003	0.26	0.0002				
45.00			4.98	0.1678	2.30	0.0255	1.36	0.0071	0.87	0.0024	0.62	0.0011	0.51	0.0007	0.39	0.0003	0.31	0.0002				
50.00					2.55	0.0310	1.51	0.0086	0.97	0.0029	0.69	0.0013	0.57	0.0008	0.44	0.0004	0.35	0.0002				
55.00					2.81	0.0370	1.66	0.0102	1.07	0.0035	0.76	0.0015	0.63	0.0010	0.48	0.0005	0.38	0.0003	0.31	0.0002		
60.00					3.06	0.0435	1.81	0.0120	1.16	0.0041	0.83	0.0018	0.69	0.0011	0.53	0.0006	0.41	0.0003	0.34	0.0002		
65.00					3.32	0.0504	1.96	0.0139	1.26	0.0048	0.90	0.0021	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
70.00					3.57	0.0579	2.11	0.0160	1.36	0.0055	0.96	0.0024	0.80	0.0015	0.61	0.0008	0.48	0.0004	0.39	0.0003		
80.00					4.08	0.0741	2.41	0.0205	1.55	0.0070	1.10	0.0031	0.91	0.0019	0.70	0.0010	0.55	0.0006	0.45	0.0003		
90.00					4.59	0.0921	2.71	0.0255	1.75	0.0087	1.24	0.0038	1.03	0.0024	0.79	0.0013	0.62	0.0007	0.50	0.0004	0.35	0.0002
100.00					5.11	0.1120	3.01	0.0310	1.94	0.0106	1.38	0.0046	1.14	0.0029	0.88	0.0015	0.69	0.0009	0.56	0.0005	0.39	0.0002
110.00							3.31	0.0369	2.13	0.0126	1.52	0.0055	1.26	0.0035	0.96	0.0018	0.76	0.0010	0.62	0.0006	0.43	0.0003
120.00							3.61	0.0434	2.33	0.0149	1.65	0.0065	1.37	0.0041	1.05	0.0021	0.83	0.0012	0.67	0.0007	0.47	0.0003
130.00							3.91	0.0503	2.52	0.0172	1.79	0.0075	1.49	0.0048	1.14	0.0025	0.90	0.0014	0.73	0.0008	0.51	0.0003
140.00							4.22	0.0577	2.72	0.0198	1.93	0.0086	1.60	0.0055	1.23	0.0028	0.97	0.0016	0.78	0.0010	0.54	0.0004
150.00							4.52	0.0656	2.91	0.0225	2.07	0.0098	1.71	0.0062	1.31	0.0032	1.04	0.0018	0.84	0.0011	0.58	0.0004
160.00							4.82	0.0739	3.10	0.0253	2.21	0.0110	1.83	0.0070	1.40	0.0036	1.11	0.0021	0.90	0.0012	0.62	0.0005
180.00									3.49	0.0315	2.48	0.0137	2.06	0.0087	1.58	0.0045	1.24	0.0026	1.01	0.0015	0.70	0.0006
200.00									3.88	0.0383	2.76	0.0167	2.29	0.0106	1.75	0.0055	1.38	0.0031	1.12	0.0019	0.78	0.0008
220.00									4.27	0.0457	3.03	0.0199	2.51	0.0126	1.93	0.0066	1.52	0.0037	1.23	0.0022	0.86	0.0009
240.00									4.65	0.0536	3.31	0.0234	2.74	0.0148	2.10	0.0077	1.66	0.0044	1.34	0.0026	0.93	0.0011
260.00									5.04	0.0622	3.58	0.0271	2.97	0.0172	2.28	0.0090	1.80	0.0051	1.46	0.0030	1.01	0.0012
280.00											3.86	0.0311	3.20	0.0197	2.45	0.0103	1.94	0.0058	1.57	0.0035	1.09	0.0014
300.00											4.14	0.0353	3.43	0.0224	2.63	0.0117	2.07	0.0066	1.68	0.0039	1.17	0.0016
350.00											4.82	0.0470	4.00	0.0298	3.06	0.0155	2.42	0.0088	1.96	0.0052	1.36	0.0022
400.00													4.57	0.0381	3.50	0.0199	2.77	0.0112	2.24	0.0067	1.56	0.0028
450.00													5.14	0.0474	3.94	0.0248	3.11	0.0140	2.52	0.0083	1.75	0.0034
500.00															4.38	0.0301	3.46	0.0170	2.80	0.0101	1.95	0.0042
550.00															4.81	0.0359	3.80	0.0202	3.08	0.0121	2.14	0.0050
600.00																	4.15	0.0238	3.36	0.0142	2.33	0.0059
650.00																	4.50	0.0276	3.64	0.0165	2.53	0.0068
700.00																	4.84	0.0316	3.92	0.0189	2.72	0.0078
750.00																			4.20	0.0215	2.92	0.0088
800.00																			4.48	0.0242	3.11	0.0100
850.00																			4.76	0.0271	3.31	0.0112
900.00																			5.04	0.0301	3.50	0.0124
950.00																					3.70	0.0137
1000.00																					3.89	0.0151
1050.00																					4.08	0.0165
1100.00																					4.28	0.0180
1150.00																					4.47	0.0195
1200.00																					4.67	0.0211

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 41

ECUACIÓN HAZEN WILLIAMS C = 150

Diámetro Nominal pulg	4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.70		4.12		5.38		6.68		7.90		8.69		9.91		11.15		12.40		14.84	
Diámetro Interior in	108.72		160.04		208.32		259.70		308.05		338.22		386.58		434.90		483.20		579.92	
CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																				
0.40																				
0.60																				
0.80																				
1.00																				
2.00	0.22	0.0005																		
3.00	0.32	0.0010	0.15	0.0002																
4.00	0.43	0.0018	0.20	0.0003																
5.00	0.54	0.0027	0.25	0.0004																
6.00	0.65	0.0038	0.30	0.0006	0.18	0.0002														
7.00	0.75	0.0050	0.35	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	0.86	0.0064	0.40	0.0010	0.23	0.0003														
9.00	0.97	0.0080	0.45	0.0012	0.26	0.0003														
10.00	1.08	0.0097	0.50	0.0015	0.29	0.0004														
15.00	1.62	0.0206	0.75	0.0031	0.44	0.0009	0.28	0.0003												
20.00	2.15	0.0350	0.99	0.0053	0.59	0.0015	0.38	0.0005	0.27	0.0002										
25.00	2.69	0.0530	1.24	0.0081	0.73	0.0022	0.47	0.0008	0.34	0.0003	0.28	0.0002								
30.00	3.23	0.0742	1.49	0.0113	0.88	0.0031	0.57	0.0011	0.40	0.0005	0.33	0.0003	0.26	0.0002						
35.00	3.77	0.0988	1.74	0.0150	1.03	0.0041	0.66	0.0014	0.47	0.0006	0.39	0.0004	0.30	0.0002						
40.00	4.31	0.1265	1.99	0.0192	1.17	0.0053	0.75	0.0018	0.54	0.0008	0.45	0.0005	0.34	0.0003						
45.00	4.85	0.1573	2.24	0.0239	1.32	0.0066	0.85	0.0023	0.60	0.0010	0.50	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
50.00			2.49	0.0291	1.47	0.0080	0.94	0.0027	0.67	0.0012	0.56	0.0008	0.43	0.0004	0.34	0.0002				
55.00			2.73	0.0347	1.61	0.0096	1.04	0.0033	0.74	0.0014	0.61	0.0009	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002		
60.00			2.98	0.0408	1.76	0.0113	1.13	0.0039	0.81	0.0017	0.67	0.0011	0.51	0.0006	0.40	0.0003	0.33	0.0002		
65.00			3.23	0.0473	1.91	0.0131	1.23	0.0045	0.87	0.0019	0.72	0.0012	0.55	0.0006	0.44	0.0004	0.35	0.0002		
70.00			3.48	0.0542	2.05	0.0150	1.32	0.0051	0.94	0.0022	0.78	0.0014	0.60	0.0007	0.47	0.0004	0.38	0.0002		
80.00			3.98	0.0694	2.34	0.0192	1.51	0.0066	1.07	0.0029	0.89	0.0018	0.68	0.0009	0.54	0.0005	0.44	0.0003		
90.00			4.47	0.0864	2.64	0.0239	1.70	0.0082	1.21	0.0036	1.00	0.0023	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004	0.34	0.0002
100.00			4.97	0.1050	2.93	0.0290	1.89	0.0099	1.34	0.0043	1.11	0.0027	0.85	0.0014	0.67	0.0008	0.55	0.0005	0.38	0.0002
110.00					3.22	0.0346	2.08	0.0118	1.48	0.0052	1.22	0.0033	0.94	0.0017	0.74	0.0010	0.60	0.0006	0.42	0.0002
120.00					3.52	0.0406	2.26	0.0139	1.61	0.0061	1.34	0.0038	1.02	0.0020	0.81	0.0011	0.65	0.0007	0.45	0.0003
130.00					3.81	0.0471	2.45	0.0161	1.74	0.0070	1.45	0.0045	1.11	0.0023	0.88	0.0013	0.71	0.0008	0.49	0.0003
140.00					4.10	0.0541	2.64	0.0185	1.88	0.0081	1.56	0.0051	1.19	0.0027	0.94	0.0015	0.76	0.0009	0.53	0.0004
150.00					4.40	0.0614	2.83	0.0210	2.01	0.0092	1.67	0.0058	1.28	0.0030	1.01	0.0017	0.82	0.0010	0.57	0.0004
160.00					4.69	0.0692	3.02	0.0237	2.15	0.0103	1.78	0.0065	1.36	0.0034	1.08	0.0019	0.87	0.0012	0.61	0.0005
180.00							3.40	0.0295	2.42	0.0128	2.00	0.0081	1.53	0.0042	1.21	0.0024	0.98	0.0014	0.68	0.0006
200.00							3.77	0.0358	2.68	0.0156	2.23	0.0099	1.70	0.0052	1.35	0.0029	1.09	0.0017	0.76	0.0007
220.00							4.15	0.0427	2.95	0.0186	2.45	0.0118	1.87	0.0062	1.48	0.0035	1.20	0.0021	0.83	0.0009
240.00							4.53	0.0502	3.22	0.0219	2.67	0.0139	2.04	0.0072	1.62	0.0041	1.31	0.0024	0.91	0.0010
260.00							4.91	0.0582	3.49	0.0254	2.89	0.0161	2.22	0.0084	1.75	0.0047	1.42	0.0028	0.98	0.0012
280.00									3.76	0.0291	3.12	0.0184	2.39	0.0096	1.88	0.0054	1.53	0.0032	1.06	0.0013
300.00									4.03	0.0331	3.34	0.0210	2.56	0.0109	2.02	0.0062	1.64	0.0037	1.14	0.0015
350.00									4.70	0.0440	3.89	0.0279	2.98	0.0146	2.36	0.0082	1.91	0.0049	1.33	0.0020
400.00											4.45	0.0357	3.41	0.0186	2.69	0.0105	2.18	0.0063	1.51	0.0026
450.00											5.01	0.0444	3.83	0.0232	3.03	0.0131	2.45	0.0078	1.70	0.0032
500.00													4.26	0.0282	3.37	0.0159	2.73	0.0095	1.89	0.0039
550.00													4.69	0.0336	3.70	0.0189	3.00	0.0113	2.08	0.0047
600.00													5.11	0.0395	4.04	0.0223	3.27	0.0133	2.27	0.0055
650.00															4.38	0.0258	3.54	0.0155	2.46	0.0064
700.00															4.71	0.0296	3.82	0.0177	2.65	0.0073
750.00															5.05	0.0336	4.09	0.0201	2.84	0.0083
800.00																	4.36	0.0227	3.03	0.0093
850.00																	4.64	0.0254	3.22	0.0104
900.00																	4.91	0.0282	3.41	0.0116
950.00																			3.60	0.0128
1000.00																			3.79	0.0141
1050.00																			3.98	0.0154
1100.00																			4.16	0.0168
1150.00																			4.35	0.0183
1200.00																			4.54	0.0198

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 13.5

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1,50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	3		4		6		8	
Diámetro Exterior mm	88.90		114.30		168.28		219.08	
Espesor de Pared mm	6.58		8.46		12.47		16.23	
Diámetro Interior mm	75.74		97.38		143.34		186.62	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.40		0.0002						
0.60		0.0004						
0.80	0.09	0.0006	0.11	0.0002				
1.00	0.13	0.0009	0.13	0.0003				
2.00	0.18	0.0031	0.27	0.0009	0.12	0.0002		
3.00	0.22	0.0064	0.40	0.0019	0.19	0.0003		
4.00	0.44	0.0107	0.54	0.0032	0.25	0.0005		
5.00	0.67	0.0160	0.67	0.0048	0.31	0.0008	0.18	0.0002
6.00	0.89	0.0222	0.81	0.0066	0.37	0.0010	0.22	0.0003
7.00	1.11	0.0292	0.94	0.0087	0.43	0.0014	0.26	0.0004
8.00	1.33	0.0371	1.07	0.0111	0.50	0.0017	0.29	0.0005
9.00	1.55	0.0459	1.21	0.0137	0.56	0.0022	0.33	0.0006
10.00	1.78	0.0555	1.34	0.0166	0.62	0.0026	0.37	0.0007
11.00	2.00	0.0660	1.48	0.0197	0.68	0.0031	0.40	0.0009
12.00	2.22	0.0772	1.61	0.0230	0.74	0.0036	0.44	0.0010
13.00	2.44	0.0892	1.75	0.0266	0.81	0.0042	0.48	0.0012
14.00	2.66	0.1021	1.88	0.0304	0.87	0.0047	0.51	0.0013
15.00	2.89	0.1157	2.01	0.0344	0.93	0.0054	0.55	0.0015
16.00	3.11	0.1300	2.15	0.0387	0.99	0.0060	0.58	0.0017
17.00	3.33	0.1452	2.28	0.0432	1.05	0.0067	0.62	0.0019
18.00	3.55	0.1611	2.42	0.0479	1.12	0.0075	0.66	0.0021
19.00	3.77	0.1777	2.55	0.0528	1.18	0.0082	0.69	0.0023
20.00	4.00	0.1951	2.69	0.0580	1.24	0.0090	0.73	0.0025
25.00	4.22		3.36	0.0870	1.55	0.0135	0.91	0.0038
30.00	4.44		4.03	0.1212	1.86	0.0188	1.10	0.0053
35.00			4.70	0.1606	2.17	0.0248	1.28	0.0070
40.00					2.48	0.0316	1.46	0.0089
45.00					2.79	0.0392	1.65	0.0110
50.00					3.10	0.0475	1.83	0.0133
55.00					3.41	0.0565	2.01	0.0158
60.00					3.72	0.0662	2.19	0.0185
65.00					4.03	0.0766	2.38	0.0214
70.00					4.34	0.0877	2.56	0.0245
75.00					4.65	0.0996	2.74	0.0278
80.00					4.96	0.1121	2.92	0.0313
85.00							3.11	0.0349
90.00							3.29	0.0388
95.00							3.47	0.0428
100.00							3.66	0.0470
105.00							3.84	0.0514
110.00							4.02	0.0559
115.00							4.20	0.0607
120.00							4.39	0.0656
125.00							4.57	0.0707
130.00							4.75	0.0760
135.00							4.94	0.0814

319

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 21

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	2	2.1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Diámetro Exterior mm	60.32	73.02	88.90	114.30	168.28	219.08	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00	609.60
Espesor de Pared mm	2.87	3.48	4.24	5.44	8.03	10.41	12.98	15.39	16.92	19.35	21.77	24.18	28.03
Diámetro Interior mm	54.58	66.05	80.42	103.42	152.22	198.26	247.09	293.07	321.76	367.70	413.66	459.64	551.54

CAUDAL	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf	Vel.	hf
l/s	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m	m/s	m/m
0.20	0.09	0.0003																								
0.40	0.17	0.0009	0.12	0.0004																						
0.60	0.26	0.0018	0.18	0.0007	0.12	0.0003																				
0.80	0.34	0.0030	0.23	0.0012	0.16	0.0005																				
1.00	0.43	0.0044	0.29	0.0018	0.20	0.0007	0.12	0.0002																		
2.00	0.85	0.0150	0.58	0.0060	0.39	0.0024	0.24	0.0007																		
3.00	1.28	0.0308	0.88	0.0124	0.59	0.0048	0.36	0.0015	0.16	0.0002																
4.00	1.71	0.0516	1.17	0.0207	0.79	0.0081	0.48	0.0024	0.22	0.0004																
5.00	2.14	0.0770	1.46	0.0308	0.98	0.0120	0.60	0.0036	0.27	0.0006	0.16	0.0002														
6.00	2.56	0.1069	1.75	0.0427	1.18	0.0166	0.71	0.0050	0.33	0.0008	0.19	0.0002														
7.00	2.99	0.1412	2.04	0.0564	1.38	0.0219	0.83	0.0066	0.38	0.0010	0.23	0.0003														
8.00	3.42	0.1798	2.33	0.0717	1.57	0.0278	0.95	0.0083	0.44	0.0013	0.26	0.0004														
9.00	3.85	0.2226	2.63	0.0887	1.77	0.0344	1.07	0.0103	0.49	0.0016	0.29	0.0005	0.19	0.0002												
10.00	4.27	0.2695	2.92	0.1073	1.97	0.0416	1.19	0.0124	0.55	0.0019	0.32	0.0005	0.21	0.0002												
15.00			4.38	0.2239	2.95	0.0866	1.79	0.0258	0.82	0.0040	0.49	0.0011	0.31	0.0004	0.22	0.0002										
20.00					3.94	0.1460	2.38	0.0434	1.10	0.0068	0.65	0.0019	0.42	0.0007	0.30	0.0003	0.25	0.0002								
25.00					4.92	0.2193	2.98	0.0650	1.37	0.0101	0.81	0.0028	0.52	0.0010	0.37	0.0004	0.31	0.0003								
30.00							3.57	0.0906	1.65	0.0140	0.97	0.0039	0.63	0.0014	0.44	0.0006	0.37	0.0004	0.28	0.0002						
35.00							4.17	0.1200	1.92	0.0186	1.13	0.0052	0.73	0.0018	0.52	0.0008	0.43	0.0005	0.33	0.0003	0.26	0.0002				
40.00							4.76	0.1532	2.20	0.0237	1.30	0.0066	0.83	0.0023	0.59	0.0010	0.49	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
45.00									2.47	0.0293	1.46	0.0082	0.94	0.0028	0.67	0.0013	0.55	0.0008	0.42	0.0004	0.33	0.0002				
50.00									2.75	0.0355	1.62	0.0099	1.04	0.0034	0.74	0.0015	0.61	0.0010	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002		
55.00									3.02	0.0422	1.78	0.0118	1.15	0.0041	0.82	0.0018	0.68	0.0011	0.52	0.0006	0.41	0.0003	0.33	0.0002		
60.00									3.30	0.0495	1.94	0.0138	1.25	0.0048	0.89	0.0021	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
65.00									3.57	0.0573	2.11	0.0160	1.36	0.0055	0.96	0.0024	0.80	0.0016	0.61	0.0008	0.48	0.0005	0.39	0.0003		
70.00									3.85	0.0656	2.27	0.0183	1.46	0.0063	1.04	0.0028	0.86	0.0018	0.66	0.0009	0.52	0.0005	0.42	0.0003		
80.00									4.40	0.0838	2.59	0.0233	1.67	0.0081	1.19	0.0035	0.98	0.0023	0.75	0.0012	0.60	0.0007	0.48	0.0004	0.33	0.0002
90.00									4.95	0.1039	2.92	0.0289	1.88	0.0100	1.33	0.0044	1.11	0.0028	0.85	0.0015	0.67	0.0008	0.54	0.0005	0.38	0.0002
100.00											3.24	0.0351	2.09	0.0121	1.48	0.0053	1.23	0.0034	0.94	0.0018	0.74	0.0010	0.60	0.0006	0.42	0.0003
110.00											3.56	0.0417	2.29	0.0144	1.63	0.0063	1.35	0.0040	1.04	0.0021	0.82	0.0012	0.66	0.0007	0.46	0.0003
120.00											3.89	0.0489	2.50	0.0169	1.78	0.0074	1.48	0.0047	1.13	0.0025	0.89	0.0014	0.72	0.0008	0.50	0.0004
130.00											4.21	0.0567	2.71	0.0195	1.93	0.0086	1.60	0.0055	1.22	0.0029	0.97	0.0016	0.78	0.0010	0.54	0.0004
140.00											4.53	0.0649	2.92	0.0224	2.08	0.0098	1.72	0.0062	1.32	0.0033	1.04	0.0019	0.84	0.0011	0.59	0.0005
150.00											4.86	0.0737	3.13	0.0254	2.22	0.0111	1.84	0.0071	1.41	0.0037	1.12	0.0021	0.90	0.0013	0.63	0.0005
160.00													3.34	0.0286	2.37	0.0125	1.97	0.0080	1.51	0.0042	1.19	0.0024	0.96	0.0014	0.67	0.0006
180.00													3.75	0.0354	2.67	0.0155	2.21	0.0099	1.70	0.0052	1.34	0.0029	1.08	0.0018	0.75	0.0007
200.00													4.17	0.0430	2.96	0.0188	2.46	0.0120	1.88	0.0063	1.49	0.0036	1.21	0.0021	0.84	0.0009
220.00													4.59	0.0512	3.26	0.0224	2.71	0.0143	2.07	0.0075	1.64	0.0042	1.33	0.0025	0.92	0.0011
240.00													5.01	0.0601	3.56	0.0263	2.95	0.0167	2.26	0.0088	1.79	0.0050	1.45	0.0030	1.00	0.0012
260.00															3.85	0.0304	3.20	0.0194	2.45	0.0101	1.93	0.0057	1.57	0.0035	1.09	0.0014
280.00															4.15	0.0349	3.44	0.0222	2.64	0.0116	2.08	0.0066	1.69	0.0040	1.17	0.0016
300.00															4.45	0.0396	3.69	0.0252	2.83	0.0132	2.23	0.0075	1.81	0.0045	1.26	0.0019
350.00															5.19	0.0526	4.30	0.0334	3.30	0.0175	2.60	0.0099	2.11	0.0059	1.46	0.0025
400.00																	4.92	0.0427	3.77	0.0224	2.98	0.0126	2.41	0.0076	1.67	0.0031
450.00																			4.24	0.0278	3.35	0.0157	2.71	0.0094	1.88	0.0039
500.00																			4.71	0.0337	3.72	0.0191	3.01	0.0114	2.09	0.0047
550.00																			5.18	0.0402	4.09	0.0227	3.31	0.0136	2.30	0.0056
600.00																					4.46	0.0267	3.62	0.0160	2.51	0.0066
650.00																					4.84	0.0309	3.92	0.0185	2.72	0.0077
700.00																							4.22	0.0212	2.93	0.0088
750.00																							4.52	0.0241	3.14	0.0100
800.00																							4.82	0.0272	3.35	0.0112
850.00																									3.56	0.0125
900.00																									3.77	0.0139
950.00																									3.98	0.0154
1000.00																									4.19	0.0169
1050.00																									4.39	0.0185
1100.00																									4.60	0.0202
1150.00																									4.81	0.0219
1200.00																									5.02	0.0237

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal	pulg	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Diámetro Exterior	mm	60.32	73.02	88.90	114.30	168.28	219.08	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00	609.60
Espesor de Pared	mm	2.31	2.79	3.43	4.39	6.45	8.43	10.46	12.45	13.67	15.62	17.58	19.53	23.44
Diámetro Interior	m	55.70	67.44	82.04	105.52	155.32	202.22	252.07	298.95	328.26	375.16	422.04	468.94	562.72

CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20	0.08	0.0002																								
0.40	0.16	0.0008	0.11	0.0003																						
0.60	0.25	0.0016	0.17	0.0007	0.11	0.0003																				
0.80	0.33	0.0027	0.22	0.0011	0.15	0.0004																				
1.00	0.41	0.0040	0.28	0.0016	0.19	0.0006	0.11	0.0002																		
2.00	0.82	0.0136	0.56	0.0055	0.38	0.0021	0.23	0.0006																		
3.00	1.23	0.0280	0.84	0.0112	0.57	0.0044	0.34	0.0013	0.16	0.0002																
4.00	1.64	0.0468	1.12	0.0187	0.76	0.0073	0.46	0.0022	0.21	0.0003																
5.00	2.05	0.0698	1.40	0.0279	0.95	0.0109	0.57	0.0033	0.26	0.0005																
6.00	2.46	0.0970	1.68	0.0387	1.14	0.0151	0.69	0.0045	0.32	0.0007	0.19	0.0002														
7.00	2.87	0.1281	1.96	0.0510	1.32	0.0199	0.80	0.0060	0.37	0.0009	0.22	0.0003														
8.00	3.28	0.1630	2.24	0.0649	1.51	0.0253	0.91	0.0076	0.42	0.0012	0.25	0.0003														
9.00	3.69	0.2018	2.52	0.0803	1.70	0.0313	1.03	0.0093	0.48	0.0015	0.28	0.0004														
10.00	4.10	0.2443	2.80	0.0971	1.89	0.0378	1.14	0.0113	0.53	0.0018	0.31	0.0005	0.20	0.0002												
15.00			4.20	0.2026	2.84	0.0787	1.72	0.0234	0.79	0.0037	0.47	0.0010	0.30	0.0004	0.21	0.0002										
20.00					3.78	0.1326	2.29	0.0394	1.06	0.0061	0.62	0.0017	0.40	0.0006	0.28	0.0003	0.24	0.0002								
25.00					4.73	0.1992	2.86	0.0590	1.32	0.0092	0.78	0.0026	0.50	0.0009	0.36	0.0004	0.30	0.0003								
30.00							3.43	0.0822	1.58	0.0127	0.93	0.0036	0.60	0.0012	0.43	0.0005	0.35	0.0004	0.27	0.0002						
35.00							4.00	0.1089	1.85	0.0169	1.09	0.0047	0.70	0.0016	0.50	0.0007	0.41	0.0005	0.32	0.0002						
40.00							4.57	0.1390	2.11	0.0215	1.25	0.0060	0.80	0.0021	0.57	0.0009	0.47	0.0006	0.36	0.0003	0.29	0.0002				
45.00							5.15	0.1723	2.38	0.0266	1.40	0.0075	0.90	0.0026	0.64	0.0011	0.53	0.0007	0.41	0.0004	0.32	0.0002				
50.00									2.64	0.0322	1.56	0.0090	1.00	0.0031	0.71	0.0014	0.59	0.0009	0.45	0.0005	0.36	0.0003	0.29	0.0002		
55.00									2.90	0.0383	1.71	0.0107	1.10	0.0037	0.78	0.0016	0.65	0.0010	0.50	0.0005	0.39	0.0003	0.32	0.0002		
60.00									3.17	0.0449	1.87	0.0126	1.20	0.0043	0.85	0.0019	0.71	0.0012	0.54	0.0006	0.43	0.0004	0.35	0.0002		
65.00									3.43	0.0520	2.02	0.0145	1.30	0.0050	0.93	0.0022	0.77	0.0014	0.59	0.0007	0.46	0.0004	0.38	0.0003		
70.00									3.69	0.0595	2.18	0.0166	1.40	0.0057	1.00	0.0025	0.83	0.0016	0.63	0.0008	0.50	0.0005	0.41	0.0003		
80.00									4.22	0.0760	2.49	0.0212	1.60	0.0073	1.14	0.0032	0.95	0.0021	0.72	0.0011	0.57	0.0006	0.46	0.0004	0.32	0.0002
90.00									4.75	0.0943	2.80	0.0263	1.80	0.0091	1.28	0.0040	1.06	0.0025	0.81	0.0013	0.64	0.0008	0.52	0.0005	0.36	0.0002
100.00											3.11	0.0319	2.00	0.0110	1.42	0.0048	1.18	0.0031	0.90	0.0016	0.71	0.0009	0.58	0.0006	0.40	0.0002
110.00											3.42	0.0379	2.20	0.0131	1.57	0.0057	1.30	0.0037	1.00	0.0019	0.79	0.0011	0.64	0.0007	0.44	0.0003
120.00											3.74	0.0445	2.40	0.0153	1.71	0.0067	1.42	0.0043	1.09	0.0022	0.86	0.0013	0.69	0.0008	0.48	0.0003
130.00											4.05	0.0515	2.61	0.0177	1.85	0.0078	1.54	0.0050	1.18	0.0026	0.93	0.0015	0.75	0.0009	0.52	0.0004
140.00											4.36	0.0590	2.81	0.0203	1.99	0.0089	1.65	0.0057	1.27	0.0030	1.00	0.0017	0.81	0.0010	0.56	0.0004
150.00											4.67	0.0670	3.01	0.0230	2.14	0.0101	1.77	0.0064	1.36	0.0034	1.07	0.0019	0.87	0.0012	0.60	0.0005
160.00											4.98	0.0754	3.21	0.0259	2.28	0.0114	1.89	0.0072	1.45	0.0038	1.14	0.0022	0.93	0.0013	0.64	0.0005
180.00													3.61	0.0322	2.56	0.0141	2.13	0.0090	1.63	0.0047	1.29	0.0027	1.04	0.0016	0.72	0.0007
200.00													4.01	0.0390	2.85	0.0171	2.36	0.0109	1.81	0.0057	1.43	0.0032	1.16	0.0019	0.80	0.0008
220.00													4.41	0.0465	3.13	0.0203	2.60	0.0129	1.99	0.0068	1.57	0.0038	1.27	0.0023	0.88	0.0010
240.00													4.81	0.0546	3.42	0.0239	2.84	0.0152	2.17	0.0080	1.72	0.0045	1.39	0.0027	0.97	0.0011
260.00															3.70	0.0276	3.07	0.0176	2.35	0.0092	1.86	0.0052	1.51	0.0031	1.05	0.0013
280.00															3.99	0.0317	3.31	0.0201	2.53	0.0105	2.00	0.0060	1.62	0.0036	1.13	0.0015
300.00															4.27	0.0360	3.54	0.0229	2.71	0.0120	2.14	0.0068	1.74	0.0041	1.21	0.0017
350.00															4.99	0.0478	4.14	0.0303	3.17	0.0159	2.50	0.0090	2.03	0.0054	1.41	0.0022
400.00																	4.73	0.0388	3.62	0.0203	2.86	0.0115	2.32	0.0069	1.61	0.0029
450.00																			4.07	0.0252	3.22	0.0142	2.61	0.0085	1.81	0.0035
500.00																			4.52	0.0306	3.57	0.0173	2.89	0.0104	2.01	0.0043
550.00																			4.98	0.0365	3.93	0.0206	3.18	0.0124	2.21	0.0051
600.00																					4.29	0.0242	3.47	0.0145	2.41	0.0060
650.00																					4.65	0.0280	3.76	0.0168	2.61	0.0069
700.00																					5.00	0.0321	4.05	0.0193	2.81	0.0080
750.00																							4.34	0.0219	3.02	0.0090
800.00																							4.63	0.0246	3.22	0.0102
850.00																							4.92	0.0276	3.42	0.0114
900.00																									3.62	0.0126
950.00																									3.82	0.0140
1000.00																									4.02	0.0154
1050.00																									4.22	0.0168
1100.00																									4.42	0.0183
1150.00																									4.62	0.0199
1200.00																									4.83	0.0215

327

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 32.5

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal - pulg	3		4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior - mm	88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared - mm	2.73		3.51		5.16		6.73		8.41		9.96		10.92		12.50		14.07		15.62		18.75	
Diámetro Interior - mm	83.42		107.28		157.92		205.62		256.23		303.93		333.76		381.40		429.06		476.76		572.10	
CAUDAL l/s	hf m/m	Vel. m/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																						
0.40																						
0.60	0.11	0.0002																				
0.80	0.15	0.0004																				
1.00	0.18	0.0006	0.11	0.0002																		
2.00	0.37	0.0020	0.22	0.0006																		
3.00	0.55	0.0041	0.33	0.0012	0.15	0.0002																
4.00	0.73	0.0068	0.44	0.0020	0.20	0.0003																
5.00	0.91	0.0101	0.55	0.0030	0.26	0.0005																
6.00	1.10	0.0139	0.66	0.0042	0.31	0.0007	0.18	0.0002														
7.00	1.28	0.0184	0.77	0.0055	0.36	0.0009	0.21	0.0002														
8.00	1.46	0.0234	0.89	0.0070	0.41	0.0011	0.24	0.0003														
9.00	1.65	0.0289	1.00	0.0086	0.46	0.0014	0.27	0.0004														
10.00	1.83	0.0349	1.11	0.0104	0.51	0.0016	0.30	0.0005	0.19	0.0002												
15.00	2.74	0.0726	1.66	0.0216	0.77	0.0034	0.45	0.0010	0.29	0.0003												
20.00	3.66	0.1224	2.21	0.0364	1.02	0.0057	0.60	0.0016	0.39	0.0006	0.28	0.0002										
25.00	4.57	0.1837	2.77	0.0545	1.28	0.0085	0.75	0.0024	0.48	0.0008	0.34	0.0004	0.29	0.0002								
30.00			3.32	0.0759	1.53	0.0118	0.90	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005	0.34	0.0003								
35.00			3.87	0.1005	1.79	0.0156	1.05	0.0044	0.68	0.0015	0.48	0.0007	0.40	0.0004	0.31	0.0002						
40.00			4.43	0.1283	2.04	0.0198	1.20	0.0056	0.78	0.0019	0.55	0.0008	0.46	0.0005	0.35	0.0003						
45.00			4.98	0.1591	2.30	0.0245	1.36	0.0069	0.87	0.0024	0.62	0.0011	0.51	0.0007	0.39	0.0004	0.31	0.0002				
50.00					2.55	0.0297	1.51	0.0083	0.97	0.0029	0.69	0.0013	0.57	0.0008	0.44	0.0004	0.35	0.0002				
55.00					2.81	0.0354	1.66	0.0099	1.07	0.0034	0.76	0.0015	0.63	0.0010	0.48	0.0005	0.38	0.0003	0.31	0.0002		
60.00					3.06	0.0414	1.81	0.0116	1.16	0.0040	0.83	0.0018	0.69	0.0011	0.53	0.0006	0.41	0.0003	0.34	0.0002		
65.00					3.32	0.0480	1.96	0.0134	1.26	0.0046	0.90	0.0020	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002		
70.00					3.57	0.0549	2.11	0.0153	1.36	0.0053	0.96	0.0023	0.80	0.0015	0.61	0.0008	0.48	0.0004	0.39	0.0003		
80.00					4.08	0.0701	2.41	0.0196	1.55	0.0068	1.10	0.0030	0.91	0.0019	0.70	0.0010	0.55	0.0006	0.45	0.0003		
90.00					4.59	0.0870	2.71	0.0243	1.75	0.0084	1.24	0.0037	1.03	0.0023	0.79	0.0012	0.62	0.0007	0.50	0.0004	0.35	0.0002
100.00					5.11	0.1055	3.01	0.0294	1.94	0.0102	1.38	0.0045	1.14	0.0028	0.88	0.0015	0.69	0.0008	0.56	0.0005	0.39	0.0002
110.00							3.31	0.0350	2.13	0.0121	1.52	0.0053	1.26	0.0034	0.96	0.0018	0.76	0.0010	0.62	0.0006	0.43	0.0003
120.00							3.61	0.0410	2.33	0.0142	1.65	0.0062	1.37	0.0040	1.05	0.0021	0.83	0.0012	0.67	0.0007	0.47	0.0003
130.00							3.91	0.0475	2.52	0.0164	1.79	0.0072	1.49	0.0046	1.14	0.0024	0.90	0.0014	0.73	0.0008	0.51	0.0003
140.00							4.22	0.0544	2.72	0.0188	1.93	0.0082	1.60	0.0052	1.23	0.0027	0.97	0.0016	0.78	0.0009	0.54	0.0004
150.00							4.52	0.0618	2.91	0.0213	2.07	0.0093	1.71	0.0059	1.31	0.0031	1.04	0.0018	0.84	0.0011	0.58	0.0004
160.00							4.82	0.0695	3.10	0.0240	2.21	0.0105	1.83	0.0067	1.40	0.0035	1.11	0.0020	0.90	0.0012	0.62	0.0005
180.00							5.42	0.0863	3.49	0.0297	2.48	0.0130	2.06	0.0083	1.58	0.0043	1.24	0.0025	1.01	0.0015	0.70	0.0006
200.00									3.88	0.0361	2.76	0.0158	2.29	0.0100	1.75	0.0053	1.38	0.0030	1.12	0.0018	0.78	0.0007
220.00									4.27	0.0429	3.03	0.0188	2.51	0.0119	1.93	0.0063	1.52	0.0035	1.23	0.0021	0.86	0.0009
240.00									4.65	0.0504	3.31	0.0220	2.74	0.0140	2.10	0.0073	1.66	0.0042	1.34	0.0025	0.93	0.0010
260.00									5.04	0.0584	3.58	0.0255	2.97	0.0162	2.28	0.0085	1.80	0.0048	1.46	0.0029	1.01	0.0012
280.00											3.86	0.0292	3.20	0.0186	2.45	0.0097	1.94	0.0055	1.57	0.0033	1.09	0.0014
300.00											4.14	0.0332	3.43	0.0211	2.63	0.0111	2.07	0.0063	1.68	0.0038	1.17	0.0016
350.00											4.82	0.0441	4.00	0.0280	3.06	0.0147	2.42	0.0083	1.96	0.0050	1.36	0.0021
400.00													4.57	0.0358	3.50	0.0187	2.77	0.0106	2.24	0.0064	1.56	0.0026
450.00													5.14	0.0445	3.94	0.0233	3.11	0.0131	2.52	0.0079	1.75	0.0033
500.00															4.38	0.0282	3.46	0.0160	2.80	0.0096	1.95	0.0040
550.00															4.81	0.0337	3.80	0.0190	3.08	0.0114	2.14	0.0047
600.00																	4.15	0.0223	3.36	0.0134	2.33	0.0055
650.00																	4.50	0.0259	3.64	0.0155	2.53	0.0064
700.00																	4.84	0.0297	3.92	0.0178	2.72	0.0073
750.00																			4.20	0.0202	2.92	0.0083
800.00																			4.48	0.0227	3.11	0.0094
850.00																			4.76	0.0254	3.31	0.0105
900.00																			5.04	0.0283	3.50	0.0117
950.00																					3.70	0.0129
1000.00																					3.89	0.0142
1050.00																					4.08	0.0155
1100.00																					4.28	0.0169
1150.00																					4.47	0.0183
1200.00																					4.67	0.0198

322

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 41

ECUACIÓN DARCY-WEISBACH Ks:1.50E-06m Densidad 999.10 Kg/m³ Viscosidad: 1.14E-03 pa.s

Diámetro Nominal pulg	4		6		8		10		12		14		16		18		20		24	
Diámetro Exterior mm	114.30		168.28		219.08		273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00		609.60	
Espesor de Pared mm	2.70		4.12		5.18		6.86		7.90		8.66		9.91		11.15		12.40		14.84	
Diámetro Interior mm	108.72		160.04		208.32		259.73		308.05		338.28		386.58		434.90		483.20		579.92	
CAUDAL l/s	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m	Vel. m/s	hf m/m
0.20																				
0.40																				
0.60																				
0.80																				
1.00	0.11	0.0002																		
2.00	0.22	0.0006																		
3.00	0.32	0.0011	0.15	0.0002																
4.00	0.43	0.0019	0.20	0.0003																
5.00	0.54	0.0028	0.25	0.0004																
6.00	0.65	0.0039	0.30	0.0006																
7.00	0.75	0.0052	0.35	0.0008	0.21	0.0002														
8.00	0.86	0.0066	0.40	0.0010	0.23	0.0003														
9.00	0.97	0.0081	0.45	0.0013	0.26	0.0004														
10.00	1.08	0.0098	0.50	0.0015	0.29	0.0004	0.19	0.0002												
15.00	1.62	0.0203	0.75	0.0032	0.44	0.0009	0.28	0.0003												
20.00	2.15	0.0341	0.99	0.0053	0.59	0.0015	0.38	0.0005	0.27	0.0002										
25.00	2.69	0.0511	1.24	0.0079	0.73	0.0022	0.47	0.0008	0.34	0.0003	0.28	0.0002								
30.00	3.23	0.0712	1.49	0.0110	0.88	0.0031	0.57	0.0011	0.40	0.0005	0.33	0.0003								
35.00	3.77	0.0942	1.74	0.0146	1.03	0.0041	0.66	0.0014	0.47	0.0006	0.39	0.0004	0.30	0.0002						
40.00	4.31	0.1202	1.99	0.0186	1.17	0.0052	0.75	0.0018	0.54	0.0008	0.45	0.0005	0.34	0.0003						
45.00	4.85	0.1491	2.24	0.0230	1.32	0.0064	0.85	0.0022	0.60	0.0010	0.50	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002				
50.00			2.49	0.0279	1.47	0.0078	0.94	0.0027	0.67	0.0012	0.56	0.0008	0.43	0.0004	0.34	0.0002				
55.00			2.73	0.0332	1.61	0.0093	1.04	0.0032	0.74	0.0014	0.61	0.0009	0.47	0.0005	0.37	0.0003				
60.00			2.98	0.0389	1.76	0.0109	1.13	0.0038	0.81	0.0017	0.67	0.0011	0.51	0.0006	0.40	0.0003	0.33	0.0002		
65.00			3.23	0.0450	1.91	0.0126	1.23	0.0043	0.87	0.0019	0.72	0.0012	0.55	0.0006	0.44	0.0004	0.35	0.0002		
70.00			3.48	0.0515	2.05	0.0144	1.32	0.0050	0.94	0.0022	0.78	0.0014	0.60	0.0007	0.47	0.0004	0.38	0.0003		
80.00			3.98	0.0657	2.34	0.0183	1.51	0.0063	1.07	0.0028	0.89	0.0018	0.68	0.0009	0.54	0.0005	0.44	0.0003		
90.00			4.47	0.0815	2.64	0.0227	1.70	0.0079	1.21	0.0034	1.00	0.0022	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004		
100.00			4.97	0.0989	2.93	0.0275	1.89	0.0095	1.34	0.0042	1.11	0.0027	0.85	0.0014	0.67	0.0008	0.55	0.0005	0.38	0.0002
110.00					3.22	0.0328	2.08	0.0113	1.48	0.0050	1.22	0.0032	0.94	0.0017	0.74	0.0009	0.60	0.0006	0.42	0.0002
120.00					3.52	0.0384	2.26	0.0133	1.61	0.0058	1.34	0.0037	1.02	0.0019	0.81	0.0011	0.65	0.0007	0.45	0.0003
130.00					3.81	0.0445	2.45	0.0153	1.74	0.0067	1.45	0.0043	1.11	0.0023	0.88	0.0013	0.71	0.0008	0.49	0.0003
140.00					4.10	0.0510	2.64	0.0176	1.88	0.0077	1.56	0.0049	1.19	0.0026	0.94	0.0015	0.76	0.0009	0.53	0.0004
150.00					4.40	0.0578	2.83	0.0199	2.01	0.0087	1.67	0.0056	1.28	0.0029	1.01	0.0017	0.82	0.0010	0.57	0.0004
160.00					4.69	0.0651	3.02	0.0224	2.15	0.0098	1.78	0.0063	1.36	0.0033	1.08	0.0019	0.87	0.0011	0.61	0.0005
180.00							3.40	0.0278	2.42	0.0122	2.00	0.0078	1.53	0.0041	1.21	0.0023	0.98	0.0014	0.68	0.0006
200.00							3.77	0.0338	2.68	0.0148	2.23	0.0094	1.70	0.0049	1.35	0.0028	1.09	0.0017	0.76	0.0007
220.00							4.15	0.0402	2.95	0.0176	2.45	0.0112	1.87	0.0059	1.48	0.0033	1.20	0.0020	0.83	0.0008
240.00							4.53	0.0472	3.22	0.0206	2.67	0.0131	2.04	0.0069	1.62	0.0039	1.31	0.0023	0.91	0.0010
260.00							4.91	0.0547	3.49	0.0239	2.89	0.0152	2.22	0.0080	1.75	0.0045	1.42	0.0027	0.98	0.0011
280.00									3.76	0.0274	3.12	0.0174	2.39	0.0091	1.88	0.0052	1.53	0.0031	1.06	0.0013
300.00									4.03	0.0311	3.34	0.0198	2.56	0.0104	2.02	0.0059	1.64	0.0035	1.14	0.0015
350.00									4.70	0.0413	3.89	0.0262	2.98	0.0137	2.36	0.0078	1.91	0.0047	1.33	0.0019
400.00											4.45	0.0335	3.41	0.0175	2.69	0.0099	2.18	0.0060	1.51	0.0025
450.00											5.01	0.0416	3.83	0.0218	3.03	0.0123	2.45	0.0074	1.70	0.0031
500.00													4.26	0.0265	3.37	0.0149	2.73	0.0090	1.89	0.0037
550.00													4.69	0.0315	3.70	0.0178	3.00	0.0107	2.08	0.0044
600.00													5.11	0.0370	4.04	0.0209	3.27	0.0125	2.27	0.0052
650.00															4.38	0.0242	3.54	0.0145	2.46	0.0060
700.00															4.71	0.0278	3.82	0.0167	2.65	0.0069
750.00															5.05	0.0315	4.09	0.0189	2.84	0.0078
800.00																	4.36	0.0213	3.03	0.0088
850.00																	4.64	0.0238	3.22	0.0098
900.00																	4.91	0.0265	3.41	0.0109
950.00																			3.60	0.0121
1000.00																			3.79	0.0133
1050.00																			3.98	0.0145
1100.00																			4.16	0.0158
1150.00																			4.35	0.0172
1200.00																			4.54	0.0186

323

Coeficiente de Pérdidas Menores en Accesorios de PVC

Las pérdidas menores o locales generadas por los accesorios se deben calcular con la siguiente ecuación:

Fórmula:

$$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_m: Pérdida menor
k_m: Coeficiente de pérdidas menores
v: Velocidad
g: gravedad

En la Tabla 1 se presentan los valores de los coeficientes de pérdidas menores encontrados experimentalmente en el laboratorio de hidráulica de la universidad de los Andes.

Tabla 1

Accesorio	k_m
Unión	0.15
Codo 45°	0.5
Codo 90°	1.15
Tee flujo lateral	1.0 - 1.5
Tee flujo directo	0.3
Reducción	1.0 - 1.8

Tabla 1. Coeficiente de pérdidas menores para diferentes accesorios en tuberías Unión Platino y Biaxial. Fuente: Determinación experimental del coeficiente de pérdidas menores km en accesorios de PVC, Universidad de los Andes, 2011.

Golpe de Ariete

Definición

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de Tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete.

Las principales causas de este fenómeno son:
1. La apertura y el cierre rápidos de una válvula
2. El arranque y la parada de una bomba
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las Tuberías

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

Fórmula:

$$P = \frac{aV}{g} \quad \text{con:}$$

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right)(RDE-2)}}$$

Donde:

P: Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula
a: Velocidad de la onda (m/s).
V: Cambio de velocidad del agua (m/s).
g: Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²
K: Módulo de compresión del agua = 2.06×10^4 Kg/cm²
E: Módulo de elasticidad de la Tubería = 2.81×10^4 Kg/cm² Para PVC Tipo 1, Grado 1
RDE: Relación diámetro exterior/espesor mínimo.

Valores de "a" en función de RDE

RDE	a(m/s)
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Un efecto no muy conocido pero mucho más perjudicial para las Tuberías es el del aire atrapado en la línea.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción este puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.
Para disminuir este riesgo se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Mantener siempre baja velocidad, especialmente en diámetros grandes. Durante el llenado de la Tubería, la velocidad no debe ser mayor de 0.3 m/seg., hasta que todo el aire salga y la presión llegue a su valor nominal.

2. Instalar ventosas de doble efecto, en los puntos altos, bajos y a lo largo de tramos rectos, muy largos, para purgar el aire, y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.

324

3. Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en las bocatomas, rejillas, etc., de manera que el flujo de agua sea continuo.

Nota: Los parámetros de diseño de un proyecto y obra, son de única responsabilidad del diseñador.

Factores para Corrección de Presión de Trabajo por Aumento de Temperatura

Temperatura °C (°F)	Factor para Multiplicar Presión de Trabajo a 23°C
27 (80)	0.88
32 (90)	0.75
38 (100)	0.62
43 (110)	0.50
49 (120)	0.40
54 (130)	0.30
60 (140)	0.22

Tomado de Handbook of PVC Pipe Unibell

Diseño de Anclajes

Cuando una Tubería está sujeta a presión hidrostática interna, esta presión actúa igualmente en todas las paredes de la Tubería produciendo "fuerzas de empuje". Es esencial eliminar los movimientos debidos a estos empujes cuando la Tubería no está unida por soldadura o flanches. Debe proveerse empotramiento externo en todas las tees, curvas, tapones, válvulas, etc. para resistir las fuerzas de empuje. Debido a la flexibilidad intrínseca de PVC, es además importante diseñar los empotramientos en las curvas para contrarrestar la tendencia a desacoplarse. Estos anclajes se requieren en:

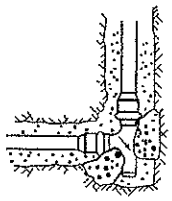
- Cambios de dirección
- Cambios en tamaño, reducciones
- Tapones en terminales ciegas
- Conexiones a válvulas, hidrantes, ya que se crea empuje cuando se cierran

El tamaño y tipo de esos bloques o anclajes para el empuje dependen de:

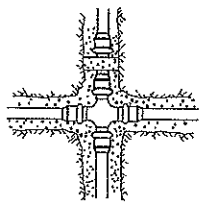
- Presión máxima de operación o de prueba del sistema
- Diámetro de la tubería
- Diámetro de los accesorios
- Tipo de accesorios o conexiones
- Perfil de la línea
- Resistencia del suelo

Tipos de Anclajes

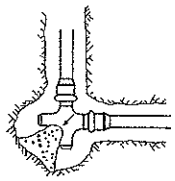
TEE USADA COMO CODO PARA FUTURA PROLONGACIÓN



CAMBIO DE DIÁMETRO DE REDUCCIÓN



CRUZ USADA COMO CODO PARA PROLONGACIONES FUTURAS



CAMBIO DE DIRECCIÓN CON CODO



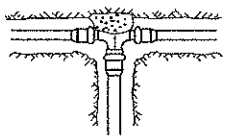
CAMBIO DE DIRECCIÓN



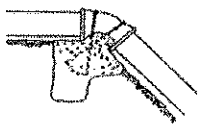
DERIVACIÓN EN YEE



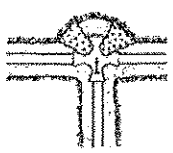
DERIVACIÓN EN TEE



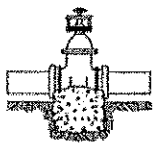
CAMBIO DE DIRECCIÓN VERTICAL



CRUZ USADA COMO TEE



VÁLVULA



325

Para dimensionar los bloques hay varios métodos, uno de ellos es asumir la capacidad de soporte del suelo. A continuación se indican valores de acuerdo con el tipo de suelo y son estimadas bajo la premisa de que la profundidad de suelo saturado excede 0.60m. Para mayor seguridad, los valores de capacidad de carga del suelo deben ser determinados para cada proyecto en particular.

Empuje Desarrollado por una Presión de 100Psi

Diámetro Nominal	Codo 90°		Codo 45°		Válvulas, TEES, Tapones Ciegos	
pulgadas (mm)	Lb fuerza (N)		Lb fuerza (N)		Lb fuerza (N)	
4 (100)	1.800	(8.007)	1.100	(4.893)	1.300	(5.783)
6 (150)	4.000	(17.793)	2.300	(10.231)	2.900	(12.900)
8 (200)	7.200	(32.027)	4.100	(18.238)	5.100	(22.686)
10 (250)	11.200	(48.820)	6.300	(28.024)	7.900	(35.141)
12 (300)	16.000	(71.172)	9.100	(40.479)	11.300	(50.265)

Tomado de AWWA M23

Capacidad de Carga Estimada

Tipo de Suelo	Lb/pie²	N/m²
pulgadas (mm)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)
Turba	0	0
Arcilla suave	500	23.940
Arena	1.000	47.881
Arena y grava	1.500	71.821
Arena y grava con arcilla	2.000	97.761
Arena y grava cementada con arcilla	4.000	191.523
Arcillas impermeables consolidadas	5.000	239.403

Tomado de AWWA M23

Nota: El concreto no debe envolver totalmente la Tubería o accesorio PAVCO ya que con los cambios de presión interna se presentan variaciones en el diámetro externo que no se deben impedir, pues causaría esfuerzos innecesarios en la pared del tubo. Para esto es buena práctica aislar la Tubería con un fieltro asfáltico o un polietileno grueso colocado entre la Tubería o accesorio PAVCO y el concreto.

Diseño de Curvatura Longitudinal

La respuesta de las Tuberías para Acueducto Unión Platino de PAVCO a la curvatura longitudinal es una gran ventaja en instalaciones enterradas. Estas curvaturas pueden hacerse para cambiar el alineamiento para evitar obstrucciones o puede simplemente ocurrir en respuesta a situaciones no planeadas, tales como asentamientos diferenciales de válvulas e hidrantes a los que la tubería está rígidamente conectada, asentamientos disparejos o erosión del encamado de la tubería, movimientos del suelo debido a variaciones a las condiciones de humedad, presencia de nivel freático o movimientos sísmicos.

Para el cálculo de la curvatura longitudinal a que puede someterse la Tubería, sin considerar deflexión longitudinal en las uniones:

Cálculo de la tensión de curvatura permitida:

Fórmula:

$$Sb = (HDB - St) * \left(\frac{T}{SF}\right)$$

Donde:

HDB: Base Hidrostática de Diseño, para Unión Platino de PAVCO 4000 psi
St: HDB/2, Esfuerzo de Tensión, psi
SF: Factor de Seguridad, 2
T: Factor de Corrección de Presión de Trabajo con la Temperatura

El Momento inducido por la curvatura longitudinal,

Fórmula:

$$M = Sb * \frac{I}{c}$$

Donde:

M: Momento de la curvatura, pulg-lb
c: DE/2, distancia de la fibra externa al eje neutro, pulg.
I: Momento de inercia, pulg⁴.

326

En Tuberías de pared sólida,

Fórmula:

$$I = \frac{\pi}{64} (DE^4 - DI^4) = 0.0491 (DE^4 - DI^4)$$

Donde:

DE: Diámetro exterior, pulg
DI: Diámetro interior, pulg

Asumiendo que la curvatura conforma un arco circular, el radio mínimo en pulgadas, Rb, será:

Fórmula:

$$Rb = E * \frac{I}{M}$$

Donde:

Además de los definidos arriba,
E: Módulo de Elasticidad de la Tubería, psi

El valor del ángulo ß en grados, formado por la longitud de la Tubería L,

Fórmula:

$$ß = \frac{360L}{2\pi Rb}$$

Con L y Rb con iguales unidades de longitud.

El valor del ángulo "a" de la deflexión de la Tubería curvada desde una tangente al círculo,

Fórmula:

$$a = \frac{ß}{2}$$

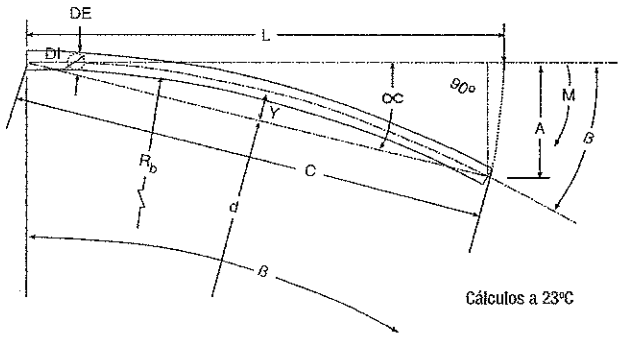
La distancia perpendicular desde la tangente del círculo hasta el extremo de la Tubería, A = 2Rb*(Seno ß/2)^2

Si se asume que durante la instalación, la Tubería está temporalmente fija en un extremo y actúa como una viga en cantilever, la fuerza lateral requerida para obtener el desplazamiento A es: P= 3*E*I*A/(L^3)

Para obtener las curvaturas longitudinales se hace necesario bloquear las uniones para asegurar la alineación recta de éstas.

Cuando el valor de ß necesario supera el valor permitido para una longitud dada de tubería, la curvatura longitudinal debe ser alcanzada distribuyéndola en varias longitudes de tubería.

Curvatura Longitudinal Permitida para Tubería de PVC



Cálculos a 23°C

327

Curvatura para Unión Platino

E = 400,000 psi HDB Longitudinal = 4,000 psi SF = 2

DIMENSIONES			CURVATURA LONGITUDINAL											
Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Longitud a Deflectar	B				A				P			
			RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21	RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21	RDE41	RDE32.5	RDE26	RDE21
pulg.	mm	m	Grados				m				lbs			
2	60.32	5.40			25.65	25.65			1.19	1.19			2.49	3.01
2.1/2	73.02	5.40			21.19	21.19			0.99	0.99			4.43	5.37
3	88.90	5.40		17.40	17.40	17.40		0.81	0.81	0.81		6.62	8.10	9.74
4	114.30	5.40	13.54	13.54	13.54	13.54	0.63	0.63	0.63	0.63	11.40	14.08	17.20	20.73
6	168.28	5.40	9.19	9.19	9.19	9.19	0.43	0.43	0.43	0.43	36.59	45.13	55.15	66.46
8	219.08	5.40	7.06	7.06	7.06	7.06	0.33	0.33	0.33	0.33	80.33	99.48	121.72	146.24
10	273.05	5.40	5.67	5.67	5.67	5.67	0.27	0.27	0.27	0.27	155.95	193.15	235.43	283.35
12	323.85	5.40	4.78	4.78	4.78	4.78	0.23	0.23	0.23	0.23	260.29	321.91	393.11	472.73
14	355.60	5.40	4.35	4.35	4.35	4.35	0.20	0.20	0.20	0.20	344.09	425.63	520.47	626.58
16	406.40	5.40	3.81	3.81	3.81	3.81	0.18	0.18	0.18	0.18	514.31	636.34	776.88	935.94
18	457.20	5.40	3.38	3.38	3.38	3.38	0.16	0.16	0.16	0.16	732.42	906.54	1106.64	1332.79
20	508.00	5.40	3.05	3.05	3.05	3.05	0.14	0.14	0.14	0.14	1005.58	1242.65	1517.89	1827.77
24	609.60	5.40	2.54	2.54	2.54	2.54	0.12	0.12	0.12	0.12	1733.44	2148.08	2623.49	3159.91

Cálculo de la Cimentación

El diseño de la cimentación se hace controlando la deflexión causada por la carga muerta y viva, usando la Ecuación de Iowa Modificada:

Cálculo de la tensión de curvatura permitida:

Formula:

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DL \times K \times P \times K \times W)\ (100)}{0.149 \times PS + 0.061 \times E'}$$

Donde:

DL:	Factor de Deflexión (1.5) ó 1	Para condición de zanja. (Marston) o Condición Prisma.
K:	Constante de Encamado (0.10)	Asumido. (Marston)
P:	Presión Carga Muerta, kg/m² (psi)	Depende del tipo de relleno. (Suelo SM y SC)
W:	Presión de Carga Viva, kg/m² (psi)	Fórmula de Boussinesq.
PS:	Rigidez kg/m² (psi)	Rigidez de los tubos Unión Platino de PAVCO
E':	Módulo del Suelo kg/m2 (psi)	Capacidad del suelos de resistir deflexión.

E' para Grado de Compactación del Relleno en psi

Clase de Suelo	LANZADO	Baja, <85% Proctor, <40% Densidad Relativa	Moderada, 85% - 95%Proctor, 40% - 70% Densidad Relativa	Alta, >95% Proctor, >70% Densidad Relativa
Piedra Quebrada (Clase I)	1000	3000	3000	3000
GW, GP, SW, SP (Clase II)	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SC (Clase III)	100	400	1000	2000
ML,CL, ML - CL (Clase IV)	50	200	400	1000
Exactitud en Términos de % de Deflexión	±2	±2	±1	±0.5

$$\text{Con PS} = \frac{EI}{0{,}149\ r^3}$$

Donde:

PS: Rigidez de tubería, psi
E: Módulo de Elasticidad, 400.000 psi
I: Momento de Inercia de la pared en la sección transversal por unidad de longitud de tubería, pulg³/ pulg
R: Radio promedio, RE - t, pulg

Para tubos de pared sólida, $I = \frac{t^3}{12}$

t: espesor mínimo de pared, pulg³

Entonces $PS = 0{,}559 * E * \left(\frac{t}{r}\right)^3$

Como RDE = DE/t entonces, $PS = \frac{4{,}47 * E}{\left(\left(\frac{DE}{t}\right) - 1\right)^3} = \frac{4{,}47 * E}{(RDE - 1)^3}$

328

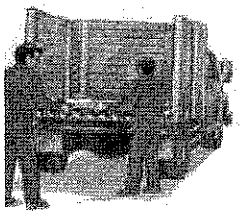
Transporte y Almacenamiento

A. Los tramos de Tubería PAVCO deben almacenarse de tal manera que la longitud del tramo esté soportada a un nivel, con las campanas de la Unión Platino totalmente libres. Si para la primera hilada de Tubería no puede suministrarse una plancha total, puede usarse bloques de madera, de no menos de 9 cm de ancho y espaciados a un máximo de 1.50 mts.

B. Durante el transporte deben amarrarse los tubos para protegerlos. Los amarres no deben cortar o distorsionar la Tubería y debe ponerse un cartón o cualquier otra protección entre el tubo y el amarre. No debe ponerse carga adicional encima de los tramos de Tubería PAVCO.

C. Para el almacenamiento en la obra, deben separarse los tubos por tamaño y arrumarse como se indica en la figura. Deben ponerse bajo la primera hilada bloques de madera según las especificaciones del punto A. No debe apilarse en alturas mayores a 1.50 metros.

D. Cuando la Tubería esta expuesta a un sol muy intenso, debe proveerse algún tipo de sombra. Esto puede hacerse, por ejemplo , con un polietileno de color azul o negro, manteniendo ventilación.



1. Durante la carga y descarga de los tubos no los arroje al piso, ni los golpee.

CORRECTO

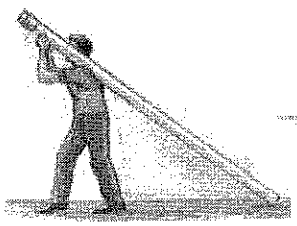


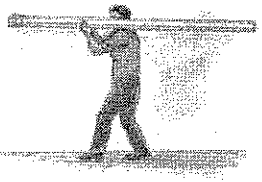


INCORRECTO

2. Transpórtelos sin arrastrarlos por el suelo.

INCORRECTO





CORRECTO

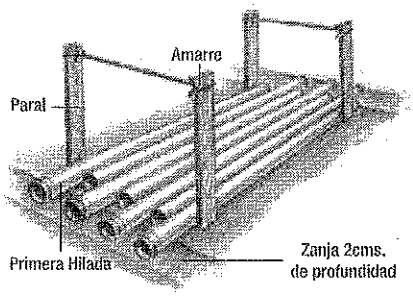
Almacenamiento Sobre Tierra Nivelada

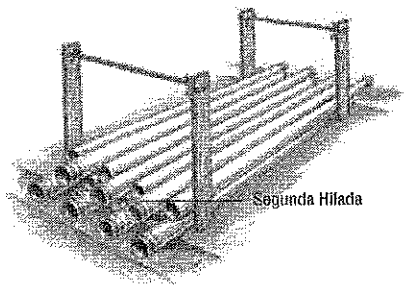
1. Almacénelos sobre el piso nivelado, con dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada.

2. Coloque los parales laterales y amárrelos.

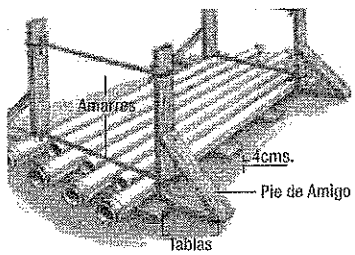
3. Deje una distancia (equivalente a dos campanas) entre la campana y el espigo de la primera hilada, para acomodar las campanas de la segunda hilada de tubos, correspondiente a la longitud de las mismas .

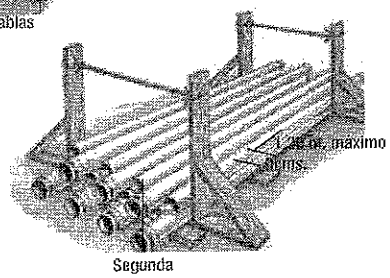
4. La tercera hilada se debe tender en la misma forma que la primera y la cuarta similar a la segunda y así sucesivamente.





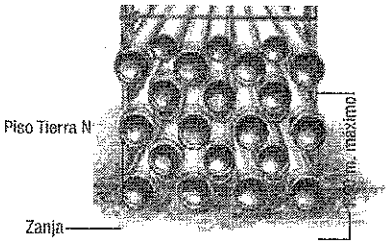
Almacenamiento Sobre Piso Duro, Cemento o Similar

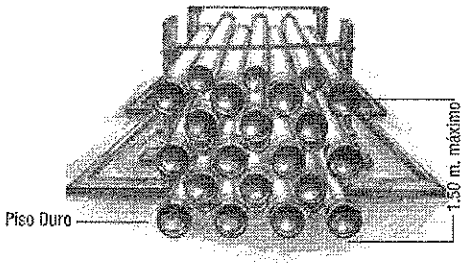




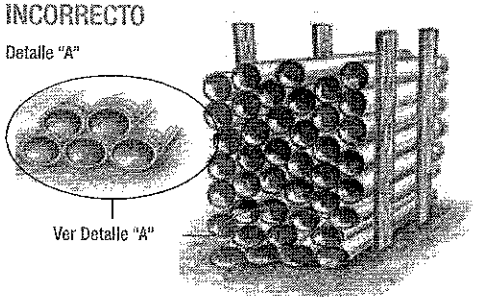
329

Altura Máxima para Apilar Tubería Sobre Tierra Nivelada o Piso Duro

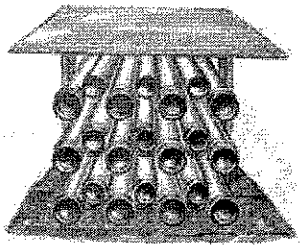




INCORRECTO



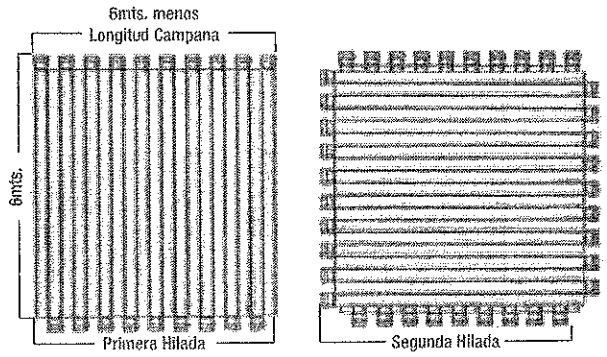
CORRECTO

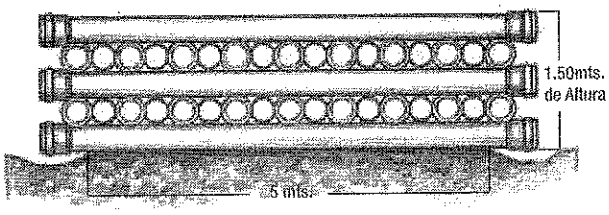


Cuando el almacenamiento de Tubería se hace libre debe protegerse de los rayos del sol, colocándola bajo una cubierta que no permita el paso de la luz directa, que tenga suficiente ventilación y apilándola siempre a una altura no mayor de los 1.50mts. El tiempo máximo de almacenamiento a la intemperie sin protección es de 30 días.

Alternativa de Almacenamiento

Cuando el área lo permita, se puede almacenar la Tubería en la siguiente forma:





Ejecución de la Obra

Instalación

A. En la instalación de la Tubería, la limpieza es de primordial importancia, especialmente los espigos deben soportarse libremente del suelo para prevenir que el lubricante se embarre. Se instala con mayor facilidad, si la tubería se coloca y se desplaza sobre cilindros de madera; esto ayuda a la limpieza y reduce la fricción. Estos cilindros deben quitarse antes de rellenar.

B. Si no hubiese marca para la longitud de entrada del espigo como ocurriría si se corta un tramo de Tubería, debe marcarse el extremo del tubo en tal forma que el espigo penetre hasta dejar una luz entre 1.3 y 2.5 cms del fondo de la campana.

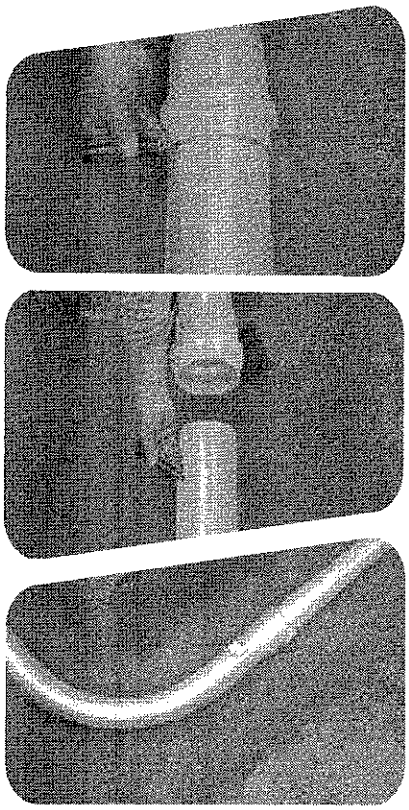
Esto puede hacerse comparando con la profundidad del espigo de un tubo nuevo.

C. La Tubería debe probarse cada 400 mts, para estar seguro de la correcta instalación de las uniones.

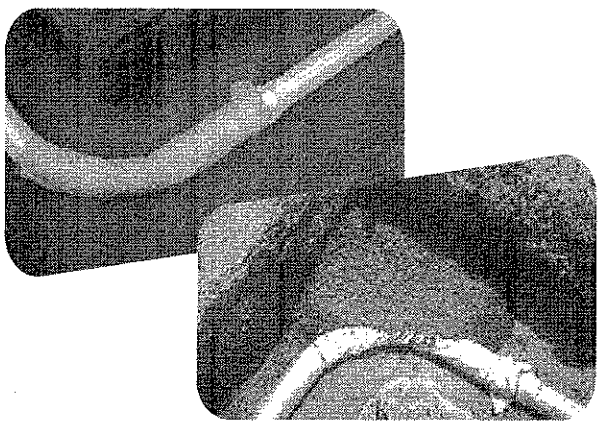
330

La presión de prueba de la red puede ser 1.5 veces la presión máxima a la que las tuberías vayan a estar sometidas de acuerdo con el diseño.

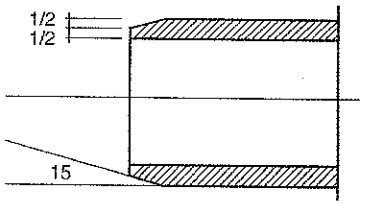
D. Todos los cambios de dirección, reducciones, válvulas, tapones etc, deben empotrarse. Se pueden usar bloques de concreto, pero debe interponerse una membrana flexible entre el concreto y la tubería para protegerla contra la abrasión.



E. Antes de probar la línea, debe rellenarse la zanja dejando las uniones expuestas. Si es necesario cubrir las uniones, debe marcarse su posición.



F. Si es necesario biselar un tubo durante la instalación, el ángulo debe ser de 15° y la profundidad del bisel debe ser igual a la mitad del espesor de pared del tubo. Para biselar el tubo debe usarse una escofina o lima.



G. Nunca corte el espigo de un codo de gran radio.

H. Si se hacen las uniones al nivel del terreno observe cuidadosamente las marcas de profundidad de entrada después de bajar la Tubería de la zanja.

Instalaciones Especiales

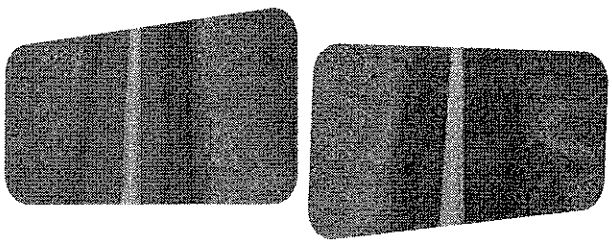
Cuando la Tubería va a estar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente o tener base en thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC
- Debe tener un componente reflectivo, como el aluminio o similar
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer"

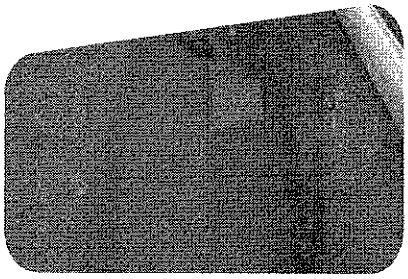
Antes de pintar la Tubería debe prepararse la superficie para asegurar la adherencia; lijar suavemente en seco, limpiar con limpiador PAVCO y aplicar la pintura.

Excavación

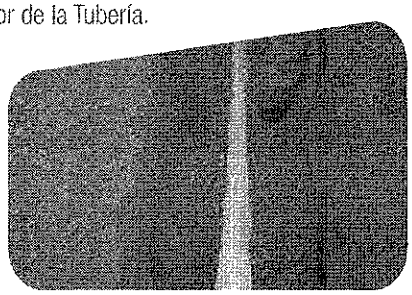
A. La zanja debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables: un ancho de 30 cm. adicional al diámetro exterior del tubo es satisfactorio. La altura mínima del relleno por encima de la Tubería debe ser de 60 cm.



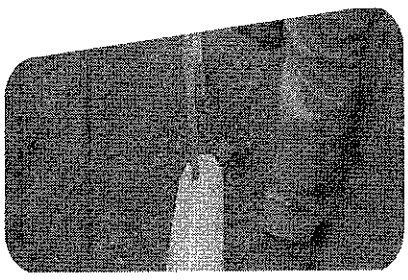
B. Debe examinar el fondo de la zanja para evitar objetos duros como rocas, troncos etc, no es necesario usar una capa de relleno especial, cuando el fondo de la zanja es un material suave y fino, libre de piedras y que se pueda nivelar fácilmente. Cuando en la excavación hay rocas debe dejarse un espacio para aplicar una capa de material fino.



C. El relleno debe comenzarse inmediatamente, después de la colocación de la tubería con el fin de protegerla. El relleno inicial debe ser material fino de la misma zanja o similar. Debe rellenarse con cuidado y compactarse perfectamente alrededor de la Tubería.



D. Cuando el material excavado tiene piedras, el material fino compactado del relleno inicial debe hacerse hasta 15 cm. por encima de la Tubería. Esto puede reducirse a 10 cms, cuando existe material de relleno libre de piedras en cantidad suficiente para otros 30 cms, de altura. En ningún momento puede incluírse en el relleno piedras o rocas que puedan asomar en el relleno inicial o llegar a hacer contacto con la Tubería.

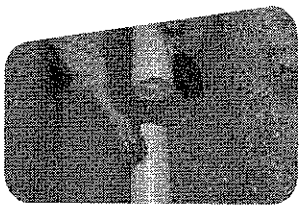


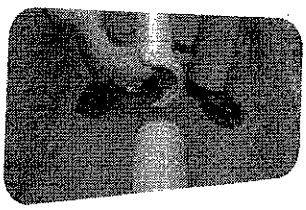
Nota:
Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la Tubería sea instalada y rellenada al menos un diámetro sobre la clave de la Tubería para evitar flotación.

Ensamble

A. Preparación

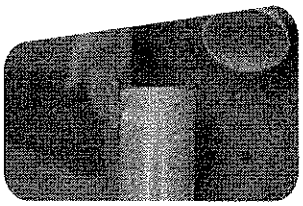
Limpie cuidadosamente el interior de la campana así como el espigo, antes de unir.





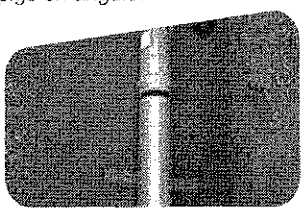
B. Aplicando Lubricante

No remueva el sello que viene instalado de fábrica. Lubrique de manera pareja la mitad de la longitud del espigo y el empaque. Mueva el espigo de tal forma que apenas penetre en la boca de la unión.



C. Alineado la Tubería

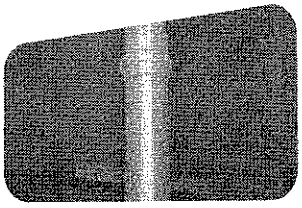
Asegúrese que las Tuberías están perfectamente alineadas en ambos planos. Esto es muy importante. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.

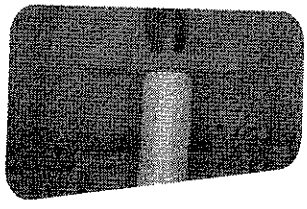


D. Insertando el espigo en la Unión

Empuje el espigo hasta la marca de entrada. Esto debe hacerse con un movimiento rápido siendo de gran ayuda el impulso que se gana entre la boca de entrada y el sello de caucho.

Utilice una barra apoyándola sobre un trozo de madera colocado en el centro del tubo como indica la figura.





352

Condiciones Extremas para el Material

• El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a que puede transportar agua es de 60°C.

• No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.

• No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".

• Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual

Puesta en Servicio

Prueba Hidrostática

El propósito de esta prueba es verificar los materiales y la mano de obra.

El sistema en construcción debe probarse por tramos terminados, antes de completar todo el sistema. Debe tenerse en cuenta que el o los tramos a probar deben estar suficientemente cubiertos, los anclajes en accesorios suficientemente curados, 3 días al menos, y debidamente restringido el movimiento en los tapones de los extremos.

Llenado de la Tubería:

La Tubería debe llenarse lentamente desde el punto más bajo de la línea. Debe calcularse la cantidad de agua necesaria para llenar la línea.

Expulsión de Aire:

Todo el aire debe ser expulsado de la línea durante la operación de llenado, antes de iniciar la prueba de presión. Se recomienda instalar válvulas automáticas de expulsión de aire o ventosas en los puntos altos del tramo a probar. La presencia de aire en la línea durante la prueba puede causar presiones excesivas debido a su compresión por el agua causando fallas a la Tubería o dar errores en la prueba.

Para saber si una Tubería que se está probando tiene aire atrapado, puede hacerse lo siguiente:

1. Presurice con agua a la presión deseada
2. Permita que la presión se reduzca a un cierto nivel
3. Mida la cantidad de agua requerida para llegar de nuevo a la presión deseada
4. Repita los pasos 2 y 3

Si la cantidad de agua requerida para presurizar la línea la segunda vez es significativamente menor que la requerida la primera vez, hay aire atrapado en la línea. Si no hay una diferencia significativa, hay probable fuga en la línea.

Prueba de Presión:

La presión de prueba puede ser del orden del 50% sobre la presión de operación. La presión de prueba no debe exceder la presión de diseño de la Tubería, de los accesorios o de los anclajes. La presión debe ser controlada en el punto más bajo del tramo a probar que no debe ser mayor que la de diseño de la Tubería. Duración mínima 1 hora.

Prueba Hermeticidad

El propósito de esta prueba es verificar que no haya fugas en las uniones, conexiones a accesorios y otros elementos del tramo a probar.

La presión de trabajo del tramo puede ser la presión de prueba. Se mantiene esta presión por un periódo determinado de tiempo. El ajuste en volumen de agua necesario para mantener esa presión debe estar dentro de los valores permitidos por la Ecuación siguiente:

Fórmula:

$$L = \frac{(N * D * P^{0.5})}{7400}$$

Donde:

- L: Permisibilidad de la prueba, gal/hr
- N: Número de uniones en el tramo, de Tubería y Accesorios
- D: Diámetro nominal de la Tubería, pulgadas
- P: Presión promedio de la prueba, psi

El valor de L no es una aceptación de fugas, es un valor en el que se considera variables tales como aire atrapado en el tramo, asentamiento de los hidrosellos, pequeños embombamientos de la Tubería, variaciones de temperatura, etc. Todas las fugas visibles deben ser reparadas.

333

1. Inyectar agua al tramo de la Tubería a desinfectar, manteniendo destapada la salida. Dejar drenar para lavar la Tubería.

2. Calcular el volumen de agua necesaria para llenar el tramo de Tubería a desinfectar y determinar la cantidad de desinfectante a inyectar de tal forma que se garantice una concentración de 50mg/l de Cloro.

3. Inyectar agua potable al tramo a desinfectar, permitiendo que salga por el extremo de salida por unos minutos. Inyectar el desinfectante, bien sea con Cloro líquido o Hipoclorito de Sodio que garantice una concentración de 50mg/l. Este puede diluírse previamente en el agua de llenado o inyectarse separadamente. Dejar salir unos minutos más y taponar la salida y entrada, cuando se garantice la concentración de 50mg/l.

4. Dejar en reposo 24 horas, tiempo en el cual la concentración de Cloro debe estar mínimo en 25mg/l. Si está por debajo de este valor, debe agregarse más desinfectante.

5. Tomar una muestra de agua de la Tubería en proceso de desinfección. Al analizarla en un laboratorio calificado para este fin, debe estar libre de microorganismos coliformes.

6. Dejar pasar otras 24 horas y tomar otra muestra haciendo el mismo ensayo.

7. Si los resultados son satisfactorios, debe evacuarse el agua de la desinfección y proceder a hacer la conexión definitiva.

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el acueducto. Pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con PAVCO en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Rotulado

Uso	Presión Agua Potable
País de origen y fabricante	MEXICHEM PAVCO COLOMBIA
Material	PVC
Norma de fabricación	NTC 382 y NTC 2295
Diámetro nominal	Por Ejemplo IPS 4" (114mm)
Presión de Trabajo	Por ejemplo RDE 21 200 psi (1.38 mPa)
Código de Trazabilidad	Planta (1 dígito) año (2 dígitos) mes (2 dígitos) día (2 dígitos) turno (2 dígitos) No. Máquina (2 dígitos) Línea (2 dígitos)
Lote RT	Por ejemplo 001

334

Acometidas Domiciliarias PF + UAD

Definición

Las Tuberías PF + UAD de PAVCO son tuberías de Polietileno especificadas para uso en domiciliarias de Acueducto.

Ventajas

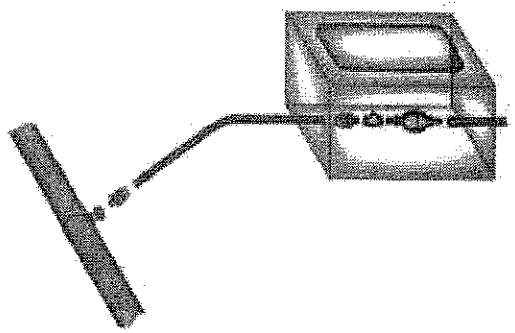
Las ventajas de la Tubería Flexible al servicio de acometidas domiciliarias han sido comprobadas a través de muchos años de éxito en instalaciones bajo todo tipo de subsuelo.

Estas incluyen reducción de costos con relación a las metálicas, facilidad de manejo e instalación, dureza excepcional, resistencia a la corrosión, mayor flujo y ahorros sustanciales tanto en la instalación inicial como en el mantenimiento a largo plazo.

PF + UAD Flexible

La investigación continua de la química de los polímeros llevó en 1957 al descubrimiento de un material único con propiedades superiores a los materiales existentes.

	Polietileno Tradicional	PF + AUD
Golpe de Ariete Aumento de presión de 100 a 300 psi.,10 veces por minuto a temperatura ambiente hasta ruptura del especimen.	11 minutos	Más de 1700 horas (sin ruptura)
Reventamiento Ambiental Formación de rajaduras y perforaciones de la Tubería bajo presión, al exponerla a ciertos químicos corrosivos.	12 horas	3.000 horas (sin falla)
Alargamiento Tensionando un especimen en forma de anillo hasta que se rompa, medido como porcentaje del diámetro original.	180%	700%
Flexión La tubería se somete a doblamientos de 90°, bajo 25 libras por pulgada cuadrada de presión interna.	300 ciclos	11.700 ciclos



Especificaciones y Códigos

PAVCO continuando con su filosofía de excelente calidad e insuperables especificaciones ha establecido las siguientes normas para su Tubería flexible PF + UAD.

Se fabrica bajo la Norma NTC 3694, tubos tipo CTS de Polietileno (PE).

Materia Prima

Tipo III Grado 3 Clase C de acuerdo a las especificaciones ASTMD 1248-81, designación 3306

Dimensiones y Tolerancias

De acuerdo a la norma ASTMD 2737-81 Standar Specification for Polyethylene (PE) Plastic Tubing para Tuberías tipo "tubing" cuando sean medidos de acuerdo a la ASTMD2122-81

Espesor de Pared

De acuerdo a la fórmula ISO la relación del diámetro de la Tubería al espesor de pared será RDE 9, para 160 libras por pulgada cuadrada de presión de trabajo (PSI).

Presión de Rotura

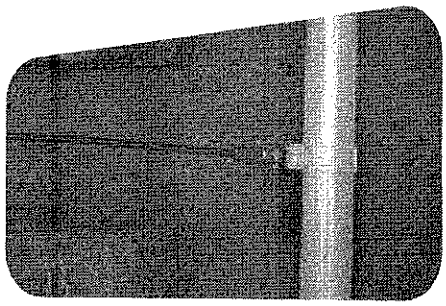
La mínima presión de rotura será la siguiente:

Estas presiones serán medidas de acuerdo a la Norma ASTM 1599-69, utilizando la fórmula ISO con una tensión mínima de 2.820 libras por pulgada cuadrada.	Diámetro Nominal	Presión mínima de rotura con agua a 22°C - RDE 9
	1/2	630 psi
	3/4	630 psi

335

RDE 9 3306

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²
Tamaño Cobre



Sello de Calidad icontec
NTC 3694

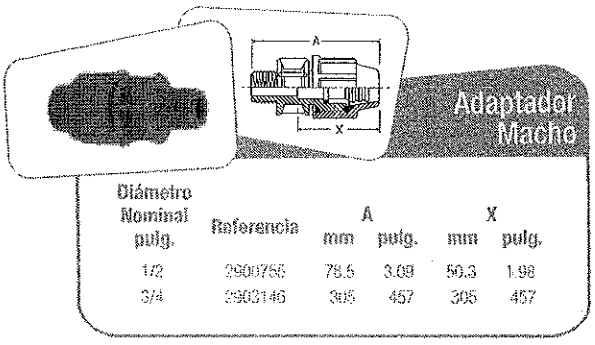
RDE 9 3306

Presión de trabajo a 23°C: 160 psi - 1.10 MPa - 11.25 Kg/cm²

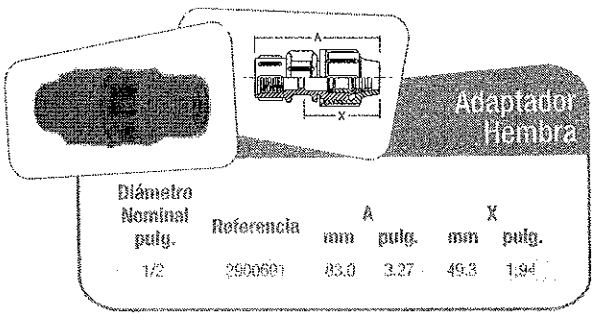
Diámetro Nominal		Referencia	Peso Aprox.	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Prom.
mm	pulg.		Kg/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
16	1/2	2900301	82	15.88	0.625	1.75	0.069	12.38
22	3/4	2900302	160	22.23	0.875	2.46	0.097	17.31

La longitud de los rollos es de 90 metros.

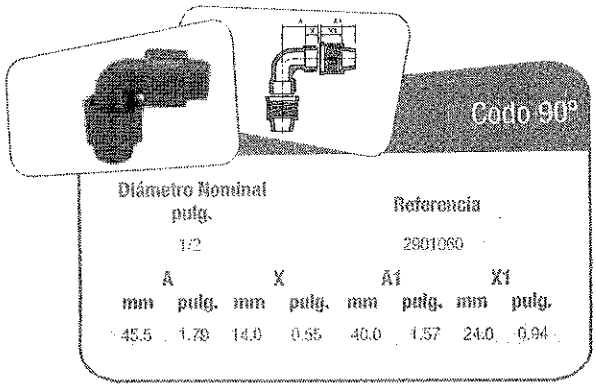
Accesorios PF + UAD Flexible



Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2900756	78.5	3.09	50.3	1.98
3/4	2900146	305	457	305	457

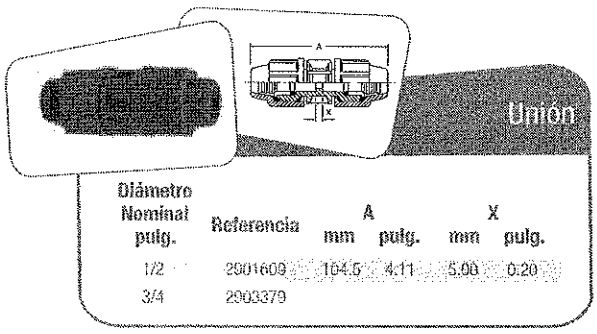


Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2900691	83.0	3.27	49.3	1.94



Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1/2	2901060

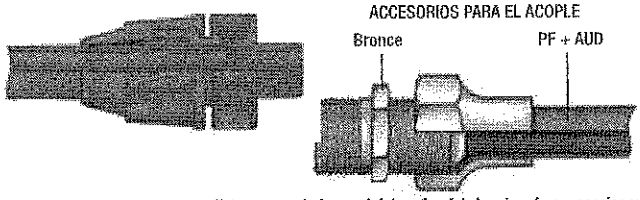
A mm	A pulg.	X mm	X pulg.	A1 mm	A1 pulg.	X1 mm	X1 pulg.
45.5	1.79	14.0	0.55	40.0	1.57	24.0	0.94



Diámetro Nominal pulg.	Referencia	A mm	A pulg.	X mm	X pulg.
1/2	2901600	104.5	4.11	5.00	0.20
3/4	2903379				

Las principales ventajas que se obtienen al utilizar los Accesorios PAVCO para acometidas domiciliarias son:

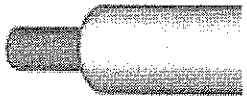
- Mayor seguridad y rapidez en la instalación ya que solo se hace presión contra el accesorio, el cual tiene un dispositivo estriado que evita el desacoplamiento del tubo.
- Se asegura un sello perfecto mediante el anillo interior de caucho, obteniendo una junta impermeable aun cuando el tubo sea flectado.
- No es necesario el uso de herramientas para lograr el acople entre la Tubería y el Accesorio.
- Los accesorios son resistentes a la corrosión y a la oxidación.



Este accesorio lo suministran los fabricantes de accesorios y racores de bronce.

336

Expander



Elementos para conexiones directas

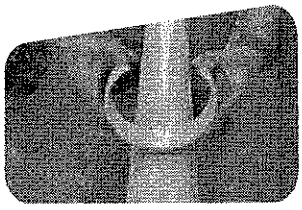
Para un Diámetro	Referencia
1/2" y 3/4"	

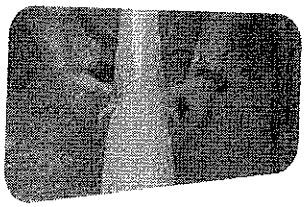
Instalación

A. Para conectar la Tubería PF + AUD de PAVCO en las instalaciones domiciliarias, primero busque el tubo del cual se va a hacer la acometida.

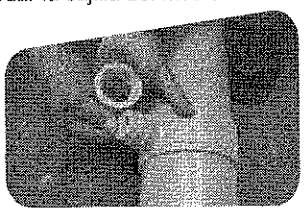
- Haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo.
- Limpie la Tubería para colocar el collar de derivación.
- Quite la tuerca y el buje del collar.

B. Instale la cincha del collar en el tubo. Sin golpearlo, gírelo sobre éste, dejándolo girar libremente.

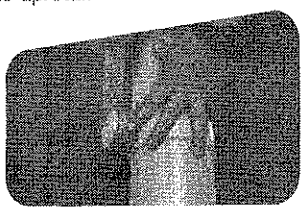




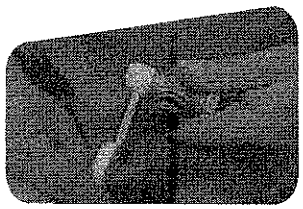
C. Ubíquelo en un ángulo de aproximadamente 45° hacia donde va a quedar la cajilla del medidor.

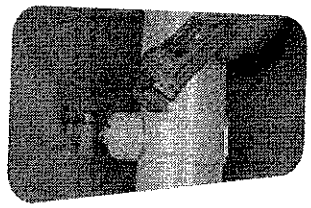


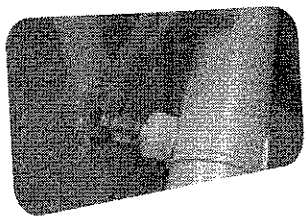
D. Ajuste el buje en el collar, acomodándolo con las guías que este trae; enrosque la tuerca para ajustar el buje. Hágalo con la mano hasta que esté bien apretado, luego con una llave de cinta termine de apretar.



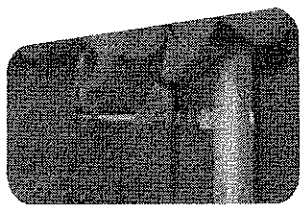
E. Instale el registro de incorporación con cinta de teflón en el collar de derivación, no sin antes aflojar la tuerca y suavizarlo para abrir y cerrar fácilmente. Con la llave Nº12" ajuste suavemente el registro.

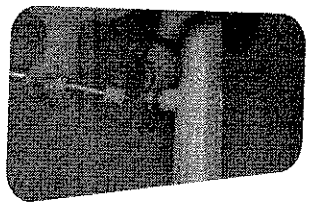




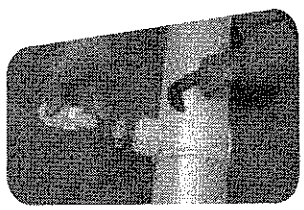


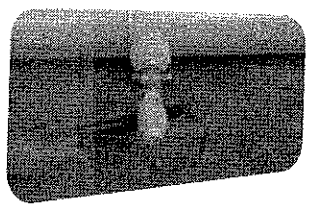
F. En el registro de incorporación enrosque la máquina para perforar el tubo; ésta máquina debe tener broca para metal. Una vez perforado el tubo devuelva la broca, cierre el registro, retire la máquina, y verifique que esté bien perforado.De no ser así, repita el proceso.





G. Una vez perforado correctamente, instale sobre el registro un adaptador macho PF+UAD PAVCO con cinta de teflón, ajustándolo suavemente con la llave para tubo Nº12.

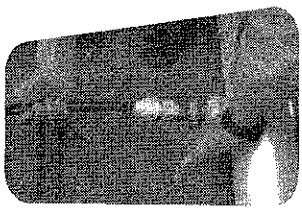


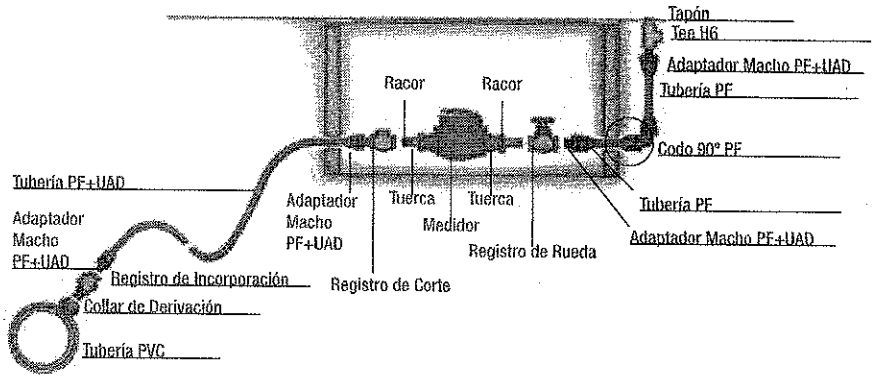


H. Luego afloje el mecanismo o la tuerca del adaptador para permitir que la Tubería PF+UAD entre. Antes de la instalación inspeccione la Tubería buscando cortaduras, picaduras o excesiva abrasión, que puede haber ocurrido durante el manejo y transporte. Corte el tubo a escuadra usando una cuchilla

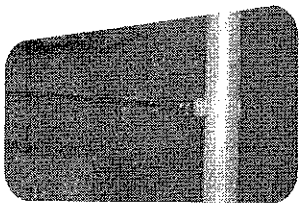
337

bien afilada. Con esta misma hágale al tubo un bisel para evitar que se lleve el empaque o lo muerda.



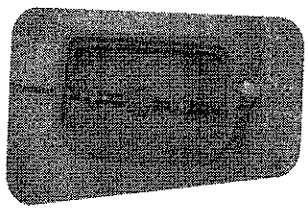


I. Introduzca hasta el fondo del adaptador la Tubería PF+UAD. Ajuste la tuerca con la mano fuertemente (no use llaves).

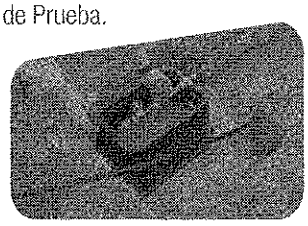


J. Extienda el tubo PF+UAD hasta la cajilla del medidor, tome la medida del tubo a cortar dejándolo un poco largo para que las conexiones no queden tirantes y prever así cualquier asentamiento que se presente en el terreno.





K. Arme el medidor dentro de la cajilla del mismo según foto. Este debe tener registro de corte con adaptador macho PF+UAD, medidor, registro de rueda o de bola, adaptador macho PF+UAD, alargador y subidor, adaptador macho PF+UAD y Tee de Prueba.

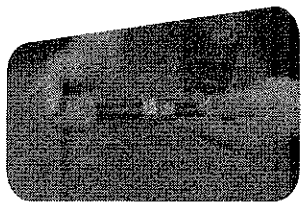


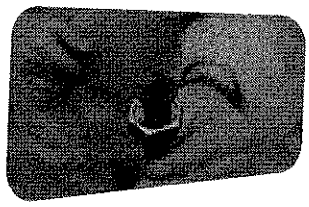
Ajuste el tubo en el adaptador macho PF+UAD apretándolo con la mano. Cierre el registro de rueda o de bola, abra el registro de incorporación. Verifique que no haya fugas en las conexiones. Si no hay fugas, abra el registro de bola o de rueda, deje salir un poco de agua para purgar y lavar la Tubería, cierre el registro y proceda a tapar la Tubería con tierra que no tenga objetos agudos que la puedan romper, compactando manualmente hasta por lo menos 30 cms. por encima de la Tubería.

Si la acometida domiciliaria se hace con registro de incorporación y de corte tipo c.u. siga las siguientes recomendaciones:

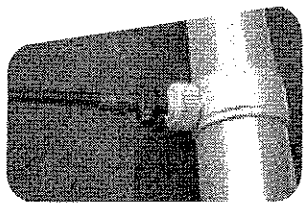
a. Inserte la Tubería en la unión de bronce. Caliente aproximadamente una zona de 3cms. del extremo con un soplete o quemador; gire el tubo constantemente para que el calentamiento sea uniforme; no caliente excesivamente y evite quemar el tubo.

b. A continuación acampane el extremo del tubo con el expander, girándolo hasta que la campana quede perfectamente conformada. Manténgalo en su sitio hasta que el tubo se haya enfriado y la campana endurecido (60 segundos); si se retira el expander demasiado pronto la campana no quedará bien formada.





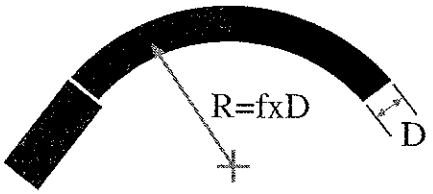
C. Quite el expander e inmediatamente cubra la campana con la tuerca y atornille sobre el accesorio permitiendo que el tubo selle directamente; apriete cuanto sea posible a mano y luego únicamente dé una vuelta con una llave.



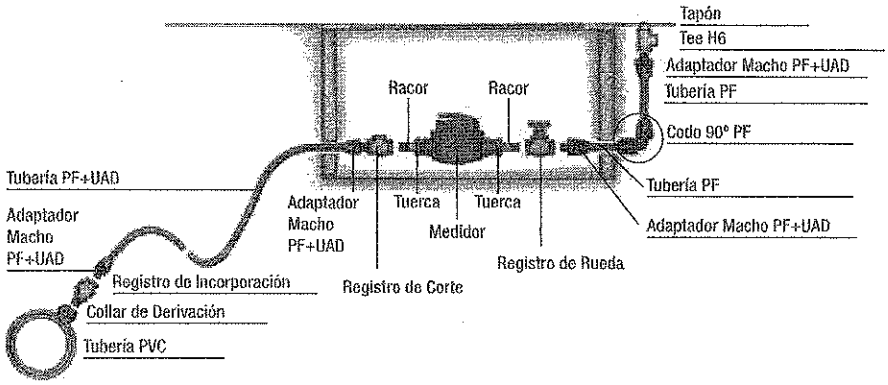
Curvas en Frío con Tuberías PF + UAD PAVCO

Con un factor de seguridad de 2, los radios de curvatura mínimos recomendados son:

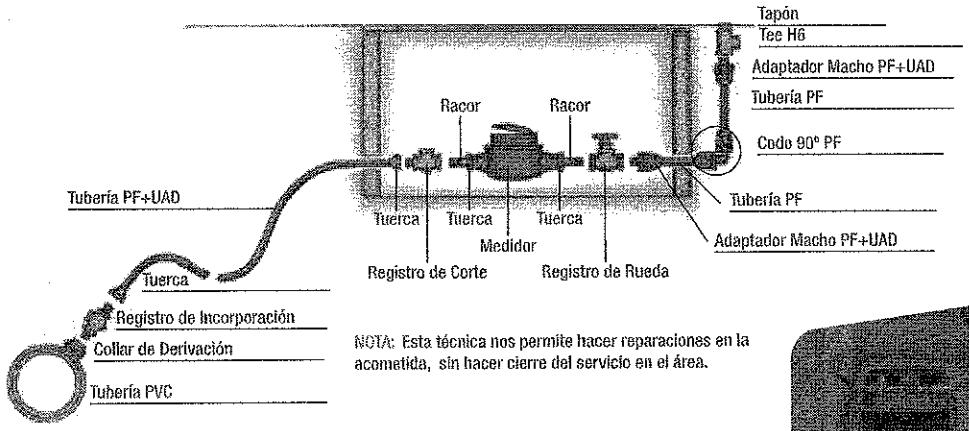
PN	f
9	12



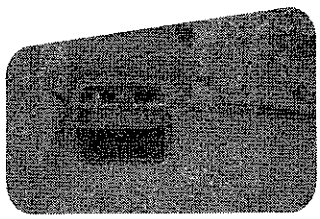
Instalación Utilizando los Adaptadores Machos PF + UAD PAVCO



Instalación Utilizando los Accesorios de Bronce y la Tubería PF + UAD PAVCO



NOTA: Esta técnica nos permite hacer reparaciones en la acometida, sin hacer cierre del servicio en el área.



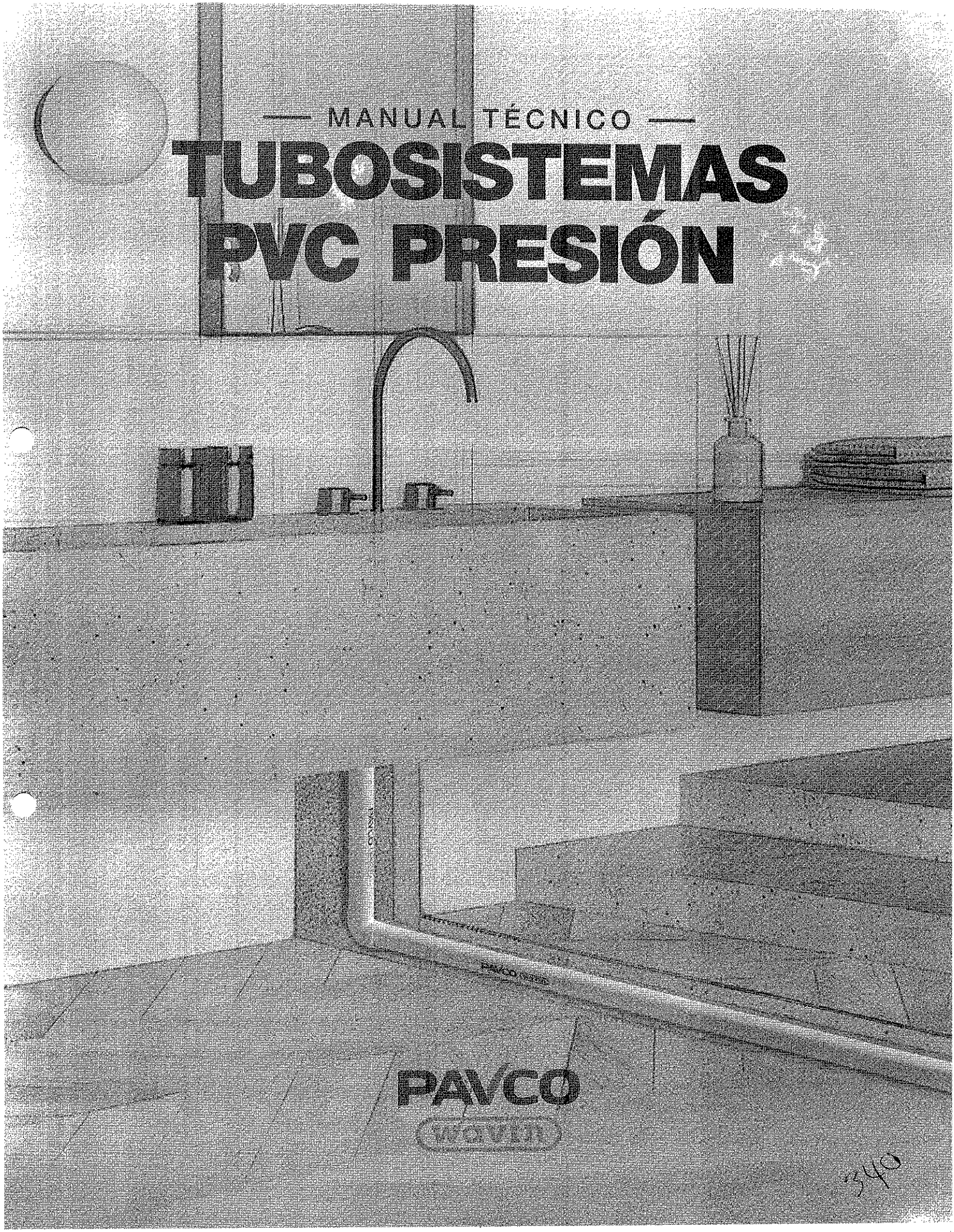
Rotulado

Marca	PF + UAD
Uso	Agua Potable
País de origen y fabricante	MEXICHEM PAVCO COLOMBIA
Material	PE 3306 alta densidad-C3
Norma de fabricación	NTC 3694
Diámetro nominal	Por Ejemplo 1/2" (16mm)
Presión de Trabajo	Por ejemplo RDE 9 160 psi (1.10 mPa)
Código de Trazabilidad	Planta 1 dígito · año 2 dígitos · mes 2 dígitos · día 2 dígitos · turno 2 dígitos · No. Máquina 2 dígitos · Línea 2 dígitos
Lote RT	Por ejemplo 001

339

— MANUAL TÉCNICO —

TUBOSISTEMAS PVC PRESIÓN



PAVCO

WAVIN

345

ÍNDICE
DE CONTENIDO

Descripción ---- 2
Normas ---- 2
Ventajas ---- 2
Propiedades Químicas ---- 3
Resistencia a la Presión ---- 3
¿Qué es RDE? ---- 3
Portafolio de Producto ---- 4
Tuberías Presión PAVCO WAVIN ---- 4
Accesorios Presión PAVCO WAVIN ---- 5
Brida Ajustable PVC SCH 80 ---- 7
Soldadura PAVCO WAVIN SoldaMax PVC ---- 7
Procedimiento de soldado con cemento solvente PVC ---- 8
Guía de instalación ---- 10
Instalación subterránea ---- 11
Instalación a la intemperie ---- 11
Instalación de calentador de tanque ---- 12
Instalación de calentador de paso a gas ---- 12
Golpe de ariete ---- 12
Comportamiento en condiciones extremas ---- 13
Comportamiento hidráulico ---- 14
Pérdida de presión ---- 15
Puesta en servicio ---- 17
Rotulado ---- 18

PAVCO WAVIN

344

Descripción

Los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN son fabricados de PVC (Policloruro de Vinilo).

Los Tubosistemas PVC Presión PAVCO WAVIN están diseñados para transportar agua para consumo humano a presión.

Este material garantiza la conservación de la calidad del agua ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos establecidos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata. Además, la resina de PVC con que se fabrica ha sido certificada de tal forma que el cloruro de vinilo monómero residual es menor a 3,2mg/kg.

Los Tubosistemas PVC presión de PAVCO WAVIN son fabricados para ser unidos con cemento solvente. Los tubos vienen de extremo liso y los accesorios con campana.

Normas

Los Tubosistemas PVC Presión PAVCO WAVIN son fabricados bajo las normas NTC 382 Versión 2018-11-21, tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) clasificados según la presión (serie RDE), NTC 1339 Versión 2016-07-13, accesorios de (Poli Cloruro de Vinilo) (PVC) Schedule 40 y NTC 576 Versión 2021-12-16, cemento solvente para sistemas de tubos plásticos de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC).

VENTAJAS:

Menores pérdidas de presión

La superficie interior de los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN es lisa, reduciendo considerablemente las pérdidas de presión por fricción. (Véase la Tabla de Pérdida de Presión).

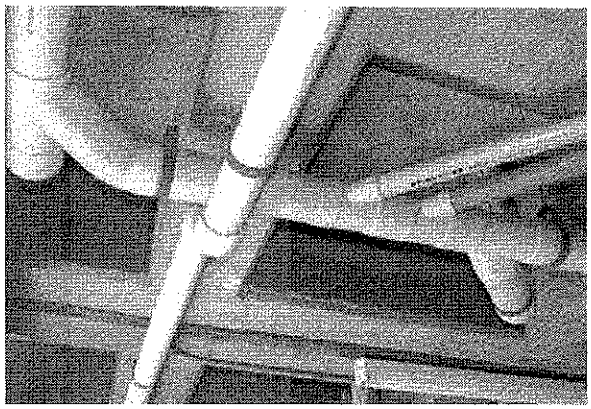
Facilidad de Instalación

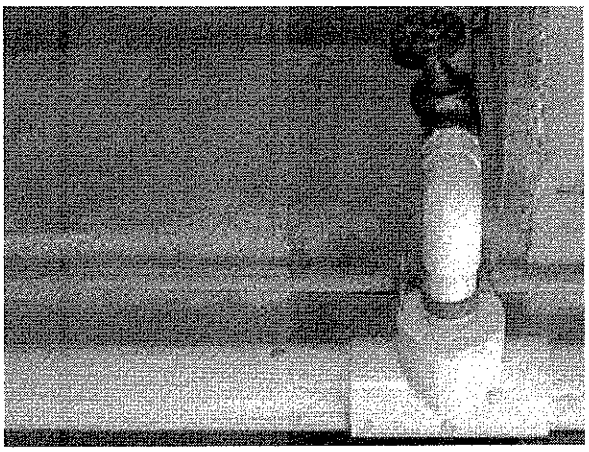
El sistema de unión de los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN consiste en conexiones soldadas. Este sistema de unión por medio de soldadura líquida, forma un conjunto homogéneo que desarrolla máxima resistencia en un mínimo de tiempo.

Como consecuencia la instalación es muy sencilla, rápida y segura. El equipo necesario es mínimo, no se necesitan tarrajas y basta una segueta o un serrucho para hacer los cortes.

Vida útil

La vida útil estimada es de 50 años.
Esta información no es garantía de producto dado que PAVCO WAVIN no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.





Propiedades químicas

Resistencia a la corrosión interna

Los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN resisten al ataque químico de la mayoría de los ácidos, álcalis, sales y compuestos orgánicos como alcoholes e hidrocarburos alifáticos dentro de los límites de temperatura y presión especificados en este manual, por lo tanto, elimina las desventajas de las tuberías metálicas que requieren revestimiento interno de vidrio o cerámica.

Resistencia a la corrosión externa

Los Tubosistemas PVC Presion de PAVCO WAVIN no son atacados por gases industriales, humedad, agua salada, condiciones climáticas o condiciones del subsuelo.

Inmune a la acción electrolítica

Los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN son inmunes a los efectos galvánicos o electrolíticos y por lo tanto pueden usarse enterrados o sumergidos, en presencia de metales o conectados a ellos.

Libre de olor, sabor o toxicidad

Los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN son inodoros, sin sabor y no tóxicos; estas propiedades los hace ideales para ser usados en la conducción de medicamentos y alimentos líquidos.

Químicamente inerte

Los Tubosistemas PVC Presión de PAVCO WAVIN son inertes a la mayoría de los reactivos químicos, eliminando así la posibilidad de contaminación o modificación de las propiedades de los líquidos transportados. Para la conducción de líquidos especiales consulte directamente al Departamento Técnico de PAVCO WAVIN.

Resistencia a la presión

Los tubos y los accesorios no fallarán las pruebas de presión sostenida y de presión de rotura.

Material	Presión sostenida 1000 horas		Presión mínima de rotura 90 segundos	
	Mpa	psi	Mpa	psi
Tubería PVC RDE 9	7.25	1050	11.03	1600
Tubería PVC RDE 11	5.80	840	8.82	1250
Tubería PVC RDE 13.5	4.62	670	6.89	1000
Tubería PVC RDE 21	2.90	420	4.34	630
Tubería PVC RDE 26	2.34	340	3.45	500
Tubería PVC RDE 32.5	1.86	270	2.76	400
Tubería PVC RDE 41	1.95	210	2.17	315

Tiempo de fraguado	Esfuerzo cortante		Presión hidrostática	
	Mpa	psi	Mpa	psi
2 Horas	1.7	250	2.8	400
16 Horas	3.4	500		
72 Horas	6.2	900		

Accesorios PVC SCH 40	Presión mínima de rotura 90 segundos	
	Mpa	psi
1/2	13.17	1910
3/4	10.62	1540
1	9.93	1440
1.1/4	8.14	1180
1.1/2	7.31	1060
2	6.14	890
2.1/2	6.69	870
3	5.79	840
4	4.90	710
6	3.86	560

¿Qué es RDE?

Cuando se empezaron a producir las primeras tuberías de PVC en el mundo, las únicas normas que se conocían para tubos eran las de tuberías metálicas, que las clasificaban por calibres, v.gr. Calibre 40, Calibre 80, etc., y lógicamente las tuberías de PVC que salieron al mercado venían clasificadas en la misma forma y con los mismos espesores de pared.

Posteriormente, los productores reconocieron que el sistema de calibres -para los diámetros pequeños- está basado en la profundidad de la rosca. Además, en ese sistema la presión de trabajo permitida disminuye a medida que aumenta el diámetro de la tubería. Estos dos factores impulsaron a los productores, junto con los institutos de normalización, a crear una base de diseño más racional para las tuberías de PVC.

Como resultado, se obtuvo una norma basada en la relación del diámetro del tubo y el espesor de la pared, conocida con el nombre de RDE. En esta norma, la presión de trabajo permitida para la tubería de un RDE dado es constante independientemente del diámetro de la misma. La norma está basada en la fórmula ISO (International Standards Organization) en la cual:

FÓRMULA:

$$\frac{2S}{P} = R - 1 \text{ ó } \frac{2S}{P} = \frac{D}{t} - 1$$

DONDE:

- **S:** La tensión de trabajo del material
- **P:** La presión hidrostática permitida
- **D:** El diámetro exterior
- **t:** El espesor de la pared del tubo
- **R:** RDE, relación diámetro espesor

Basado en esta fórmula, PAVCO WAVIN produce tuberías de PVC RDE 9 , RDE 11, RDE 13.5, RDE 21 y RDE 26, para presiones de trabajo de 500, 400, 315, 200 y 160 psi (35.15, 28.12, 22.14, 14.06 y 11.25 kg/cm2) respectivamente y accesorios SCH40, cuya presión de trabajo varía con el diámetro del accesorio.

(Ver tabla).

Tuberías PVC presión PAVCO WAVIN

RES 0501 NTC 382

	Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro exterior promedio		Espesor de pared mínimo		Diámetro interior promedio
	mm	pulg.		g/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
RDE 9 PVC Presión de trabajo a 23°C: 500 PSI	21	1/2	2900266	216	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60
RDE 11 PVC Presión de trabajo a 23°C: 400 PSI	26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81
RDE 13.5 PVC Presión de trabajo a 23°C: 315 PSI	21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18
	33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48
RDE 21 PVC Presión de trabajo a 23oC: 200 PSI	26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63
	33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20
	42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
	48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68
	60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
	73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07
	88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42
	114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42
	168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22
RDE 26 PVC Presión de trabajo a 23°C: 160 PSI	60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70
	88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04

Para tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Platino.
La longitud normal de los tramos es de 6mt. La tubería no debe roscarse.

Shedule 40 PVC Tipo 1, Grado 1

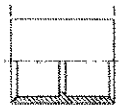
RES 0501 NTC 1339

Presión nominal de trabajo a 23°C			
pulg.	PSI	pulg.	PSI
1/2	600	2	280
3/4	480	2.1/2	300
1	450	3	260
1.1/4	370	4	220
1.1/2	330	6	180

Accesorios Presión PAVCO WAVIN

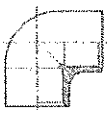
Uniones

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2901635
26	3/4	2901661
33	1	2901616
42	1.1/4	2901626
48	1.1/2	2901621
60	2	2901642
73	2.1/2	2901647
88	3	2901654
114	4	2901667



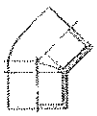
Codos 90°

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2901122
26	3/4	2901144
33	1	2901105
42	1.1/4	2901114
48	1.1/2	2901110
60	2	2901127
73	2.1/2	2901132
88	3	2901137
114	4	2901149



Codos 45°

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2901074
26	3/4	2901096
33	1	2901064
42	1.1/4	2901073
48	1.1/2	2901069
60	2	2901083
73	2.1/2	2901087
88	3	2901090
114	4	2901100



Tees

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2901498
26	3/4	2901519
33	1	2901461
42	1.1/4	2901490
48	1.1/2	2901486
60	2	2901503
73	2.1/2	2901508
88	3	2901513
114	4	2901524



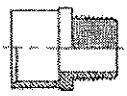
Tees reducidas

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
26 x 21	3/4 x 1/2	2901538
33 x 21	1 x 1/2	2901530
33 x 26	1 x 3/4	2901532



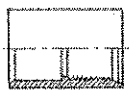
Adaptadores macho

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2900779
26	3/4	2900802
33	1	2900762
42	1.1/4	2900771
48	1.1/2	2900767
60	2	2900784
73	2.1/2	2900790
88	3	2900794
114	4	2900807



Adaptadores hembra

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2900714
26	3/4	2900740
33	1	2900698
42	1.1/4	2900706
48	1.1/2	2900702
60	2	2900724
73	2.1/2	2900728
88	3	2900733
114	4	2900749



Tapones

Diámetro nominal		REFERENCIA	
Mm.	Pulg.	Soldados	Roscados
21	1/2	2901390	2901388
26	3/4	2901427	2901425
33	1	2901359	2901357
42	1.1/4	2901377	2901375
48	1.1/2	2901369	2901367
60	2	2901400	2901398
73	2.1/2	2901406	2901405
88	3	2901415	2901414
114	4	2901435	2901434



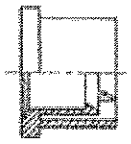
Soldados



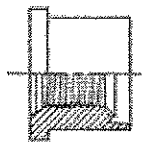
Roscados

Bujes roscados / soldados

Diámetro nominal		REFERENCIA	
Mm.	Pulg.	Soldados	Roscados
21 x 17	1/2 x 3/8		2900921
26 x 21	3/4 x 1/2	2900995	2900990
33 x 21	1 x 1/2	2900849	2900846
33 x 26	1 x 3/4	2900858	2900854
42 x 21	1.1/4 x 1/2	2900906	2900903
42 x 26	1.1/4 x 3/4	2900914	2900910
42 x 33	1.1/4 x 1	2900898	2900895
48 x 21	1.1/2 x 1/2	2900882	2900878
48 x 26	1.1/2 x 3/4	2900890	2900887
48 x 33	1.1/2 x 1	2900866	2900863
48 x 42	1.1/2 x 1.1/4	2900875	2900871
60 x 21	2 x 1/2	2900952	2900950
60 x 26	2 x 3/4	2900959	2900956
60 x 33	2 x 1	2900928	2900924
60 x 42	2 x 1.1/4	2900945	2900942
60 x 48	2 x 1.1/2	2900937	2900933
73 x 48	2.1/2 x 1.1/2	2900966	
73 x 60	2.1/2 x 2	2900971	
88 x 60	3 x 2	2900979	2900976
88 x 73	3 x 2.1/2	2900986	
114 x 60	4 x 2	2901003	
114 x 73	4 x 2.1/2	2901009	
114 x 88	4 x 3	2901014	



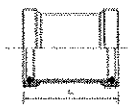
Soldados



Roscados

Unión de reparación deslizante

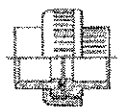
Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2903399
26	3/4	2903401
33	1	2903397
48	1.1/2	2903398
60	2	2903400



Clase 200 PSI

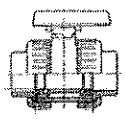
Universales

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
21	1/2	2901679
26	3/4	2901685
33	1	2901672
42	1.1/4	2901801
48	1.1/2	2901502
60	2	2901600



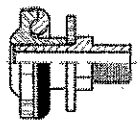
Válvulas universales

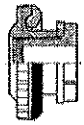
Diámetro nominal		REFERENCIA	
Mm.	Pulg.	Soldadas	Roscadas
21	1/2	2903406	2903407
26	3/4	2903414	2903413
33	1	2903403	2903402
48	1.1/2	2903406	2903405
60	2	2903410	2903409



Kit accesorios tanque almacenamiento

Diámetro nominal		REFERENCIA
Mm.	Pulg.	
26	1/2	2901254
21	1	2901278





* Para tanques de asbesto - cemento

Accesorios roscados

Diámetro nominal	REFERENCIA
Pulg.	
1/2	2901808
1/2	2901792
1/2	2901791
1/2	2901793



Tee Pre Rosc/Sold PVC



Niple Rosc PVC Presión

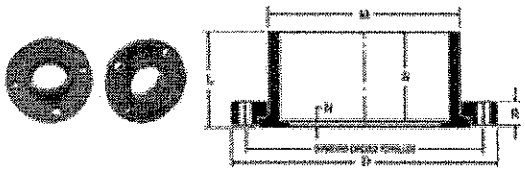


Codo 90° Rosc/Sold PVC



Tapón macho Rosc PVC

Brida ajustable PVC SCH 80



Características y ventajas

- Ideal para hacer transiciones de PVC a otros materiales.
- Unión resistente a la tensión.
- Ajustable para fijar el enfrentamiento de los orificios de las bridas a empatar.
- Presión de trabajo 150 psi a 23°C.
- Unión soldable.

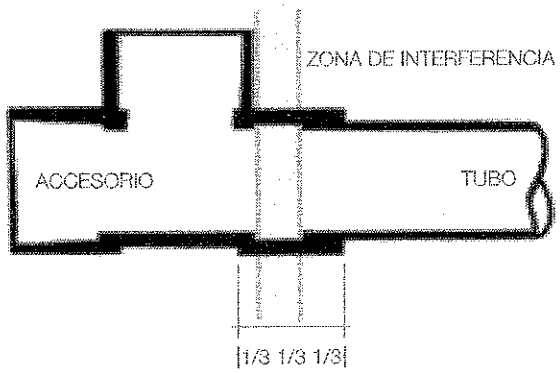
Referencia	Diámetro nominal	D mm	L mm	M mm	N mm	S mm	R mm
2903783	3	186.91	53.98	106.57	3.18	49.21	23.02
2903784	4	229.39	66.68	133.35	3.18	58.74	26.99
2903785	6	278.61	81.76	192.09	3.18	78.58	30.96

Referencia	Diámetro Nominal	Diám. del círculo de los tornillos	Diám. de taladro de los tornillos	Núm. de orificios de los tornillos	Diámetro de los tornillos	Largo mín. de los tornillos*	Peso
		mm	Pulg.	un	Pulg.	Pulg.	kg.
2903783	3	152.40	3/4	4	5/8	3.1/4	0.73
2903784	4	190.50	3/4	8	5/8	3.1/2	1.14
2903785	6	241.30	31/32	8	3/4	4	1.76

* El largo fue calculado usando 2 bridas de PVC, puede variar dependiendo de la otra brida o accesorio

Soldadura PAVCO WAVIN Soldamax PVC

Soldadura líquida PVC



El único sistema para unir tuberías y accesorios PAVCO WAVIN es a base de soldadura líquida que proporciona uniones más seguras y resistentes. Siga las instrucciones:

1. Use la soldadura correcta; Soldadura líquida PAVCO WAVIN para Tuberías de PVC y Soldadura líquida PAVCO WAVIN CPVC para tuberías de agua caliente.

Importante:

No confunda las dos soldaduras.

2. Antes de aplicar la soldadura pruebe la unión del tubo y el accesorio. El tubo no debe quedar flojo dentro del accesorio. En caso de que ocurra, pruebe con otro tubo u otro accesorio.

3. No olvide limpiar el extremo del tubo y la campana del accesorio con Limpiador Removedor PAVCO WAVIN. Esto debe hacerse aunque aparentemente estén perfectamente limpios.

4. Asegúrese de agitar vigorosamente el tarro de soldadura antes de abrirlo, para mezclar de manera homogénea sus componentes.

5. Aplique la soldadura generosamente en el tubo y muy poca en la campana del accesorio, con una brocha de cerda natural o con el aplicador que viene en el tarro. No use brocha de nylon u otras fibras sintéticas. La brocha debe tener un ancho igual a la mitad del diámetro del tubo que se está instalando.

6. En una unión bien hecha debe aparecer un cordón de soldadura entre el accesorio y el tubo, el cual no debe ser retirado. Sin embargo, tenga cuidado de no aplicar soldadura en exceso, pues puede quedar activa en el interior del tubo debilitando la pared de este.

7. Toda la operación desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión no debe tardar más de un minuto.

8. Deje secar la soldadura 1 hora antes de mover la tubería y espere 24 horas para PVC y 48 para CPVC antes de someter la línea a la presión de prueba. En el caso de Conduit de PVC, a los 5 minutos de efectuada la unión está listo para usar, aunque la fusión total demora varias horas en realizarse.

Procedimiento de soldado con cemento solvente PVC

9. No haga la unión si el tubo o el accesorio están húmedos. No permita que el agua entre en contacto con la soldadura líquida. No trabaje bajo la lluvia.

10. El tarro de soldadura líquida debe permanecer cerrado excepto cuando se está aplicando la soldadura.

11. Al terminar limpie la brocha en un poco de Limpiador Removedor PAVCO WAVIN. Al reusar, seque bien la brocha antes de introducirla en la soldadura.

12. No diluya la soldadura con limpiador. Son incompatibles. Al terminar de usar el producto, y en caso de tener algún sobrante, almacenarlo en un lugar fresco y ventilado, asegurándose de apretar muy bien la tapa del recipiente, para evitar la pérdida o deterioro.

13. Al instalar tubería de PVC en los calentadores de agua, déjese el paral de tubería metálica a la entrada del calentador.

Soldadura Líquida PVC

Soldadura líquida PVC		*Soldadura líquida para agua caliente		Limpiador PAVCO WAVIN limpiamax	
Especialmente formulada para soldar tuberías de PVC. Las uniones hechas en soldadura líquida son más resistentes que la misma tubería.		Especialmente formulada para soldar tuberías de CPVC. Importante: No se pueden intercambiar los dos tipos de soldadura.		Especialmente formulado para limpiar y aislar las superficies que se van a soldar. Se utiliza para tuberías de PVC y CPVC.	
Contenido	**Referencia**	**Contenido**	**Referencia**	**Contenido**	**Referencia**
1/128 Gal	2909997	1/128 Gal	2909942	28 gr (1/128 Gal.)	2902735
1/64 Gal	2909999	1/64 Gal	2909944	56 gr (1/64 Gal.)	2902738
1/32 Gal	2909998	1/32 Gal	2909943	112 gr (1/32 Gal.)	2902736
1/16 Gal	2910002	1/16 Gal	2909923	300 gr (1/8 Gal.)	2902739
1/8 Gal	2910001	1/8 Gal	2909922	760 gr (1/4 Gal.)*	2902737
1/4 Gal	2910000	1/4 Gal	2909921		

* No amparadas bajo sello NTC 576

Rendimiento de soldadura líquida PVC - CPVC por cuarto de galón

Nominal		Número de piezas soldadas		
mm	**pulg.**	**Soldaduras simples**	**Codos**	**Tees**
21	1/2	760	380	253
26	3/4	430	215	143
33	1	320	160	106
42	1.1/4	230	115	76
48	1.1/2	170	85	56
60	2	90	45	30
73	2.1/2	80	40	26
88	3	65	32	22
114	4	45	22	15
168	6	30		

Procedimiento de soldado con cemento solvente PVC

Soldadura en tuberías PVC presión hasta Ø4"

1. Corte el tubo con una segueta. Asegúrese que el corte esté a escuadra usando una caja guía.

2. Quite las rebabas y las marcas de la segueta. (Use una lima o papel lija).

3. Limpie bien las superficies que se van a conectar tanto del tubo como del accesorio, con un trapo limpio humedecido en limpiador PAVCO WAVIN LimpiaMax.

4. Aplique generosamente soldadura líquida SoldaMax al exterior del extremo del tubo, por lo menos en un largo igual al de la campana del accesorio.

5. Aplique una pequeña cantidad de soldadura líquida SoldaMax en el interior de la campana o del accesorio.

6. Una el tubo con el accesorio asegurándose de un buen asentamiento y dele un cuarto de vuelta para distribuir la soldadura; mantenga firmemente la unión por 30 segundos.

Soldadura en tuberías PVC presión grandes diámetros

Para tuberías de la línea PVC Presión PAVCO WAVIN de 6" de diámetro o mayores, además de las recomendaciones anteriores, se deben tener en cuenta las siguientes, al momento de realizar el proceso de soldadura con cemento solvente PVC:

1. Por ser tuberías y accesorios de un tamaño y peso considerables, se recomienda realizar este tipo de actividades con cuadrilla de al menos dos trabajadores.

2. Se recomienda utilizar soldadura líquida PVC con una mayor viscosidad que la soldadura SoldaMax PAVCO WAVIN PVC tradicional. Para especificaciones más detalladas, comuníquese con los números que aparecen en la contraportada de este manual, o a través de la página web de PAVCO WAVIN.

3. En la medida de lo posible, trabajar a nivel de piso, en donde las labores de ensamble e inserción puedan realizarse con la fuerza suficiente. Para redes descolgadas, realizar la mayor cantidad de uniones posibles a nivel del suelo y posteriormente izar e instalar los tramos descolgados.

4. Las campanas de este tipo de accesorios tienen una longitud mayor que la de los diámetros debajo de 4". Marque la longitud de la campana en el espigo a soldar y asegúrese de insertar la tubería hasta dicha marca.



Transporte y Almacenamiento

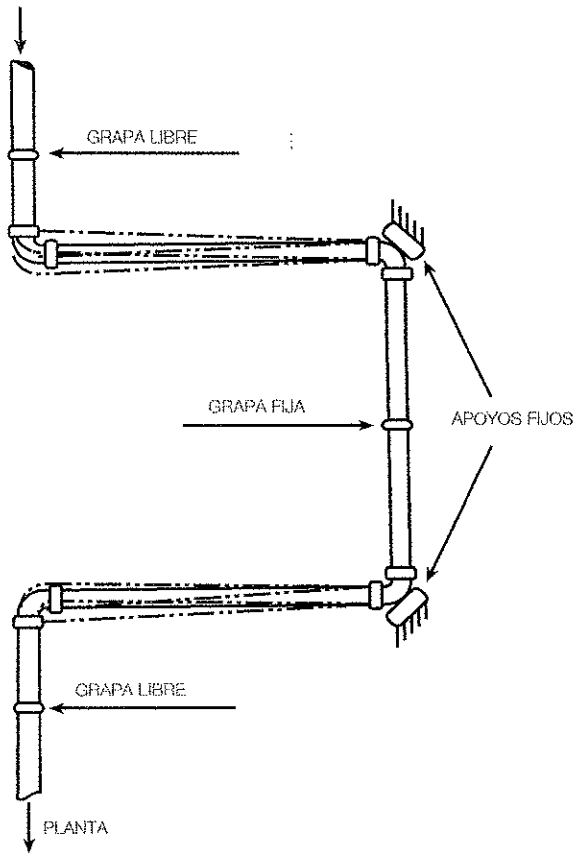
1. Los tramos de tubería deben almacenarse en forma horizontal usando una superficie plana o bloques de madera que permitan que el apoyo sea de 9 cm de ancho y espaciados un máximo de 1.50 m.
2. Durante el transporte los tubos deben amarrarse para protegerlos, usando amarres no metálicos. No debe ponerse carga adicional sobre los tubos.
3. Para almacenamiento en obra deben separarse los tubos por tamaño y arrumarse en alturas de máximo 1.50 m.
4. Cuando la tubería va a estar expuesta al sol, debe protegerse con un material opaco, manteniendo adecuada ventilación.
5. Durante el cargue y descargue de los tubos no los arroje al piso ni los golpee.
6. La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o de frío y su lugar de almacenamiento debe estar bien ventilado ya que la soldadura es inflamable.

Soportes

El soporte adecuado para la Tubería es muy importante para obtener buenos resultados. En la práctica, la distancia entre soportes depende del tamaño de la tubería, la temperatura, el espesor de la pared del tubo, etc. La tabla siguiente indica el espaciamiento de los soportes recomendados. Los soportes no deben aprisionar la Tubería ni impedir los movimientos longitudinales necesarios debidos a las expansiones térmicas.

La fijación rígida es únicamente aconsejable en las válvulas y los accesorios colocados cerca de los cambios fuertes de dirección. Con excepción de las uniones, todos los accesorios deben soportarse individualmente y las válvulas deben anclarse para impedir el torque en la línea.

Los tramos verticales deben ser guiados con anillos o pernos en U. No debe tenderse una línea de Tubería de PVC o CPVC, contigua a una línea de vapor o a una chimenea.



Distribución soportes deslizantes y fijos en la red.

Tabla de Espaciamiento de Soportes

Distancia en metros entre soportes recomendada para distintas temperaturas

Diámetro nominal		PVC - RDE 21				PVC - RDE 26			
mm	pulg.	15°C	27°C	38°C	50°C	15°C	27°C	38°C	50°C
21	1/2								
26	3/4	1.20	1.05	0.90	0.60				
33	1	1.20	1.20	1.05	0.60				
42	1.1/4	1.35	1.35	1.20	0.75				
48	1.1/2	1.65	1.50	1.35	0.90				
60	2	1.65	1.50	1.35	0.90	1.35	1.20	1.20	0.90
73	2.1/2	2.05	1.90	1.75	1.05	1.50	1.50	1.35	0.90
88	3	2.05	1.90	1.75	1.05	1.65	1.65	1.35	0.90
114	4	2.25	2.10	1.95	1.35	1.80	1.65	1.50	1.05
168	6	2.50				2.30			

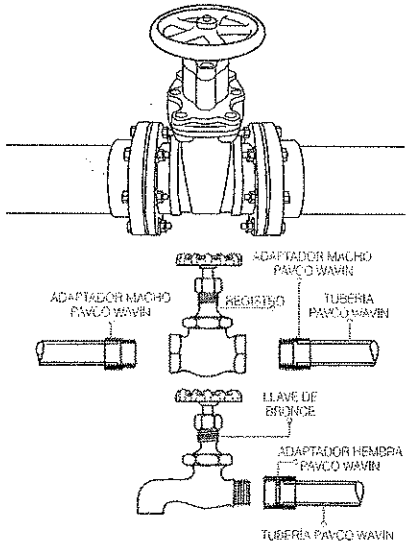
Estos espacios se refieren a tubería sin aislamiento, transportando líquidos con peso específico hasta 1.35g/cm³

Para líneas con aislamiento, redúzcanse los espacios en 20%.

Transición de tuberías PAVCO WAVIN a otros materiales

PAVCO WAVIN ofrece dos tipos de unión a otras clases de tubería: Adaptadores macho o hembra con rosca para unir a tubería y accesorios galvanizados o de cobre. (Ver figura).

Bridas ajustables PVC para conectar a otros materiales.



Instalación subterránea

Proporcione una zanja suficientemente amplia para permitir un relleno apropiado alrededor de la tubería; la profundidad de la zanja no es muy crítica pero se recomienda 60 cms. mínimo. Si el fondo es de roca u otro material duro, debe hacerse una cama de arena gruesa o recebo (sin piedras) de aproximadamente 10 cm de espesor. El fondo de la zanja debe quedar liso y regular para evitar flexiones de la tubería. La zanja debe mantenerse libre de agua durante la instalación y hasta rellenar suficientemente para impedir la flotación de la tubería.

El material de relleno de la zanja debe estar libre de rocas u otros objetos punzantes; debe evitarse el rellenar con materiales que no permitan una buena compactación.

Por lo general es conveniente ensamblar la tubería en secciones al nivel del terreno, del lado opuesto a donde está el material de excavación y luego bajarla al fondo de la zanja. Debe tenderse la línea en forma de zig-zag (un ciclo cada 12 mts. es satisfactorio) para permitir las contracciones, especialmente si se trabaja en un día muy caluroso.

Generalmente se hace la prueba de presión antes de rellenar, si se rellena antes de hacer la prueba deben dejarse todas las uniones expuestas. En todo caso, la prueba no debe hacerse antes de 24 horas de haber soldado las uniones.

Instalación a la interperie

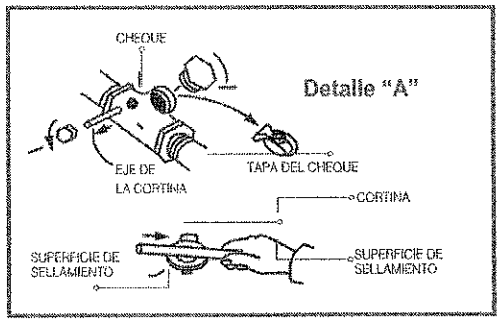
Cuando la tubería va a estar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

1. No debe necesitar solvente o tener base thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC.
2. Debe tener un componente reflectivo como el aluminio o similar.
3. Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer".
4. Antes de pintar la tubería debe prepararse la superficie para asegurar la adherencia; lijar suavemente en seco, limpiar con limpiador PAVCO WAVIN y aplicar la pintura.

Instalación de calentador de tanque

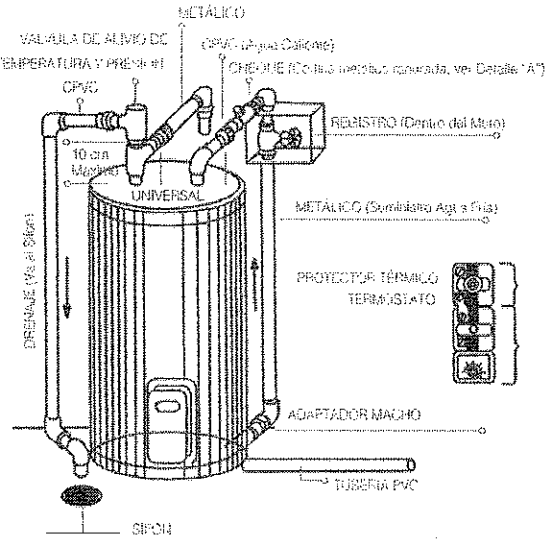
Evite toda posibilidad de explosión en su calentador.

Cerciórese que la instalación tenga los accesorios de seguridad indispensables. (Norma Icontec Código No 888)



Detalle "A":

1. Desarme el cheque que va a la entrada de agua fría del calentador (no necesita desenroscarlo de la tubería).
2. Pase la segueta (sierra) una sola vez por la mitad de la cortina, sobre la superficie de sellamiento de la misma para producir una única y fina ranura.
3. Ensamble el cheque con la cortina ranurada.



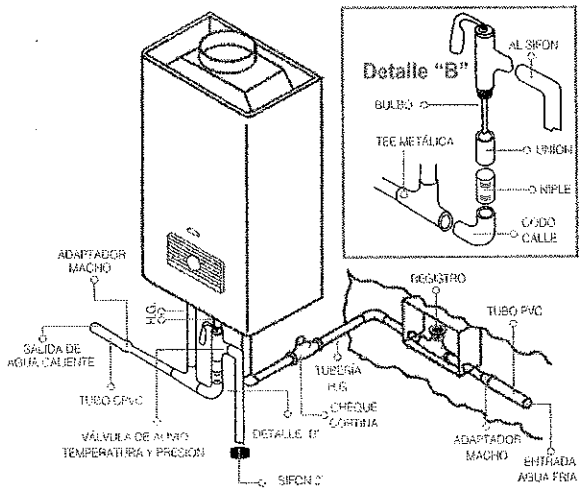
Instalación de calentador de paso a gas

Evite toda posibilidad de daños en su sistema de suministro de agua caliente.

Cerciórese que la instalación tenga los accesorios de seguridad indispensables.

1. El bulbo de la válvula de alivio de presión y temperatura debe estar en contacto con el fluído.

2. Es conveniente prever sifón para permitir el drenaje de la válvula. (Norma Icontec código No 888).



Golpe de ariete

Una columna de líquido moviéndose tiene cierta inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad.

Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de "Golpe de ariete".

Las principales causas de este fenómeno son:

1. La apertura y el cierre rápidos de una válvula.

2. El arranque y la parada de una bomba.

3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las Tuberías.

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

FORMULA:

$$P = \frac{aV}{g} \quad \text{con } a = \frac{1420}{\sqrt{1+(K/E)\,(RDE-2)}}$$

DONDE:

- **P:** Sobrepresión máxima en metros columna de agua, al cerrar brúscamente la válvula.
- **a:** Velocidad de la onda (m/s).
- **V:** Cambio de velocidad del agua (m/s).
- **g:** Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2.
- **K:** Módulo de compresión del agua = 2.06×10^4 Kg/cm^2.
- **E:** Módulo de elasticidad de la tubería. (2.81×10^4 Kg/cm^2 para PVC Tipo 1 Grado 1).
- **RDE:** Relación diámetro exterior/espesor mínimo.

Valores de "a" en Función del RDE

RDE	a (m/s)
9	573
11	515
13.5	390
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Un efecto no muy conocido pero mucho más perjudicial para las tuberías es el del aire atrapado en la línea.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción este puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.

Para disminuir este riesgo se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Mantener siempre baja la velocidad, especialmente en diámetros grandes. Durante el llenado de la Tubería, la velocidad no debe ser mayor de 0.3 m/seg. hasta que todo el aire salga y la presión llegue a su valor nominal.

2. Instalar ventosas de doble efecto, en los puntos altos, bajos y a lo largo de tramos rectos, muy largos, para purgar el aire y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.

3. Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en las acometidas, tanques, etc., de manera que el flujo de agua sea continuo.

Comportamiento en condiciones extremas

1. El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a la que puede transportar agua es de 60°C.

2. No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.

3. No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".

4. Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual o a través de la página web de PAVCO WAVIN.

Comportamiento hidráulico

Efecto de la temperatura en la presión de trabajo

Como la resistencia del PVC disminuye a medida que aumenta la temperatura de trabajo, es necesario disminuir la presión de diseño a temperaturas mayores; con tal fin damos a continuación los factores de corrección para las distintas temperaturas.

Temperatura °C (°F)	Factor para multiplicar presión de trabajo a 23°C
27 (80)	0.88
32 (90)	0.75
38 (100)	0.62
43 (110)	0.50
49 (120)	0.40
54 (130)	0.30
60 (140)	0.22

Tomado de Handbook of PVC Pipe Unibell

Dilatación por temperatura del PVC

La fórmula para calcular la expansión o contracción térmica de la tubería de PVC es:

FORMULA:

$$\Delta L = C\,(T_2 - T_1)\,L$$

DONDE:

ΔL: Expansión / Contracción en centímetros.
C: Coeficiente de expansión 8.5*10-5 cm/cm/°C para PVC.
T_2: Temperatura final.
T_1: Temperatura inicial.
L: Longitud de la tubería en cm.

EJEMPLO:

¿Cuál es la dilatación que debe esperarse en un tramo de tubería PVC de 45 m de largo instalado a 15°C y trabajando a 25°C?

SOLUCIÓN:

$$\Delta L = 8.5 \times 10^{-5} \times (25 - 15) \times 4500$$
$$\Delta L = 3.825 \text{ cm}$$

Unión de expansión

Recuerde permitir contracciones cuando la tubería está expuesta a temperaturas mucho más bajas que la temperatura de la instalación.

Cuando el cambio total de temperatura es menor de 15° C no es necesario hacer provisión especial para la expansión térmica, sobre todo cuando la línea tiene varios cambios de dirección y por lo tanto proporciona su propia flexibilidad. Debe tenerse cuidado, sin embargo, cuando la línea tiene conexiones roscadas, pues estas son más vulnerables a las fallas por flexión que las uniones soldadas.

Cuando los cambios de temperatura son considerables, hay varios métodos para proveer la expansión térmica. El más común, es hacer "uniones de expansión" a base de codos y un tramo recto de tubería unidos con Soldadura Líquida. Para diámetros mayores de 2" se puede utilizar la unión de reparación Unión Platino (ver Manual Técnico Unión Platino de PAVCO WAVIN), fijando todos los cambios de dirección.

Pérdida de presión

Según la ecuación de Hazen & Williams $h = 10{,}674 \cdot \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}} \cdot L$

hf: pérdidas por fricción en columna de agua, m
D: diámetro interno de la tubería, m
Q: caudal en m³/s
L: longitud de la tubería, m
C: coeficiente que depende del materia de la tubería

C (Coeficiente de Hazen Williams)	150	C = 150 para PVC														
Longitud del tramo (m)	1	Para el desarrollo de la presente tabla, las pérdidas son unitarias; esto es, una longitud de tramo de 1m														
Diametro nominal (pulg)	1/2" - RDE 9	1/2" - RDE 13,5	3/4" - RDE 11	3/4" - RDE 21	1" - RDE 13,5	1" - RDE 21	1.1/4" - RDE 21	1.1/2" - RDE 21	2" - 21	2" - RDE 26	2.1/2" - RDE 21	3" - 21	3" - RDE 26	4" - 21	6" - RDE 21	
Diametro exterior (mm)	21,34	21,34	26,67	26,67	33,40	33,40	42,20	48,30	60,30	60,30	73,00	88,90	88,90	114,30	168,30	
Espesor de pared (mm)	2,37	1,58	2,43	1,52	2,46	1,6	2,01	2,29	2,87	2,31	3,48	4,24	3,43	5,44	8,03	
Diametro interior (mm)	16,60	18,18	21,81	23,63	28,48	30,20	38,18	43,72	54,56	55,68	66,04	80,42	82,04	103,42	152,24	
Caudal (l/s)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	
0,10	0,0182	0,0117	0,0048	0,0033	0,0013	0,0010										
0,20	0,0657	0,0422	0,0174	0,0118	0,0047	0,0036										
0,30	0,1392	0,0894	0,0368	0,0249	0,0100	0,0075	0,0024	0,0012								
0,40	0,2372	0,1523	0,0628	0,0425	0,0171	0,0129	0,0041	0,0021								
0,50	0,3586	0,2303	0,0949	0,0642	0,0259	0,0194	0,0062	0,0032								
0,60	0,5026	0,3227	0,1330	0,0900	0,0362	0,0272	0,0087	0,0045	0,0015	0,0014						
0,70	0,6686	0,4294	0,1769	0,1197	0,0482	0,0362	0,0116	0,0060	0,0020	0,0018						
0,80	0,8562	0,5499	0,2265	0,1533	0,0618	0,0464	0,0148	0,0077	0,0026	0,0024						
0,90	1,0649	0,6839	0,2818	0,1907	0,0768	0,0577	0,0184	0,0095	0,0032	0,0029						
1,00	1,2944	0,8312	0,3425	0,2318	0,0934	0,0702	0,0224	0,0116	0,0039	0,0036	0,0016					
1,10	1,5443	0,9917	0,4086	0,2765	0,1114	0,0837	0,0267	0,0138	0,0047	0,0043	0,0019					
1,20	1,8143	1,1651	0,4800	0,3249	0,1309	0,0983	0,0314	0,0162	0,0055	0,0050	0,0022					
1,30			0,5567	0,3768	0,1518	0,1141	0,0364	0,0188	0,0064	0,0058	0,0025					
1,40			0,6386	0,4322	0,1741	0,1308	0,0418	0,0216	0,0073	0,0066	0,0029					
1,50			0,7257	0,4911	0,1978	0,1487	0,0474	0,0245	0,0083	0,0076	0,0033	0,0013	0,0011			
1,60			0,8178	0,5535	0,2229	0,1675	0,0535	0,0276	0,0094	0,0085	0,0037	0,0014	0,0013			
1,70			0,9150	0,6192	0,2494	0,1874	0,0598	0,0309	0,0105	0,0095	0,0041	0,0016	0,0014			
1,80			1,0171	0,6884	0,2775	0,2084	0,0665	0,0344	0,0117	0,0106	0,0046	0,0018	0,0016			
1,90			1,1243	0,7609	0,3065	0,2303	0,0735	0,0380	0,0129	0,0117	0,0051	0,0020	0,0018			
2,00			1,2363	0,8367	0,3370	0,2533	0,0808	0,0418	0,0142	0,0129	0,0056	0,0021	0,0019			
2,20					0,4021	0,3022	0,0964	0,0498	0,0169	0,0153	0,0067	0,0026	0,0023			
2,40					0,4724	0,3550	0,1133	0,0586	0,0199	0,0180	0,0079	0,0030	0,0027	0,0009		
2,60					0,5479	0,4117	0,1314	0,0679	0,0231	0,0209	0,0091	0,0035	0,0032	0,0010		
2,80					0,6285	0,4723	0,1507	0,0779	0,0265	0,0240	0,0104	0,0040	0,0036	0,0012		
3,00					0,7141	0,5367	0,1713	0,0885	0,0301	0,0273	0,0119	0,0045	0,0041	0,0013		
3,50					0,9501	0,7140	0,2279	0,1178	0,0400	0,0363	0,0158	0,0061	0,0055	0,0018		
4,00							0,2918	0,1508	0,0513	0,0464	0,0202	0,0077	0,0070	0,0023		
4,50							0,3629	0,1876	0,0638	0,0578	0,0252	0,0096	0,0087	0,0028		
5,00							0,4411	0,2280	0,0775	0,0702	0,0306	0,0117	0,0106	0,0034		
5,50							0,5263	0,2720	0,0925	0,0838	0,0365	0,0140	0,0127	0,0041		
6,00							0,6183	0,3196	0,1086	0,0984	0,0429	0,0164	0,0149	0,0048	0,0007	
6,50								0,3707	0,1260	0,1141	0,0497	0,0190	0,0173	0,0056	0,0009	
7,00								0,4252	0,1445	0,1309	0,0570	0,0218	0,0198	0,0064	0,0010	
7,50									0,1642	0,1488	0,0648	0,0248	0,0225	0,0073	0,0011	
8,00									0,1851	0,1677	0,0730	0,0280	0,0254	0,0082	0,0012	
8,50									0,2071	0,1876	0,0817	0,0313	0,0284	0,0092	0,0014	
9,00									0,2302	0,2085	0,0908	0,0348	0,0316	0,0102	0,0016	
9,50									0,2545	0,2305	0,1004	0,0385	0,0349	0,0113	0,0017	
10,00									0,2798	0,2535	0,1104	0,0423	0,0384	0,0124	0,0019	
11,00									0,3338	0,3024	0,1317	0,0504	0,0458	0,0148	0,0023	
12,00											0,1547	0,0593	0,0538	0,0174	0,0026	
13,00											0,1795	0,0687	0,0624	0,0202	0,0031	
14,00											0,2059	0,0789	0,0716	0,0232	0,0035	

Pérdida de presión

Según la ecuación de Hazen & Williams $h = 10{,}674 \cdot \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}} \cdot L$

hf: pérdidas por fricción en columna de agua, m
D: diámetro interno de la tubería, m
Q: caudal en m³/s
L: longitud de la tubería, m
C: coeficiente que depende del materia de la tubería

C (Coeficiente de Hazen Williams)	150	C = 150 para PVC														
Longitud del tramo (m)	1	Para el desarrollo de la presente tabla, las pérdidas son unitarias; esto es, una longitud de tramo de 1m														
Diámetro nominal (pulg)	1/2" - RDE 9	1/2" - RDE 13,5	3/4" - RDE 11	3/4" - RDE 21	1" - RDE 13,5	1" - RDE 21	1.1/4" - RDE 21	1.1/2" - RDE 21	2" - RDE 21	2" - RDE 26	2.1/2" - RDE 21	3" - RDE 21	3" - RDE 26	4" - RDE 21	6" - RDE 21
Diámetro exterior (mm)	21,34	21,34	26,67	26,67	33,40	33,40	42,20	48,30	60,30	60,30	73,00	88,90	88,90	114,30	168,30
Espesor de pared (mm)	2,37	1,58	2,43	1,52	2,46	1,6	2,01	2,29	2,87	2,31	3,48	4,24	3,43	5,44	8,03
Diámetro interior (mm)	16,60	18,18	21,81	23,63	28,48	30,20	38,18	43,72	54,56	55,68	66,04	80,42	82,04	103,42	152,24
Caudal (l/s)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)	hf (m/m)
15,00											0,2339	0,0896	0,0813	0,0263	0,0040
16,00											0,2636	0,1010	0,0916	0,0297	0,0045
17,00											0,2949	0,1130	0,1025	0,0332	0,0050
18,00												0,1256	0,1140	0,0369	0,0056
19,00												0,1388	0,1260	0,0408	0,0062
20,00												0,1526	0,1385	0,0448	0,0068
22,00												0,1821	0,1653	0,0535	0,0081
24,00												0,2140	0,1942	0,0628	0,0096
26,00														0,0729	0,0111
28,00														0,0836	0,0127
30,00														0,0950	0,0144
35,00														0,1264	0,0192
40,00															0,0246
50,00															0,0372
60,00															0,0521
70,00															0,0694
80,00															0,0888
90,00															0,1105
100,00															0,1343
110,00															0,1602
120,00															0,1883

Puesta en servicio

Prueba hidrostática

El propósito de esta prueba es verificar los materiales y la mano de obra.

El sistema en construcción debe probarse por tramos terminados, antes de completar todo el sistema. Debe tenerse en cuenta que el o los tramos a probar deben estar suficientemente cubiertos, los anclajes en accesorios suficientemente curados, 3 días al menos, y debidamente restringido el movimiento en los tapones de los extremos.

Llenado de la tubería:

La tubería debe llenarse lentamente desde el punto más bajo de la línea. Debe calcularse la cantidad de agua necesaria para llenar la línea.

Expulsión de aire:

Todo el aire debe ser expulsado de la línea durante la operación de llenado, antes de iniciar la prueba de presión. Se recomienda instalar válvulas automáticas de expulsión de aire o ventosas en los puntos altos del tramo a probar. La presencia de aire en la línea durante la prueba puede causar presiones excesivas debido a su compresión por el agua causando fallas a la tubería o dar errores en la prueba.

Para saber si una tubería que se está probando tiene aire atrapado, puede hacerse lo siguiente:

1. Presurice con agua a la presión deseada.
2. Permita que la presión se reduzca a un cierto nivel.
3. Mida la cantidad de agua requerida para llegar de nuevo a la presión deseada.
4. Repita los pasos 2 y 3.

Si la cantidad de agua requerida para presurizar la línea la segunda vez es significativamente menor que la requerida la primera vez, hay aire atrapado en la línea. Si no hay una diferencia significativa, hay probable fuga en la línea.

Prueba de presión:

La presión de prueba puede ser del orden del 50% sobre la presión de operación. La presión de prueba no debe exceder la presión de diseño de la tubería, de los accesorios o de los anclajes. La presión debe ser controlada en el punto más bajo del tramo a probar que no debe ser mayor que la de diseño de la tubería.

Limpieza y desinfección

1. Inyectar agua al tramo de la tubería a desinfectar, manteniendo destapada la salida. Dejar drenar para lavar la tubería.
2. Calcular el volumen de agua necesaria para llenar el tramo de tubería a desinfectar y determinar la cantidad de desinfectante a inyectar de tal forma que se garantice una concentración de 50mg/l de Cloro.
3. Inyectar agua potable al tramo a desinfectar, permitiendo que salga por el extremo de salida por unos minutos. Inyectar el desinfectante, bien sea con Cloro líquido o Hipoclorito de Sodio que garantice una concentración de 50mg/l. Este puede diluírse previamente en el agua de llenado o inyectarse separadamente. Dejar salir unos minutos más y taponar la salida y entrada, cuando se garantice la concentración de 50mg/l.
4. Dejar en reposo 24 horas, tiempo en el cual la concentración de Cloro debe estar mínimo en 25mg/l. Si está por debajo de este valor, debe agregarse más desinfectante.
5. Tomar una muestra de agua de la tubería en proceso de desinfección. Al analizarla en un laboratorio calificado para este fin, debe estar libre de microorganismos coliformes.
6. Dejar pasar otras 24 horas y tomar otra muestra haciendo el mismo ensayo.
7. Si los resultados son satisfactorios, debe evacuarse el agua de la desinfección y proceder a hacer la conexión definitiva.

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la empresa de Servicios Públicos que opera el acueducto. Pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con PAVCO WAVIN en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Rotulado

Uso	Presión agua potable						
País de origen y fabricante	PAVCO WAVIN - COLOMBIA						
Material	PVC						
Norma de fabricación	NTC 382						
Diámetro nominal	Por ejemplo IPS 4" (114mm)						
Presión de trabajo	Por ejemplo RDE 21 200 psi (1,38 mPa)						
Código trazabilidad	Planta	año	mes	día	turno	No. máquina	Línea
	1 dígito	2 dígitos	2 dígitos	2 dígitos	1 dígito	- 2 dígitos	2 dígitos
Lote RT	Por ejemplo 001						
Resolución	Por ejemplo 0501						

Identifique el código de trazabilidad impreso en todas nuestras tuberías y cajas de accesorios para acceder a los certificados de calidad PAVCO WAVIN

ESTE MANUAL TÉCNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE PAVCO WAVIN.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.

HAGA DISPOSICIÓN ADECUADA DE DESPERDICIOS
Edición diciembre de 2023
reemplaza la de 2019

PAVCO

wavin

NUESTROS CERTIFICADOS

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD
DNV
ISO 9001

Certificado C560877
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 9001:2015

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL
DNV
ISO 14001

Certificado C560876
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 14001:2015

CERTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD
DNV
ISO 45001

Certificado C560875
MEXICHEM COLOMBIA S.A.S

Producción y venta de tuberías y accesorios PVC, CPVC y polietileno; accesorios polipropileno; cementos solventes de PVC y CPVC; cámaras y cajas de inspección de polietileno. Prestación de servicios de rehabilitación de redes tubería.

ISO 45001:2018

INGRESA A NUESTRO SITIO WEB

Síguenos en:

PavcoWavin.co
@PavcoWavinCo
@pavcowavinCo
@pavcowavin.co
Pavco Wavin Colombia
Pavco Wavin Colombia
www.pavcowavin.com.co

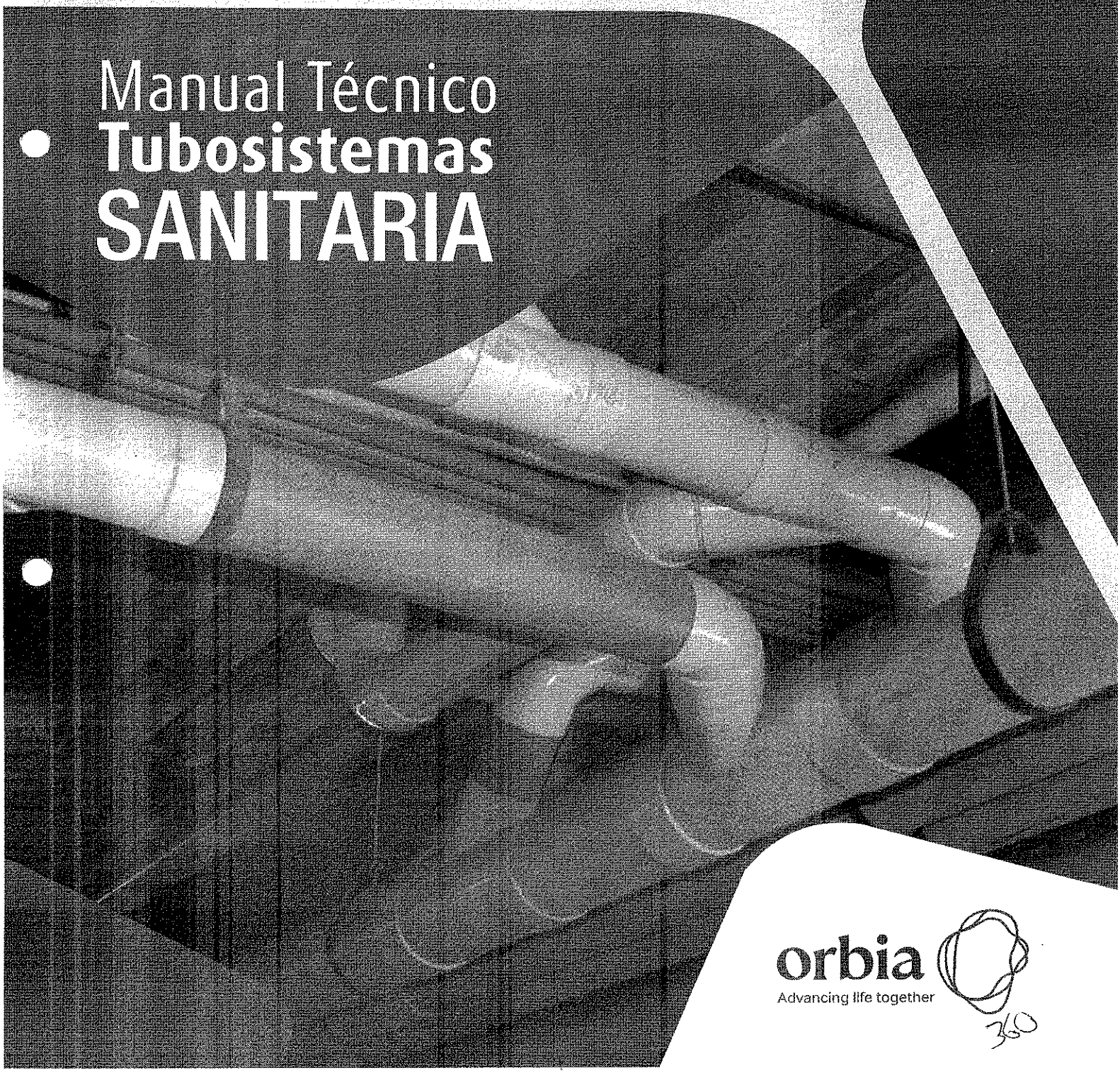
Bogotá D.C. Autopista Sur N° 71-75 • Conmutador: (601) 7825000
*Aplican términos y condiciones. • 2023

orbia | Building & Infrastructure

359

PAVCO wavin

Manual Técnico
Tubosistemas SANITARIA



orbia
Advancing life together

Manual Técnico
Tubosistemas
SANITARIA

CONTENIDO

Tubosistemas Sanitaria PVC PAVCO WAVIN

Descripción 5
Ventajas 5
Normas 6
Resistencia Química 7
Portafolio de Producto 8
Tuberías Sanitaria PAVCO WAVIN 8
Accesorios Sanitaria PAVCO WAVIN 9
Válvula Antiretorno 12
Grandes Diámetros 13
Soldadura 14
Especificaciones 15
Guía de instalación 16
Transporte y almacenamiento 16
Instalación 16
Juntas de expansión 19
Comportamiento en condiciones extremas 19
Puesta en servicio 20
Rotulado 20

PAVCO wavin

362

Descripción

Los tubosistemas PVC Sanitaria de PAVCO WAVIN son fabricados de PVC (Policloruro de Vinilo).

Los Tubosistemas PVC Sanitaria PAVCO WAVIN están diseñados para transportar agua servida, residual doméstica, industrial o aguas lluvias y ventilación y cumplen con la resolución 0501 de 2017.

Los Tubosistemas PVC Sanitaria de PAVCO WAVIN son fabricados para ser unidos con cemento solvente. Los tubos vienen de extremo liso y los accesorios con campana.

Ventajas

Instalación en Primer Piso

La utilización de Tubosistemas PVC PAVCO WAVIN en instalaciones de primeras plantas para desagües sanitarios resulta especialmente práctica, puesto que se eliminan las cajas que serían necesarias cuando se usan otros tipos de tubería.

Un diseño ordinario con tubería PVC sólo contempla la utilización del adaptador de limpieza en los puntos de iniciación de la red, lo cual repercute además en la economía de la instalación.

Resistenten a la Corrosión

Los Tubosistemas de Sanitaria de PVC de PAVCO WAVIN son totalmente inmunes a los gases y líquidos corrosivos de los sistemas de desagüe. También son inertes a la acción de los productos químicos comunmente utilizados para destapar cañerías.

Paredes Lisas

Las paredes lisas de los desagües de PVC facilitan el flujo de los desechos, y por lo tanto rara vez se tupen. Además, los diámetros internos de los Tubosistemas Sanitaria de PVC son generalmente mayores que en los otros materiales. Estas dos cualidades permiten usualmente utilizar un diámetro inferior a una pendiente menor.

Livianas

Los Tubosistemas Sanitaria de PVC de PAVCO WAVIN son el material más liviano que existe para instalaciones de fontanería y el manejo de tubos largos es sumamente fácil.

Resistentes al Impacto

Los Tubosistemas Sanitaria de PVC de PAVCO WAVIN resisten los golpes que irremediablemente romperían las tuberías convencionales.

Facilidad de Instalación

La soldadura líquida para PVC es el adelanto más moderno en la fontanería. Con serrucho y brocha como únicas herramientas se hace en un minuto una unión perfecta tan sólida como el mismo tubo.

Prefabricación

La precisión a sus medidas y su peso reducido permiten - con los Tubosistemas Sanitaria de PVC - prefabricar en el taller árboles enteros de desagüe para luego instalarlos rápido y fácilmente en la obra.

Durabilidad

La tubería de PVC rígido ha estado en servicio por más de 50 años en usos industriales, acueductos y desagües. Esta tradición y experiencia garantizan la durabilidad y el buen servicio de la tubería de PVC rígido.

Auto-extinguibles

Las Tuberías PAVCO WAVIN no forman llama ni facilitan la combustión.

Prefabricación

La precisión de sus medidas y su peso reducido permiten con la Tubería Sanitaria PAVCO WAVIN, prefabricar en el taller árboles enteros de desagüe para luego instalarlos rápida y fácilmente.

Economía

Las Tuberías PAVCO WAVIN ofrecen economías considerables bajo varios aspectos:

a). Las Tuberías y los accesorios son más económicos diámetro por diámetro que los metálicos.

363

b). Por su coeficiente de fricción se pueden utilizar menores diámetros que con otras tuberías para igual caudal e igual velocidad.

c). El costo de la mano de obra de la instalación es muy reducido debido a la facilidad y rapidez de la soldadura líquida.

d). El costo de transporte es también más bajo debido a su peso liviano y facilidad de manejo.

e). El mantenimiento es mínimo pues no es necesario pintarlas para prevenir oxidaciones.

Normas

Los Tubosistemas PVC Sanitaria PAVCO WAVIN son fabricados bajo las normas NTC 1087, Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) Rígido para Uso Sanitario - Agua Lluvias y Ventilación; NTC 1341 Accesorios de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) Rígido para Tubería Sanitaria - Aguas Lluvias y Ventilación y NTC 576 Cemento Solvente para Sistemas de Tubos plásticos de tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC).

Economía

Además de las ventajas enumeradas los Tubosistemas Sanitarios de PVC de PAVCO WAVIN son supremamente competitivos en costo.

Vida Útil

La vida estimada es de 50 años.

Esta información no es garantía de producto dado que PAVCO WAVIN no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.

369

Resistencia Química

Los resultados de su comportamiento se basan en inmersiones cortas en los compuestos descritos no diluídos. Esta información debe tomarse como una guía.

Resistencia a la Corrosión

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C
Aceite de Algodón	E	E	Acido Palmítico 10%	E	E	Carbonato de Sodio (S Asn)	E	E
Aceite de Ricino	E	E	Acido Palmítico 70%	NR	NR	Celulosa	R	NR
Aceite de Linaza	E	E	Acido Peracético 40%	NR	NR	Cianuro de Cobre	E	E
Aceite de Lubricantes	E	E	Acido Perclórico 10%	E	E	Cianuro de Plata	E	E
Aceites Minerales	E	B	Acido Perclórico 70%	NR	NR	Cianuro de Potasio	E	E
Aceites y Grasas	E	B	Acido Pícrico	NR	NR	Cianuro de Sodio	E	E
Acetaldehído	NR	NR	Acido Selénico	I	I	Cianuro de Mercurio	B	B
Acetato de Amilo	NR	NR	Acido Silícico	E	E	Ciclohexano	NR	NR
Acetato de Butilo	NR	NR	Acido Sulfuroso	E	E	Ciclohexanol	NR	NR
Acetato de Etilo	NR	NR	Acido Sulfúrico 10%	E	E	Clorato de Calcio	E	E
Acetato de Plomo	E	E	Acido Sulfúrico 75%	E	E	Clorato de Sodio	I	I
Acetato de Sodio	E	E	Acido Sulfúrico 90%	NR	NR	Cloro (Acuoso) Z	E	NR
Acetato de Vinilo	NR	NR	Acido Sulfúrico 98%	NR	NR	Cloro (Húmedo)	E	R
Acetileno	I	I	Acido Tánico	E	E	Cloro (Seco)	E	NR
Acetona	NR	NR	Acido Tartárico	E	E	Clorobenceno	NR	NR
Acido Acético 80%	B	NR	Acidos Grasos	E	E	Cloroformo	NR	NR
Acido Acético 20%	E	NR	Acrilato de Etilo	NR	NR	Cloruro de Alilo	NR	NR
Acido Adípico	E	E	Agua de Bromo	R	NR	Cloruro de Aluminio	E	E
Acido Antraquinosulfónico	I	I	Agua de Mar	E	E	Cloruro de Amonio	NR	E
Acido Artisulfónico	R	NR	Agua Potable	E	E	Cloruro de Amilo	NR	NR
Acido Arsénico	E	B	Agua Regia	R	NR	Cloruro de Bario	E	E
Acido Bencesulfónico 10%	E	E	Alcohol Alílico 96%	NR	NR	Cloruro de Calcio	E	E
Acido Benzóico	E	E	Alcohol Amílico	R	NR	Cloruro de Cobre	E	E
Acido Bórico	E	E	Alcohol Butílico	B	NR	Cloruro de Etilo	NR	NR
Acido Bromhídrico 20%	E	E	Alcohol Etílico	E	E	Cloruro de Fenilhidrazina	R	NR
Acido Brómico	E	E	Alcohol Metílico	E	E	Cloruro de Magnesio	E	E
Acido Butírico	R	NR	Alcohol Propargílico	I	NR	Cloruro de Metileno	NR	NR
Acido Carbónico	E	E	Alcohol Propílico	B	NR	Cloruro de Metilo	NR	NR
Acido Cianhídrico	E	E	Amoniaco (Gas-seco)	E	E	Cloruro de Níquel	E	E
Acido Cítrico	E	E	Amoniaco (Cloruro de amonio)	E	NR	Cloruro de Potasio	E	E
Acido Clorhídrico 20%	I	I	Anhídrido Acético	NR	NR	Cloruro de Sodio	E	E
Acido Clorhídrico 50%	E	E	Anilina	NR	NR	Cloruro de Tionilo	NR	NR
Acido Clorhídrico 80%	E	E	Antraquinona	E	I	Cloruro de Zinc	E	E
Acido Cloracético 10%	B	R	Benceno	NR	NR	Cloruro Estánico	E	E
Acido Clorosulfónico	E	I	Benzoato de Sodio	B	R	Cloruro Estanoso	E	E
Acido Cresílico 99%	B	NR	Bicarbonato de Potasio	E	E	Cloruro Férrico	E	E
Acido Crómico 10%	E	E	Bicarbonato de Sodio	E	E	Cloruro Ferroso	E	E
Acido Crómico 30%	E	NR	Bicromato de Potasio	E	E	Cloruro Láurico	I	I
Acido Crómico 50%	B	NR	Bifluoruro de Amonio	E	E	Cloruro Mercúrico	B	B
Acido Diclocólico	E	E	Bisulfato de Calcio	E	E	Cresol	NR	NR
Acido Esteárico	B	B	Bisulfato de Sodio	E	E	Crotonaldehido	NR	NR
Acido Fluorhídrico 10%	E	NR	Blanqueador 12.5%	B	R	Dextrosa	E	E
Acido Fluorhídrico 50%	E	NR	Borato de Potasio	E	E	Dicloruro de Etileno	NR	NR
Acido Fórmico	E	NR	Borax	E	B	Dicromato de Potasio	E	E
Acido Fosfórico 25-85%	E	E	Bromato de Potasio	E	E	Dicromato de Sodio	B	R
Acido Gálico	E	E	Bromo (Líquido)	NR	NR	Dimetil Amina	NR	NR
Acido Glicólico	E	E	Bromuro de Etileno	NR	NR	Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR
Acido Hipocloroso	E	E	Bromuro de Potasio	E	B	Dióxido de Azufre (Seco)	E	E
Acido Láctico 25%	E	E	Bromuro de Sodio	I	I	Dióxido de Carbono	E	E
Acido Láurico	E	E	Butadieno	R	NR	Disulfuro de Carbono	NR	NR
Acido Linoleico	E	E	Butano	I	I	Eter Etílico	NR	NR
Acido Maléico	E	E	Butanodiol	I	I	Etilen Glicol	E	E
Acido Málico	E	E	Butil Fenol	B	NR	Fenol	NR	NR
Acido Metilsulfónico	E	E	Butileno	E	I	Ferricianuro de Potasio	E	E
Acido Nicotínico	E	NR	Carbonato de Amonio	E	E	Ferricianuro de Sodio	E	I
Acido Nítrico 10%	NR	NR	Carbonato de Bario	E	E	Ferrocianuro de Sodio	E	E
Acido Nítrico 68%	NR	NR	Carbonato de Calcio	E	E	Ferrocianuro de Potasio	E	E
Acido Oléico	E	E	Carbonato de Magnesio	E	E	Fluor (Gas Húmedo)	E	E
Acido Oxálico	E	E	Carbonato de Potasio	B	B	Fluoruro de Aluminio	E	E

Resistencia a la Corrosión

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C	Descripción	23°C	60°C
Fluoruro de Amonio 25%	NR	NR	Licor Lanning	E	E	Soluciones Fotográficas	E	E
Fluoruro de Cobre	E	E	Melasas	E	B	Soda Cáustica	E	E
Fluoruro de Potasio	E	E	Mercurio	B	E	Sub-Carbonato de Bismuto	E	E
Fluoruro de Sodio	I	I	Meta Fosfato de Amonio	E	NR	Sulfato de Aluminio	E	E
Formaldehído	E	R	Metil-etil-cetona	NR	E	Sulfato de Amonio	E	E
Fosfato Disódico	E	E	Monóxido de Carbono	E	NR	Sulfato de Bario	E	E
Fosfato Trisódico	E	E	Nafta	E	I	Sulfato de Calcio	E	E
Fosgeno (Gas)	E	E	Nicotina	I	E	Sulfato de Cobre	E	E
Fosgeno (Líquido)	NR	NR	Nitrato de Aluminio	E	E	Sulfato de Hidroxilamina	E	E
Freon-12	I	I	Nitrato de Amonio	E	E	Sulfato de Magnesio	E	R
Fructosa	E	E	Nitrato de Calcio	E	E	Sulfato de Metilo	E	E
Frutas (Jugos - Pulpas)	E	E	Nitrato de Cobre	E	E	Sulfato de Niquel	E	E
Furfural	NR	NR	Nitrato de Magnesio	E	E	Sulfato de Potasio	E	E
Gas Natural	E	E	Nitrato de Niquel	E	E	Sulfato de Sodio	E	E
Gasolina	NR	NR	Nitrato de Potasio	E	E	Sulfato de Zinc	E	E
Gelatina	E	E	Nitrato de Sodio	E	E	Sulfato Férrico	E	E
Glicerina o Glicerol	E	E	Nitrato de Zinc	E	E	Sulfato Ferroso	E	E
Glicol	E	E	Nitrato Férrico	E	B	Sulfito de Sodio	E	R
Glucosa	E	E	Nitrato Mercuroso	B	NR	Sulfuro de Bario	E	E
Heptano	I	I	Nitrobenceno	NR	E	Sulfuro de Hidrógeno	E	E
Hexano	NR	I	Nitrito de Sodio	E	I	Sulfuro de Sodio	E	NR
Hexanol (Terciario)	R	NR	Ocenol	I	NR	Tetracloruro de Carbono	NR	NR
Hidrógeno	E	E	Oleum	NR	E	Tetracloruro de Titanio	B	I
Hidroquinina	E	E	Oxicloruro de Aluminio	E	E	Tetra Etilo de Plomo	I	E
Hidróxido de Aluminio	E	E	Oxido Nitroso	E	E	Tiocianato de Amonio	E	E
Hidróxido de Amonio	E	E	Oxígeno	E	I	Tiosulfato de Sodio	E	NR
Hidróxido de Bario 10%	E	E	Pentóxido de Fósforo	I	E	Tolueno	NR	NR
Hidróxido de Calcio	E	E	Perborato de Potasio	E	E	Tributilfosfato	NR	NR
Hidróxido de Magnesio	E	E	Perclorato de Potasio	E	B	Tricloruro de Fósforo	NR	NR
Hidróxido de Potasio	E	E	Permanganato de Potasio 10%	B	I	Trietanol Amina	B	NR
Hidróxido de Sodio	E	E	Peróxido de Hidrógeno 30%	E	E	Trietanol Propano	B	E
Hipoclorito de Calcio	E	E	Persulfato de Amonio	E	E	Trióxido de Azufre	B	E
Hipoclorito de Sodio	E	E	Persulfato de Potasio	E	E	Urea	E	NR
Kerosina	E	E	Petróleo Crudo	E	E	Vinagre	E	E
Leche	E	E	Potasa Cáustica	E	I	Vinos	E	E
Licor Blanco	E	E	Propano	E	E	Whisky	E	NR
Licor Negro	E	E	Soluciones Electrolíticas	E	E	Xileno	NR	

Los datos de esta tabla no deben tomarse como definitivos. Son únicamente para dar una idea aproximada. En caso de duda comuníquese con la Oficina de Servicio al Cliente PAVCO WAVIN 777 2286 - 782 5111 en Bogotá, Fuera de Bogotá al 01 800 09 12286 y 01 800 09 72826

Portafolio de Productos

Tuberías Sanitarias PAVCO WAVIN

icontec Sello de Calidad RES 0501

icontec Sello de Calidad NTC 1087

Tuberías Sanitarias y Aguas Lluvias

Presión de Prueba: 0.35 MPa - 50 PSI

Tuberías Ventilación

Tuberías Sanitarias Novatec

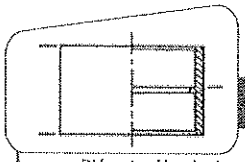
La longitud normal de los tubos es de 6 mt.

Diámetro Nominal	Referencia	Diámetro Exterior Promedio		Diámetro Interior Promedio	Espesor de Pared Mínimo		Peso
pulg.		mm	pulg.	mm	mm	pulg.	kg/m
1.1/2	2900319	48.26	1.90	42.68	2.79	0.11	0.64
2	2902515	60.32	2.37	54.48	2.92	0.11	0.84
3	2902517	82.56	3.25	76.20	3.18	0.12	1.27
4	2900331	114.30	4.50	107.70	3.30	0.13	1.84
6	2900336	168.28	6.62	160.04	4.12	0.16	3.41
1.1/2	2900338	48.26	1.90	45.22	1.52	0.06	0.36
2	2900341	60.32	2.37	56.76	1.78	0.07	0.53
3	2900344	82.56	3.25	79.00	1.78	0.07	0.73
4	2900347	114.30	4.50	110.08	2.11	0.08	1.20
2	2900323	60.32	2.37	54.48	2.92	0.11	0.84
3	2900326	82.56	3.25	76.20	3.18	0.12	1.27
4	2900330	114.30	4.50	107.70	3.30	0.13	1.84
6	2900335	168.28	6.62	160.04	4.12	0.16	3.41

366

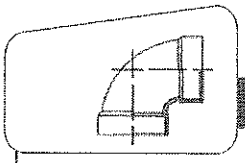
Accesorios Sanitaria PAVCO WAVIN

RES 0501 NTC 1341



Uniones

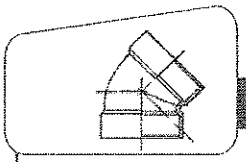
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901690
2	2901693
3	2901696
4	2901700
6	2901702



Codos 90° 1/4 C x C

Campana x Campana

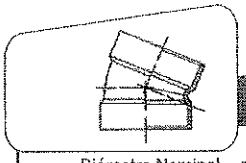
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901209
2	2901213
3	2901217
4	2901221
6	2901224



Codos 45° 1/8 C x C

Campana x Campana

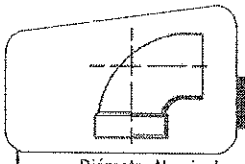
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901179
2	2901181
3	2901185
4	2901189
6	2901193



Codos 22.½° 1/16 C x C

Campana x Campana

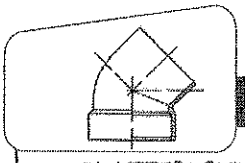
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2	2901162
3	2901164
4	2901167
6	2903450



Codos 90° 1/4 C x E

Campana x Espigo

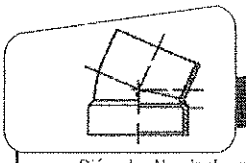
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901210
2	2901214
3	2901218
4	2901222
6	2901226



Codos 45° 1/8 C x E

Campana x Espigo

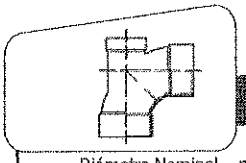
DI METRO NOMINAL pulg.	Referencia
1 1/2	2901180
2	2901183
3	2901187
4	2901191
6	2901195



Codos 22.½° 1/16 C x E

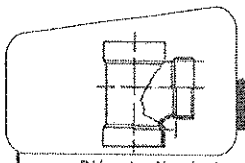
Campana x Espigo

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2	2901163
3	2901165
4	2901168



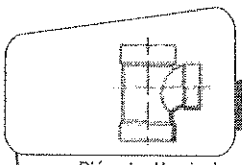
Codos Reventilados

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
3 x 2	2901158
4 x 2	2901157



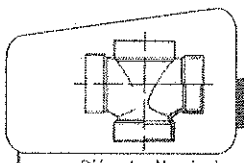
Tees Sanitarias

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901556
2	2901561
3	2901563
4	2901567
6	2901570



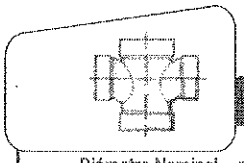
Tees Sanitarias Reducida

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
3 x 1 1/2	2901543
3 x 2	2901545
4 x 2	2901548
4 x 3	2901550
6 x 4	2901639



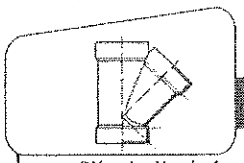
Tees Sanitarias Dobles

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901469
2	2901471
3	2901473
4	2901476



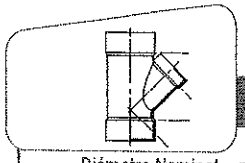
Tees Sanitarias Dobles Reducida

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
3 x 1 1/2	2901460
3 x 2	2901462
4 x 2	2901464
4 x 3	2901466



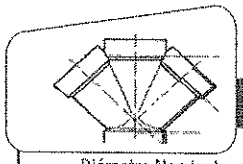
Yees Sanitarias

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2	2901748
3	2901751
4	2901755
6	2901758



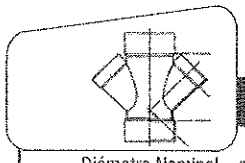
Yees Sanitarias Reducidas

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
3 x 2	2901736
4 x 2	2901741
4 x 3	2901746
6 x 4	2901716



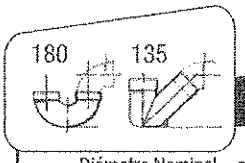
Yees Sanitarias Dobles

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2	2901729
3	2901731
4	2901734



Yees Sanitarias Dobles Reducidas

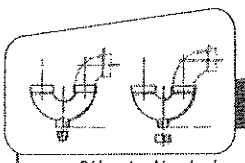
Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2 x 3 x 2	2901721
2 x 4 x 2	2901724
3 x 4 x 3	2901726



Sifón 180° / Sifones

135° *No incluye Codo

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
2 (180)	2901291
3 (135)	2901281
4 (135)	2901283



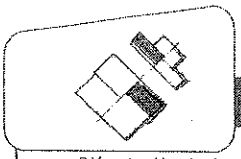
Sifón 180° / Sifones

Con Tapón Campana x Campana

Diámetro Nominal pulg.	Referencia
1 1/2	2901286
2"	2901292

* El accesorio incluye tapón de limpieza. No incluye el codo de 90°
* No amparada bajo el sello NTC 1341

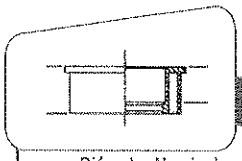
368



Adaptadores de Limpieza

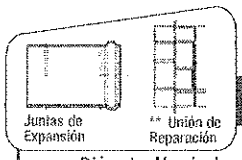
Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
2		2900678
3		2900680
4		2900682
6		2900686

* El accesorio incluye el tapón de limpieza y el anillo de caucho



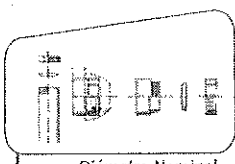
Bujes Soldados

Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
2 x 1.1/2		2901021
3 x 1.1/2		2901026
3 x 2		2901028
4 x 2		2901030
4 x 3		2901033
6 x 4		2901036



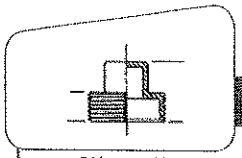
Juntas de Expansión Uniones de Reparación

Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
3		2901258
4		2901260
4		2901626**
6		2902730



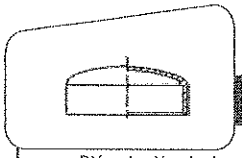
Adaptadores de Sifón, Adaptador a Pared para Sifón Blanco

Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
1.1/4		2900687
1.1/2		2900688
1.1/2		2900683



Tapones Machos Roscados

Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
1.1/2		2901347
3		2901348
4		2901350



Tapones para pruebas Sanitarias

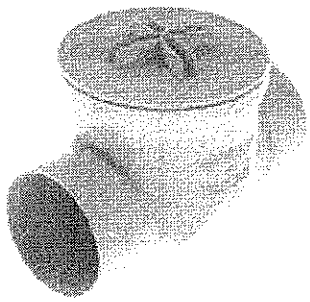
Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
1.1/2		2901437
2		2901439
3		2901441
4		2901443
6		2900559

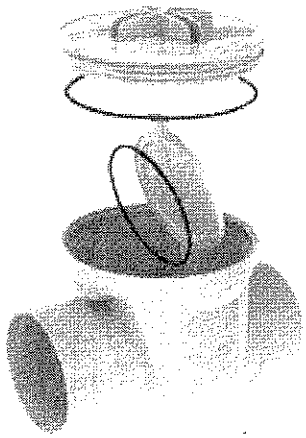
Unicamente para pruebas de estanqueidad hasta 5 pisos

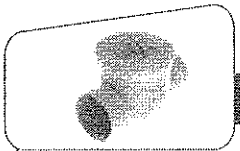
Válvula Antiretorno en PVC Sanitaria

Lo único que retornará son ganancias

Está diseñada para evitar el retorno de aguas residuales domésticas en alcantarillados. Además es la forma más efectiva de mantener aislados de las residencias y edificaciones en general, a roedores que viven y deambulan en los colectores municipales.







Válvula Antiretorno PVC Sanitaria

Diámetro Nominal	pulg.	Referencia
4		2903173
6		2909008

Instalación

- Esta nueva Valvula Antiretorno está diseñada para una instalación horizontal en los sistemas de drenajes y evacuación. Debe instalarse de manera que el tapón de acceso para limpieza quede accesible y la inclinación o pendiente de la línea no debe exceder 2,35%.

- Durante la instalación, tomar nota de las flechas que indican el sentido del flujo. Durante la instalación de la nueva Válvula Antiretorno, tener cuidado que el cemento solvente, pegamento o soldadura no entre en contacto con la compuerta.

- Si la Válvula Antiretorno se va instalar en un entrepiso, o debajo del nivel del piso terminado, se deberá instalar un manguito de acceso con tapa sobre la parte superior de nueva Válvula Antiretorno, con el fin de permitir el acceso a la válvula y poder realizar limpiezas o inspecciones periódicas.

- Tener el cuidado correspondiente durante la instalación del manguito para asegurar el funcionamiento del tapón de acceso.

- Antes de poner la válvula en funcionamiento y probar el sistema, retire el tapón de acceso y verifique que la compuerta tiene libre movimiento. Reemplace y ajuste el tapón de acceso nuevamente.

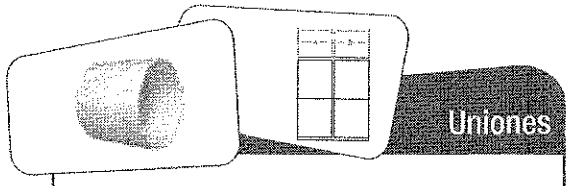
370

Línea Sanitaria Grandes Diámetros

Especificaciones técnicas

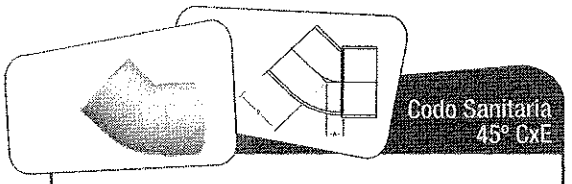
Referencia	Descripción	Diámetro	Espesor	Diámetro exterior	RDE	PS	Diámetro interior	Peso	Presentación
		pulg.	mm	mm	mm	psi	mm	kg/m	
2900420	Tubería PVC	8	5.33	219.08	41	28	208,42	5.95	Amarilla, extremo liso, tubos de 6m
2900421	Sanitaria	10	6.66	273.05	41	28	259,73	9.27	

Uniones



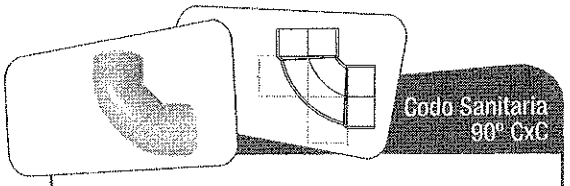
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	L mm	A mm	B mm
2903816	8	1.99	203.55	101.6	6.35
2903817	10	3.26	261.94	127	7.95

Codo Sanitaria 45° CxE



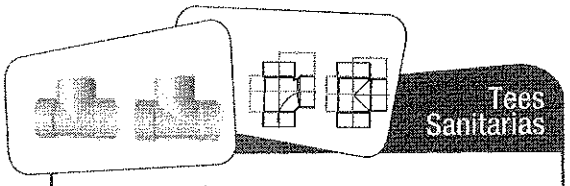
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm	B mm
2903805	8	2.61	52.39	153.99
2903806	10	4.93	79.38	207.14

Codo Sanitaria 90° CxC



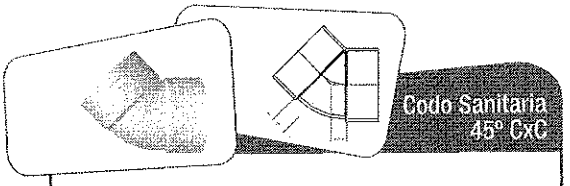
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	L mm
2903777	8	3.55	152.40
2903802	10	10.02	158.75

Tees Sanitarias



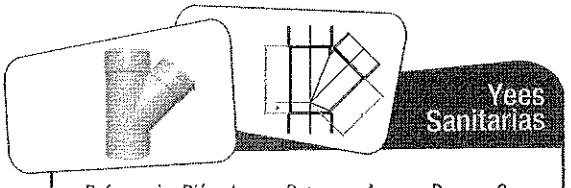
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm	B mm	C mm
2903799	8	5.03	152.4	152.4	114.05
2903800	10	8.68	158.75	158.75	158.75

Codo Sanitaria 45° CxC



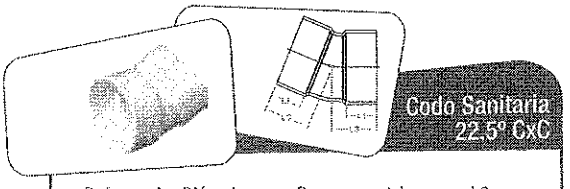
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm
2903778	8	2.67	52.39
2903804	10	5.09	79.38

Yees Sanitarias



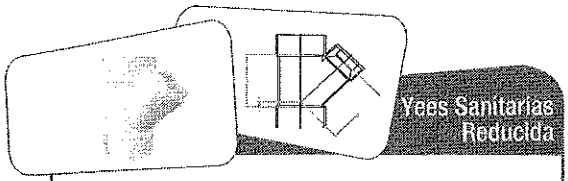
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm	B mm	C mm
2903794	8	6.65	368.0	50.3	298.5
2903798	10	11.06	419.1	73.0	346.1

Codo Sanitaria 22.5° CxC



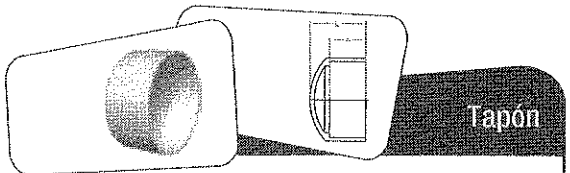
Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	L1 mm	L2 mm
2903807	8	2.46	102.1	140.21
2903808	10	4.20	127.76	178.56

371



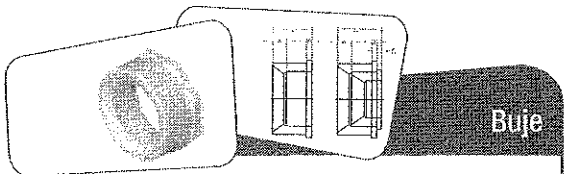
Yees Sanitarias Reducida

Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm	B mm	C mm
2903792	6x6x4	5.50	266.7	25.4	232.7
2903793	8x8x6	4.66	266.7	25.4	249.3
2903795	10x10x4	10.12	363.6	33.4	330.8
2903796	10x10x6	10.32	363.6	33.4	371.0
2903797	10x10x8	9.19	363.6	33.4	329.7



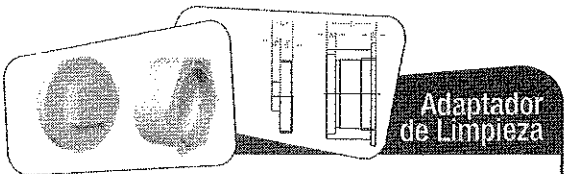
Tapón

Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	L mm	A mm
2903809	8	1.85	157.65	101.6
2903810	10	2.82	196.85	127.0



Buje

Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	A mm	B mm	C mm
2903811	6x4	1.69	150.52	41.28	15.96
2909775	8x6	1.90	117.48	41.28	
2903813	10x6	5.26	140.46	38.1	
2903814	10x8	3.43	140.46	38.1	

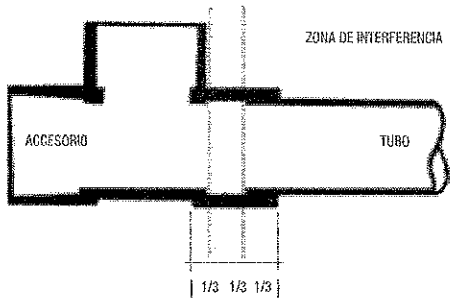


Adaptador de Limpieza

Referencia	Diámetro pulg.	Peso Kg	L mm	A mm	B mm
2905389	8	2.35			
2905390	10	4.73			

Soldadura - PAVCO WAVIN Soldamax PVC

Soldadura líquida PVC



Soldadura Liquida PVC	*Limpiador PAVCO WAVIN Limpiamax
Especialmente formulada para soldar Tuberías de PVC. Las uniones hechas en soldadura líquida son más resistentes que la misma Tubería.	Especialmente formulada para limpiar y aislar las superficies que se van a soldar. Se utiliza para Tuberías de PVC y CPVC.

Rendimiento de Soldadura Líquida PVC por cuarto de galón

Diámetro Nominal pulg.	Soldaduras Simples	Numero Accesorios	
		Accesorios 2 Campanas	Accesorios 3 Campanas
2	180	90	60
3	90	45	30
4	60	30	20
6	30	15	10
8	18		
10	12		

Contenido	Referencia	Contenido	Referencia
1/128 Gal.	2902802	28 gr (1/128 Gal.)	2902735
1/64 Gal.	2902810	56 gr (1/64 Gal.)	2902738
1/32 Gal.	2902805	112 gr (1/32 Gal.)	2902736
1/16 Gal.	2902806	300 gr (12 Onzas)	2902739
1/8 Gal.	2902812	760 gr (1/4 Gal.)	2902737
1/4 Gal.	2902808		

* No amparadas bajo sello NTC 576

372

Especificaciones

Las especificaciones siguientes son un resumen de la Norma NTC 1087 y 1341, ASTM D 2665-82 y CS 272-65 para tubería y accesorios sanitarios IW (In Wall) y por las cuales se rige la producción de PAVCO WAVIN.

Materiales

Los Tubosistemas son fabricados con compuestos de Policloruro de vinilo rígido, Tipo II, Grado I, tal como se definen en la norma NTC 369.

Dimensiones y Tolerancias

Las dimensiones y tolerancias de los Tubosistemas serán las que se señalan en las tablas siguientes.

Calidad

Siguiendo los métodos de prueba de la Norma 1087 y ASTM 2665 las especificaciones de calidad son las siguientes:

1. **Absorción de Agua.**
   Los Tubosistemas no aumentarán de peso en más de 0.3%.

2. **Impacto.**
   La mínima resistencia al impacto será de 81 J a 23°C (73°F).

3. **Soldadura.**
   Las uniones de tubos y accesorios hechas con soldadura líquida no tendrán escapes, cuando sean sometidas a una presión interna de 50psi.

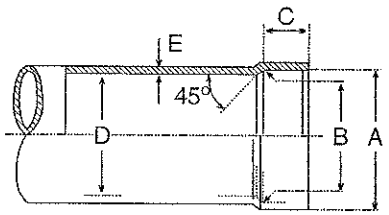
Tabla I Tubería Sanitaria PVC

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Tolerancia		Redondez		Espesor de Pared	
pulg.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
1.1/2	1.900	48.26	±0.009	±0.24	±0.031	±0.80	0.110	2.79
2	2.375	60.33	±0.009	±0.24	±0.031	±0.80	0.115	2.92
3	3.250	82.55	±0.011	±0.28	±0.031	±0.80	0.125	3.18
4	4.500	114.30	±0.013	±0.32	±0.047	±1.20	0.130	3.30
6	6.625	168.28	±0.014	±0.36	±0.047	±1.20	0.162	4.12

Tabla Ventilación y Aguas Lluvias

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Tolerancia		Redondez		Espesor de Pared	
pulg.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
1.1/2	1.900	48.26	±.006	±.15	±.012	0.31	0.06	1.52
2	2.375	60.33	±.006	±.15	±.012	0.31	0.07	1.78
3	3.250	82.55	±.008	±.20	±.015	0.38	0.07	1.78
4	4.500	114.30	±.009	±.23	±.020	0.51	0.08	2.10

Tabla II Accesorios



Pulgadas

Diámetro Nominal	A		B		C (min)	D (min)	E (min)
1.1/2	1.915	±0.012	1.89	±0.012	0.69	1.69	0.11
2	2.390	±0.012	2.37	±0.012	0.75	2.16	0.11
3	3.270	±0.015	3.24	±0.015	1.50	3.02	0.12
4	4.520	±0.015	4.49	±0.015	1.75	4.26	0.13
6	6.647	±0.030	6.61	±0.030	3.00	6.32	0.16

Milímetros

Diámetro Nominal	A		B		C (min)	D (min)	E (min)
1.1/2	48.64	±.31	48.13	±.31	17.45	43.05	2.79
2	60.71	±.31	60.20	±.31	19.05	54.86	2.92
3	83.06	±.38	82.42	±.38	38.10	76.71	3.18
4	114.81	±.38	114.17	±.38	44.45	108.20	3.30
6	168.83	±.76	168.02	±.76	76.20	160.66	4.15

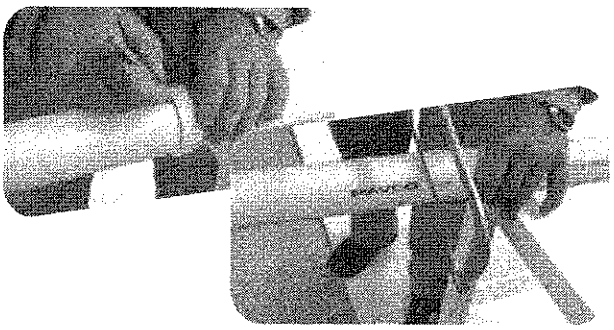
373

Transporte y Almacenamiento

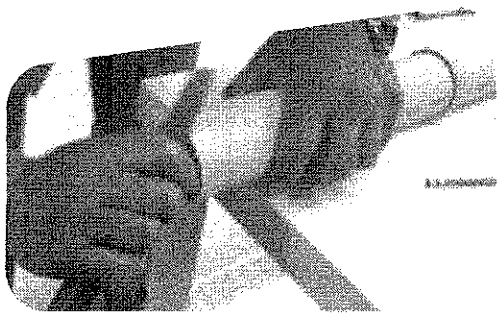
- Los tramos de tubería deben almacenarse en forma horizontal usando una superficie plana o bloques de madera que permitan que el apoyo sea de 9 cm de ancho y espaciados un máximo de 1.50 m.
- Durante el transporte los tubos deben amarrarse para protegerlos, usando amarres no metálicos. No debe ponerse carga adicional sobre tubos.
- Para almacenamiento en obra deben separarse los tubos por tamaño y arrumarse en alturas de máximo 1.50 m de alto.
- Cuando la tubería va a estar expuesta al sol, debe protegerse con un material opaco, manteniendo adecuada ventilación.
- Durante el cargue y descargue de los tubos no los arroje al piso ni los golpee.
- La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o de frío y el sitio debe estar bien ventilado ya que la soldadura es inflamable.

Instalación

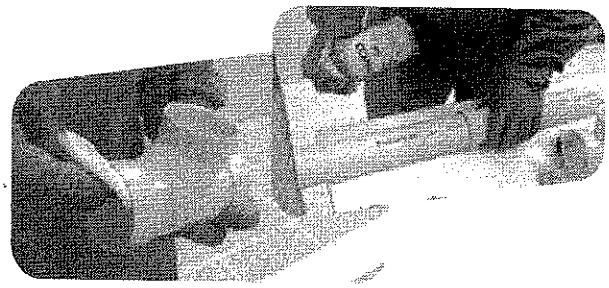
1. Corte el tubo con una segueta. Asegúrese que el corte esté a escuadra usando una caja guía.



2. Quite las rebabas y las marcas de la segueta. (Use una lima o papel lija).



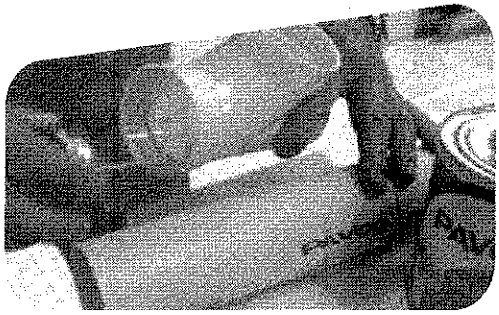
3. Limpie bien las superficies que se van a conectar tanto del tubo como del accesorio, con un trapo limpio humedecido en Limpiador PAVCO WAVIN Limpia Max.



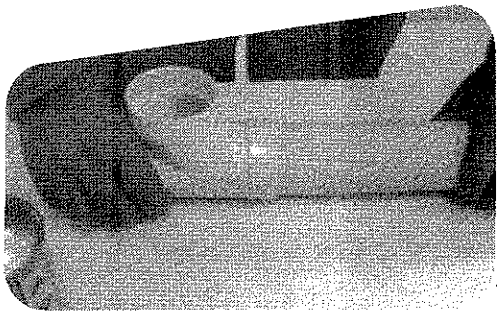
4. Aplique generosamente soldadura líquida al exterior del extremo del tubo, por lo menos en un largo igual al de la campana del accesorio.



5. Aplique una pequeña cantidad de soldadura líquida en el interior de la campana o del accesorio.



6. Una el tubo con el accesorio asegurándose de un buen asentamiento y déle un cuarto de vuelta para distribuir la soldadura, mantenga firmemente la unión por 30 segundos.



374

Para el montaje de tubería y accesorios Sanitarios PAVCO WAVIN es necesario tener en cuenta las propiedades del PVC rígido y los distintos accesorios y elementos del sistema sanitario PAVCO WAVIN aplicados a los diversos tipos de instalación.

El PVC tiene un coeficiente de expansión térmica mayor que el de los materiales convencionales (0.08 milímetros por metro por grado centígrado). Reconociendo esta característica, diseñando y montando de acuerdo a las instrucciones que damos a continuación, esta propiedad no presenta ningún problema.

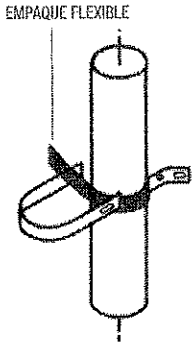
Distinguimos cinco tipos de instalaciones de Tuberías:

1. **Instalación de Tuberías Suspendidas**
2. **Instalación de Tuberías en Mampostería**
3. **Instalación de Tuberías en Concreto**
4. **Instalación de Tuberías Bajo Tierra**
5. **Instalación a la Intemperie**

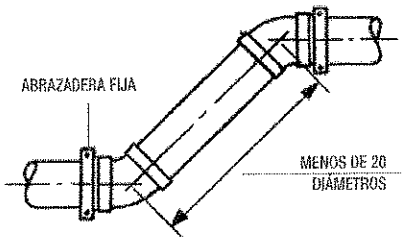
1. Instalación de Tuberías Suspendidas

Estas tuberías y sus ramales están expuestos. Los cambios de dirección normales, que se encuentran frecuentemente en instalaciones industriales o en sótanos de edificios, proporcionan una previsión adecuada para las expansiones o contracciones. La fijación de tuberías y accesorios en el sistema suspendido se hace por medio de abrazaderas.

a) **Abrazadera Fija:** por medio de un empaque flexible se asegura el tubo o accesorio en forma rígida que no permite ningún movimiento.
Esta abrazadera se usa, por ejemplo, cuando hay un cambio de dirección abrupto seguido por un tramo muy corto de tubería, como en una desviación de 45° ó 90°; en esos casos debe asegurarse firmemente la tubería en los puntos donde cambia la dirección.

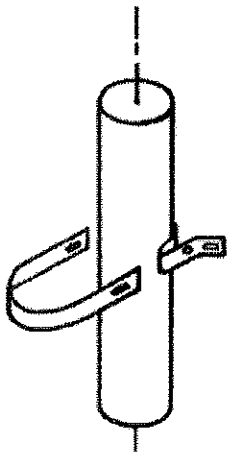


Ejemplo de Abrazadera Fija:

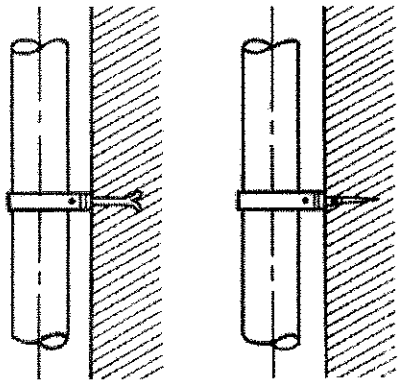


b) **Abrazadera Corrediza:** sin empaque, por lo tanto permite el libre deslizamiento de la tubería. La abrazadera corrediza se utiliza, por ejemplo, después de un cambio de dirección seguido por un tramo largo de tubería (20 diámetros o más).

Ejemplo de Abrazadera Corrediza:



Tanto la abrazadera fija como la corrediza pueden asegurarse a los techos o paredes por medio de tornillos de acero ó empotrarse por medio de un gancho de platina metálica.

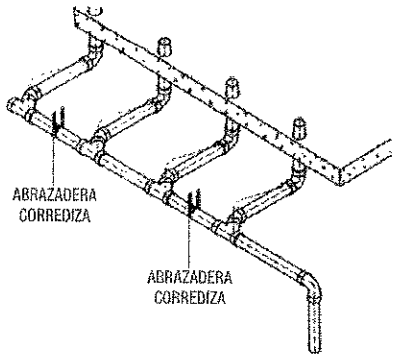


Los soportes de la tubería deben colocarse cada 3 metros en los tramos verticales y cada 2 metros en los tramos horizontales.

Ejemplos de Instalaciones Suspendidas:

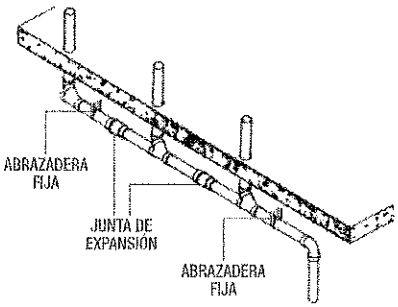
Ejemplo 1

La expansión o contracción térmica se ha tenido en cuenta por el diseño mismo y está suspendida por medio de abrazaderas corredizas.



Ejemplo 2

Las dilataciones son absorbidas por la junta de expansión y la tubería está suspendida con abrazaderas fijas.

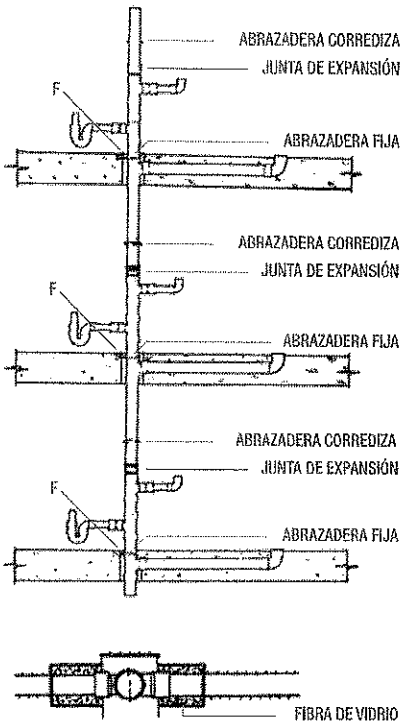


2. Instalación de Tuberías en Mampostería

Bajo esta denominación se clasifican no sólo las instalaciones que van totalmente dentro de muros, sino también, aquellas que parcialmente van dentro del concreto; por ejemplo: una bajante dentro de un ducto con partes de sus derivaciones en muros y parte en concreto. Para las tuberías que van dentro de muros (regatas) es deseable que el pañete tenga un espesor mínimo de 2 centímetros.

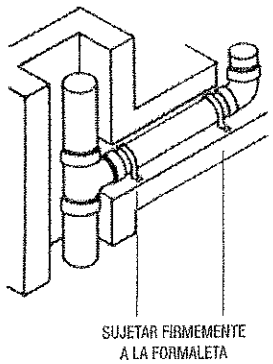
Ejemplo de Instalaciones en Mampostería:

La bajante está dentro de un ducto y atraviesa las placas de concreto de piso; los ramales están unos dentro de la placa y otros en los muros; la bajante entre placa y placa está libre. Los puntos F funcionarán como "puntos fijos" siempre y cuando la bajante esté empotrada dentro del concreto con su abrazadera fija. Entonces las dilataciones o contracciones térmicas tendrán lugar en la junta de expansión. En estos casos se debe instalar una junta de expansión por piso. Como los ramales de este ejemplo entran a los muros muy cerca del ducto, es conveniente envolver los extremos de los ramales con algún material aislante (fibra de vidrio o espuma) para que los ramales puedan tomar los pequeños movimientos de las bajantes.



3. Instalación de Tuberías en Concreto

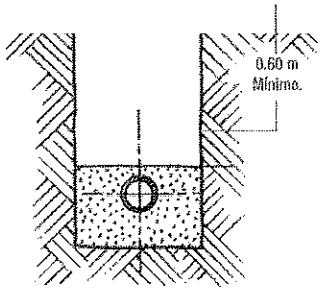
Como la tubería y los accesorios están totalmente incrustados en concreto, las dilataciones son absorbidas por el material mismo, debido a que el PVC tiene un cierto grado de elasticidad. Los accesorios deben resistir los esfuerzos que se producen por el movimiento térmico ya que la tubería no se adhiere al concreto; por eso, al fundir la mezcla es necesario compactar bien los accesorios y evitar cualquier vacío que permita un movimiento posterior de los mismos. Como los tubos PAVCO WAVIN son muy livianos tienden a flotar en el concreto y por lo tanto debe fijarse la tubería y en especial los accesorios a la formaleta antes de proceder al vibrado de la mezcla.



376

4. Instalación de Tuberías Bajo Tierra

Las tuberías deben enterrarse a una profundidad mínima de 60 centímetros, en una cama de material libre de piedras o elementos agudos y el relleno deberá quedar bien compactado.



5. Instalación a la Intemperie

Cuando la tubería va a estar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente o tener base thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC.
- Debe tener un componente reflectivo como el aluminio o similar.
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer".

Antes de pintar la tubería debe prepararse la superficie para asegurar la adherencia; lijar suavemente en seco, limpiar con limpiador PAVCO WAVIN y aplicar la pintura.

Juntas de Expansión

Para su instalación tenga en cuenta:

1. El tubo en el que se va a ensamblar la campana que tiene el hidrosello instalado, se debe biselar con una lima, pulidora o esmeril.

2. Aplicar el lubricante en el espigo biselado y en el hidrosello de caucho.

3. Alinee la Junta de Expansión con el tubo y ensamblela hasta el fondo.

4. En el otro extremo que es una campana para soldar, aplique limpiador PAVCO WAVIN en el tubo y la campana, lo mismo que Soldadura Líquida PVC PAVCO WAVIN.

5. Enfrente la tubería con la campana y devuelva la Junta de Expansión para ensamblar en el espigo a soldar.

Ventajas:

1. Mejor hidrosello
2. Más longitud de campana mecánica
3. Mayor facilidad de instalación

Comportamiento en Condiciones Extremas

- El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a que puede transportar agua es de 60°C.
- No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.
- No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".
- Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

377

Puesta en Servicio

El ingeniero a cargo debe definir las inspecciones y pruebas a realizarse al sistema después de instalado.

Algunas de las inspecciones recomendables se describen a continuación:

- **Limpieza**
- **Inspección Visual**
  Verificación de alineamientos y ausencia de obstrucciones
- **Prueba de Estanqueidad y flujo**
  De acuerdo a lo indicado en la NTC 1500, vigente.

Rotulado

Marca y Uso	PVC Sanitaria y Aguas lluvias
País de origen y fabricante	PAVCO WAVIN - COLOMBIA
Material	PVC
Norma de fabricación	Por ejemplo NTC 1087
Diámetro nominal	Por ejemplo114mm-4"
Código Trazabilidad	Planta (2 dígitos) año (2 dígitos) mes (2 dígitos) día (2 dígitos) turno (1 dígito) No. Máquina (2 dígitos)
Lote RT	Por ejemplo 001
Resolución	Por ejemplo 0501

378

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBOS DE PVC PERFILADOS, DE PARED DOBLE CORRUGADA, PARA USO EN ALCANTARILLADO

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.,** en la **Autopista del Sur 71 - 75, Bogotá D.C., Colombia**

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.,** in the **Autopista del Sur 71 - 75, Bogotá D.C., Colombia**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 5055 (2018)

Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) perfilados para uso en alcantarillado por gravedad, controlados por el diámetro interno

Poly (vinyl chloride) (PVC) profile gravity sewer pipe and fittings based on controlled inside diameter

SECTOR ICS: 32.040.20 - 23.040.20

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSC-0001-17
Certificate

Fecha de Aprobación: Approval Date:	2010-04-21	**Fecha Última Modificación:** Last Modification Date:	
Fecha de Renovación: Renewal Date:	2023-09-21	**Fecha de Vencimiento:** Expiration Date:	2029-09-20

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ANAB ACCREDITED
PRODUCT CERTIFICATION BODY
ID # 0677

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado.
ICONTEC, Calle 26 # 69-76, Torre 4 "Agua", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C., Colombia

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:

It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

ACCESORIOS SCH 40 DE PVC PARA TUBERÍA DE AGUA A PRESIÓN

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la **Autopista del Sur 71 - 75 Bogotá D.C., Colombia**

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the **Autopista del Sur 71 - 75 Bogotá D.C., Colombia**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:

The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 1339 (2006)

Accesorios de Poli (cloruro de vinilo) (PVC) Schedule 40

Pipe fittings of poly (vinyl chloride) (PVC) Schedule 40

SECTOR ICS: 23.040.20

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado.

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate.

Certificado CSC-0001-5
Certificate

Fecha de Aprobación: 1979-01-01
Approval Date:

Fecha Última Modificación:
Last Modification Date:

Fecha de Renovación: 2023-09-21
Renewal Date:

Fecha de Vencimiento: 2029-09-20
Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ID # 8677

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado.
ICONTEC, Calle 26 # 69-79, Torre 4 "Agua", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C., Colombia.

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

ACCESORIOS DE PVC PARA TUBERÍA SANITARIA-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la **Autopista del Sur 71-75, Bogotá D.C., Colombia**

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the **Autopista del Sur 71-75, Bogotá D.C., Colombia**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 1341 (2006)

Accesorios de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido para tubería sanitaria-aguas lluvias y ventilación
Poly(vinyl chloride) (PVC) waste and vent fittings
SECTOR ICS: 23,040,20

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate.

Certificado CSC-0001-4
Certificate

Fecha de Aprobación: Approval Date:	1979-01-01	**Fecha Última Modificación:** Last Modification Date:	
Fecha de Renovación: Renewal Date:	2023-09-21	**Fecha de Vencimiento:** Expiration Date:	2029-09-20

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC Calle 26 # 69-76, Torre 4 "Agua", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C. Colombia

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBOS DE PVC PARA USO SANITARIO-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia,** identificada con **número de NIT 860.005.050-1.**

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia** identified with **NIT number 860.005.050-1.**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 1087 (2016)

Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) rígido para uso sanitario, aguas lluvias y ventilación

Poly (vinyl chloride) (PVC) waste and vent pipe

SECTOR ICS 23.040.20

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSC-0001-3
Certificate

Fecha de Aprobación: 1977-03-30
Approval Date:

Fecha Última Modificación:
Last Modification Date:

Fecha de Renovación: 2023-09-21
Renewal Date:

Fecha de Vencimiento: 2029-09-20
Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by

ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ANAB ACCREDITED PRODUCT CERTIFICATION BODY ID # 0677

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado.

icontec

Sello de Calidad

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBO DE PVC PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C.; CELTA S.A.S.**

Carrera 24 No. 30-500, Soledad, Atlántico, Colombia

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C.;**

CELTA S.A.S. Carrera 24 No. 30-500, Soledad, Atlántico, Colombia

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 382 (2018)

Plásticos. Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) clasificados según la presión (serie RDE)

Plastics. Poly (vinyl chloride) (PVC) pressure rated pipes (SDR series)

SECTOR ICS 23.040.20

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hld the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSC-0001-1
Certificate

Fecha de Aprobación: Approval Date:	1971-06-17	**Fecha Última Modificación:** Last Modification Date:	
Fecha de Renovación: Renewal Date:	2023-09-21	**Fecha de Vencimiento:** Expiration Date:	2029-09-20

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

icontec

ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ANAB
ANSI National Accreditation Board
ACCREDITED
PRODUCT CERTIFICATION BODY
ID # 0677

F-PS-628
Versión 00

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC, Calle 26 # 69-76, Torre 4 "Agpa", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C., Colombia

icontec

Sello de Calidad

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBOS DE PARED ESTRUCTURAL PARA SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO Y ALCANTARILLADO

Fabricado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, en la **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia,**
identificada con **número de NIT 860.005.050-1.**

Manufactured by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.**, in the **Autopista del Sur 71-75 Bogotá D.C., Colombia**
identified with **NIT number 860.005.050-1.**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 3722-3 (2012)

Sistemas de tuberías plásticas para uso sin presión en drenajes y alcantarillados enterrados (o bajo tierra). Sistemas de tuberías de pared estructural de poli (cloruro de vinilo) rígido (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 3: tuberías y accesorios con superficie externa no lisa, tipo B.

Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - structured-wall piping systems of unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 3: pipes and fittings with non-smooth external surface, type B.

SECTOR ICS 23,040,20 - 83,140,30

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSC - CER257554
Certificate

Fecha de Aprobación: 2013-07-19
Approval Date:

Fecha Última Modificación:
Last Modification Date:

Fecha de Renovación: 2023-12-26
Renewal Date:

Fecha de Vencimiento: 2029-12-25
Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ANAB ACCREDITED
ID # 0677

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC, Calle 26 # 69-76, Torre 4 "Agua", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C., Colombia

Sello con Reglamento Técnico

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBO DE PVC PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN. TUBOS DE PVC PARA USO SANITARIO-AGUAS LLUVIAS Y VENTILACIÓN. TUBOS Y ACCESORIOS DE PARED ESTRUCTURAL PARA SISTEMAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO Y ALCANTARILLADO. TUBOS DE PVC PERFILADOS, DE PARED DOBLE CORRUGADA, PARA USO EN ALCANTARILLADO. TUBOS Y ACCESORIOS PVC FABRICADOS CON PERFIL CERRADO PARA USO EN ALCANTARILLADO. ACCESORIOS DE PVC PARA TUBERÍA DE AGUA A PRESIÓN, TUBOS DE PVCO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN. TUBOS DE POLIETILENO PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUASERVICIOS DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS EXISTENTES CON TECNOLOGÍA SIN ZANJA

Comercializado por **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.,** en la **Autopista del Sur 71 - 75 Bogotá D.C., Colombia**

Trader by **MEXICHEM COLOMBIA S.A.S.,** in the **Autopista del Sur 71 - 75 Bogotá D.C., Colombia**

Fabricado en las plantas descritas en el anexo:
"PLANTAS DE FABRICACIÓN CUBIERTAS POR EL ALCANCE DEL CERTIFICADO"
Manufactured in described plants on the annex:
"MANUFACTURING PLANTS COVERS FOR CERTIFICATE SCOPE"

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

Resolución 0501:2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Reglamento técnico para los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias
Technical Regulation that states the technical requirements that must be observed for water supply pipes, sewers, those for sanitar use and those for rain water
SECTOR ICS 23.040.20 - 23.040.45

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado y se deben presentar como un solo documento.

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSR -CER658416
Certificate

Fecha de Aprobación: 2018-12-21
Approval Date:

Fecha Última Modificación: 2020-07-03
Last Modification Date:

Fecha de Renovación:
Renewal Date:

Fecha de Vencimiento: 2024-12-20
Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ES-I-PD-04-F-001 Versión 3

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

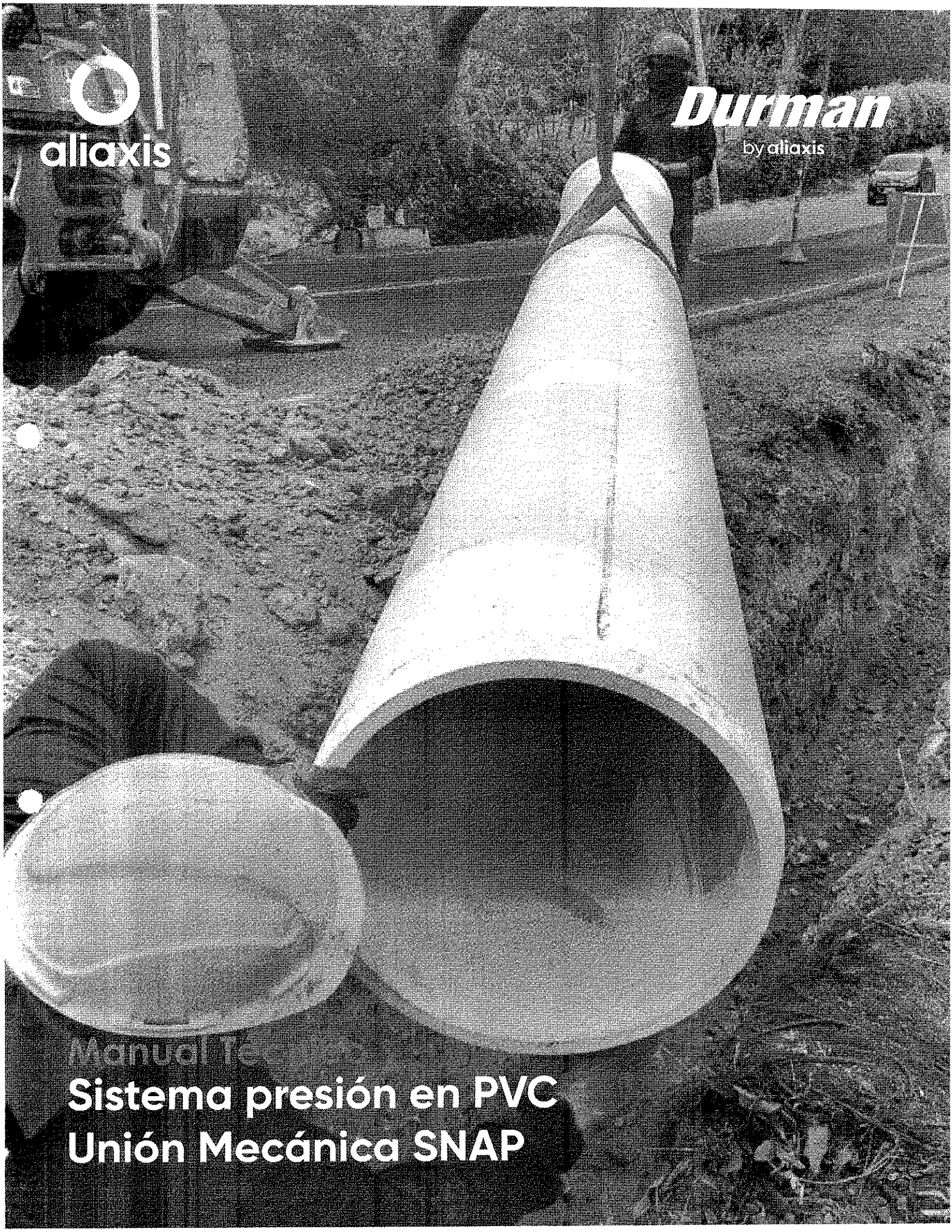
ANSI ACCREDITED
ID 0677
ISO/IEC 17065
Product Certification Body

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC carrera 37 nro. 52 - 95. Bogotá D.C. Colombia

385

aliaxis

Durman
by aliaxis

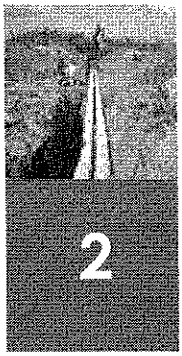


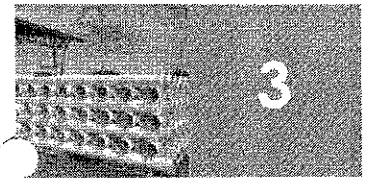
Manual Técnico

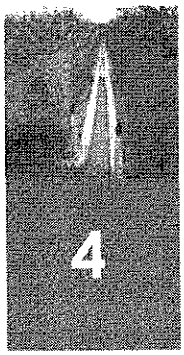
Sistema presión en PVC
Unión Mecánica SNAP

Contenido









1. Aspectos generales 4
1.1 Normas y certificaciones 5

2. Descripción general 6
2.1 Tipo de material 7
2.2 Dimensiones 8
2.3 Presión de Trabajo 9
2.4 Condiciones extremas 10
2.5 Vida Útil 10
2.6 Uso Recomendado 11
2.7 Portafolio de Accesorios 11

3. Manejo, Transporte y Almacenamiento 15
3.1 Manejo 16
3.2 Transporte 17
3.3 Almacenamiento 17

4. Instalación de Tuberías y Accesorios 19
4.1 Dimensiones de la zanja 20
4.2 Profundidad (RES 0330 de 2017) 21
4.3 Clasificación de suelo 22
4.4 Control de agua 22
4.5 Fondo de zanja 23
4.6 Ensamble de juntas 23
4.7 Relleno inicial 25
4.8 Relleno final 25
4.9 Bloques de Anclaje 26
4.9.1 En válvulas 26
4.9.2 En cambios de dirección (Vertical u Horizontal) 27
4.9.3 En reducciones 27
4.9.4 Capacidades de resistencia de suelos no alterados 27
4.9.5 Resistencia al empuje vertical 29
4.9.6 Apoyo de tubería en pendientes pronunciadas 29
4.10 Acometida domiciliaria 29
4.10.1 Proceso Instalación Acometida 30
4.10.1.1 Instalación con registros metálicos con adaptadores 30
4.10.1.2 Instalación con registros sin adaptadores 33
4.11 Curvatura longitudinal de la tubería 34
4.11.1 Uso de accesorios de PVC 34
4.11.2 Radio de curvatura 35
4.12 Lubricante 37
4.13 Golpe de ariete 38

©2022 Durman Colombia

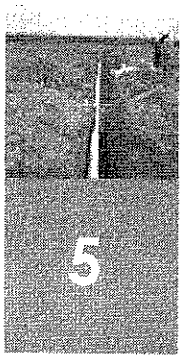
Este documento está protegido por Derechos de Autor. Cualquier reproducción total o parcial, publicación, puesta a disposición, modificación, adaptación o cambio, por cualquier medio escrito o electrónico, sin autorización de la titular está prohibida por la ley.

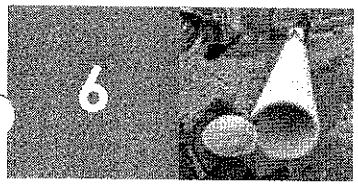
Bogotá D.C - Colombia / Sexta edición, Marzo de 2022.

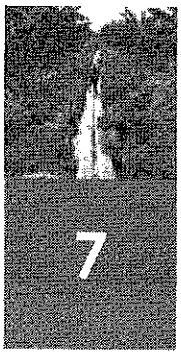
Oaliaxis

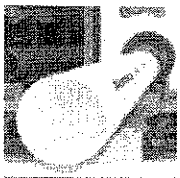
387

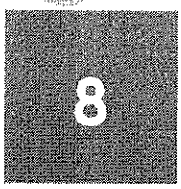
Contenido

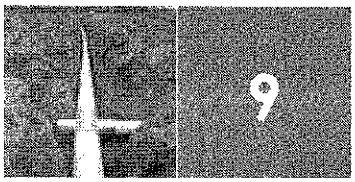












5. Puesta en servicio 39
5.1 Llenando la línea 40
5.2 Prueba de Presión y Hermeticidad 40
5.3 Limpieza y Desinfección 43

6. Comportamiento Hidráulico 44
6.1 Perdidas menores 47

7. Mantenimiento Preventivo y Correctivo 56

8. Rotulo 59

9. Índice de tablas e Illustraciones 57

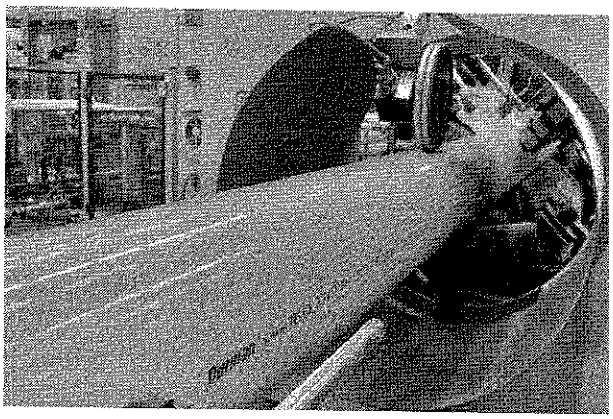
380

Durman
by aliaxis



1. Aspectos Generales

Los Tubos y Accesorios de PVC Presión ***Durman®*** están diseñados y garantizados para el transporte de agua potable utilizando campana unión mecánica SNAP.



Son fabricados empleando compuesto de PVC rígido (NTC 369) y están avalados mediante sello de calidad de las normas NTC 2295 "Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluidos a presión" y NTC 382 "Plásticos. Tubos de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) clasificados según la presión (serie RDE)". Adicionalmente cumplen con los requisitos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0501 de 2017.

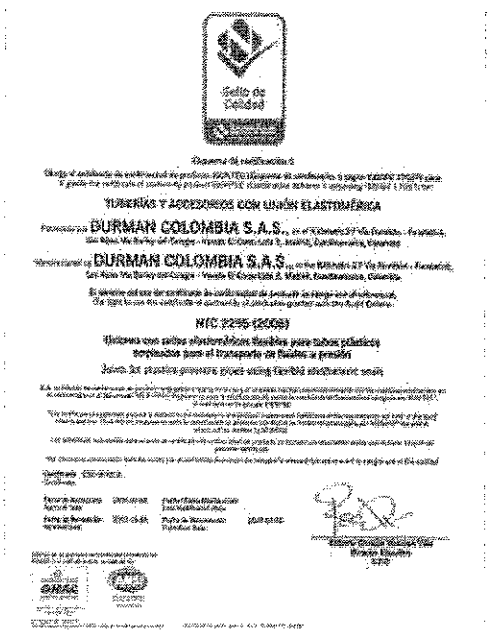
1.1 Normas y certificaciones

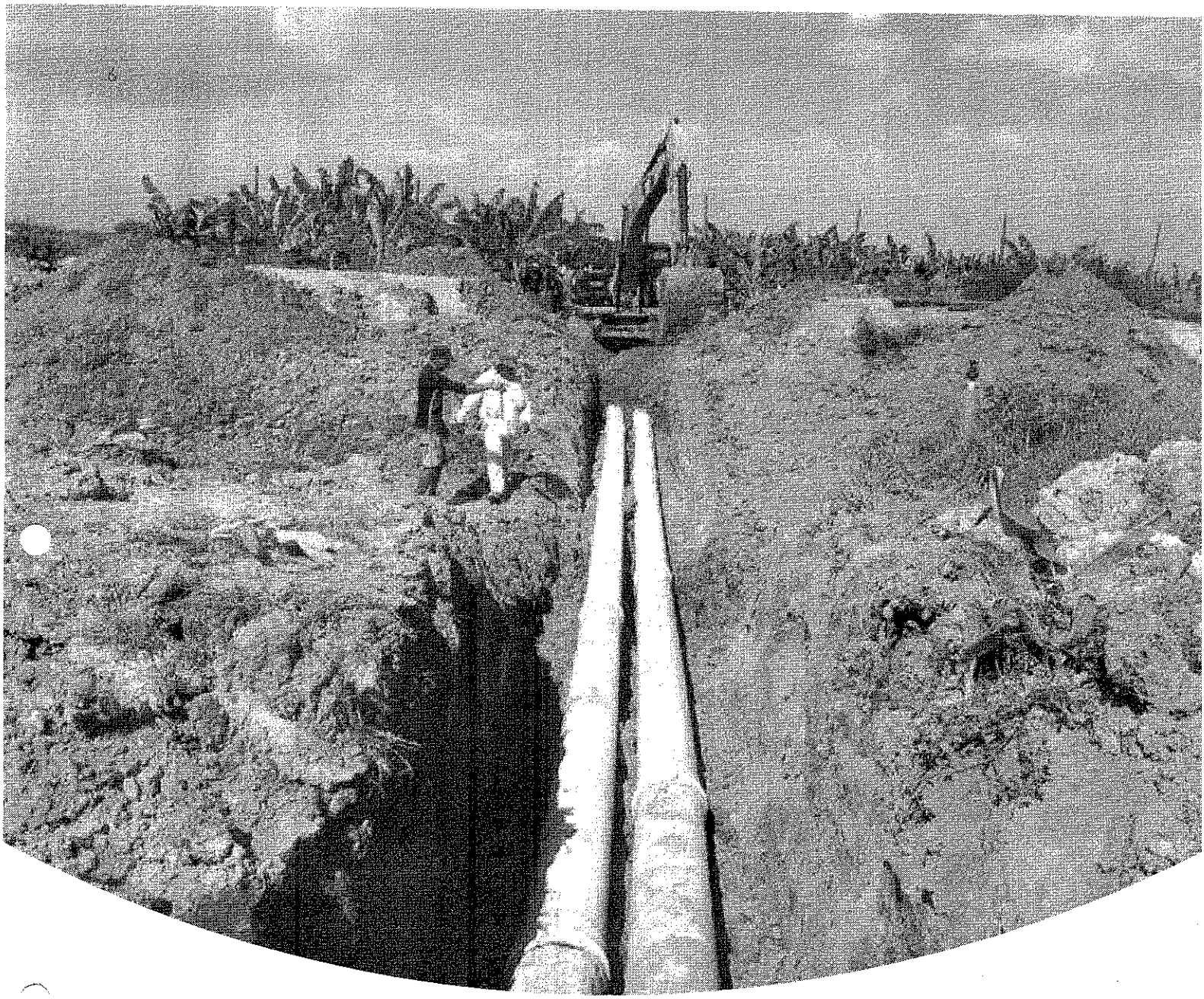
- Norma Técnica Colombiana 382: "Tubos de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) clasificados según la Presión (Serie RDE)."

- Norma Técnica Colombiana 2295: "Uniones con sellos elastoméricos flexibles para tubos plásticos empleados para el transporte de fluidos a presión.

- Resolución 0330 de 2017, Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0501 de 2017.







2. Descripción general

2.1 Tipo de Material

La materia prima con la cual se fabrican las tuberías y accesorios Unión Mecánica SNAP para el transporte de agua potable consiste en resina de poli cloruro de vinilo rígido (PVC-U), la cual cumple con todos los requisitos establecidos por la Resolución 0501 de 2017 del MVCT, sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plata, plomo y selenio. Además, la resina de PVC utilizada en la fabricación posee el cloruro de vinilo monómero residual menor a 3,2 mg/kg.

Contaminante	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Aluminio	Añ	0,2000
Antimonio	Sb	0,0006
Arsénico	As	0,0010
Bario	Ba	0,2000
Cadmio	Cd	0,0005
Cobre	Cu	0,1300
Cromo total	Cr	0,0100
Mercurio	Hg	0,0002
Níquel	Ni	0,0200
Plata	Ag	0,0100
Plomo	Pb	0,0005
Selenio	Se	0,0050

Tabla 1. Características químicas de reconocido efecto adverso en la salud humana.

Descripción	Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio		Espesor de pared mínimo		Peso	Diámetro interno		Longitud
	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(Kg/m)	(mm)	(Pulg.)	(m)
RDE 13.5 (Presión de trabajo a 23°: 315 psi - 22.14 Kg/cm2	60	2	60,32	2,36	4,47	0,18	1,10	51,38	2,02	6,00
	88	3	88,90	3,50	6,58	0,26	2,30	75,74	2,98	6,00
	114	4	114,30	4,50	8,46	0,33	4,36	97,38	3,83	6,00
	168	6	168,3	6,63	12,47	0,49	9,90	143,34	5,64	6,00
	219	8	219,1	8,63	16,23	0,64	16,03	186,62	7,35	6,00
RDE 17 (Presión de trabajo a 23°: 250 psi - 17.58 Kg/cm2)	114	4	114,30	4,50	6,73	0,26	3,50	100,84	3,97	6,00
	168	6	168,3	6,63	9,91	0,39	7,40	148,46	5,84	6,00

Tabla 2. Dimensiones tubería SNAP

2.2 Dimensiones

Descripción	Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio		Espesor de pared mínimo		Peso	Diámetro interno		Longitud
	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(Kg/m)	(mm)	(Pulg.)	(m)
RDE 21 (Presión de trabajo a 23°: 200 psi - 14.06 Kg/cm²)	60	2	60,32	2,37	2,87	0,11	0,81	54,58	2,15	6,00
	73	2 1/2	73,02	2,88	3,48	0,14	1,18	66,07	2,60	6,00
	88	3	88,90	3,50	4,24	0,17	1,76	80,42	3,17	6,00
	114	4	114,30	4,50	5,44	0,21	2,90	103,41	4,07	6,00
	168	6	168,3	6,63	8,03	0,32	6,31	152,22	5,99	6,00
	219	8	219,1	8,63	10,41	0,41	10,67	198,26	7,81	6,00
	273	10	273,05	10,75	12,98	0,51	16,63	247,09	9,73	6,00
	323	12	323,85	12,75	15,39	0,61	23,45	293,07	11,54	6,00
	355	14	355,60	14,00	16,92	0,67	28,14	321,76	12,67	6,00
	406	16	406,40	16,00	19,35	0,76	36,78	367,70	14,48	6,00
	457	18	457,20	18,00	21,77	0,86	46,53	413,66	16,29	6,00
	508	20	508,00	20,00	24,18	0,95	53,82	459,64	18,10	6,00
RDE 26 (Presión de trabajo a 23°: 160 psi - 11.25 Kg/cm²)	60	2	60,32	2,37	2,31	0,09	0,66	55,70	2,19	6,00
	73	2 1/2	73,02	2,88	2,79	0,11	0,96	67,44	2,66	6,00
	88	3	88,90	3,50	3,43	0,14	1,44	82,04	3,23	6,00
	114	4	114,30	4,50	4,39	0,17	2,38	105,52	4,15	6,00
	168	6	168,3	6,63	6,48	0,26	5,15	155,32	6,12	6,00
	219	8	219,1	8,63	8,43	0,33	8,74	202,24	7,96	6,00
	273	10	273,05	10,75	10,49	0,41	13,67	252,07	9,93	6,00
	323	12	323,85	12,75	12,45	0,49	19,29	298,95	11,77	6,00
	355	14	355,60	14,00	13,67	0,54	22,65	328,26	12,92	6,00
	406	16	406,40	16,00	15,62	0,62	30,22	375,16	14,77	6,00
	457	18	457,20	18,00	17,58	0,69	38,03	422,04	16,62	6,00
	508	20	508,00	20,00	19,53	0,77	43,97	468,94	18,46	6,00
RDE 32.5 (Presión de trabajo a 23°: 125 psi - 8.79 Kg/cm²)	73	2 1/2	73,02	2,88	2,24	0,09	0,9	68,54	2,70	6,00
	88	3	88,90	3,50	2,74	0,11	1,16	83,42	3,28	6,00
	114	4	114,30	4,50	3,51	0,14	1,9	107,28	4,22	6,00
	168	6	168,3	6,63	5,18	0,20	4,14	157,92	6,22	6,00
	219	8	219,1	8,63	6,73	0,26	7,02	205,62	8,10	6,00
	273	10	273,05	10,75	8,41	0,33	11,14	256,23	10,09	6,00
	323	12	323,85	12,75	9,96	0,39	15,7	303,93	11,97	6,00
	355	14	355,60	14,00	10,92	0,43	18,28	333,76	13,14	6,00
	406	16	406,40	16,00	12,50	0,49	23,88	381,40	15,02	6,00
	457	18	457,20	18,00	14,07	0,55	30,77	429,06	16,89	6,00
	508	20	508,00	20,00	15,62	0,62	37,95	476,76	18,77	6,00

Tabla 2. Dimensiones tubería SNAP

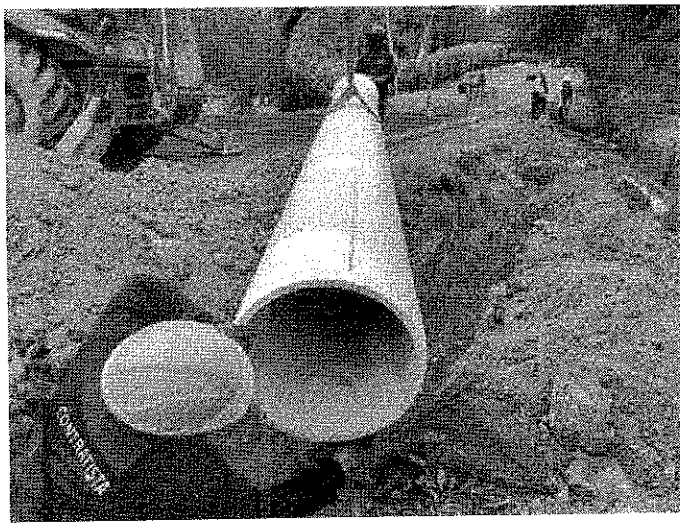
aliaxis

Descripción	Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio		Espesor de pared mínimo		Peso	Diámetro interno		Longitud
	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	(Kg/m)	(mm)	(Pulg.)	(m)
RDE 41 (Presión de trabajo a 23°: 100 psi - 7.03 Kg/cm²)	73	2 1/2	73,02	2,88	1,78	0,07	0,70	69,46	2,74	6,00
	114	4	114,30	4,50	2,79	0,11	1,54	108,72	4,28	6,00
	168	6	168,3	6,63	4,12	0,16	3,32	160,04	6,30	6,00
	219	8	219,1	8,63	5,33	0,21	5,61	208,42	8,21	6,00
	273	10	273,05	10,75	6,66	0,26	8,97	259,73	10,23	6,00
	323	12	323,85	12,75	7,90	0,31	12,69	308,05	12,13	6,00
	355	14	355,60	14,00	8,66	0,34	14,65	338,28	13,32	6,00
	406	16	406,40	16,00	9,91	0,39	19,22	386,58	15,22	6,00
	457	18	457,20	18,00	11,15	0,44	24,63	434,90	17,12	6,00
	508	20	508,00	20,00	12,40	0,49	30,40	483,20	19,02	6,00
RDE 51 (Presión de trabajo a 23°: 80 psi - 5.62 Kg/cm²)	88	3	88,90	3,50	1,75	0,07	0.72	85,40	3,36	6,00
	114	4	114,30	4,50	2,24	0,09	1.19	109,82	4,32	6,00
	168	6	168,28	6,63	3,30	0,13	2.59	161,68	6,37	6,00
	219	8	219,08	8,63	4,29	0,17	4.39	210,50	8,29	6,00
	273	10	273,05	10,75	5,36	0,21	6.82	262,33	10,33	6,00
	323	12	323,85	12,75	6,35	0,25	9.59	311,15	12,25	6,00

Tabla 2. Dimensiones tubería SNAP

2.3 Presión de Trabajo

Las tuberías Unión Mecánica SNAP están diseñadas para el transporte de agua a presión, clasificadas de acuerdo con la relación diámetro espesor RDE, según la norma NTC 382.



A continuación, se describen las distintas presiones de trabajo con las que se cuenta en nuestro portafolio:

- RDE 13.5: Presión de trabajo a 23° 315 psi - 22.14 Kg/cm².
- RDE 17: Presión de trabajo a 23° 250 psi - 17.58 Kg/cm².
- RDE 21: Presión de trabajo a 23° 200 psi - 14.06 Kg/cm².
- RDE 26: Presión de trabajo a 23° 160 psi - 11.25 Kg/cm².
- RDE 32.5: Presión de trabajo a 23° 125 psi - 8.79 Kg/cm².
- RDE 41: Presión de trabajo a 23° 100 psi - 7.03 Kg/cm².
- RDE 51: Presión de trabajo a 23° 80 psi – 5.62 Kg/cm²

394

2.4 Condiciones extremas

Las condiciones extremas son aquellas que pueden llegar a afectar la funcionalidad de las tuberías y accesorios, debido a que sobrepasan los valores máximos de trabajo, tales como:

Exposición de la Tubería a Rayos U.V.
Las tuberías y accesorios Unión Mecánica SNAP no deben ser instaladas a la intemperie, debido a que los rayos ultravioletas debilitan los valores de resistencia al impacto. De igual forma la tubería y accesorios que son almacenados expuestos a rayos ultravioleta no debe superar un periodo de 60 días. En caso de requerir un almacenamiento por un periodo superior la tubería deberá almacenarse bajo techo.

Exposición de Altas Temperaturas
El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido por calor, por ende, no debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima que puede ser sometida la tubería en almacenamiento es de 45°C.

Temperaturas del Fluido
La temperatura de trabajo del fluido a transportar por la tubería y accesorios Unión Mecánica SNAP es máxima de 45°C, para uso de la tubería con temperaturas mayores, favor comunicarse con el departamento de calidad de Durman.

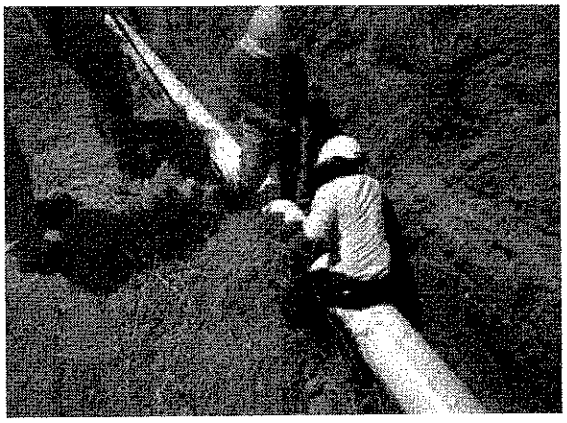
Solventes
No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.

Material Punzante
No someta la tubería y accesorios Unión Mecánica SNAP a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulares de tamaño mayores a 1 1/4".

Condiciones Adicionales
Cualquier otro tipo de condición especial distinta a las expuestas anteriormente y que pueda afectar la funcionalidad de las tuberías y accesorios Unión Mecánica SNAP, por favor ponerse en contacto con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía.

2.5 Vida Útil

La vida útil de la tubería y accesorios Unión Mecánica SNAP, bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación, instalación, operación y servicio será de mínima 50 años. Lo anterior expuesto no se constituye como garantía explícita del producto.

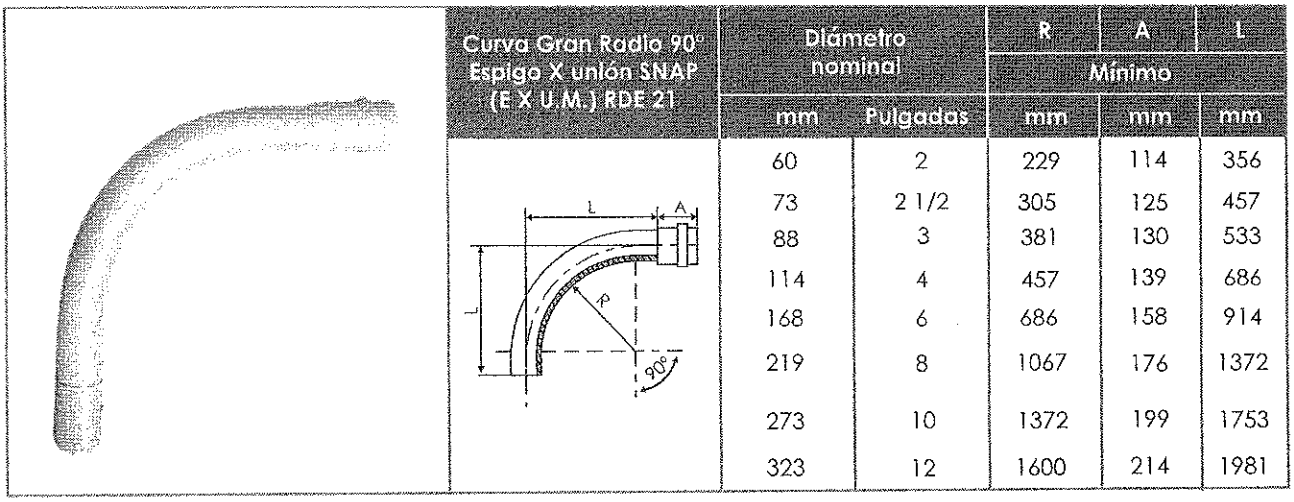


2.6 Uso Recomendado

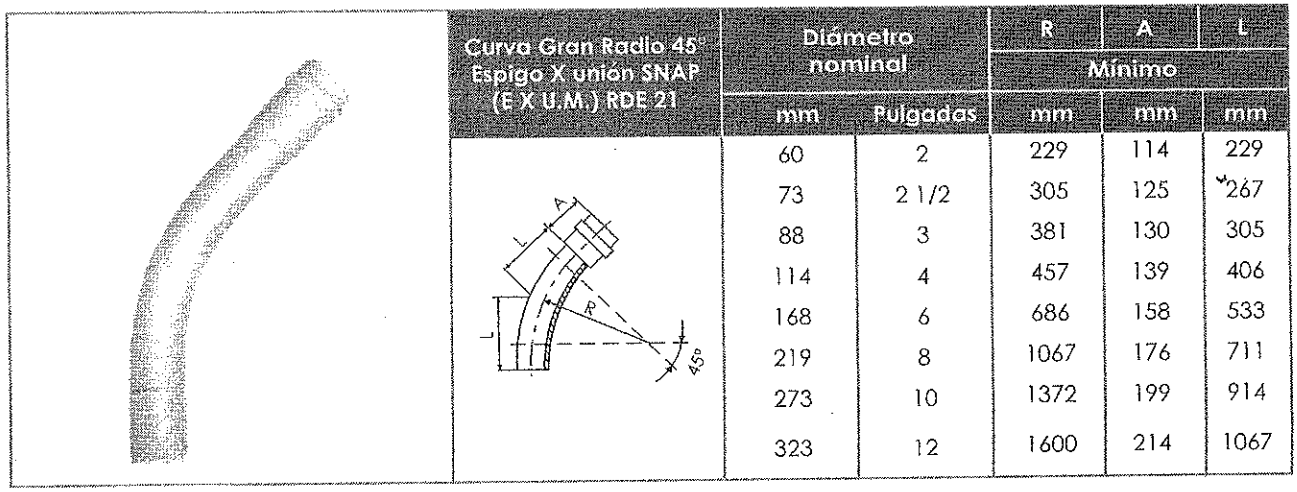
La tubería Unión Mecánica SNAP, constituye la solución más práctica y versátil para los sistemas de acueducto y otras aplicaciones en donde se requiere el transporte de agua a presión. A continuación, se describen sus ventajas:

- Mayor capacidad hidráulica. Ks = 0.0015 mm (Darcy Weisbach) C=150 mm (Hazen Williams)
- Altos rendimientos en la ejecución en obra, liviana y fácil de ensamblar.
- Mayor vida útil.
- Diseño integral del sello elastomérico, garantizando hermeticidad y eficiencia que aumenta con la presión hidráulica interna.
- Diseño especial que permite un amplio grado de movimiento axial causados por asentamientos de los terrenos y por las expansiones y contracciones originadas por los cambios de temperatura.

2.7 Portafolio de Accesorios



Curva Gran Radio 90° Espigo X unión SNAP (E X U.M.) RDE 21	Diámetro nominal		R	A	L
			Mínimo		
	mm	Pulgadas	mm	mm	mm
	60	2	229	114	356
	73	2 1/2	305	125	457
	88	3	381	130	533
	114	4	457	139	686
	168	6	686	158	914
	219	8	1067	176	1372
	273	10	1372	199	1753
	323	12	1600	214	1981

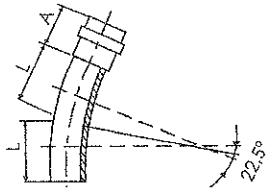


Curva Gran Radio 45° Espigo X unión SNAP (E X U.M.) RDE 21	Diámetro nominal		R	A	L
			Mínimo		
	mm	Pulgadas	mm	mm	mm
	60	2	229	114	229
	73	2 1/2	305	125	267
	88	3	381	130	305
	114	4	457	139	406
	168	6	686	158	533
	219	8	1067	176	711
	273	10	1372	199	914
	323	12	1600	214	1067

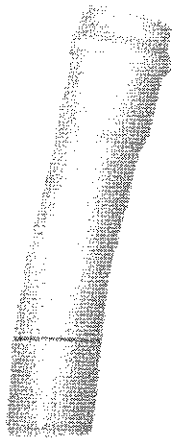
Tabla 3. Dimensiones accesorios SNAP



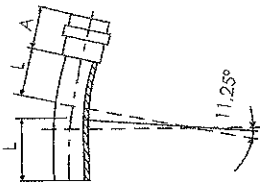
Curva Gran Radio 22,5° Espigo X unión SNAP (E X U.M.) RDE 21



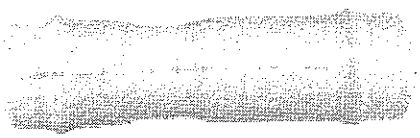
Diámetro nominal		R	A	L
		Mínimo		
mm	Pulgadas	mm	mm	mm
60	2	229	114	178
73	2 1/2	305	125	216
88	3	381	130	229
114	4	457	139	305
168	6	686	158	381
219	8	1067	176	508
273	10	1372	199	686
323	12	1600	214	762



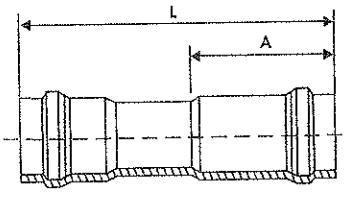
Curva Gran Radio 11,25° Espigo X unión SNAP (E X U.M.) RDE 21



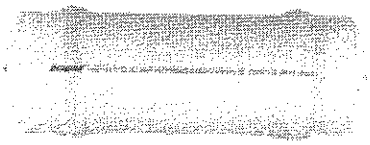
Diámetro nominal		R	A	L
		Mínimo		
mm	Pulgadas	mm	mm	mm
60	2	229	114	152
73	2 1/2	305	125	191
88	3	381	130	191
114	4	457	139	279
168	6	686	158	318
219	8	1067	176	406
273	10	1372	199	521
323	12	1600	214	559



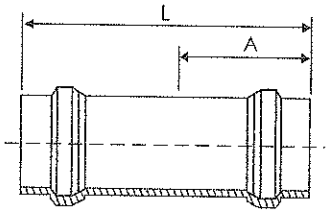
Unión de reparación RDE 21



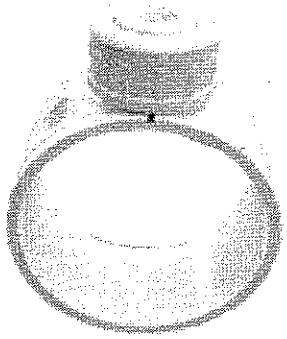
Diámetro nominal		R	A
		Mínimo	
mm	Pulgadas	mm	mm
60	2	440	215
73	2 1/2	500	245
88	3	520	255
114	4	530	265
168	6	690	335
219	8	740	360
273	10	880	420
323	12	900	430



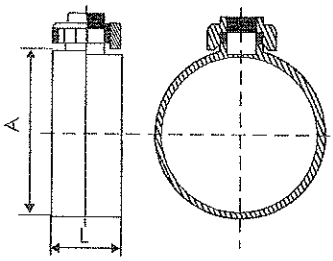
Unión Rápida RDE 21



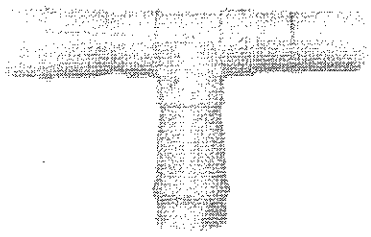
Diámetro nominal		R	A
		Mínimo	
mm	Pulgadas	mm	mm
60	2	360	215
73	2 1/2	370	245
88	3	390	255
114	4	430	265
168	6	530	335
219	8	580	360
273	10	610	420
323	12	720	430



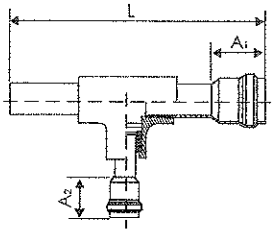
Collar de Derivación



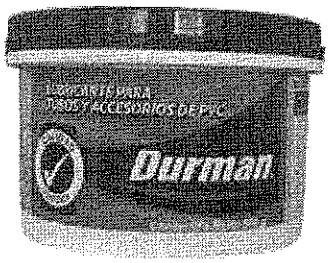
Diámetro nominal		R	A
		Mínimo	
mm	Pulgadas	mm	mm
60 x 21	2 x 1/2	51	60
60 x 26	2 x 3/4	51	60
73 x 21	2 1/2 x 1/2	51	73
73 x 26	2 1/2 x 3/4	51	73
88 x 21	3 x 1/2	60	88
88 x 26	3 x 3/4	60	88
114 x 21	4 x 1/2	61	114
114 x 26	4 x 3/4	61	114
168 x 21	6 x 1/2	71	168
168 x 26	6 x 3/4	71	168



Tee Ensamblada



Diámetro nominal		R	A	L
		Mínimo		
mm	Pulgadas	mm	mm	mm
60 x 60 x 60	2" x 2" x 2"	565	127	127
88 x 88 x 88	3" x 3" x 3"	620	168	168
114 x 114 x 114	4" x 4" x 4"	650	191	191
88 x 60 x 88	3" x 2" x 3"	620	168	127
114 x 60 x 114	4" x 2" x 4"	645	191	127
114 x 88 x 114	4" x 3" x 4"	625	191	168



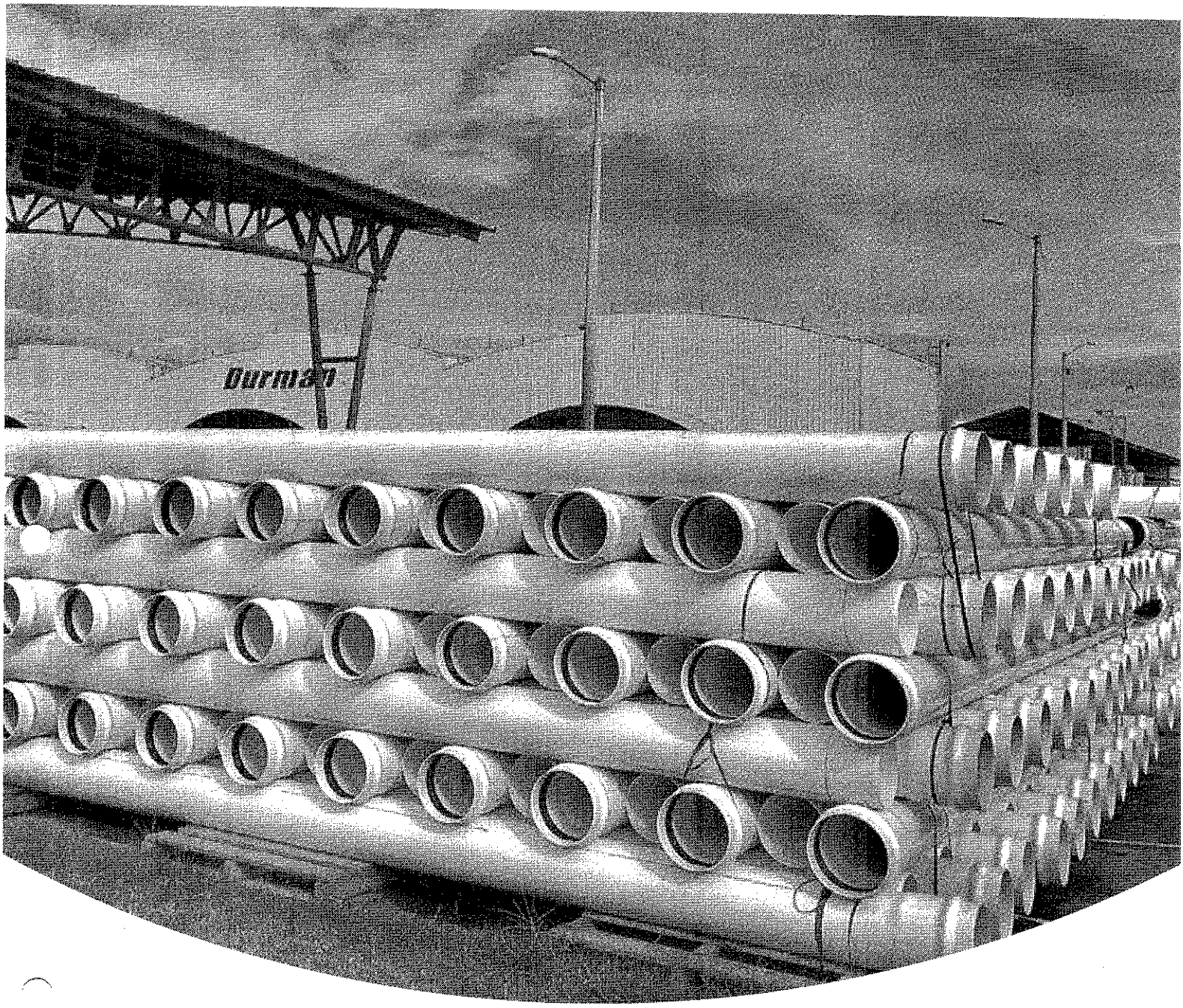
Lubricante SNAP

Presentación de 500 g (1 libra)



Lubricante SNAP

Presentación de 1000 g (2 libras)



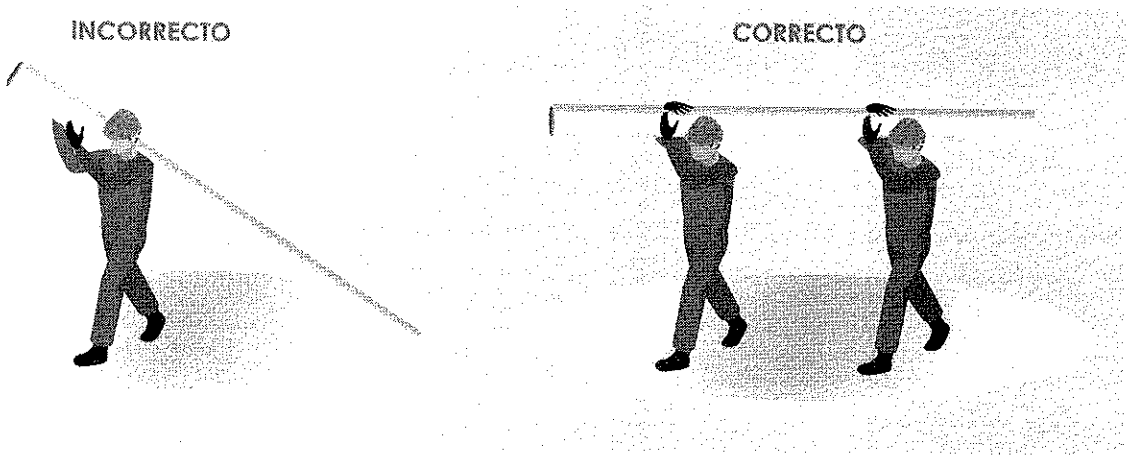
3. Manejo, Transporte y Almacenamiento

Durman
by aliaxis

3.1 Manejo

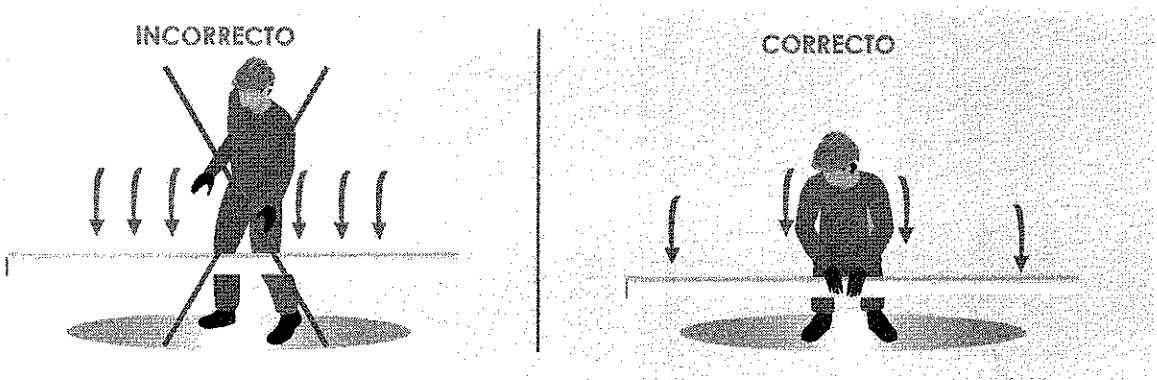
El manejo de las tuberías y accesorios Unión Mecánica SNAP se puede realizar tanto manual como con equipos según sea el diámetro de la tubería a manipular y características del proyecto, garantizando que la tubería y accesorios no sufran afectaciones durante los procesos de instalación, manipulación, transporte y almacenamiento en obra.

- Las tuberías y accesorios no deben ser golpeados ni arrastrados, a tal efecto se evite el deterioro y fatiga de los materiales que puedan afectar la vida útil del producto.



- Antes de realizar manipulación del producto, se debe verificar que la tubería este vacía y no presente golpes ni abolladuras.

- No se deben someter las tuberías y accesorios a caídas o descensos no controlados, se debe garantizar la estabilidad de cada elemento en todo momento.

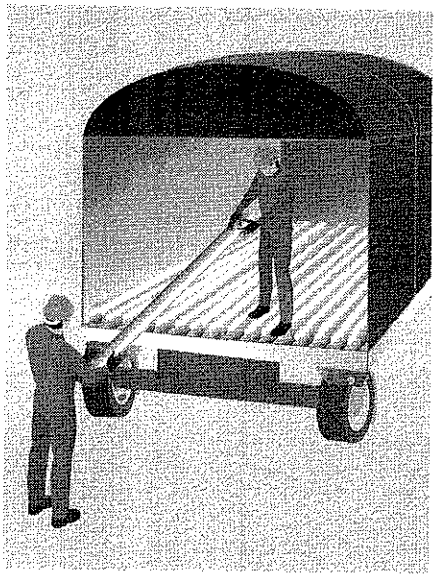


Durante la carga y descarga de los tubos no los arroje al piso, ni los golpee.

- Los elementos que entren en contacto con la tubería para proceso de izaje no deben ser metálicos, se recomienda que sean correas de lona ancha tipo eslingas.

Oaliaxis

3.2 Transporte

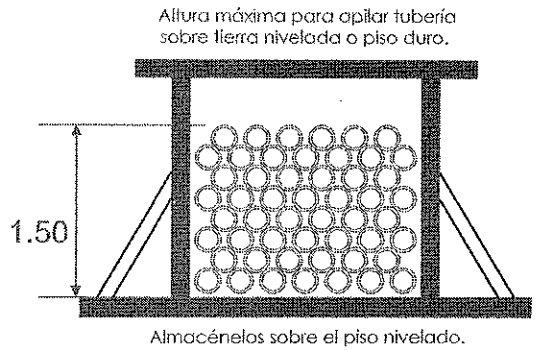


- Es ideal utilizar vehículos en los que su plataforma sea totalmente lisa, libre de clavos, tornillos o elementos que puedan llegar a generar daño a la tubería.
- En caso de que el vehículo no tenga la plataforma otamente lisa, se recomienda colocar listones de madera para compensar dicha superficie y evitar daños de la tubería.
- Cuando se da el transporte de tuberías en un mismo vehículo con distintos diámetros, las tuberías de mayor diámetro deben ir en la parte inferior.
- En dado caso que se requiera asegurar la tubería, no se recomienda el uso de elementos metálicos, ya que estos pueden llegar a cortar la tubería, en cambio se recomienda el uso de correas de lona o cuerdas.
- No colocar carga adicional sobre la tubería.
- Se debe dejar libres las campanas de la tubería, alternando las campanas y los espigos con el fin de evitar deformaciones innecesarias por mal almacenamiento en el transporte, las cuales pueden generar inconvenientes en la instalación de la tubería.
- Se recomienda proteger el extremo de la tubería en caso de que sobresalga de la plataforma del vehículo. Siendo esta la parte más expuesta, en los casos que exista posibilidad de sufrir daño durante el transporte.
- Se debe evitar que las tuberías rueden y sufran impactos durante el transporte, se recomienda que la tubería se sujete con correas de lona ancha o cuerda.

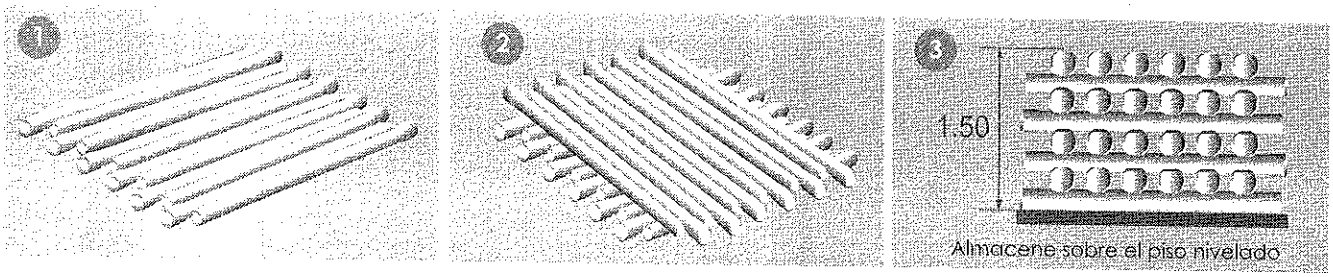
3.3 Almacenamiento

- La tubería debe ser almacenada en una zona totalmente plana, aislada del terreno por soportes espaciados cada 2.0 m, con el fin de evitar el pandeo de los tubos y que estos no queden en contacto con los extremos.

- La tubería debe apilarse con una altura máxima de 1.5 m, para valores superiores se debe disponer un nuevo soporte, con el fin de evitar deformaciones en la tubería y riesgos para el personal que la manipule.

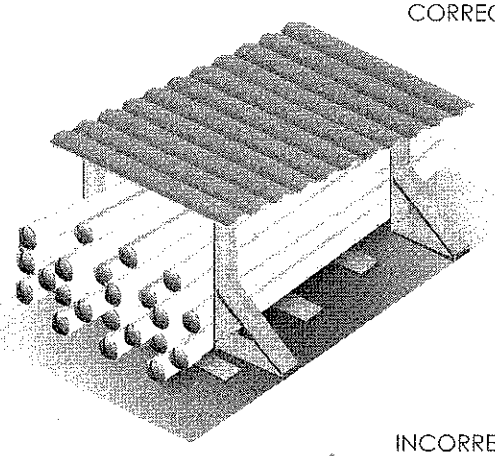


- Las campanas deben quedar libres e intercaladas campanas y espigos.

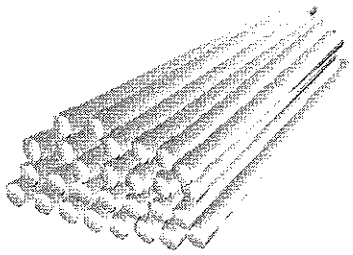


- En caso de que la tubería tenga un periodo de almacenamiento extenso, se debe revisar el estado de los elastómeros antes de su instalación.
- La tubería de PVC es susceptible de afectaciones si se almacena cerca de fuentes de calor.
- La tubería se debe disponer levantándola o deslizándola de forma lenta, con el fin de evitar posible maltrato del producto.
- Si el almacenamiento se realiza a la intemperie y su duración es superior a 60 días, se debe cubrir la tubería con un material opaco garantizando una adecuada ventilación, evitando de esta manera afectaciones que los rayos ultravioletas le puedan generar a la tubería. Se recomienda dejar una distancia mínima de 0.80 metros entre el recubrimiento y la tubería.

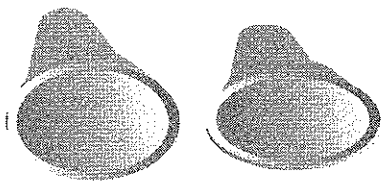
CORRECTO



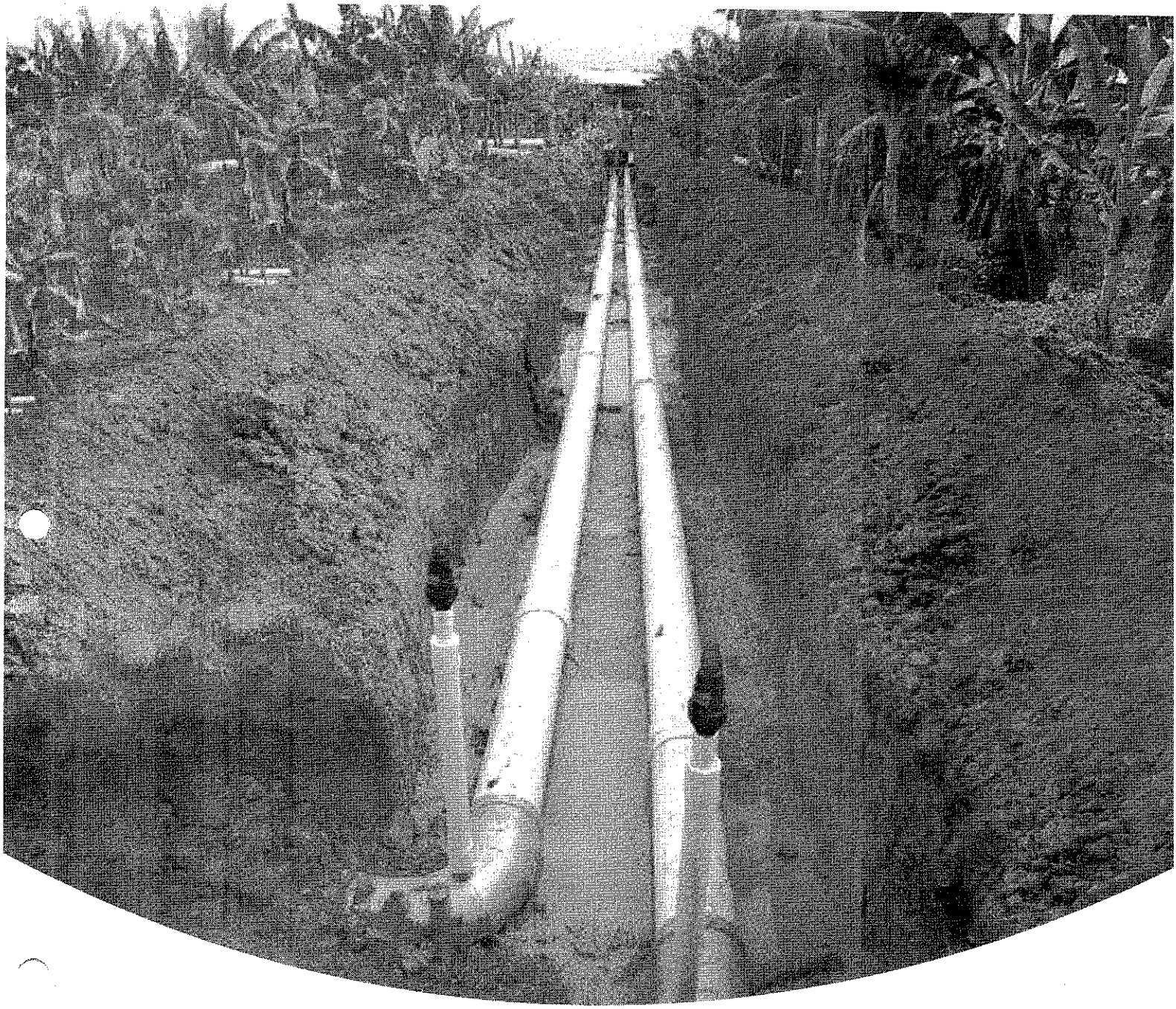
INCORRECTO



- Los accesorios deben ser almacenados bajo techo y ubicados sobre una superficie plana, evitando posibles golpes que puedan afectar su integridad.



Campanas deformadas debido al incorrecto almacenamiento



4. Instalación de Tuberías y Accesorios

La vida útil del sistema Unión Mecánica SNAP se determina tanto por la calidad del producto como por los procesos de instalación y operación del sistema. Factores como dimensión de la zanja, tipos de materiales, anclajes, y en general todos los procedimientos relacionados con la instalación de la tubería son elementos importantes que definen la durabilidad de la tubería.

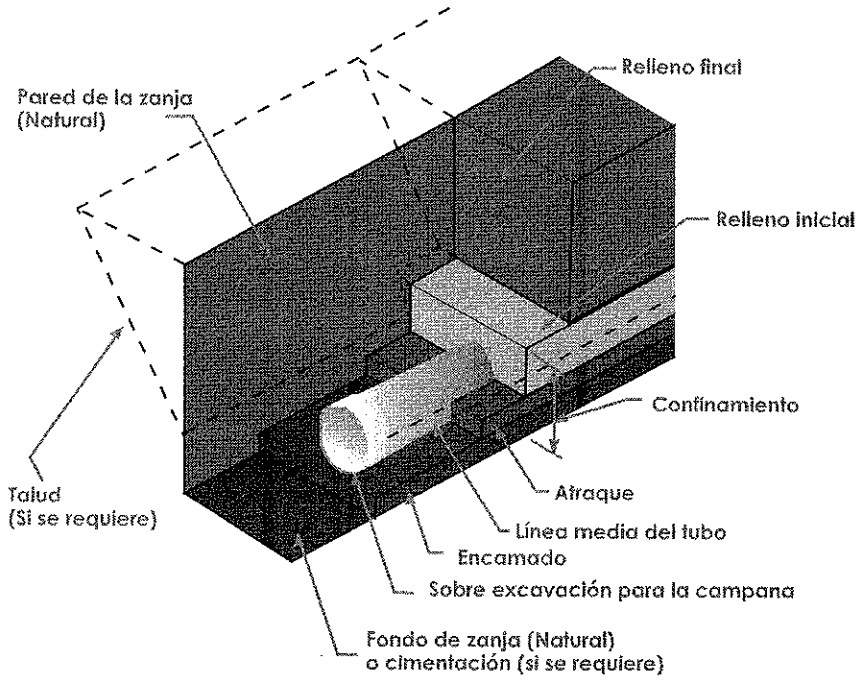


Ilustración 1. Elementos de la zanja

4.1 Dimensiones de la zanja

Las zanjas pueden ser lugares peligrosos, por lo que el contratista es responsable de garantizar que todos los reglamentos hayan sido acatados y que se proporciona la protección de los trabajadores y el público en general.

Cuando las paredes de las zanjas sean estables o están sostenidas, se debe dar el ancho suficiente, pero no mayor que el necesario para garantizar que el área de trabajo sea segura y adecuada para compactar el encamado, atraque, relleno inicial y otros materiales de recubrimiento. El espacio entre la tubería y las paredes de la zanja debe ser lo suficientemente amplio de modo que permita el uso del equipo de compactación en la zona de la tubería.

Los anchos mínimos no deben ser menores que el diámetro exterior del tubo más 0.40 m o el diámetro exterior del tubo multiplicado por 1.25, más 0.30 m, el que resulte mayor.

En ciertas condiciones, un ancho mínimo de material de relleno es requerido para asegurar que la adecuada rigidez del mismo se desarrolla para soportar la tubería. Estas condiciones se presentan donde la resistencia lateral del suelo in-situ es insignificante, tal como un suelo muy pobre (por ejemplo, suelo orgánico, suelo saturado o material altamente expansivo) o a lo largo de terraplenes en carreteras. Bajo estas condiciones y para una tubería de 12" o menos, el recubrimiento debe ser colocado y compactado hasta un punto de al menos 2.5 diámetros de tubería para cada lado de la misma.

Para tubería mayor de 12", el ancho de excavación se podrá definir considerando 2 veces el diámetro más 0.30 m.

Mantenga relacionadas las tres operaciones básicas: excavación, tendido de la tubería y relleno. La extensión más corta posible de la zanja abierta reduce la posibilidad de problemas asociados con el agua, terreno intemperizado, daño por impactos, flotación y tráfico.

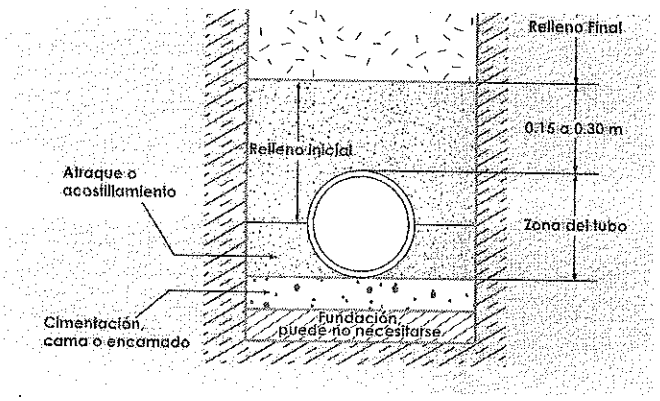


Ilustración 2. Zonas de conformación cimentación

4.2 Profundidad (Resolución 0330 de 2017 y Resolución 0799 de 2021)

La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución no debe exceder de 1.50 m, medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno. En cuanto a la profundidad mínima de instalación, se debe cumplir con lo definido en la siguiente tabla:

Servidumbre	Profundidad a la clave de la tubería (M)	
	Zona urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0.60	1.00
Vías vehiculares	1.00	1.00

Tabla 4. Profundidades mínimas de instalación

4.3 Clasificación de suelo

Los tipos de suelos que se utilizan o se encuentran al instalar tuberías enterradas varían de acuerdo con sus propiedades y la manera en que disipan las cargas recibidas.

Mantenga relacionadas las tres operaciones básicas: excavación, tendido de la tubería y relleno. La extensión más corta posible de la zanja abierta reduce la posibilidad de problemas asociados con el agua, terreno intemperizado, daño por impactos, flotación y tráfico.

Clase de suelo	Grupo de suelo	
Clase I	Roca triturada 100% pasa el tamiz 1 ½ de pulgada; ≤ 15% pasa el tamiz #4; ≤ 25% pasa el tamiz 3/8 de pulgada; ≤12% pasa el tamiz #200.	
Clase II	Suelos limpios de grano grueso o cualquier suelo cuya designación empiece con uno de estos símbolos (pueden tener hasta 12% de finos) Arenas de gradación uniforme (SP) con mas de 50% de material pasando el tamiz #100 deben ser consideradas como material Clase III	GW, GP, SW, SP.
Clase III	Suelos de grano grueso con finos o cualquier suelo cuya designación empiece por alguno de estos símbolos Suelos arenosos o gravosos de grano fino o cualquier suelo cuya designación empiece por alguno de estos símbolos y con ≥30% de material retenido en el tamiz #200.	GN, GC, SM, SC ML, CL
Clase IV	Suelos de grano fino o cualquier suelo cuya designación empiece por alguno de estos símbolos y con ≤ 30% de material retenido en el tamiz #200	ML, CL
Clase V	Suelos de grano fino, suelos orgánicos, limos y arcillas altamente compresibles, suelos orgánicos.	MH, CH, OL, OH. Pt

Tabla 5. Clasificación de suelos

4.4 Control de agua

En caso de presencia del nivel freático sobre el fondo de la zanja, debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la tubería sea instalada y conformado el lleno al menos un diámetro sobre la clave de la tubería para evitar flotación.

Cuando se presenten aguas subterráneas en el lugar de trabajo éstas deben ser desalojadas para mantener la estabilidad de los materiales. Se debe procurar mantener el nivel de agua por debajo del encamado y de los cimientos de la tubería para dar una base estable a la zanja. Se debe usar el equipo y procedimientos necesarios, como bombas, geotextiles, filtros y demás elementos que permitan remover y controlar el agua en la zanja. Se debe mantener el agua controlada en la zanja antes, durante y después de la instalación de la tubería y hasta que el relleno esté completo y se haya colocado suficiente material (se recomienda una altura de 2 veces el diámetro) para prevenir que la tubería flote.

4.5 Fondo de zanja

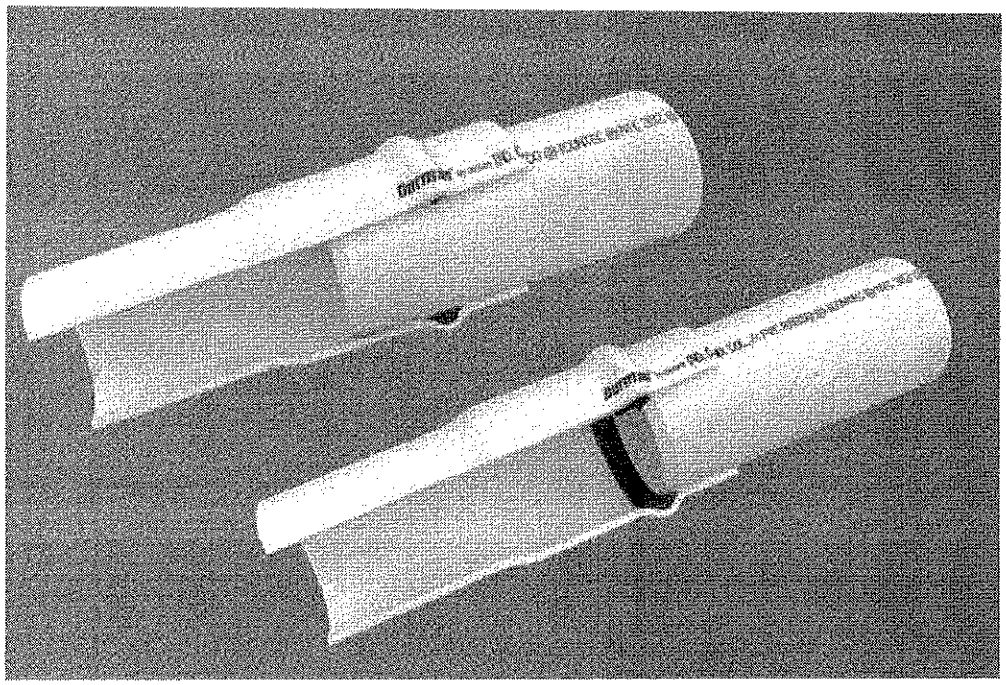
El fondo de la zanja debe estar libre de rocas u objetos duros que puedan afectar la integridad de la tubería o accesorios, en caso contrario, se recomienda excavar a una profundidad mínima de 0.10 m bajo la cota batea de la tubería y utilizar una capa de material compactado Clase I ó II **(Ver Tabla 4. Clasificación de suelos) de relleno como encamado (Ver Gráfico 2. Zonas de conformación cimentación).**

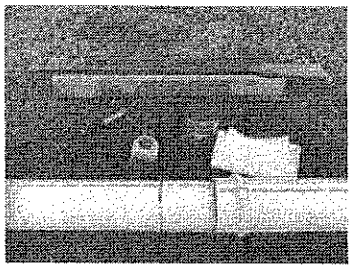
Esta zona debe conformarse de manera uniforme brindando un apoyo continuo y estable a la tubería.

El encamado puede o no ser compactado, pero en cualquiera de los dos casos las campanas salientes de la tubería deberán rebajarse debidamente en el fondo de la zanja para que toda la tubería sea soportada de manera uniforme.

4.6 Ensamble de juntas

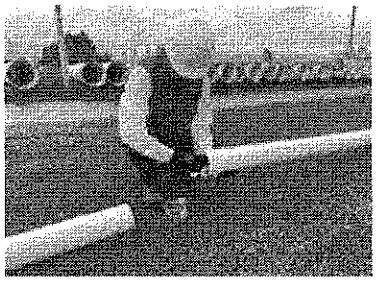
El tipo de junta de la tubería y accesorios de PVC Unión Mecánica SNAP corresponde a ensamble unión mecánica (campana por espigo), utilizando sellos elastoméricos con alma de acero, especialmente diseñados para cumplir con un óptimo desempeño hidráulico, garantizando completa hermeticidad ante los distintos requerimientos de presión del sistema de acueducto.





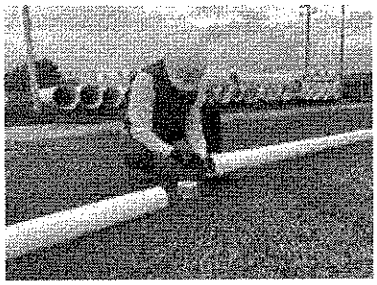
1. Aliste los elementos necesarios para el ensamble.

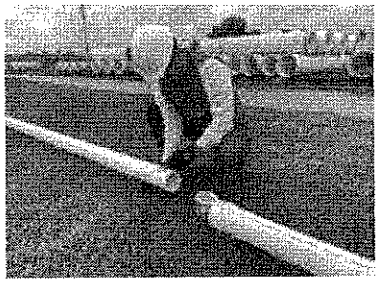
2. Limpie con un trapo seco y limpio la parte interior de acampana y el sello elastomérico junto con la parte exterior del tubo a instalar.

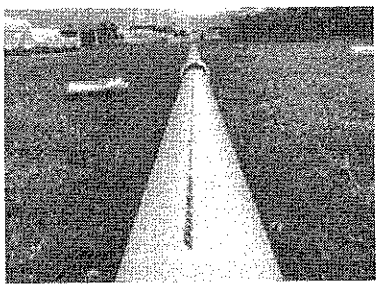




3. Aplique lubricante ***Durman®*** generosamente al interior de la campana,en el sello elastomérico y el espigo de la tubería.

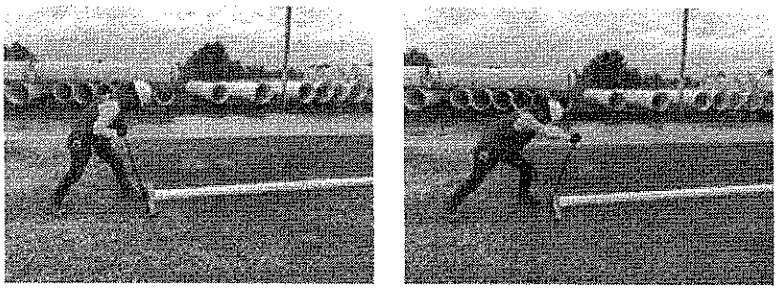






4. Asegúrese de alinear la campana con el tubo e introduzca el espigo. Se recomienda el uso de un bloque de madera en el extremo del tubo, con el fin de protegerlo del equipo o herramienta de empuje.

5. Aplique presión constante en dirección al eje longitudinal de la tubería logrando que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana hasta finalizar la inserción. Antes de realizar este proceso se recomienda verificar la longitud de inserción (ingreso del espigo dentro de la campana) de manera tal se genere solo el esfuerzo necesario para un adecuado acople espigo-campana.



Una vez ubicada la tubería y realizado los ensambles, debe iniciarse el relleno con un material fino y compactarse perfectamente alrededor de la tubería. Las campanas deben quedar expuestas inicialmente.

4.7 Relleno inicial

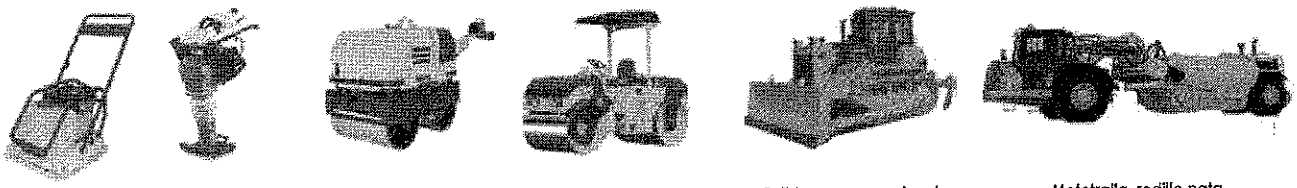
El material colocado encima de la tubería a una altura de entre 0.15 m y 0.30 m sobre la parte superior de la tubería es el relleno inicial. El tamaño máximo granular en el relleno inicial, cuando no se especifique, debe ser de 38 mm (1 1/2'').

4.8 Relleno final

El material colocado encima del relleno inicial hasta la parte superior de la zanja es el relleno final. Si no se especifica, el material del relleno final puede contener rocas grandes de hasta 4" de diámetro y puede constar de material producto de excavación.

La zona de Relleno Final permite atenuar la carga soportada por el tubo, los requerimientos de densidad de esta capa se determinan de acuerdo con las especificaciones de obra acorde al uso del nivel de la rasante. Esta zona frecuentemente se conforma con material seleccionado proveniente de la excavación, que no contenga limo orgánico, material vegetal, desperdicios o escombros. Este relleno se realiza en capas de 0.15 metros hasta llegar al nivel deseado, usualmente se exige una densificación mínima de 90% de Próctor Estándar modificado.

Para los casos en que las redes sean instaladas en vías o en pasos vehiculares el material a usar debe tener las características necesarias para soportar las cargas y evitar el hundimiento de la vía.



Plancha vibratoria manual
0.15 m <Hr min > 0.20m

Canguro manual
0.20 m <Hr min > 0.30m

Rodillo vibratorio manual
Hr min > 0.40m

Aplanadora vibratoria
Hr min > 0.55m

Buildozar convencional
Hr min > 0.60m

Mototralla, rodillo pata de cabra y/o similar
Hr min > 0.60m

Ilustración 3. Equipos de compactación según la altura de relleno

Los materiales Clase I, II o III (Ver tabla 5) son recomendados en la zona de confinamiento (encamado, atraque y relleno inicial), estos deben ser compactados y conformados en capas, mecánica o manualmente de acuerdo con el diámetro de la tubería, profundidad de instalación y clase de material.

A continuación, se presenta el tamaño máximo de las partículas de material en contacto con el tubo según su diámetro.

Diámetro Tubería	Tamaño máximo de las partículas
≤ 4" (114 mm)	½" (13 mm)
6"- 8" (168 mm- 219 mm)	¾" (19 mm)
10"-16" (273 mm – 406 mm)	1" (25.4 mm)
>16" (406 mm)	1 ½" (38 mm)

Tabla 6. Tamaño máximo de las partículas

4.9 Bloques de Anclaje

En muchos lugares de una tubería presurizada, puede ocurrir un desequilibrio en las fuerzas hidrostáticas como resultado de la configuración de la tubería. Estas fuerzas desequilibradas se llaman fuerzas de empuje, las cuales pueden ocurrir en cualquier punto en un sistema de tubería donde cambia el área direccional o transversal del conducto de agua. Los instaladores de las tuberías deben equilibrar estas fuerzas por medio de pivotes de empuje o retenedores mecánicos mejor conocidos como atraques. A continuación, se describen tres áreas que requieren retención:

4.9.1 En válvulas

Todas las válvulas deben anclarse. Esto incluye válvulas instaladas en una cámara o en línea con la tubería, ya sea que esté en operación o no.

Instale barras de anclaje alrededor del cuerpo de la válvula y que queden embebidas en concreto debajo de esta. En caso de que sean instaladas en cámaras, se deben tener en cuenta las mismas consideraciones.

Durante el tiempo de curado del concreto se recomienda no dar apertura ni cierre a la válvula con el fin de evitar sobre esfuerzos al bloque de anclaje.

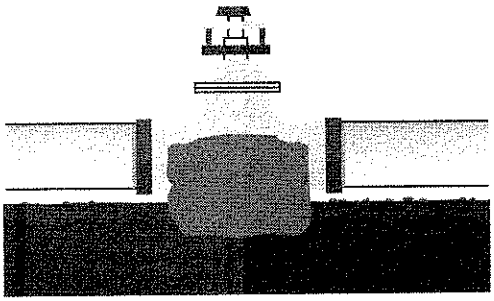


Ilustración 4. Bloques de anclaje en válvulas

4.9.2 En cambios de dirección (Vertical u Horizontal)

Los accesorios como codos, tes, o extremos cerrados, deben ser anclados ya que implican un cambio de dirección importante para el líquido.

4.9.3 En reducciones

El componente de empuje en reducciones dependerá de la magnitud de variación en la reducción y debe ser anclado de manera adecuada.

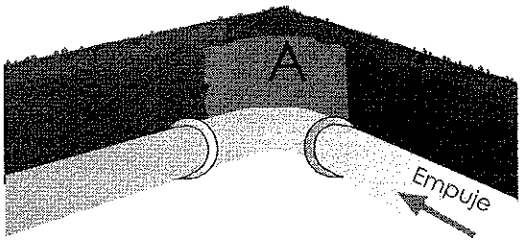
En cada punto de la línea donde se desarrollarán las fuerzas de empuje, vierta un bloque de concreto entre el accesorio y el suelo nativo no alterado al lado de la zanja. Use formaleta para construir el bloque y controle el vertido de concreto de manera que el área de contacto con la zanja proporcione el soporte necesario.

4.9.4 Capacidades de resistencia de suelos no alterados

- Material Orgánico (como tuba, etc): 0 PSI
- Arcilla blanda: 3.5 PSI
- Arena: 7 PSI
- Arena y grava: 10.5 PSI
- Arena y grava con arcilla: 14 PSI
- Arena y grava cementada con arcilla: 28 PSI
- Capa dura debajo de terreno blando: 35 PSI

Estas capacidades de resistencia del suelo son aproximadas y conservadoras. Para una precisión de diseño, recomendamos que un ingeniero competente en suelos realice pruebas de resistencia del suelo.

El área de resistencia recomendada que será establecida por el anclaje en concreto puede ser proporcionada por el ingeniero. El área también puede calcularse determinando el empuje total generado en el accesorio. Simplemente divida la resistencia de soporte del suelo entre el empuje desarrollado (fuerza en libras). El resultado es el área del suelo requerida para resistir el empuje (A). El área calculada será para el área de concreto frente a la pared de la zanja (es decir, el lado posterior del bloque).



$$\text{Área A} = \frac{\text{Fuerza de Empuje}}{\text{Resistencia de Soporte del Suelo}}$$

Ilustración 5. Capacidades de resistencia de suelos no alterados

Los sitios típicos de bloques de empuje (atraques) se muestran en la imagen a continuación:

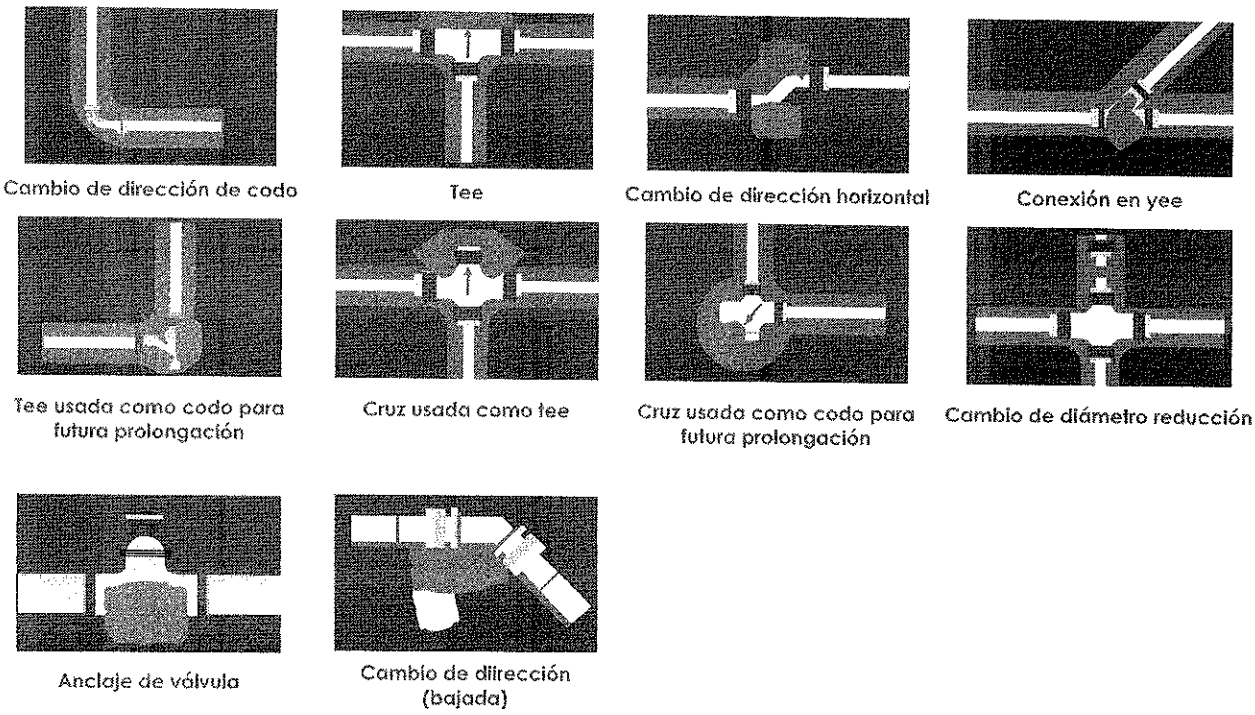


Ilustración 6. Ubicación típica de bloques de anclaje

Nota: Corte el área de soporte de la zanja usando herramientas manuales para estar seguro de que es suelo no alterado.

La dimensión del bloque de concreto depende de las siguientes variables:

- Presión maxima de operación o prueba.
- Diametro tubería.
- Diametro accesorio.
- Tipo de accesorio.
- Profundidad de instalación.
- Resistencia del suelo.

Se debe buscar el contacto del accesorio con la mayor área posible de concreto pero sin cubrirlo completamente, logrando que el bloque sirva para evitar el movimiento mismo del accesorio, y no impida las dilataciones naturales del PVC.

Nota: Para otra condición de anclaje o instalación favor comunicarse con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía.

4.9.5 Resistencia al empuje vertical

Cuando la tubería cambia de dirección hacia abajo para pasar debajo de un lecho de arroyo o carretera, etc. se desarrollará el empuje ascendente en el accesorio. Para este caso se debe anclar el accesorio como si fuera una válvula y asegúrese de que la base de concreto esté acuñada al suelo no alterado.

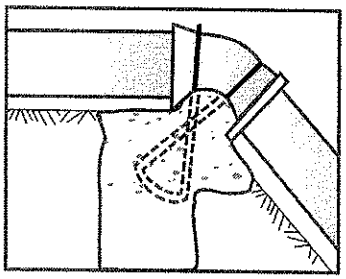


Ilustración 7. Resistencia al empuje vertical

4.9.6 Apoyo de tubería en pendientes pronunciadas

Las prácticas normales de cimentación para tuberías instaladas en una colina serán suficientes para evitar deslizamientos y desacoplamientos. Cuando el recubrimiento es menor que 1.5 m, las condiciones del suelo no son óptimas y cuando la pendiente es mayor que 20° (36% de pendiente), se recomienda un método especial de anclaje. En estos casos se recomienda tender la tubería con las campanas cuesta arriba y verter un bloque de concreto detrás de las campanas atracado a las paredes laterales de la zanja no alterada. Normalmente cada tercio de longitud de la tubería tendrá que ser anclada de esta manera para lograr una condición estable.

Nota: Para otra condición de anclaje o instalación favor comunicarse con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía.

4.10 Acometida domiciliaria

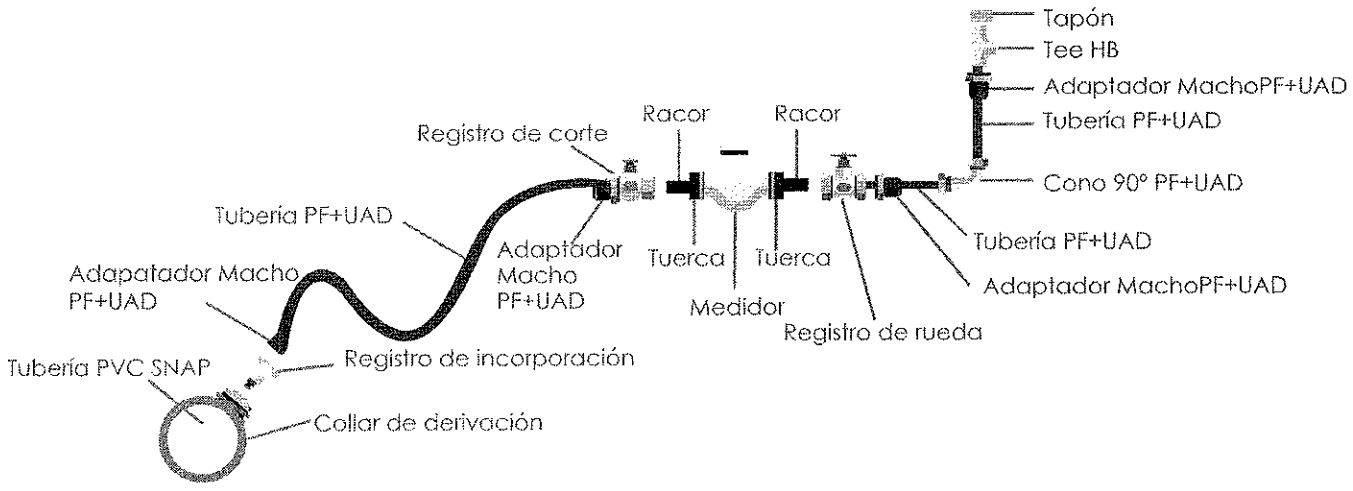


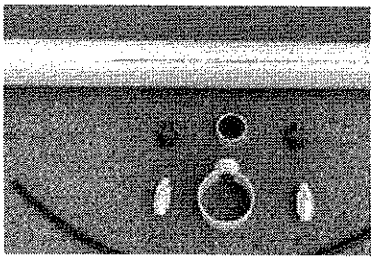
Ilustración 8. Acometida domiciliaria

479

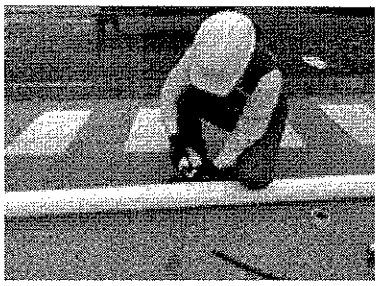
4.10.1 Proceso Instalación Acometida

4.10.1.1 Instalación con registros metálicos con adaptadores

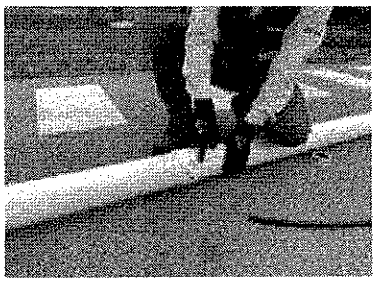
a. Aliste los elementos necesarios: Collar de derivación, registro de incorporación, adaptadores macho Durman, registro de corte, tubería PF + UAD Durman y cinta PTFE (teflón).



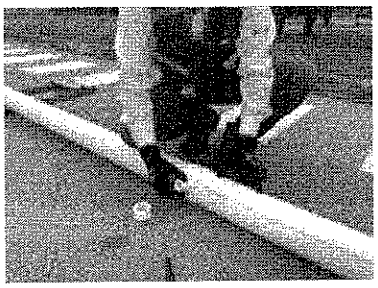
b. Quite la tuerca y el buje del collar, instale el collar en el tubo. Tenga precaución de no golpearlo.

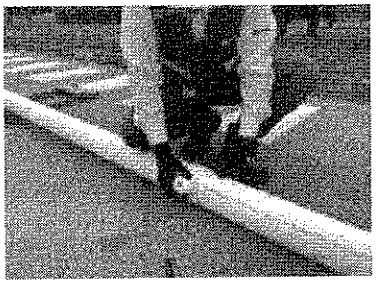


c. Ubique el collar en un ángulo de 45° en dirección a la cajilla del medidor.

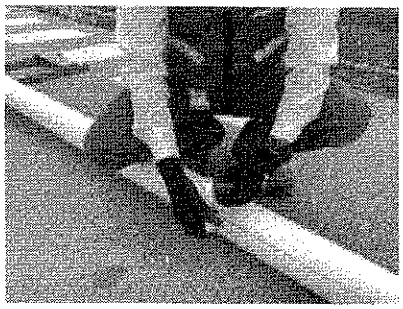
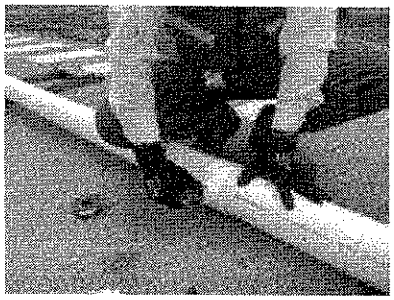


d. Ubique nuevamente el buje en el collar, siguiendo las guías del accesorio; coloque la tuerca, gírela manualmente y luego con la llave de cinta.

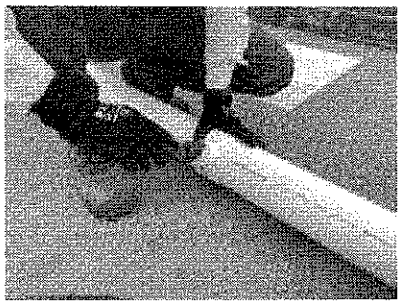
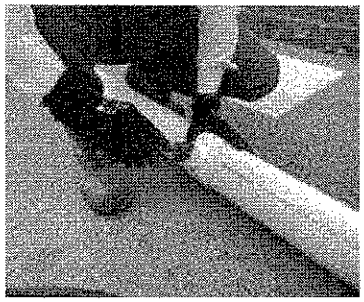




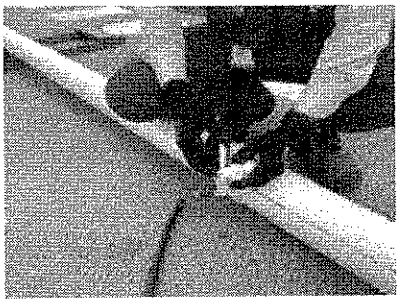
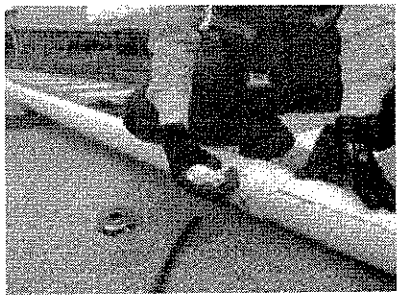
e. Coloque cinta PTFE (teflón) en la rosca del registro de incorporación e instalelo en el collar de derivación.

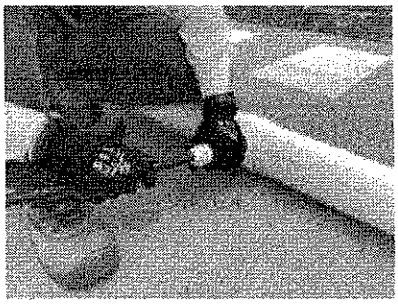
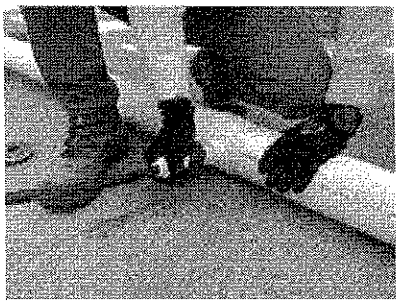
f. Introduzca en el registro de incorporación la herramienta o equipo para perforar el tubo, tenga en cuenta que la broca debe ser para metal. Una vez realizada la perforación retire la herramienta o equipo y cierre el registro.

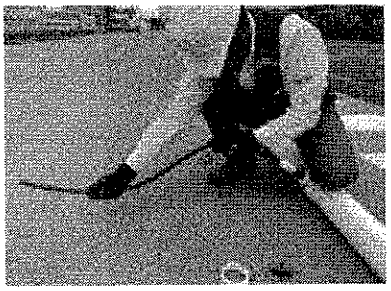
g. Coloque cinta PTFE (teflón) en la rosca del adaptador macho Durman e instálelo en el registro de incorporación, ajustándolo con una llave de tubo.

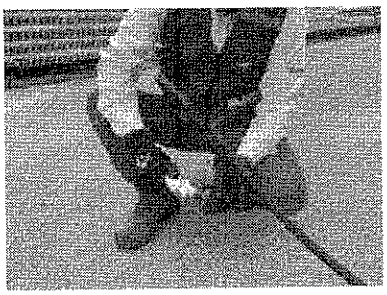
h. Desajuste la tuerca del adaptador macho Durman con el fin de facilitar el ingreso de la tubería PF+UAD, no sin antes verificar que esta no presente afectaciones para su instalación. Se recomienda realizar un pequeño bisel a la tubería que permita un acople más seguro. Realice un esfuerzo continuo a la tubería PF+UAD, logrando su inserción hasta el fondo del adaptador macho Durman. Finalmente realice el ajuste de la tuerca manualmente.

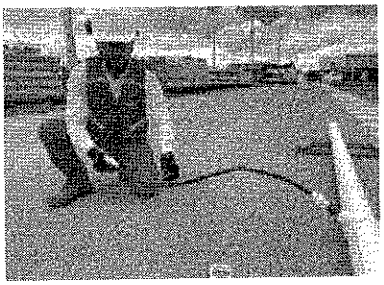



i. Tome la distancia entre la cajilla del medidor y el collar de derivacion, a esta medida aumentele algunos centimetros para el corte de la tubería PF+UAD, con el fin de mantener una longitud de reserva en caso de asentamientos del terreno, desplazamiento de la cajilla del medidor u otro requerimiento.



j. Coloque cinta PTFE (teflón) en la rosca del adaptador macho Durman e instálelo en el registro de corte, ajustándolo con una llave de tubo. Realizar los mismos pasos del numeral h.

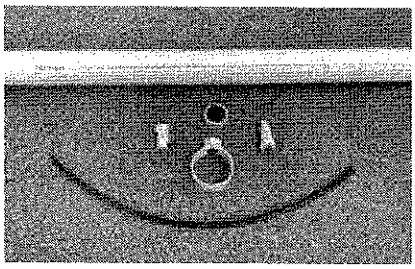




aliaxis

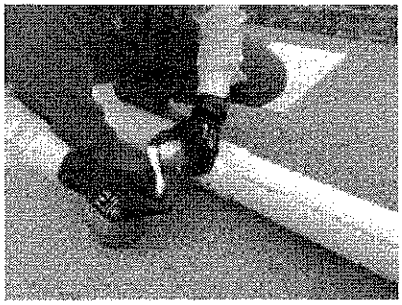
4.10.1.2 Instalación con registros sin adaptadores

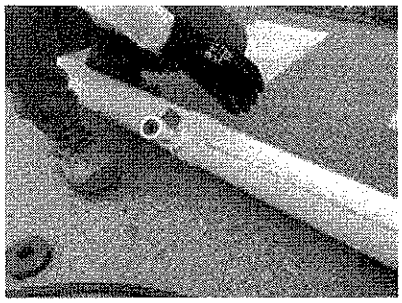
a. Aliste los elementos necesarios: Collar de derivación, registro de incorporación, registro de corte, tubería PF + UAD Durman y cinta PTFE (teflón).



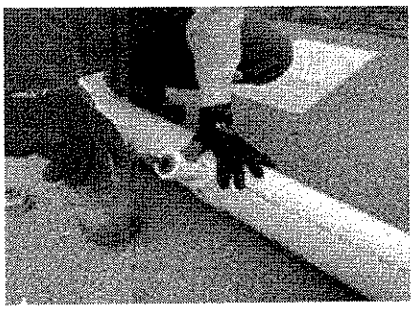
NOTA: Realice los pasos b,c y d del proceso "Instalación con registros metálicos con adaptadores"

b. Coloque cinta PTFE (teflón) en la rosca del registro de incorporación e instálelo en el collar de derivación.

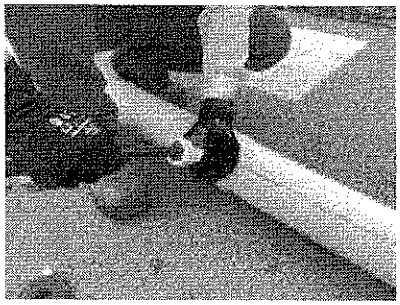
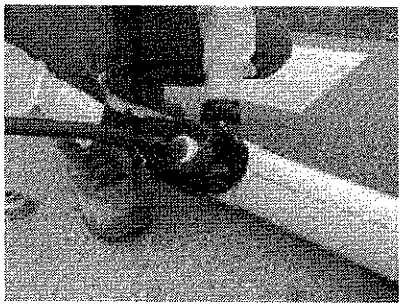




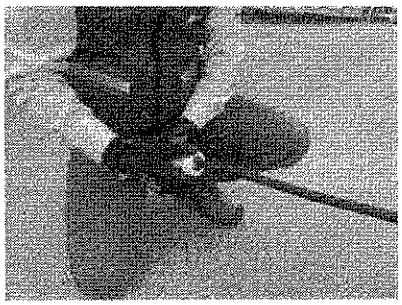
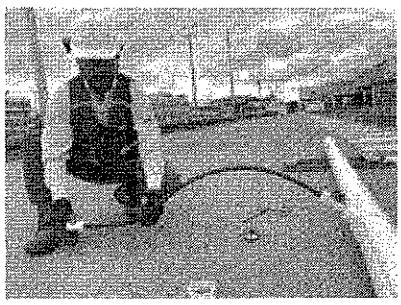
c. Introduzca en el registro de incorporación la herramienta o equipo para perforar el tubo, tenga en cuenta que la broca debe ser para metal. Una vez realizada la perforación retire la herramienta o equipo y cierre el registro.



d. Desajuste la tuerca del registro de incorporación con el fin de facilitar el ingreso de la tubería PF+UAD, no sin antes verificar que esta no presente afectaciones para su instalación. Se recomienda realizar un pequeño bisel a la tubería que permita un acople más seguro. Realice un esfuerzo continuo a la tubería PF+UAD, logrando su inserción hasta el fondo del registro. Finalmente realice el ajuste de la tuerca manualmente.

e. Tome la distancia entre la cajilla del medidor y el collar de derivación, a esta medida auméntele algunos centímetros para el corte de la tubería PF+UAD, con el fin de mantener una longitud de reserva en caso de asentamientos del terreno, desplazamiento de la cajilla del medidor u otro requerimiento. Finalmente realice los pasos del numeral d.

4.11 Curvatura longitudinal de la tubería

Existen dos métodos comunes usados para lograr cambios en la dirección de las tuberías: usando accesorios de PVC y flexionando la tubería misma.

4.11.1 Uso de accesorios de PVC

Las curvaturas de la tubería pueden lograrse usando accesorios de PVC. Los codos moldeados incluyen ángulos de deflexión de 11.25°, 22.5°, 45° y 90°. Para lograr cambios más grandes en la dirección, los accesorios ofrecen un grado adicional (1°) de capacidad de desviación en cada campana.

4.11.2 Radio de curvatura

Favorecidos por el material utilizado para la construcción de la tubería SNAP podemos someter la tubería a una fuerza para poder curvar el producto y tener una línea arqueada. Cuando el tubo es flexionado para establecer la curvatura, el radio mínimo es aproximadamente 250 veces el diámetro nominal de la tubería. El procedimiento es el siguiente:

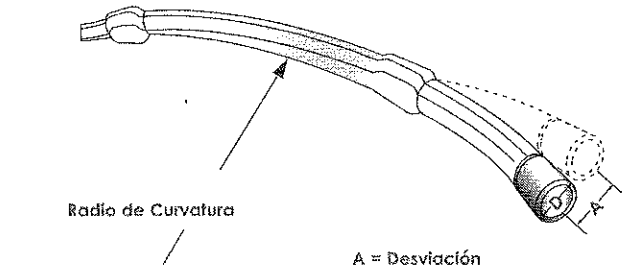
1. Haga un ensamble concéntrico como usualmente lo hace. Mantenga el espigo en alineación recta con la campana.

2. Coloque el material de atraque compactándolo alrededor de la unión ensamblada, de esta manera limitaremos su movimiento mientras se está haciendo la curvatura.

3. Coloque relleno compactado en el interior de la curva, en el punto medio de la longitud de la tubería, para formar un punto de apoyo.

4. Usando sólo esfuerzo manual (P), mueva la campana delantera de la longitud de la tubería que se curvará no más de la distancia de desviación (A) mostrada en la siguiente tabla.

5. No instale domiciliarias en la tubería desviada.



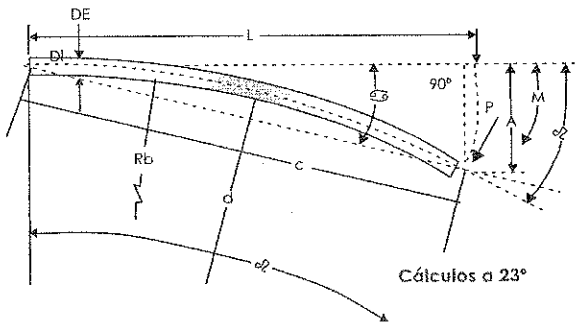


Ilustración 9. Radio de curvatura

Nota: Las tuberías desviadas deben marcarse claramente a lo largo de su longitud para evitar la posibilidad de que sean empalmadas en el futuro.

420

Durman
by aliaxis

Diámetro nominal		Desviación máxima	Radio de curvatura
mm	Pulg.	m	m
60	2	1,14	14
73	2 1/2	0,94	17
88	3	0,78	20
114	4	0,60	26
168	6	0,41	38
219	8	0,32	49
273	10	0,25	61
323	12	0,21	72
355	14	0,19	80
406	16	0,17	91
457	18	0,15	102
508	20	0,13	113

Tabla 7. Radio de curvatura tuberías SNAP

Diámetro nominal		Diámetro exterior promedio		Ángulo de curvatura		Fuerza lateral para desplazamiento						
						RDE 13,5	RDE 17	RDE 21	RDE 26	RDE 32,5	RDE 41	RDE 51
(mm)	(Pulg.)	(mm)	(Pulg.)	β (RAD)	β (grados)	P (Kg)	P (Kg)	P (Kg)	P (Kg)	P (Kg)	P (Kg)	P (Kg)
60	2	60,32	2,38	0,38	21,77			3,01	2,49	1,32	1,32	
73	2 1/2	73,02	2,88	0,31	17,76	7,34	4,96	5,37	4,43	2,82	2,29	
88	3	88,90	3,50	0,26	14,90	12,86	10,60	9,74	8,10	6,62	4,14	1,40
114	4	114,30	4,50	0,20	11,46	27,96	23,25	20,73	17,20	14,08	11,40	2,93
168	6	168,28	6,63	0,14	8,02	89,47	74,43	66,46	55,15	45,13	36,59	9,40
219	8	219,08	8,63	0,10	5,73	198,21		146,24	121,72	99,48	80,33	21,05
273	10	273,05	10,75	0,08	4,58			283,35	235,43	193,15	155,95	39,77
323	12	323,85	12,75	0,07	4,01			475,73	393,11	321,91	260,29	66,04
355	14	355,60	14,00	0,06	3,44			626,58	520,47	425,63	344,09	
406	16	406,40	16,00	0,06	3,44			935,94	776,88	636,34	514,31	
457	18	457,20	18,00	0,05	2,86			1332,79	1106,64	906,54	732,42	
508	20	508,00	20,00	0,05	2,86			1827,77	1517,89	1242,65		

Tabla 8. Fuerza lateral para desplazamiento

427

aliaxis

4.12 Lubricante

El lubricante Durman está diseñado para permitir el fácil desplazamiento del espigo del tubo dentro de la campana, garantizando la hermeticidad del sistema y la integridad del sello elastomérico.

Se debe evitar el uso de cualquier otro producto que sustituya la función del lubricante Durman, ya que este puede llegar a afectar la vida útil del sello elastomérico.

Aplique siempre el lubricante sobre el espigo del tubo y en la parte inferior de la campana.

En la tabla siguiente se describen los rendimientos típicos de instalación del lubricante Durman.

Rendimiento del lubricante			
Diámetro nominal		Numero de uniones por 500 gr	Numero de uniones por 1000 gr (2lb)
mm	pulgadas		
60	2	180	360
73	2 1/2	150	300
88	3	130	260
114	4	90	180
168	6	40	80
219	8	25	50
273	10	17	34
323	12	12	24
355	14	10	20
406	16	7	14
457	18	6	12
508	20	5	10

Tabla 9. Rendimiento de Lubricante

Para determinar la cantidad de lubricante requerido, es necesario conocer el número de juntas, las cuales se pueden determinar de la siguiente forma:

$$\frac{\text{\#de metros de tubería por diámetro}}{\text{longitud de tendido de tubería (m)}} = \text{\#de juntas}$$

$$\frac{\text{\#de pies de tubería por diámetro}}{\text{longitud de tendido de tubería (pies)}} = \text{\#de juntas}$$

$$\frac{\text{\#de juntas}}{\text{juntas por envase}} = \text{\#de envases}$$

4.13 Golpe de ariete

Una columna de líquido en movimiento tiene una inercia que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente la inercia se convierte en un incremento de presión. Estas sobre-presiones pueden llegar a ocasionar daños en cualquier tipo de tubería.

Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete y las causas principales son la apertura o cierre rápido de una válvula, el arranque y la parada de una bomba o la acumulación y movimiento de bolsas de aire dentro de las tuberías.

La sobrepresión máxima que se puede esperar al cerrar una válvula se calcula así:

$$P = \frac{aV}{g} \quad con:$$

$$a = \frac{1.420}{\sqrt{1 + (K/E)(RDE - 2)}}$$

En donde:

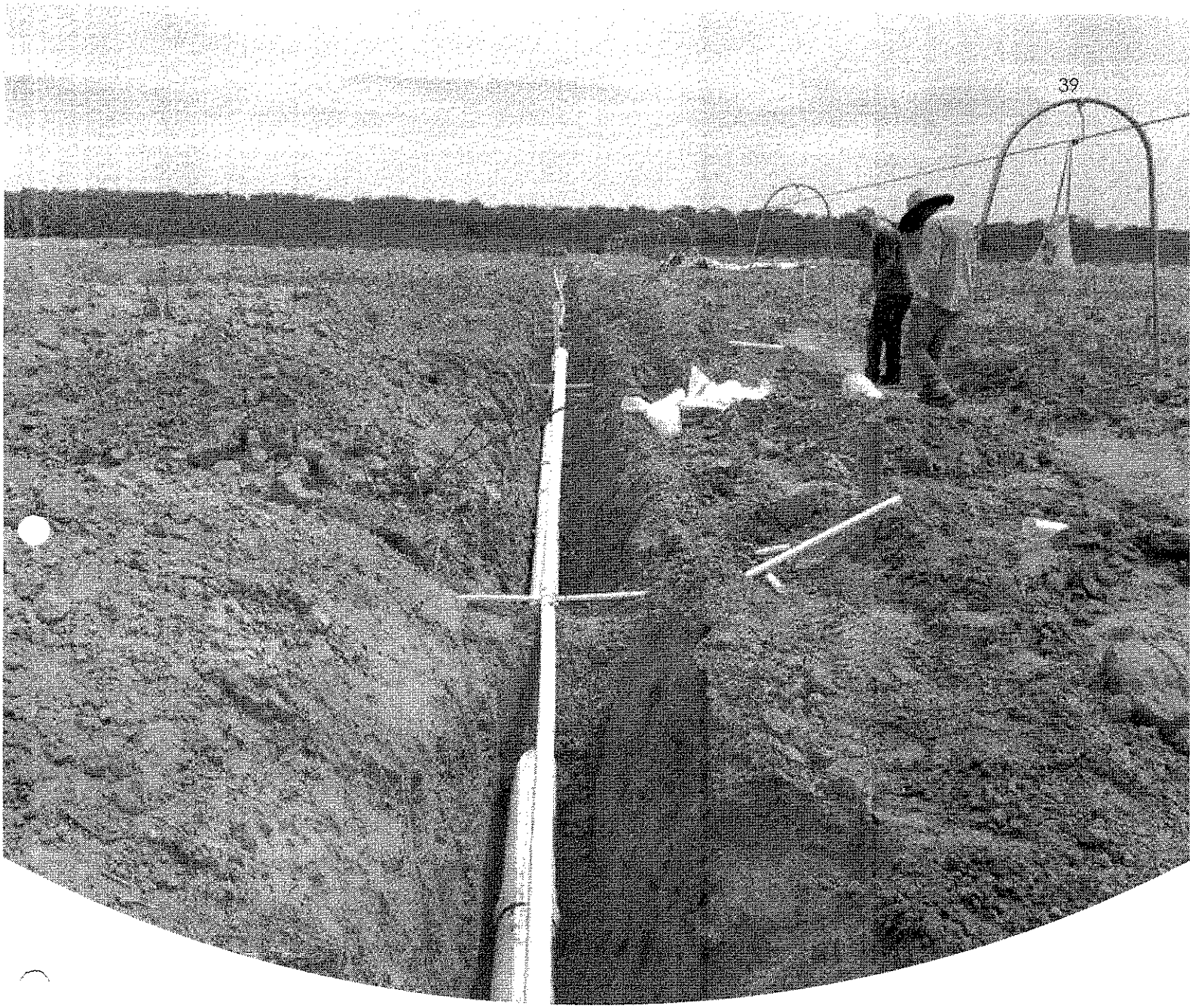
P= sobrepresión máxima en metros de columna de agua.
a= Velocidad de la onda (m/s).
V= Cambio de velocidad del agua (m/s).
g= Aceleración de la gravedad 9.81 m/s².
K= Módulo de compresión del agua 2.06 x 104 kg/cm².
E= módulo de elasticidad del tubo para PVC Tipo I, GRADO I = 2.81 x 104 kg/cm².
RDE= Relación diámetro exterior / espesor mínimo.

RDE	a (m/s)
13,5	462
17	410
21	368
26	329
32,5	294
41	261
51	234

Tabla 10. Valores de "a" en función de RDE

Para disminuir el riesgo ocasionado por el aire atrapado en las tuberías se debe mantener baja la velocidad durante el llenado de estas, la cual no debe superar los 0.3 m/s, especialmente en diámetros grandes.

Se deben instalar ventosas de doble o triple efecto en los puntos altos, bajos y a lo largo de tramos rectos y prevenir la entrada de aire en las bocatomas, rejillas, etc, manteniendo un flujo de agua continuo.



5. Puesta en servicio

Simplemente el llenar la tubería con la presión de la red impondrá ciertas tensiones en la tubería y sus aditamentos. A continuación, se presenta una lista de verificación para ensayo antes de llenar la línea.

1. ¿Se ha dado tiempo suficiente para permitir que el bloque de concreto de empuje (atraque) se endurezca?.

2. ¿Se ha colocado suficiente material de relleno encima de la tubería para evitar su movimiento durante la prueba? Sugerimos un mínimo de 1.5 diámetros de tubería.

3. ¿Se han tomado medidas para permitir el escape del aire de las partes más altas de la tubería cuando se está llenando?

4. Si la línea no está completada, ¿se ha hecho un medio adecuado para atracar la tapa o el tapón de prueba? Incluso en presiones bajas de prueba, las fuerzas de empuje pueden generar desacople de los mismos.

5.1 Llenando la línea

En la mayoría de los casos, el diseñador tomará medidas para la liberación del aire en los puntos altos. Las válvulas de expulsión de aire (ventosas) se usan comúnmente para este propósito. Si este no es el caso, puede instalarse una válvula en la parte más alta del sistema para ayudar a ventilar el aire durante el llenado. El agua de llenado debe introducirse a la tubería en el punto más bajo y a una velocidad de llenado preferida de 0.3 m/s, o menos. Una velocidad de llenado excesiva puede introducir aire lo cual puede causar severos efectos de golpe de ariete.

Nota: Para el calculo del volumen del agua requerido para el llenado de la tubería tener en cuenta el diámetro interno de la tubería o RDE.

5.2 Prueba de Presión y Hermeticidad

A pesar de que tienen diferentes propósitos, ahora la práctica común es combinar las pruebas de hermeticidad y las pruebas de presión en una sola prueba para garantizar que la tubería y los accesorios proporcionan un sistema hermético.

Una prueba de presión determinará la solidez de la tubería y sus accesorios. El éxito de una prueba de presión dará la seguridad al ingeniero y al propietario de que la línea es capaz de soportar tanto la presión de trabajo, como las presiones adicionales que puedan generarse de vez en cuando como resultado de la operación normal.

La presión usada en la prueba no debe ser más alta que la requerida para lograr ese objetivo. Normalmente, la prueba de presión se realizará con la presión de operación del sistema más 345 kPa (50 psi). Recuerde que todas las partes de la línea, incluyendo los bloques de atraque, se someterán a la presión de prueba. La definición de la presión de prueba es responsabilidad del ingeniero de obra o de los estándares locales.

La tubería SNAP PVC puede someterse a la prueba de presión en una instalación subterránea a los valores indicados en la siguiente tabla. Estos representan incrementos de presión del 25% por encima de la presión de trabajo de cada RDE de la tubería.

Relación diámetro espesor (RDE)	Presión de trabajo (PSI)	Presión máxima de prueba (PSI)
13,5	320	400
17	250	313
21	200	250
26	160	200
32,5	125	156
41	100	125
51	80	100

Tabla 11. Presión de trabajo y prueba según RDE

Notas:

- Verifique que la presión de prueba no exceda los requisitos de los accesorios.
- Es posible exceder las presiones arriba expuestas bajo ciertas condiciones contáctese con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía para mayor información.

Para tubería de SNAP con conexiones de acometidas domiciliarias, los valores de prueba máximos anteriores deben reducirse a la presión de servicio de la tubería (es decir, multiplique por 0.8).

Se debe informar al instalador que, para la mayoría de las instalaciones, los valores anteriores pueden exceder la especificación de la prueba de otros aditamentos de la tubería como válvulas, collar de derivación, o accesorios. La prueba de presión excesivamente alta también puede afectar el tamaño de los bloques de atraque y de esta manera posiblemente aumentar los costos generales del proyecto.

La presencia de aire en la tubería durante la prueba de presión puede dar la apariencia de una falla. Si la cantidad medida de agua de reemplazo para lograr presión en pruebas sucesivas está disminuyendo, entonces se puede asumir la presencia de aire en la línea. De la línea deberá expulsarse el aire antes de continuar con la prueba.

En ausencia de otras instrucciones, se recomienda una prueba combinada de presión y fugas de dos horas. Durante esta prueba, puede ocurrir una pequeña disminución de la presión. Al final de las 2 horas, la línea se vuelve a llenar con agua de reemplazo hasta lograr la presión de prueba inicial. El volumen de agua de reemplazo se mide cuando se está agregando y puede calcularse usando cualquiera de las dos fórmulas siguientes:

$$L = \frac{N\,D\,\sqrt{P}}{7400} \qquad L = \frac{N\,D\,\sqrt{P}}{128.650}$$

Sistema inglés *Sistema métrico*

En donde:

L = agua de reemplazo permisible, galones americanos (o litros).
N = número de tuberías.
D = diámetro nominal de tubería, pulgadas (o mm).
P = presión de prueba, PSI (o kPa).

426

O, puede obtenerse el agua de reemplazo máxima permisible para un diámetro en particular, la presión de prueba y la longitud de la tubería SNAP usando cualquiera de las dos tablas presentadas

Tolerancia de agua de reemplazo en galones americanos por 1000 pies (50 juntas) por hora						
Tamaño tubería	Presión de prueba (PSI)					
Pulg.	50	100	150	200	250	300
2	0,10	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23
2,5	0,12	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29
3	0,14	0,20	0,25	0,29	0,32	0,35
4	0,19	0,27	0,33	0,38	0,43	0,47
6	0,29	0,41	0,50	0,57	0,64	0,70
8	0,38	0,54	0,66	0,76	0,85	0,94
10	0,48	0,68	0,83	0,96	1,07	1,17
12	0,57	0,81	0,99	1,15	1,28	1,40
14	0,67	0,95	1,16	1,34	1,50	1,64
16	0,76	1,08	1,32	1,53	1,71	1,87
18	0,86	1,22	1,49	1,72	1,92	2,11
20	0,96	1,35	1,66	1,91	2,14	2,34

Tabla 12. Perdida de agua permisible Sistema Ingles

Tolerancia de agua de reemplazo en galones americanos por 1000 pies (50 juntas) por hora						
Tamaño tubería	Presión de prueba (Kpa)					
mm	350	700	1050	1400	1750	2100
60	0,44	0,62	0,76	0,87	0,98	1,07
73	0,53	0,75	0,92	1,06	1,19	1,30
88	0,64	0,90	1,11	1,28	1,43	1,57
114	0,83	1,17	1,44	1,66	1,85	2,03
168	1,22	1,73	2,12	2,44	2,73	2,99
219	1,59	2,25	2,76	3,18	3,56	3,90
273	1,98	2,81	3,44	3,97	4,44	4,86
323	2,35	3,32	4,07	4,70	5,25	5,75
355	2,58	3,65	4,47	5,16	5,77	6,32
406	2,95	4,17	5,11	5,90	6,60	7,23
457	3,32	4,70	5,76	6,65	7,43	8,14
508	3,69	5,22	6,40	7,39	8,26	9,05

Tabla 13. Perdida de agua permisible Sistema Métrico

427

A menudo, con tubería SNAP con junta elastomérica, no se requerirá agua de reemplazo, es decir, la presión no disminuirá en las 2 horas. Sin embargo, si se requiere un poco de agua, esto no necesariamente indica que la tubería tiene fugas. Puede haber ocurrido una disminución de la presión por una de las siguientes razones o todas:

- Aire atrapado en la línea
- Expansión radial de la tubería

Si el sistema requiere agua de reemplazo excediendo los valores permisibles en la tabla, es probable que haya una fuga en el sistema. El instalador debe entonces localizar, excavar y reparar todas las fugas antes de volver a someter a prueba la línea.

Es buena práctica verificar primero todos los aditamentos de la línea para ver si tienen fugas, como tees, codos, válvulas de paso, válvulas de alivio o collares de derivación. Estos tipos de conexiones desde siempre han mostrado una probabilidad más alta de un sello inadecuado en caso de que esté presente una fuga en el sistema.

5.3 Limpieza y Desinfección

Estas actividades se deben realizar con el fin de garantizar que las tuberías estén libres de aguas residuales, materiales de excavación, rellenos, basuras o cualquier otro elemento contaminante líquido o sólido antes de ser puesta en servicio.

1. Para realizar la limpieza se debe dejar circular agua a través del tramo a desinfectar con el fin de retirar cualquier elemento extraño dentro de la tubería.

2. Se inicia el proceso de desinfección llenando la tubería con una mezcla de agua potable y la cantidad de desinfectante (Cloro) que garantice una concentración de 50 g/m3 en todo el tramo.

3. Cuando se encuentre lleno el tramo, se deja fluir la mezcla de agua potable y desinfectante por un periodo corto de tiempo.

4. Mientras el agua fluye, se verifica que la concentración de cloro sea la indicada anteriormente y se cierran las compuertas de salida y entrada. (Aplicar el mismo procedimiento de llenado de la tubería enunciado anteriormente).

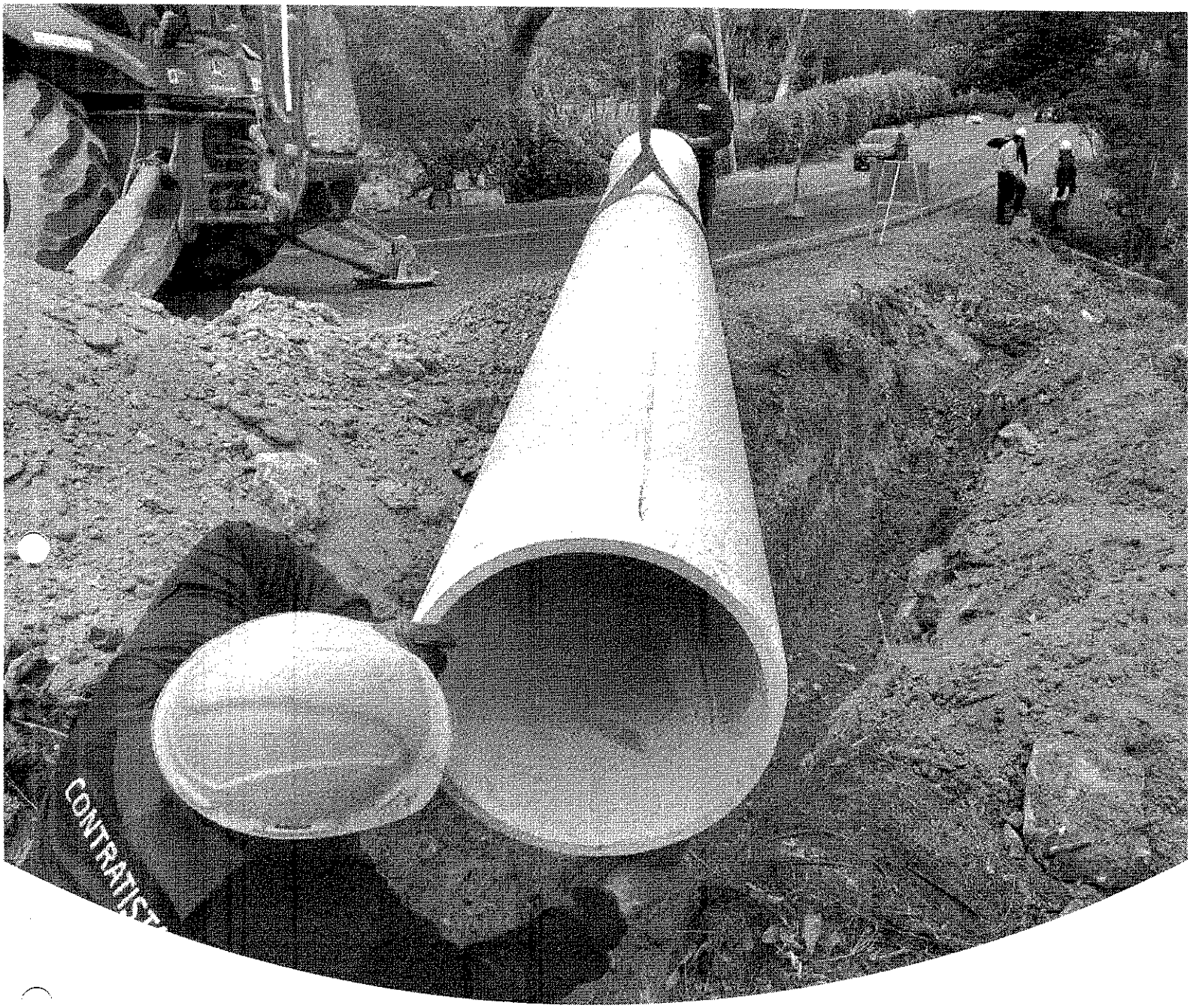
5. Mantener la mezcla durante 24 horas verificando periódicamente que la concentración sea siempre superior a 25 g/m3, en el caso de ser inferior agregar más cloro.

6. Transcurridas las 24 horas del periodo de desinfección se toma una muestra para evaluar que el agua no contenga bacterias o microorganismos.

7. Si los resultados de los ensayos bacteriológicos son favorables, se debe desocupar la red y realizar la conexión definitiva.

8. Si no lo son, se debe desocupar la tubería y repetir el procedimiento desde el punto No. 2 las veces que sea necesario.

428



6. Comportamiento Hidráulico

Para el cálculo y la determinación de las pérdidas de energía en las tuberías a presión que conforman el sistema de acueducto existen distintas fórmulas, sin embargo, a continuación, se presentan las más utilizadas:

Metodologia con Hazen y William

$$Hf = \frac{10.64 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$Hf = 0.000927 \quad \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}}$$

Donde:
Hf = Pérdida de presión (m.c.a./m).
Q = Caudal (m^3).
D = Diámetro interior (m).
C = Factor de fricción constante (C=150).

Metodologia con Darcy y Weisbach, Colebrook y White

$$Hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:
Hf = Pérdida de presión (m.c.a.).
f = Factor de fricción ().
L = Longitud de la tubería (m).
D = Diámetro interior (m).
V = Velocidad media (m/s).
g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

El cálculo de f factor de fricción depende del tipo de flujo que se presenta en la tubería, es decir, si es laminar o turbulento. Para la determinación del tipo de flujo es importante el cálculo del número de Reynolds.

430

El cálculo de f factor de fricción depende del tipo de flujo que se presenta en la tubería, es decir, si es laminar o turbulento. Para la determinación del tipo de flujo es importante el cálculo del número de Reynolds.

$$Re = \frac{p * V * D}{u}$$

Donde:
ρ = Densidad del fluido (Kg/m³).
V = Velocidad media (m/s).
D = Diámetro interior (m).
μ = Viscosidad Cinemática (PA-S)

Si tenemos un numero de Reynolds menor a 2000 el flujo es laminar y el cálculo del factor de fricción f es el siguiente:

$$Re = < 2000 - Flujo\ Laminar$$

$$Hf = \frac{64}{Re}$$

Por el contrario, si tenemos un numero de Reynolds mayor a 4000, lo cual es lo más usual de encontrar en un sistema de acueducto, el flujo es turbulento y el cálculo del factor de fricción f se realiza con la ecuación de Colebrook – White.

$$Re = > 4000 - Flujo\ Turbulento$$

$$= 2log_{10}\left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Donde:
Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m). (1.5 * 10-6 para PVC)
f = Factor de fricción ().
D = Diámetro interior (m).
Re = Numero de Reynolds ().

431

6.1 Perdidas menores

Posteriormente se procede a realizar el cálculo de las pérdidas de energías efectuadas en los distintos accesorios que componen el sistema de acueducto, denominadas perdidas menores, las cuales se presentan en codos, tees, derivaciones, reducciones, válvulas, entre otros. Dichas perdidas de energías se calculan con la siguiente ecuación.

$$H_m = K_m * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:
Hm = Perdidas energía por accesorios (m.c.a.).
V = Velocidad media (m/s).
Km = Coeficientes de perdidas menores para cada accesorio ().
g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	2		3		4		6		8		4		6	
D. Interno (mm)	51.38		76.74		97.38		148.34		186.62		100.84		148.46	
RDE	13.5		13.5		13.5		13.5		13.5		17		17	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,2	0,1	0,0003	0,04											
0,3	0,14	0,0005	0,07											
0,4	0,19	0,0009	0,09											
0,5	0,24	0,0014	0,11	0,0002										
0,6	0,29	0,0019	0,13	0,0003										
0,8	0,39	0,0033	0,18	0,0005	0,11	0,0001					0,1	0,0001		
1	0,48	0,005	0,22	0,0007	0,13	0,0002					0,13	0,0002		
2	0,96	0,0179	0,44	0,0027	0,27	0,0008	0,12	0,0001			0,25	0,0007	0,12	0,0001
3	1,45	0,0379	0,67	0,0057	0,4	0,0017	0,19	0,0003	0,11	0,0001	0,38	0,0014	0,17	0,0002
4	1,93	0,0645	0,89	0,0097	0,54	0,0029	0,25	0,0004	0,15	0,0001	0,5	0,0024	0,23	0,0004
5	2,41	0,0974	1,11	0,0147	0,67	0,0043	0,31	0,0007	0,18	0,0002	0,63	0,0037	0,29	0,0006
6	2,89	0,1365	1,33	0,0206	0,81	0,0061	0,37	0,0009	0,22	0,0003	0,75	0,0051	0,35	0,0008
7	3,38	0,1815	1,55	0,0274	0,94	0,0081	0,43	0,0012	0,26	0,0003	0,88	0,0068	0,4	0,001
8	3,86	0,2324	1,78	0,0351	1,07	0,0103	0,5	0,0016	0,29	0,0004	1	0,0087	0,46	0,0013
9	4,34	0,289	2	0,0437	1,21	0,0128	0,56	0,002	0,33	0,0005	1,13	0,0108	0,52	0,0016
10	4,82	0,3512	2,22	0,0531	1,34	0,0156	0,62	0,0024	0,37	0,0007	1,25	0,0132	0,58	0,002
11	5,31		2,44	0,0633	1,48	0,0186	0,68	0,0028	0,4	0,0008	1,38	0,0157	0,64	0,0024
12			2,66	0,0743	1,61	0,0219	0,74	0,0033	0,44	0,0009	1,5	0,0184	0,69	0,0028
13			2,89	0,0862	1,75	0,0254	0,81	0,0039	0,48	0,0011	1,63	0,0214	0,75	0,0033
14			3,11	0,0989	1,88	0,0291	0,87	0,0044	0,51	0,0012	1,75	0,0245	0,81	0,0037
15			3,33	0,1123	2,01	0,033	0,93	0,005	0,55	0,0014	1,88	0,0279	0,87	0,0042
16			3,55	0,1266	2,15	0,0372	0,99	0,0057	0,58	0,0016	2	0,0314	0,92	0,0048
17			3,77	0,1416	2,28	0,0416	1,05	0,0063	0,62	0,0018	2,13	0,0351	0,98	0,0053
18			4	0,1574	2,42	0,0463	1,12	0,007	0,66	0,0019	2,25	0,0391	1,04	0,0059
19			4,22	0,174	2,55	0,0512	1,18	0,0078	0,69	0,0022	2,38	0,0432	1,1	0,0066
20			4,44	0,1913	2,69	0,0563	1,24	0,0086	0,73	0,0024	2,5	0,0475	1,16	0,0072
25					3,36	0,085	1,55	0,0129	0,91	0,0036	3,13	0,0717	1,44	0,0109
30					4,03	0,1191	1,86	0,0181	1,1	0,005	3,76	0,1005	1,73	0,0153
35					4,7	0,1584	2,17	0,0241	1,28	0,0067	4,38	0,1336	2,02	0,0203
40							2,48	0,0309	1,46	0,0085	5,01	0,1711	2,31	0,026
45							2,79	0,0384	1,65	0,0106			2,6	0,0323
50							3,1	0,0466	1,83	0,0129			2,89	0,0393
55							3,41	0,0556	2,01	0,0154			3,18	0,0469
60							3,72	0,0653	2,19	0,0181			3,47	0,0551
65							4,03	0,0758	2,38	0,021			3,75	0,0639
70							4,34	0,0869	2,56	0,024			4,04	0,0732
75							4,65	0,0987	2,74	0,0273			4,33	0,0832
80							4,96	0,1112	2,92	0,0308			4,62	0,0938
85									3,11	0,0344			4,91	0,1049
90									3,29	0,0383				
95									3,47	0,0423				
100									3,66	0,0465				
105									3,84	0,0509				
110									4,02	0,0555				
115									4,2	0,0602				
120									4,39	0,0652				
125									4,57	0,0703				
130									4,75	0,0756				
135									4,94	0,081				

Tabla 14. Perdidas de Energía Hf

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	2		2.5		3		4		6		8		10	
D. Interno (mm)	54,58		66,07		80,42		103,41		152,22		198,26		247,09	
RDE	21		21		21		21		21		21		21	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,2	0,09	0,0002												
0,3	0,13	0,0004	0,09	0,0002										
0,4	0,17	0,0007	0,12	0,0003										
0,5	0,21	0,001	0,15	0,0004	0,1	0,0002								
0,6	0,26	0,0014	0,18	0,0006	0,12	0,0002								
0,8	0,34	0,0024	0,23	0,001	0,16	0,0004	0,1	0,0001						
1	0,43	0,0037	0,29	0,0015	0,2	0,0006	0,12	0,0002						
2	0,85	0,0133	0,58	0,0053	0,39	0,002	0,24	0,0006	0,11	0,0001				
3	1,28	0,0282	0,88	0,0111	0,59	0,0043	0,36	0,0013	0,16	0,0002	0,1	0,0001		
4	1,71	0,048	1,17	0,0189	0,79	0,0073	0,48	0,0021	0,22	0,0003	0,13	0,0001		
5	2,14	0,0726	1,46	0,0286	0,98	0,011	0,6	0,0032	0,27	0,0005	0,16	0,0001		
6	2,56	0,1017	1,75	0,0401	1,18	0,0154	0,71	0,0045	0,33	0,0007	0,19	0,0002	0,13	0,0001
7	2,99	0,1353	2,04	0,0533	1,38	0,0205	0,83	0,006	0,38	0,0009	0,23	0,0003	0,15	0,0001
8	3,42	0,1732	2,33	0,0683	1,57	0,0262	0,95	0,0077	0,44	0,0012	0,26	0,0003	0,17	0,0001
9	3,85	0,2153	2,63	0,0849	1,77	0,0326	1,07	0,0096	0,49	0,0015	0,29	0,0004	0,19	0,0001
10	4,27	0,2617	2,92	0,1032	1,97	0,0396	1,19	0,0116	0,55	0,0018	0,32	0,0005	0,21	0,0002
11	4,7	0,3121	3,21	0,1231	2,17	0,0473	1,31	0,0139	0,6	0,0021	0,36	0,0006	0,23	0,0002
12			3,5	0,1446	2,36	0,0555	1,43	0,0163	0,66	0,0025	0,39	0,0007	0,25	0,0002
13			3,79	0,1677	2,56	0,0644	1,55	0,0189	0,71	0,0029	0,42	0,0008	0,27	0,0003
14			4,08	0,1923	2,76	0,0738	1,67	0,0217	0,77	0,0033	0,45	0,0009	0,29	0,0003
15			4,38	0,2185	2,95	0,0839	1,79	0,0247	0,82	0,0038	0,49	0,001	0,31	0,0004
16			4,67	0,2462	3,15	0,0945	1,91	0,0278	0,88	0,0042	0,52	0,0012	0,33	0,0004
17			4,96	0,2754	3,35	0,1058	2,02	0,0311	0,93	0,0047	0,55	0,0013	0,35	0,0004
18					3,54	0,1175	2,14	0,0345	0,99	0,0053	0,58	0,0015	0,38	0,0005
19					3,74	0,1299	2,26	0,0382	1,04	0,0058	0,62	0,0016	0,4	0,0005
20					3,94	0,1428	2,38	0,042	1,1	0,0064	0,65	0,0018	0,42	0,0006
25					4,92	0,2158	2,98	0,0634	1,37	0,0097	0,81	0,0027	0,52	0,0009
30							3,57	0,0889	1,65	0,0135	0,97	0,0037	0,63	0,0013
35							4,17	0,1182	1,92	0,018	1,13	0,005	0,73	0,0017
40							4,76	0,1513	2,2	0,023	1,3	0,0064	0,83	0,0022
45									2,47	0,0286	1,46	0,0079	0,94	0,0027
50									2,75	0,0348	1,62	0,0096	1,04	0,0033
55									3,02	0,0415	1,78	0,0115	1,15	0,0039
60									3,3	0,0488	1,94	0,0135	1,25	0,0046
65									3,57	0,0565	2,11	0,0156	1,36	0,0053
70									3,85	0,0648	2,27	0,0179	1,46	0,0061
80									4,4	0,083	2,59	0,0229	1,67	0,0078
90									4,95	0,1032	2,92	0,0285	1,88	0,0098
100											3,24	0,0346	2,09	0,0119
110											3,56	0,0413	2,29	0,0141
120											3,89	0,0485	2,5	0,0166
130											4,21	0,0563	2,71	0,0193
140											4,53	0,0645	2,92	0,0221
150											4,86	0,0733	3,13	0,0251
160													3,34	0,0283
170													3,55	0,0316
180													3,75	0,0352
190													3,96	0,0389
200													4,17	0,0427
210													4,38	0,0468
220													4,59	0,051

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	12		14		16		18		20		2		2 1/2	
D. Interno (mm)	293,07		321,76		367,7		413,64		459,64		55,7		67,44	
RDE	21		21		21		21		21		26		26	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,2											0,08	0,0002		
0,3											0,12	0,0004		
0,4											0,16	0,0006	0,11	0,0002
0,5											0,21	0,0009	0,14	0,0004
0,6											0,25	0,0013	0,17	0,0005
0,8											0,33	0,0022	0,22	0,0009
1											0,41	0,0033	0,28	0,0013
2											0,82	0,0121	0,56	0,0048
3											1,23	0,0256	0,84	0,0101
4											1,64	0,0435	1,12	0,0171
5											2,05	0,0657	1,4	0,0259
6											2,46	0,0921	1,68	0,0363
7											2,87	0,1225	1,96	0,0483
8											3,28	0,1568	2,24	0,0618
9	0,13	0,0001									3,69	0,195	2,52	0,0768
10	0,15	0,0001									4,1	0,237	2,8	0,0934
11	0,16	0,0001	0,14	0,0001							4,51	0,2827	3,08	0,1114
12	0,18	0,0001	0,15	0,0001							4,92	0,3321	3,36	0,1308
13	0,19	0,0001	0,16	0,0001									3,64	0,1517
14	0,21	0,0001	0,17	0,0001									3,92	0,174
15	0,22	0,0002	0,18	0,0001	0,14	0,0001							4,2	0,1977
16	0,24	0,0002	0,2	0,0001	0,15	0,0001							4,48	0,2228
17	0,25	0,0002	0,21	0,0001	0,16	0,0001							4,76	0,2492
18	0,27	0,0002	0,22	0,0001	0,17	0,0001							5,04	0,277
20	0,3	0,0003	0,25	0,0002	0,19	0,0001								
30	0,44	0,0006	0,37	0,0004	0,28	0,0002	0,22	0,0001	0,18	0,0001				
40	0,59	0,0009	0,49	0,0006	0,38	0,0003	0,3	0,0002	0,24	0,0001				
50	0,74	0,0014	0,61	0,0009	0,47	0,0005	0,37	0,0003	0,3	0,0002				
60	0,89	0,002	0,74	0,0013	0,57	0,0007	0,45	0,0004	0,36	0,0002				
70	1,04	0,0027	0,86	0,0017	0,66	0,0009	0,52	0,0005	0,42	0,0003				
80	1,19	0,0034	0,98	0,0022	0,75	0,0011	0,6	0,0006	0,48	0,0004				
90	1,33	0,0042	1,11	0,0027	0,85	0,0014	0,67	0,0008	0,54	0,0005				
100	1,48	0,0052	1,23	0,0033	0,94	0,0017	0,74	0,001	0,6	0,0006				
120	1,78	0,0072	1,48	0,0046	1,13	0,0024	0,89	0,0014	0,72	0,0008				
140	2,08	0,0096	1,72	0,0061	1,32	0,0032	1,04	0,0018	0,84	0,0011				
160	2,37	0,0123	1,97	0,0078	1,51	0,0041	1,19	0,0023	0,96	0,0014				
180	2,67	0,0153	2,21	0,0097	1,7	0,0051	1,34	0,0029	1,08	0,0017				
200	2,96	0,0186	2,46	0,0118	1,88	0,0062	1,49	0,0035	1,21	0,0021				
250	3,71	0,0281	3,07	0,0178	2,35	0,0093	1,86	0,0053	1,51	0,0031				
300	4,45	0,0394	3,69	0,025	2,83	0,0131	2,23	0,0074	1,81	0,0044				
350			4,3	0,0333	3,3	0,0174	2,6	0,0098	2,11	0,0059				
400			4,92	0,0426	3,77	0,0222	2,98	0,0125	2,41	0,0075				
450					4,24	0,0276	3,35	0,0156	2,71	0,0093				
500					4,71	0,0336	3,72	0,0189	3,01	0,0113				
550							4,09	0,0226	3,31	0,0135				
600							4,46	0,0265	3,62	0,0159				
650							4,84	0,0308	3,92	0,0184				
700									4,22	0,0211				
750									4,52	0,024				
800									4,82	0,027				
850									5,12	0,0302				

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

435

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul) D. Interno (mm) Tipo RDE	3 82,04 26		4 105,52 26		5 155,32 26		8 202,24 26		10 252,07 26		12 298,75 26		14 328,26 26	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,5	0,09	0,0001												
0,6	0,11	0,0002												
0,7	0,13	0,0003												
0,8	0,15	0,0003												
0,9	0,17	0,0004	0,1	0,0001										
1	0,19	0,0005	0,11	0,0001										
1,5	0,28	0,0011	0,17	0,0003										
2	0,38	0,0018	0,23	0,0005	0,11	0,0001								
3	0,57	0,0039	0,34	0,0011	0,16	0,0002								
4	0,76	0,0066	0,46	0,0019	0,21	0,0003	0,12	0,0001						
5	0,95	0,01	0,57	0,0029	0,26	0,0004	0,16	0,0001						
6	1,14	0,014	0,69	0,0041	0,32	0,0006	0,19	0,0002	0,12	0,0001				
7	1,32	0,0186	0,8	0,0055	0,37	0,0008	0,22	0,0002	0,14	0,0001				
8	1,51	0,0238	0,91	0,007	0,42	0,0011	0,25	0,0003	0,16	0,0001				
9	1,7	0,0296	1,03	0,0087	0,48	0,0013	0,28	0,0004	0,18	0,0001	0,13	0,0001		
10	1,89	0,036	1,14	0,0106	0,53	0,0016	0,31	0,0004	0,2	0,0002	0,14	0,0001		
11	2,08	0,0429	1,26	0,0126	0,58	0,0019	0,34	0,0005	0,22	0,0002	0,16	0,0001	0,13	0,0001
12	2,27	0,0504	1,37	0,0148	0,63	0,0023	0,37	0,0006	0,24	0,0002	0,17	0,0001	0,14	0,0001
13	2,46	0,0584	1,49	0,0171	0,69	0,0026	0,4	0,0007	0,26	0,0002	0,19	0,0001	0,15	0,0001
14	2,65	0,067	1,6	0,0197	0,74	0,003	0,44	0,0008	0,28	0,0003	0,2	0,0001	0,17	0,0001
15	2,84	0,0761	1,72	0,0223	0,79	0,0034	0,47	0,0009	0,3	0,0003	0,21	0,0001	0,18	0,0001
16	3,03	0,0858	1,83	0,0252	0,84	0,0038	0,5	0,0011	0,32	0,0004	0,23	0,0002	0,19	0,0001
17	3,22	0,096	1,94	0,0282	0,9	0,0043	0,53	0,0012	0,34	0,0004	0,24	0,0002	0,2	0,0001
18	3,41	0,1067	2,06	0,0313	0,95	0,0048	0,56	0,0013	0,36	0,0005	0,26	0,0002	0,21	0,0001
19	3,59	0,1179	2,17	0,0346	1	0,0053	0,59	0,0015	0,38	0,0005	0,27	0,0002	0,22	0,0001
20	3,78	0,1296	2,29	0,038	1,06	0,0058	0,62	0,0016	0,4	0,0005	0,28	0,0002	0,24	0,0002
25	4,73	0,1959	2,86	0,0575	1,32	0,0087	0,78	0,0024	0,5	0,0008	0,36	0,0004	0,3	0,0002
30			3,43	0,0806	1,58	0,0123	0,93	0,0034	0,6	0,0012	0,43	0,0005	0,35	0,0003
35			4	0,1071	1,85	0,0163	1,09	0,0045	0,7	0,0015	0,5	0,0007	0,41	0,0004
40			4,57	0,1372	2,11	0,0209	1,25	0,0058	0,8	0,002	0,57	0,0009	0,47	0,0005
45					2,38	0,026	1,4	0,0072	0,9	0,0025	0,64	0,0011	0,53	0,0007
50					2,64	0,0315	1,56	0,0087	1	0,003	0,71	0,0013	0,59	0,0008
55					2,9	0,0376	1,71	0,0104	1,1	0,0036	0,78	0,0016	0,65	0,001
60					3,17	0,0442	1,87	0,0122	1,2	0,0042	0,85	0,0018	0,71	0,0012
65					3,43	0,0512	2,02	0,0142	1,3	0,0048	0,93	0,0021	0,77	0,0013
70					3,69	0,0588	2,18	0,0163	1,4	0,0056	1	0,0024	0,83	0,0015
80					4,22	0,0753	2,49	0,0208	1,6	0,0071	1,14	0,0031	0,95	0,002
90					4,75	0,0936	2,8	0,0259	1,8	0,0089	1,28	0,0039	1,06	0,0024
100							3,11	0,0314	2	0,0108	1,42	0,0047	1,18	0,003
125							3,89	0,0475	2,5	0,0163	1,78	0,0071	1,48	0,0045
150							4,67	0,0666	3,01	0,0228	2,14	0,0099	1,77	0,0063
175									3,51	0,0303	2,49	0,0132	2,07	0,0084
200									4,01	0,0388	2,85	0,0169	2,36	0,0107
225									4,51	0,0482	3,21	0,021	2,66	0,0133
250									5,01	0,0586	3,56	0,0255	2,95	0,0162
275											3,92	0,0305	3,25	0,0193
300											4,27	0,0358	3,54	0,0227
325											4,63	0,0415	3,84	0,0263
350											4,99	0,0476	4,14	0,0302
375													4,43	0,0343
400													4,73	0,0386

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

436

Durman
by aliaxis

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	16		18		20		2 1/2		3		4		4	
D. Interno (mm)	378,16		422,04		468,94		68,54		83,42		107,28		157,92	
RDE	26		26		26		32,5		32,5		32,5		32,5	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,4							0,11	0,0002						
0,5							0,14	0,0003	0,11	0,0001				
0,6							0,16	0,0005	0,13	0,0002				
0,7							0,19	0,0006	0,15	0,0002				
0,8							0,22	0,0008	0,16	0,0003	0,1	0,0001		
0,9							0,24	0,001	0,18	0,0004	0,11	0,0001		
1							0,27	0,0012	0,37	0,0005	0,22	0,0001		
2							0,54	0,0044	0,55	0,0017	0,33	0,0005	0,15	0,0001
3							0,81	0,0093	0,73	0,0036	0,44	0,001	0,2	0,0002
4							1,08	0,0158	0,91	0,0061	0,55	0,0018	0,26	0,0003
5							1,36	0,0239	1,1	0,0092	0,66	0,0027	0,31	0,0004
6							1,63	0,0335	1,28	0,0129	0,77	0,0038	0,36	0,0006
7							1,9	0,0446	1,46	0,0171	0,89	0,005	0,41	0,0008
8							2,17	0,0571	1,65	0,0219	1	0,0064	0,46	0,001
9							2,44	0,071	1,83	0,0273	1,11	0,008	0,51	0,0012
10							2,71	0,0863	2,01	0,0332	1,22	0,0097	0,56	0,0015
11							2,98	0,1029	2,2	0,0395	1,33	0,0116	0,61	0,0018
12							3,25	0,1209	2,38	0,0464	1,44	0,0136	0,66	0,0021
13							3,52	0,1402	2,56	0,0539	1,55	0,0158	0,71	0,0024
14							3,79	0,1608	2,74	0,0618	1,66	0,0181	0,77	0,0028
15							4,07	0,1827	2,93	0,0702	1,77	0,0206	0,82	0,0031
16	0,14	0,0001					4,34	0,2059	3,29	0,0791	1,99	0,0232	0,92	0,0035
18	0,16	0,0001					4,88	0,256	3,66	0,0983	2,21	0,0289	1,02	0,0044
20	0,18	0,0001							4,57	0,1195	2,77	0,0351	1,28	0,0053
25	0,23	0,0001									3,32	0,053	1,53	0,0081
30	0,27	0,0002	0,21	0,0001	0,17	0,0001					4,43	0,0743	2,04	0,0113
40	0,36	0,0003	0,29	0,0002	0,23	0,0001							2,55	0,0193
50	0,45	0,0004	0,36	0,0002	0,29	0,0001							3,06	0,0291
60	0,54	0,0006	0,43	0,0003	0,35	0,0002							3,57	0,0408
70	0,63	0,0008	0,5	0,0005	0,41	0,0003							4,08	0,0542
80	0,72	0,001	0,57	0,0006	0,46	0,0003							4,59	0,0694
90	0,81	0,0013	0,64	0,0007	0,52	0,0004								
100	0,9	0,0016	0,71	0,0009	0,58	0,0005								
120	1,09	0,0022	0,86	0,0012	0,69	0,0007								
140	1,27	0,0029	1	0,0016	0,81	0,001								
160	1,45	0,0037	1,14	0,0021	0,93	0,0012								
180	1,63	0,0046	1,29	0,0026	1,04	0,0016								
200	1,81	0,0056	1,43	0,0032	1,16	0,0019								
250	2,26	0,0084	1,79	0,0048	1,45	0,0029								
300	2,71	0,0118	2,14	0,0067	1,74	0,004								
350	3,17	0,0157	2,5	0,0089	2,03	0,0053								
400	3,62	0,0202	2,86	0,0114	2,32	0,0068								
450	4,07	0,0251	3,22	0,0141	2,61	0,0085								
500	4,52	0,0305	3,57	0,0172	2,89	0,0103								
550	4,98	0,0363	3,93	0,0205	3,18	0,0123								
600			4,29	0,0241	3,47	0,0144								
650			4,65	0,0279	3,76	0,0167								
700			5	0,032	4,05	0,0192								
750					4,34	0,0218								
800					4,63	0,0245								
850					4,92	0,0274								

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

437

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	8		10		12		14		16		18		20	
D. Interno (mm)	205,82		256,23		303,93		333,74		381,4		429,06		476,78	
RDE	32,5		32,5		32,5		32,5		32,5		32,5		32,5	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
4	0,12	0,0001												
5	0,15	0,0001												
6	0,18	0,0002	0,12	0,0001										
7	0,21	0,0002	0,14	0,0001										
8	0,24	0,0003	0,16	0,0001										
9	0,27	0,0003	0,17	0,0001	0,12	0,0001								
10	0,3	0,0004	0,19	0,0001	0,14	0,0001								
11	0,33	0,0005	0,21	0,0002	0,15	0,0001								
12	0,36	0,0006	0,23	0,0002	0,17	0,0001	0,14	0,0001						
13	0,39	0,0007	0,25	0,0002	0,18	0,0001	0,15	0,0001						
14	0,42	0,0008	0,27	0,0003	0,19	0,0001	0,16	0,0001						
15	0,45	0,0009	0,29	0,0003	0,21	0,0001	0,17	0,0001						
16	0,48	0,001	0,31	0,0003	0,22	0,0001	0,18	0,0001						
17	0,51	0,0011	0,33	0,0004	0,23	0,0002	0,19	0,0001	0,15	0,0001				
18	0,54	0,0012	0,35	0,0004	0,25	0,0002	0,21	0,0001	0,16	0,0001				
19	0,57	0,0013	0,37	0,0005	0,26	0,0002	0,22	0,0001	0,17	0,0001				
20	0,6	0,0015	0,39	0,0005	0,28	0,0002	0,23	0,0001	0,18	0,0001				
25	0,75	0,0022	0,48	0,0008	0,34	0,0003	0,29	0,0002	0,22	0,0001	0,17	0,0001		
30	0,9	0,0031	0,58	0,0011	0,41	0,0005	0,34	0,0003	0,26	0,0002	0,21	0,0001	0,17	0,0001
35	1,05	0,0042	0,68	0,0014	0,48	0,0006	0,4	0,0004	0,31	0,0002	0,24	0,0001	0,2	0,0001
40	1,2	0,0053	0,78	0,0018	0,55	0,0008	0,46	0,0005	0,35	0,0003	0,28	0,0001	0,22	0,0001
45	1,36	0,0066	0,87	0,0023	0,62	0,001	0,51	0,0006	0,39	0,0003	0,31	0,0002	0,25	0,0001
50	1,51	0,008	0,97	0,0028	0,69	0,0012	0,57	0,0008	0,44	0,0004	0,35	0,0002	0,28	0,0001
55	1,66	0,0096	1,07	0,0033	0,76	0,0014	0,63	0,0009	0,48	0,0005	0,38	0,0003	0,31	0,0002
60	1,81	0,0113	1,16	0,0039	0,83	0,0017	0,69	0,0011	0,53	0,0006	0,41	0,0003	0,34	0,0002
65	1,96	0,0131	1,26	0,0045	0,9	0,0019	0,74	0,0012	0,57	0,0006	0,45	0,0004	0,36	0,0002
70	2,11	0,015	1,36	0,0051	0,96	0,0022	0,8	0,0014	0,61	0,0007	0,48	0,0004	0,39	0,0002
75	2,26	0,017	1,45	0,0058	1,03	0,0025	0,86	0,0016	0,66	0,0008	0,52	0,0005	0,42	0,0003
80	2,41	0,0192	1,55	0,0066	1,1	0,0029	0,91	0,0018	0,7	0,0009	0,55	0,0005	0,45	0,0003
85	2,56	0,0215	1,65	0,0074	1,17	0,0032	0,97	0,002	0,74	0,0011	0,59	0,0006	0,48	0,0004
90	2,71	0,0239	1,75	0,0082	1,24	0,0036	1,03	0,0023	0,79	0,0012	0,62	0,0007	0,5	0,0004
95	2,86	0,0264	1,84	0,009	1,31	0,0039	1,09	0,0025	0,83	0,0013	0,66	0,0007	0,53	0,0004
100	3,01	0,029	1,94	0,0099	1,38	0,0043	1,14	0,0027	0,88	0,0014	0,69	0,0008	0,56	0,0005
120	3,61	0,0406	2,33	0,0139	1,65	0,0061	1,37	0,0038	1,05	0,002	0,83	0,0011	0,67	0,0007
140	4,22	0,054	2,72	0,0185	1,93	0,0081	1,6	0,0051	1,23	0,0027	0,97	0,0015	0,78	0,0009
160	4,82	0,0692	3,1	0,0237	2,21	0,0103	1,83	0,0065	1,4	0,0034	1,11	0,0019	0,9	0,0012
180			3,49	0,0295	2,48	0,0128	2,06	0,0081	1,58	0,0042	1,24	0,0024	1,01	0,0014
200			3,88	0,0358	2,76	0,0156	2,29	0,0099	1,75	0,0052	1,38	0,0029	1,12	0,0017
250			4,85	0,0541	3,45	0,0236	2,86	0,0149	2,19	0,0078	1,73	0,0044	1,4	0,0026
300					4,14	0,033	3,43	0,0209	2,63	0,0109	2,07	0,0062	1,68	0,0037
350					4,82	0,0439	4	0,0278	3,06	0,0145	2,42	0,0082	1,96	0,0049
400							4,57	0,0356	3,5	0,0186	2,77	0,0105	2,24	0,0063
450									3,94	0,0231	3,11	0,013	2,52	0,0078
500									4,38	0,0281	3,46	0,0158	2,8	0,0095
550									4,81	0,0335	3,8	0,0189	3,08	0,0113
600											4,15	0,0222	3,36	0,0133
650											4,5	0,0257	3,64	0,0154
700											4,84	0,0295	3,92	0,0177
750													4,2	0,0201
800													4,48	0,0226
900													5,04	0,0281

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	2 1/2		4		6		8		10		12		14	
D. Interno (mm)	69,46		108,72		160,04		208,42		259,73		308,05		338,28	
RDE	41		41		41		41		41		41		41	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,4	0,11	0,0002												
0,5	0,13	0,0003												
0.6	0,16	0,0004												
0.7	0,18	0,0006												
0,8	0,21	0,0008												
0.9	0,24	0,0009	0,1	0,0001										
1	0,26	0,0011	0,11	0,0001										
2	0,53	0,0041	0,22	0,0005	0,1	0,0001								
3	0,79	0,0087	0,32	0,001	0,15	0,0001								
4	1,06	0,0148	0,43	0,0017	0,2	0,0003	0,12	0,0001						
5	1,32	0,0224	0,54	0,0025	0,25	0,0004	0,15	0,0001						
6	1,58	0,0314	0,65	0,0035	0,3	0,0005	0,18	0,0001	0,11	0,0001				
8	2,11	0,0535	0,86	0,006	0,4	0,0009	0,23	0,0003	0,15	0,0001				
10	2,64	0,0809	1,08	0,0091	0,5	0,0014	0,29	0,0004	0,19	0,0001	0,13	0,0001		
12	3,17	0,1133	1,29	0,0128	0,6	0,0019	0,35	0,0005	0,23	0,0002	0,16	0,0001	0,13	0,0001
14	3,69	0,1507	1,51	0,017	0,7	0,0026	0,41	0,0007	0,26	0,0002	0,19	0,0001	0,16	0,0001
16	4,22	0,193	1,72	0,0218	0,8	0,0033	0,47	0,0009	0,3	0,0003	0,21	0,0001	0,18	0,0001
18	4,75	0,2399	1,94	0,0271	0,89	0,0041	0,53	0,0011	0,34	0,0004	0,24	0,0002	0,2	0,0001
20			2,15	0,0329	0,99	0,005	0,59	0,0014	0,38	0,0005	0,27	0,0002	0,22	0,0001
25			2,69	0,0497	1,24	0,0076	0,73	0,0021	0,47	0,0007	0,34	0,0003	0,28	0,0002
30			3,23	0,0697	1,49	0,0106	0,88	0,0029	0,57	0,001	0,4	0,0004	0,33	0,0003
35			3,77	0,0926	1,74	0,0141	1,03	0,0039	0,66	0,0013	0,47	0,0006	0,39	0,0004
40			4,31	0,1186	1,99	0,018	1,17	0,005	0,75	0,0017	0,54	0,0007	0,45	0,0005
45			4,85	0,1475	2,24	0,0224	1,32	0,0062	0,85	0,0021	0,6	0,0009	0,5	0,0006
50					2,49	0,0273	1,47	0,0075	0,94	0,0026	0,67	0,0011	0,56	0,0007
55					2,73	0,0325	1,61	0,009	1,04	0,0031	0,74	0,0013	0,61	0,0008
60					2,98	0,0382	1,76	0,0106	1,13	0,0036	0,81	0,0016	0,67	0,001
65					3,23	0,0443	1,91	0,0122	1,23	0,0042	0,87	0,0018	0,72	0,0012
70					3,48	0,0508	2,05	0,014	1,32	0,0048	0,94	0,0021	0,78	0,0013
75					3,73	0,0577	2,2	0,0159	1,42	0,0055	1,01	0,0024	0,83	0,0015
80					3,98	0,065	2,34	0,018	1,51	0,0062	1,07	0,0027	0,89	0,0017
85					4,23	0,0728	2,49	0,0201	1,6	0,0069	1,14	0,003	0,95	0,0019
90					4,47	0,0809	2,64	0,0223	1,7	0,0077	1,21	0,0033	1	0,0021
95					4,72	0,0894	2,78	0,0247	1,79	0,0085	1,27	0,0037	1,06	0,0023
100					4,97	0,0983	2,93	0,0272	1,89	0,0093	1,34	0,0041	1,11	0,0026
110							3,22	0,0324	2,08	0,0111	1,48	0,0048	1,22	0,0031
120							3,52	0,038	2,26	0,013	1,61	0,0057	1,34	0,0036
130							3,81	0,0441	2,45	0,0151	1,74	0,0066	1,45	0,0042
150							4,4	0,0575	2,83	0,0197	2,01	0,0086	1,67	0,0054
175									3,3	0,0262	2,35	0,0114	1,95	0,0072
200									3,77	0,0335	2,68	0,0146	2,23	0,0093
225									4,25	0,0417	3,02	0,0182	2,5	0,0115
250									4,72	0,0506	3,35	0,0221	2,78	0,014
275											3,69	0,0263	3,06	0,0167
300											4,03	0,0309	3,34	0,0196
325											4,36	0,0358	3,62	0,0227
350											4,7	0,0411	3,89	0,0261
375													4,17	0,0296
400													4,45	0,0334
425													4,73	0,0373
450													5,01	0,0415

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

Perdidas de Energía Hf

D. Nominal (pul)	16		18		20	
D. Interno (mm)	384,38		434,9		483,2	
RDE	41		41		41	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
30	0,26	0,0001	0,2	0,0001	0,16	0
35	0,3	0,0002	0,24	0,0001	0,19	0,0001
40	0,34	0,0002	0,27	0,0001	0,22	0,0001
45	0,38	0,0003	0,3	0,0002	0,25	0,0001
50	0,43	0,0004	0,34	0,0002	0,27	0,0001
55	0,47	0,0004	0,37	0,0002	0,3	0,0001
60	0,51	0,0005	0,4	0,0003	0,33	0,0002
65	0,55	0,0006	0,44	0,0003	0,35	0,0002
70	0,6	0,0007	0,47	0,0004	0,38	0,0002
75	0,64	0,0008	0,5	0,0004	0,41	0,0003
80	0,68	0,0009	0,54	0,0005	0,44	0,0003
85	0,72	0,001	0,57	0,0006	0,46	0,0003
90	0,77	0,0011	0,61	0,0006	0,49	0,0004
95	0,81	0,0012	0,64	0,0007	0,52	0,0004
100	0,85	0,0013	0,67	0,0008	0,55	0,0005
110	0,94	0,0016	0,74	0,0009	0,6	0,0005
120	1,02	0,0019	0,81	0,0011	0,65	0,0006
130	1,11	0,0022	0,88	0,0012	0,71	0,0007
140	1,19	0,0025	0,94	0,0014	0,76	0,0008
150	1,28	0,0028	1,01	0,0016	0,82	0,001
160	1,36	0,0032	1,08	0,0018	0,87	0,0011
170	1,45	0,0036	1,14	0,002	0,93	0,0012
180	1,53	0,004	1,21	0,0022	0,98	0,0013
190	1,62	0,0044	1,28	0,0025	1,04	0,0015
200	1,7	0,0048	1,35	0,0027	1,09	0,0016
220	1,87	0,0058	1,48	0,0032	1,2	0,0019
240	2,04	0,0068	1,62	0,0038	1,31	0,0023
260	2,22	0,0079	1,75	0,0044	1,42	0,0026
280	2,39	0,009	1,88	0,0051	1,53	0,003
300	2,56	0,0102	2,02	0,0058	1,64	0,0035
320	2,73	0,0115	2,15	0,0065	1,75	0,0039
340	2,9	0,0129	2,29	0,0073	1,85	0,0044
360	3,07	0,0143	2,42	0,0081	1,96	0,0048
380	3,24	0,0158	2,56	0,0089	2,07	0,0053
400	3,41	0,0174	2,69	0,0098	2,18	0,0059
425	3,62	0,0195	2,86	0,011	2,32	0,0066
450	3,83	0,0217	3,03	0,0122	2,45	0,0073
475	4,05	0,0239	3,2	0,0135	2,59	0,0081
500	4,26	0,0263	3,37	0,0148	2,73	0,0089
525	4,47	0,0288	3,53	0,0162	2,86	0,0097
550	4,69	0,0314	3,7	0,0177	3	0,0106
575	4,9	0,0341	3,87	0,0192	3,14	0,0115
600			4,04	0,0208	3,27	0,0124
625			4,21	0,0224	3,41	0,0134
650			4,38	0,0241	3,54	0,0144
675			4,54	0,0258	3,68	0,0155
700			4,71	0,0276	3,82	0,0166
750					4,09	0,0188
800					4,36	0,0212
850					4,64	0,0237
900					4,91	0,0263

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf

440

Durman
by aliaxis

D. Nominal (pul)	3		4		6		8		10		12	
D. Interno (mm)	85,40		109,82		161,68		210,50		262,33		311,15	
RDE	51		51		51		51		51		51	
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)	Velocidad (m/s)	(m/m)
0,6	0,10	0,0002										
0,7	0,12	0,0002										
0,8	0,14	0,0003										
0,9	0,16	0,0003	0,10	0,0001								
1	0,17	0,0004	0,11	0,0001								
2	0,35	0,0015	0,21	0,0004	0,10	0,0001						
3	0,52	0,0032	0,32	0,0009	0,15	0,0001						
4	0,70	0,0054	0,42	0,0016	0,19	0,0002	0,11	0,0001				
5	0,87	0,0082	0,53	0,0024	0,24	0,0004	0,14	0,0001				
6	1,05	0,0115	0,63	0,0034	0,29	0,0005	0,17	0,0001				
8	1,40	0,0196	0,84	0,0058	0,39	0,0009	0,23	0,0002	0,15	0,0001		
10	1,75	0,0296	1,06	0,0087	0,49	0,0013	0,29	0,0004	0,19	0,0001	0,13	0,0001
12	2,09	0,0414	1,27	0,0122	0,58	0,0019	0,34	0,0005	0,22	0,0002	0,16	0,0001
14	2,44	0,0551	1,48	0,0162	0,68	0,0025	0,40	0,0007	0,26	0,0002	0,18	0,0001
16	2,79	0,0706	1,69	0,0207	0,78	0,0032	0,46	0,0009	0,30	0,0003	0,21	0,0001
18	3,14	0,0877	1,90	0,0258	0,88	0,0039	0,52	0,0011	0,33	0,0004	0,24	0,0002
20	3,49	0,1066	2,11	0,0313	0,97	0,0048	0,57	0,0013	0,37	0,0005	0,26	0,0002
25	4,36	0,1611	2,64	0,0473	1,22	0,0072	0,72	0,0020	0,46	0,0007	0,33	0,0003
30	5,24	0,2257	3,17	0,0663	1,46	0,0101	0,86	0,0028	0,56	0,0010	0,39	0,0004
35			3,70	0,0882	1,70	0,0134	1,01	0,0037	0,65	0,0013	0,46	0,0006
40			4,22	0,1129	1,95	0,0172	1,15	0,0047	0,74	0,0016	0,53	0,0007
45			4,75	0,1404	2,19	0,0213	1,29	0,0059	0,83	0,0020	0,59	0,0009
50			5,28	0,1706	2,44	0,0259	1,44	0,0072	0,93	0,0025	0,66	0,0011
55					2,68	0,0309	1,58	0,0086	1,02	0,0029	0,72	0,0013
60					2,92	0,0363	1,72	0,0101	1,11	0,0034	0,79	0,0015
65					3,17	0,0422	1,87	0,0117	1,20	0,0040	0,85	0,0017
70					3,41	0,0483	2,01	0,0134	1,30	0,0046	0,92	0,0020
75					3,65	0,0549	2,16	0,0152	1,39	0,0052	0,99	0,0023
80					3,90	0,0619	2,30	0,0171	1,48	0,0059	1,05	0,0026
85					4,14	0,0692	2,44	0,0192	1,57	0,0066	1,12	0,0029
90					4,38	0,0770	2,59	0,0213	1,67	0,0073	1,18	0,0032
95					4,63	0,0851	2,73	0,0235	1,76	0,0081	1,25	0,0035
100					4,87	0,0935	2,87	0,0259	1,85	0,0089	1,32	0,0039
110					5,36	0,1116	3,16	0,0309	2,04	0,0106	1,45	0,0046
120							3,45	0,0363	2,22	0,0124	1,58	0,0054
130							3,74	0,0420	2,41	0,0144	1,71	0,0063
150							4,31	0,0548	2,78	0,0188	1,97	0,0082
175							5,03	0,0729	3,24	0,0249	2,30	0,0109
200									3,70	0,0319	2,63	0,0139
225									4,16	0,0397	2,96	0,0173
250									4,63	0,0482	3,29	0,0210
275									5,09	0,0576	3,62	0,0251
300											3,95	0,0294
325											4,27	0,0341
350											4,60	0,0392
375											4,93	0,0445
400											5,26	0,0501

Tabla 13. Perdidas de Energía Hf



7. Mantenimiento Preventivo y Correctivo

Durman
by aliaxis

El mantenimiento dependerá de las actividades programadas por la Empresa de Servicio Públicos administradora de la red, los cuales podrán ser preventivos o correctivos.

Para el caso de mantenimientos preventivos no podrá usarse equipo de arrastre, únicamente equipos de presión e inspección diseñados para este tipo de redes.

En caso de que sea necesario reemplazar una sección de la tubería, Durman puede proveer accesorios de reparación para simplificar y acelerar la operación. La sección de reemplazo puede constar de una longitud de tubería con dos extremos de espigo y dos uniones de reparación o una longitud de tubería con una campana integral y un extremo de espigo y una unión de reparación.

Cuando se quite la sección, asegúrese que esté incluido todo el daño, es decir, que no se dejen fracturas capilares internas en la línea y que haya suficiente espacio para realizar las reparaciones.

1.Determine la longitud de la sección de reemplazo como se muestra en la ilustración siguiente. Corte la tubería hasta la longitud correcta.

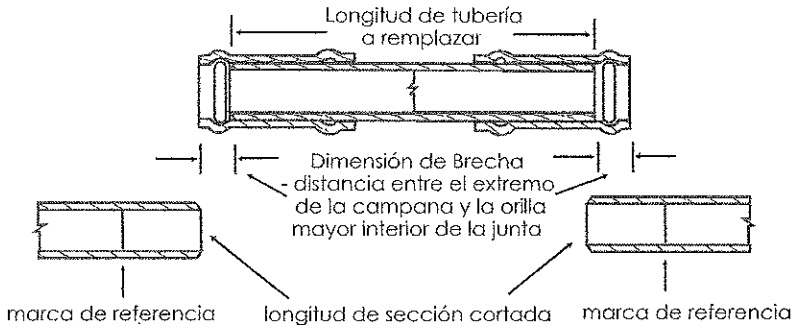


Ilustración 10. Longitud sección tubería de reemplazo.

2. Bisele los extremos de la tubería y la sección en reparación. Localice las marcas de referencia en todos los extremos.

3. Instale las uniones como se muestra en la Figura anterior o en los extremos de la tubería en lugar de la sección de reemplazo.

4. Inserte la sección de reemplazo a la tubería y deslice las uniones a su posición como se muestra abajo. Las uniones deben centrarse encima de la brecha y equidistante de las marcas de referencia.

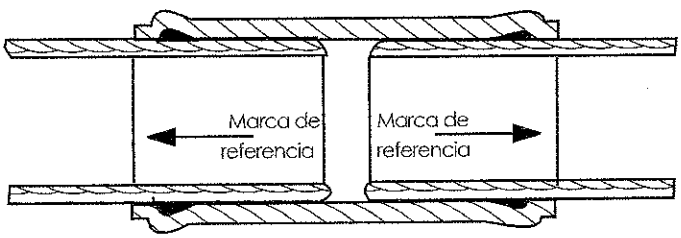
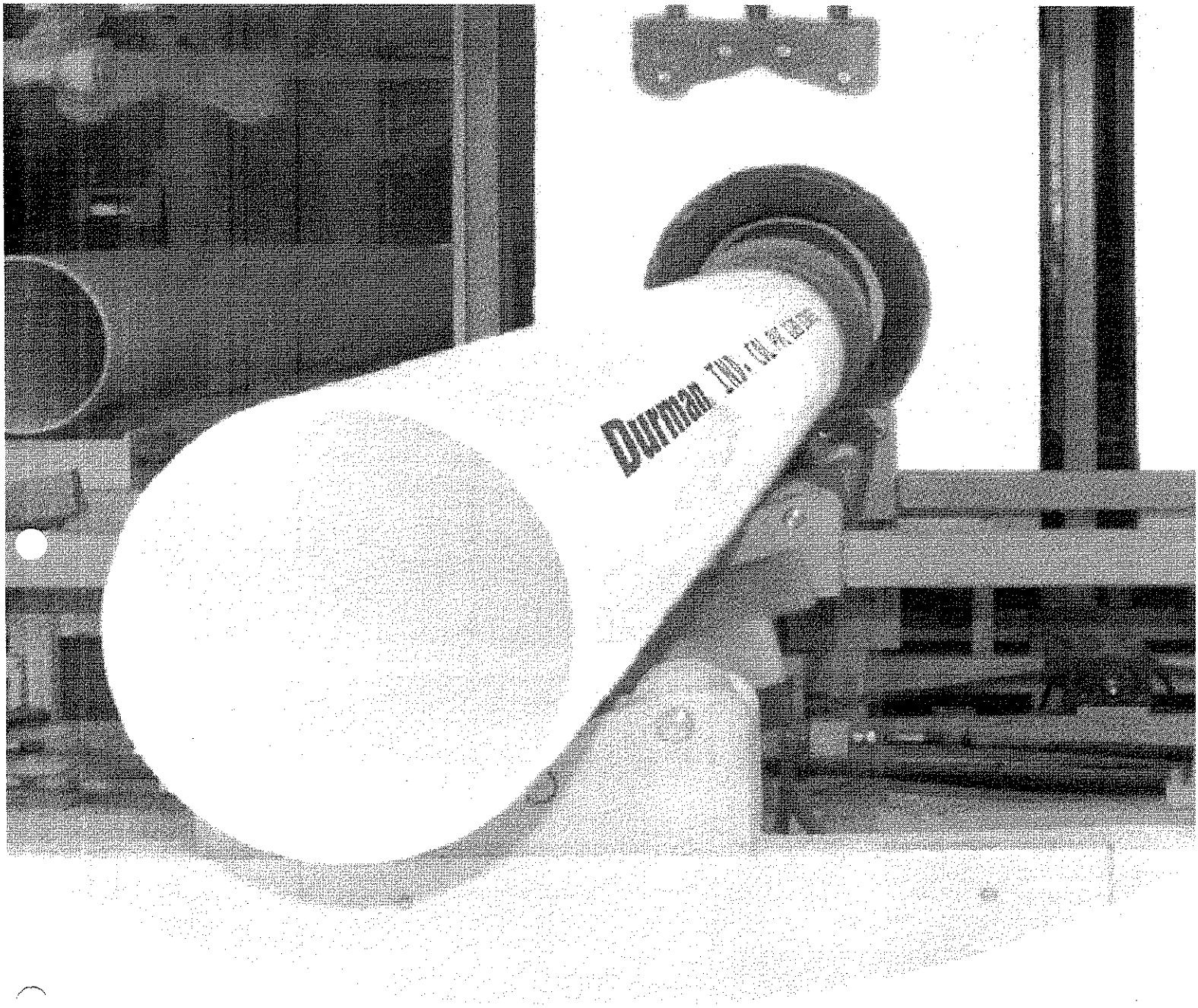


Ilustración 11. Uniones tubería

aliaxis

Cuando se use una sección con una campana integral, es posible que tenga que exponerse más de la tubería para permitir la desviación de la tubería a fin de proporcionar la alineación correcta de la junta de reemplazo. Cuando determine la longitud de la sección de reemplazo, deje un margen para la dimensión de brechas en un extremo solamente. Complete primero la junta de la campana integral, después deslice la unión reparación a su lugar.

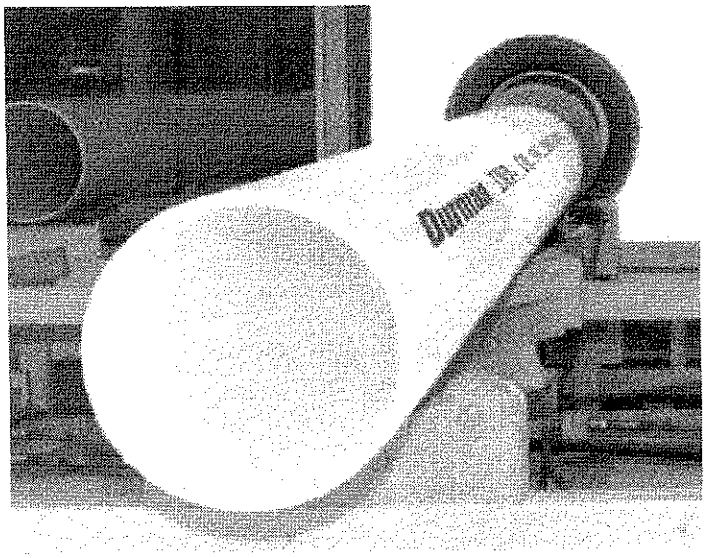
NOTA: Para mantenimientos correctivos diferentes a los expuesto anteriormente por favor comunicarse con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía



8. Rótulo

Información mínima de rótulo:

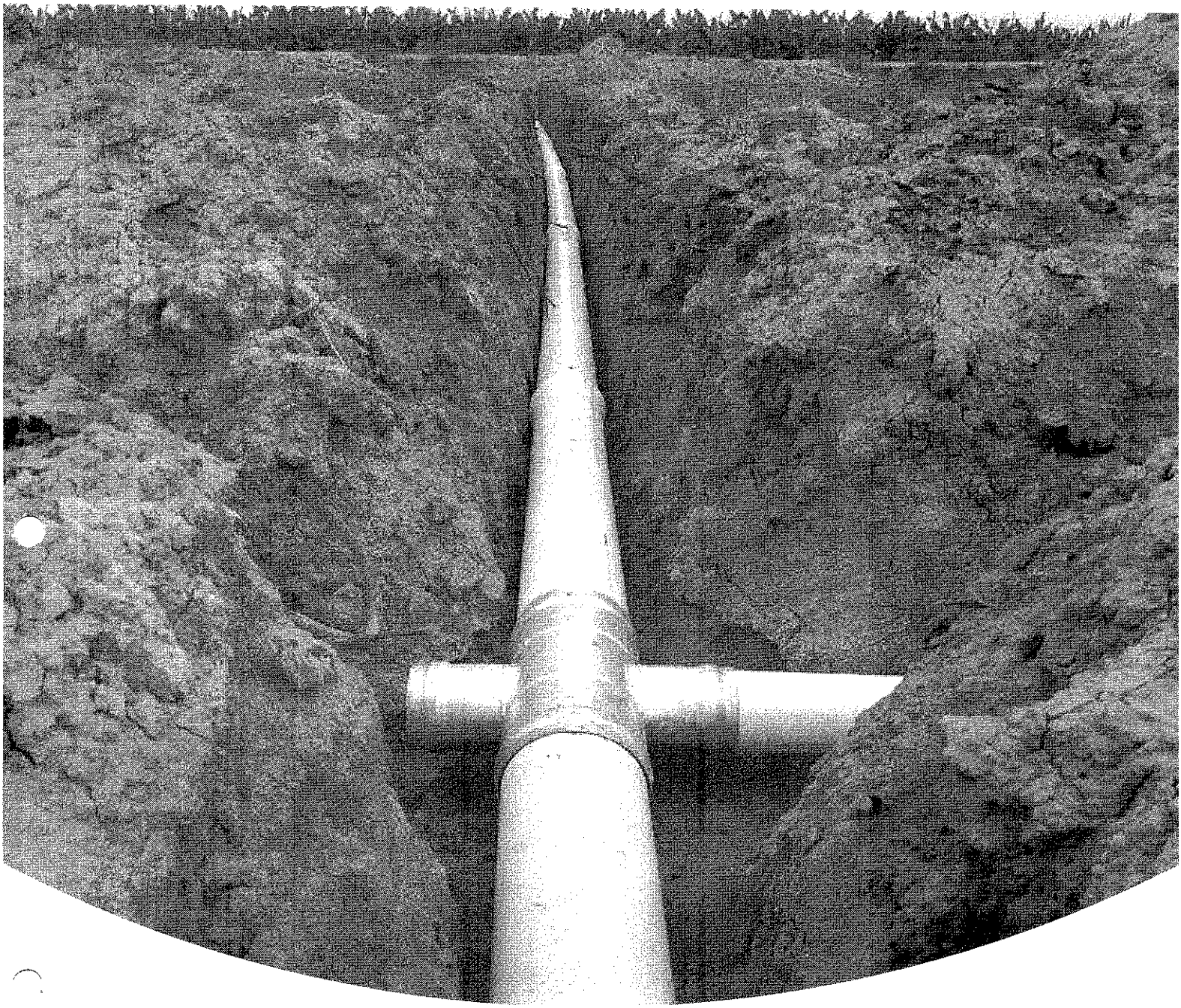
- Destinación o uso del tubo.
- Nombre del fabricante o marca.
- País de origen.
- Fecha de fabricación y lote.
- Sistema internacional de unidades
- Normas Técnicas.



Durman by aliaxis IND. COL. PVC RIGIDO ICONTEC NTC 382 NTC 2295
RESOLUCION 0501 AGUA POTABLE 2" 60mm RDE 21 1.38Mpa 200Psi BLANCO
LOTE __ __ __ __ DD/MM/AAAA 21:58

446

Durman
by aliaxis



9. Índice de tablas e ilustraciones

9.1 Índice de tablas

Tabla 1. Características químicas de reconocido efecto adverso en la salud humana. 7
Tabla 2. Dimensiones tubería SNAP 7
Tabla 3. Dimensiones accesorios SNAP 11
Tabla 4. Profundidades mínimas de instalación 21
Tabla 5. Clasificación de suelos 22
Tabla 6. Tamaño máximo de las partículas 26
Tabla 7. Radio de curvatura tuberías SNAP 36
Tabla 8. Fuerza lateral para desplazamiento 36
Tabla 9. Rendimiento de Lubricante 37
Tabla 10. Valores de "a" en función de RDE 38
Tabla 11. Presión de trabajo y prueba según RDE 41
Tabla 12. Perdida de agua permisible Sistema Ingles 42
Tabla 13. Perdida de agua permisible Sistema Métrico 42
Tabla 14. Perdidas de Energía Hf 48

9.2 Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Elementos de la zanja 20
Ilustración 2. Zonas de conformación cimentación 21
Ilustración 3. Vehículos relleno 25
Ilustración 4. Bloques de anclaje en válvulas 26
Ilustración 5. Capacidades de resistencia de suelos no alterados 27
Ilustración 6. Ubicación típica de bloques de anclaje 28
Ilustración 7. Resistencia al empuje vertical 29
Ilustración 8. Acometida domiciliaria 29
Ilustración 9. Radio de curvatura 35
Ilustración 10. Longitud sección tubería de reemplazo 57
Ilustración 11. Uniones tubería 57

Planta

Madrid (Cundinamarca)
Km 27 vía Panamericana - Facatativá - Los Alpes
Tel: +57 601 820 0200

Servicio Al Cliente
E-mail: colombia@aliaxis-la.com
018000 9188 26
018000 5211 01

Centros de Distribución

Malambo
Calle 4 A # 11 F - 93, Barrio El Tesoro
Tel: +57 605 366 4700 | +57 605 366 4725
Cel: +57 315 649 35 07
Oficina Comercial Barranquilla
Carrera 55 No. 100 - 51 Of. 605
Centro Empresarial Blue Gardens

Medellín
Calle 30 No. 40 - 21 Itagüí
Cel: +57 317 501 5591 | +57 317 659 1611

Cali
Carrera 27B # 13-270 Bloque 8 Bodega 2
Zona Industrial Arroyohondo
Cel: +57 317 637 3006

Ventas

Cartagena
Cel: +57 315 682 9051
Cel: +57 316 464 3137

Santa Marta
Cel: +57 317 426 9781

Eje Cafetero
Cel: +57 315 354 1632

Ibagué
Cel: +57 317 648 7453

Villavicencio
Cel: +57 316 478 1253

Bucaramanga
Cel: +57 317 436 7651

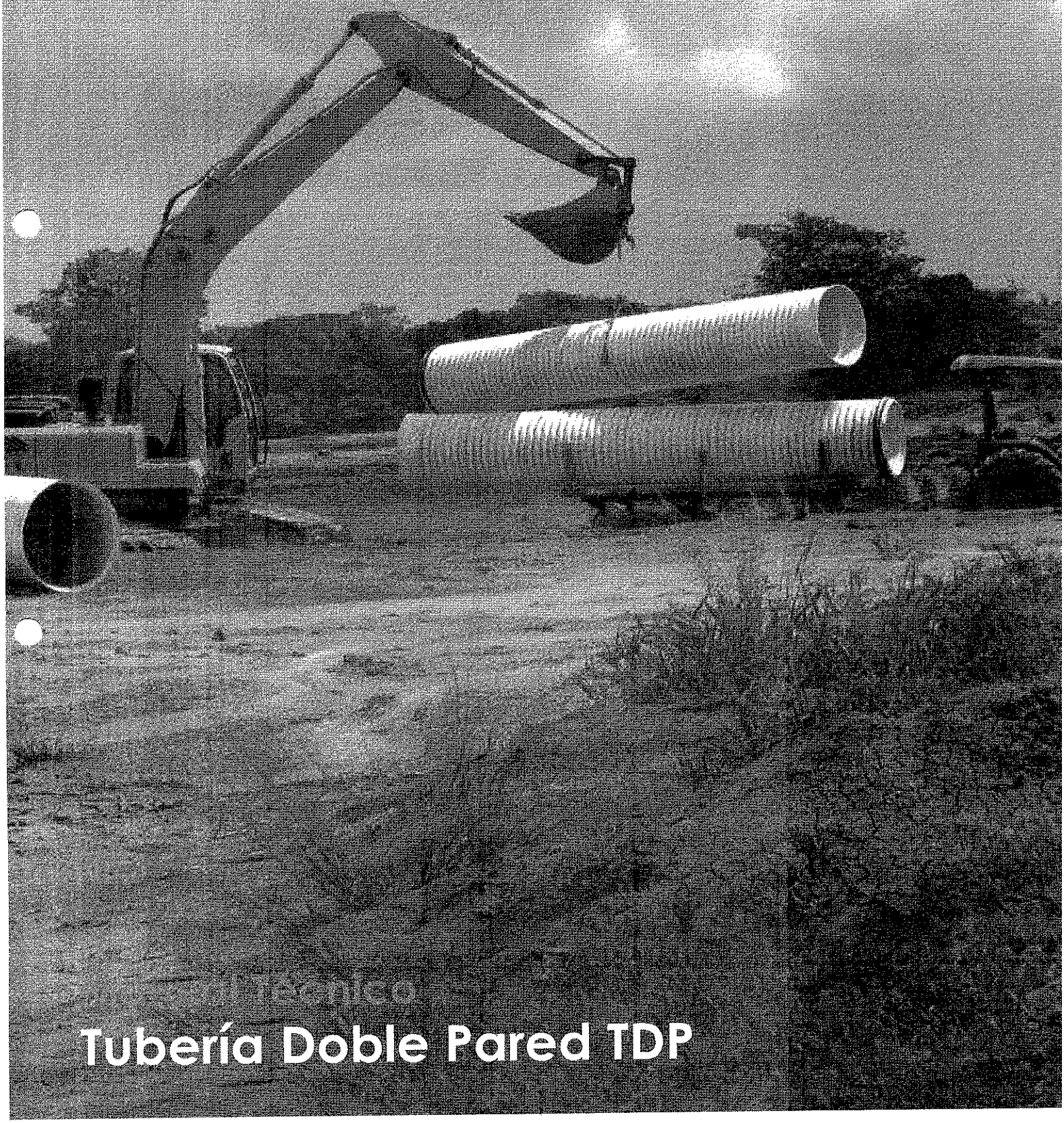
www.durman.com.co

@DurmanColombia @Durmanbyaliaxiscolombia Durman by aliaxis Colombia DurmanColombia +57 316 620 9392

aliaxis

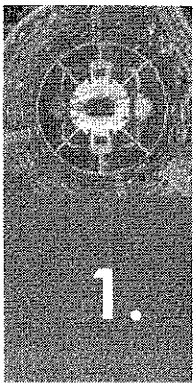
aliaxis

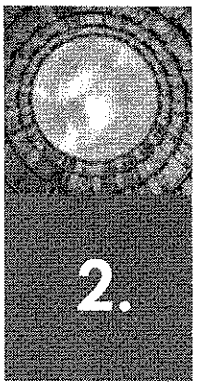
Durman®
by aliaxis

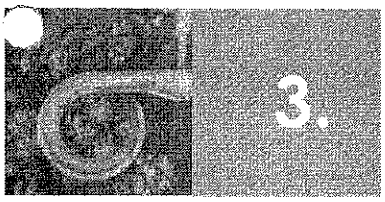


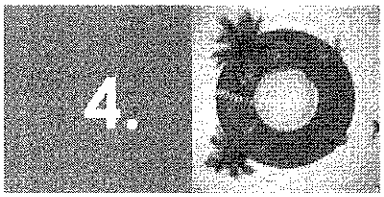
Tubería Doble Pared TDP

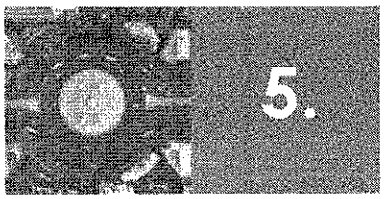
Contenido

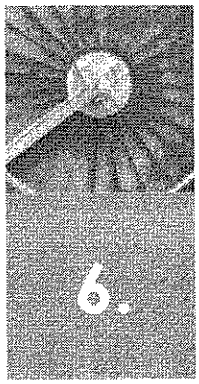












1. Aspectos Generales 4
1.1. ¿Qué es la Tubería de Doble Pared (TDP) ***Durman®***? 5

2. Descripción general 6
2.1. Tipo de Material 7
2.2. Dimensiones 8
2.3. Presión de Trabajo 9
2.4. Condiciones extremas 9
2.5. Vida Útil 10
2.6. Uso Recomendado 10

3. Tipo de Juntas 12
3.1. Procedimiento Instalación de Juntas 13

4. Manejo, Transporte y Almacenamiento 14
4.1. Manejo 15
4.2. Transporte 16
4.3. Almacenamiento 17

5. Instalación de Tuberías y Accesorios 18
5.1. Instalación de tuberías NTC 2795 19
5.1.1. Elaboración de zanja 19
5.1.2. Control de agua NTC 2795 20
5.1.3. Cimentación 21
5.1.4. Clasificación de suelos NTC 2795 22
5.1.5. Altura de relleno mínimo para el equipo de compactación 24
5.1.6. Conexión a pozos de inspección 24
5.2. Instalación de Accesorios 24
5.3. Lubricante 27

6. Diseño de cimentación – Comportamiento estructural 28

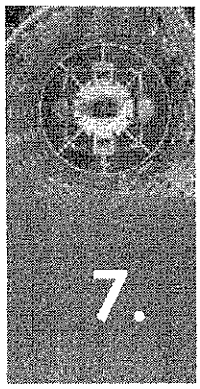
©2022 Durman Colombia

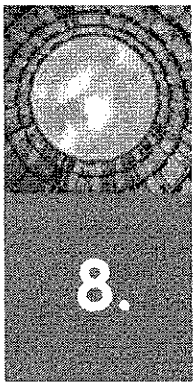
Este documento está protegido por Derechos de Autor. Cualquier reproducción total o parcial, publicación, puesta a disposición, modificación, adaptación o cambio, por cualquier medio escrito o electrónico, sin autorización de la titular está prohibida por la ley.

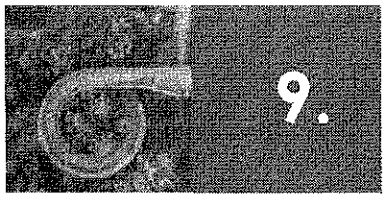
Bogotá D.C - Colombia / Sexta edición, Marzo de 2022.

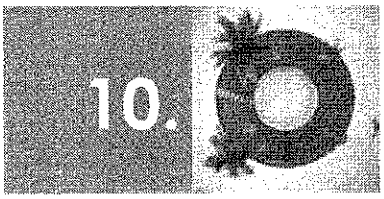
aliaxis

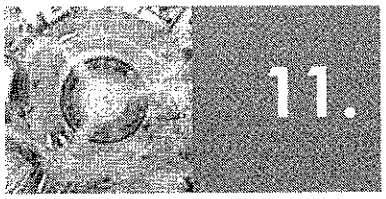
Contenido











7. Puesta en servicio 31
7.1. Inspección Visual 32
7.2. Medición de Deflexiones 32
7.3. Prueba de Infiltración 32
7.4. Prueba de Exfiltración ó Estanqueidad 33
7.5. Prueba de Hermeticidad con Aire 33

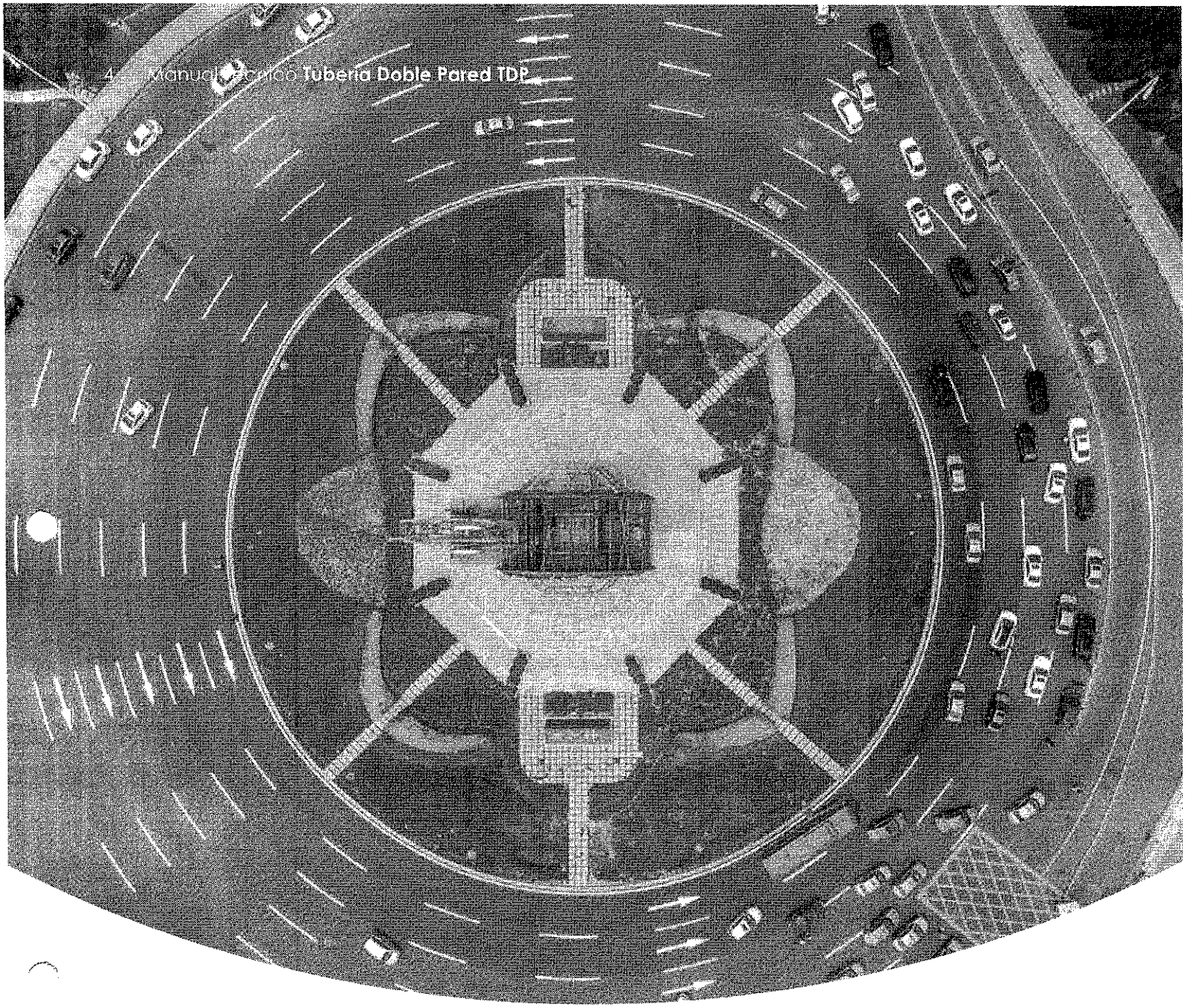
8. Comportamiento Hidráulico 34

9. Mantenimiento Preventivo y Correctivo 36
9.1. Mantenimiento Preventivo 37
9.2. Mantenimiento Correctivo 37

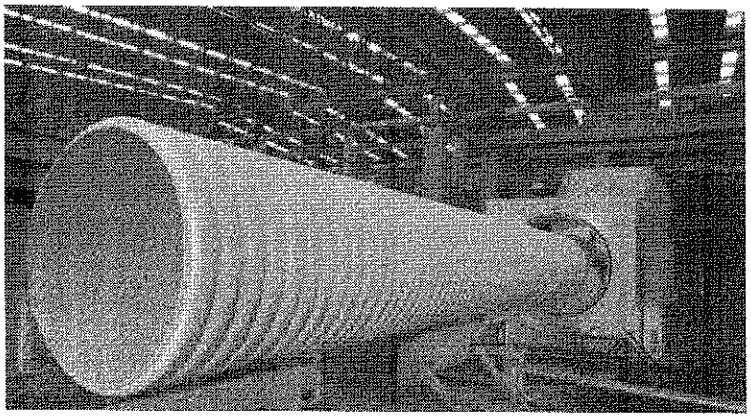
10. Rótulo 38
10.1 Información de rótulo 39

12 Índice de tablas y gráficos 40

Durman
by aliaxis



1. Aspectos generales



Tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado NTC-3722-3 - NTC-5055 y ASTM F949.

Durman® ha sido una empresa pionera en el desarrollo e introducción de tuberías para diversas aplicaciones; la tubería de doble pared (TDP) para alcantarillado, constituye la solución más práctica y versátil para la construcción de sistemas de drenaje sanitario y pluvial, riego y otras aplicaciones.

1.1. ¿Qué es la Tubería de Doble Pared (TDP) *Durman®*?

La tubería TDP, es un tubo de PVC (poli cloruro de vinilo) de doble pared fabricado mediante el proceso de doble extrusión, el cual posee una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño hidráulico y estructural; utiliza sellos elastoméricos especialmente diseñados garantizando hermeticidad en las uniones entre tubos y accesorios; .

La tubería TDP de diámetros de 4" a 20" se fabrica bajo norma NTC 3722-3 "Sistemas de tuberías plásticas para uso sin presión en drenajes y alcantarillados enterrados (o bajo tierra). Sistemas de tuberías de pared estructural de poli (cloruro de vinilo) rígido (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 3: tuberías y accesorios con superficie externa no lisa, tipo B". Con rigidez mínima de tubería S8 (8KN/m2) y S4 (4KN/m2).

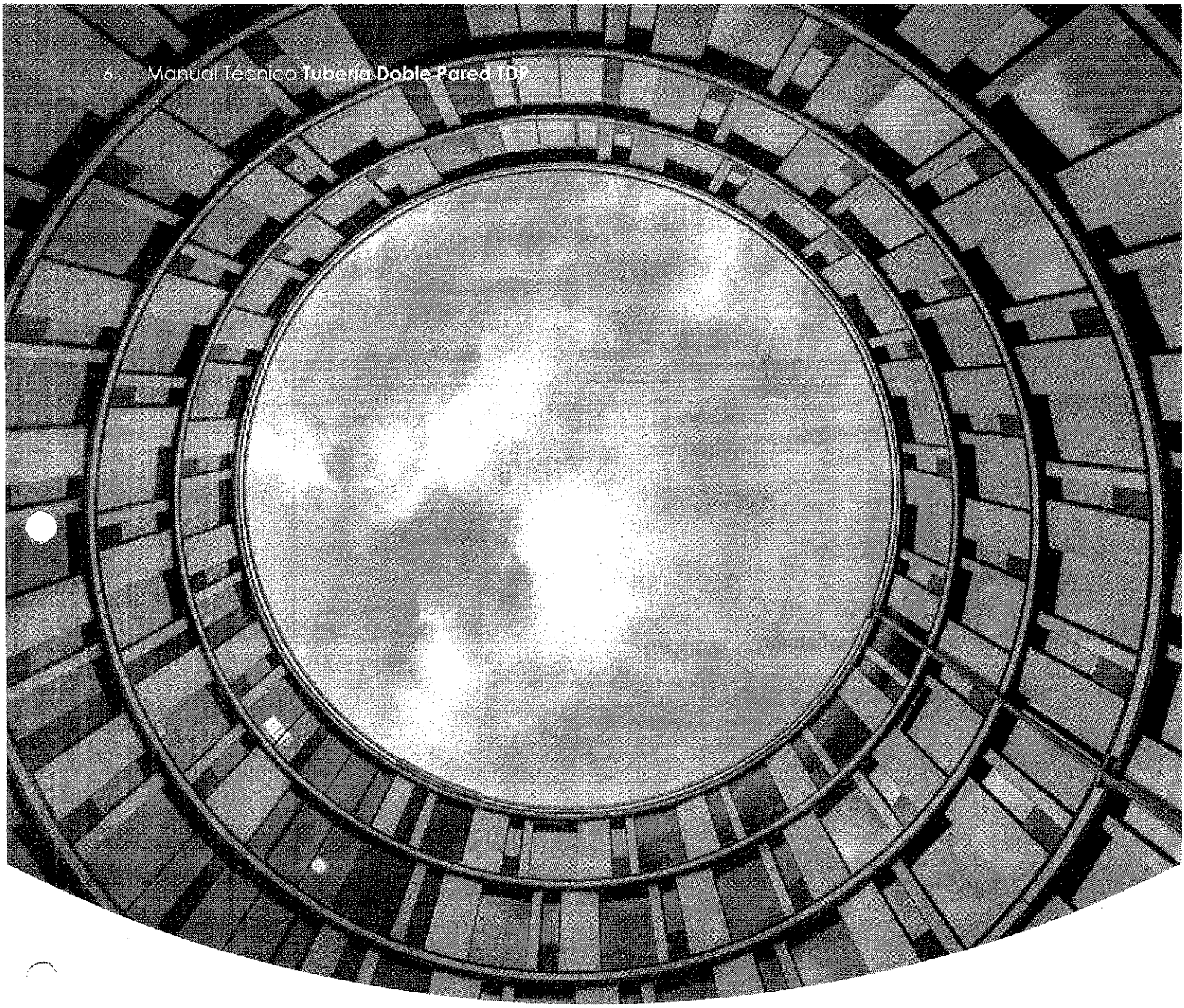




La tubería TDP de diámetros de 24" a 42" se fabrica bajo norma NTC-5055 "Tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) (PVC) perfilados para uso en alcantarillado por gravedad, controlados por el diámetro interno" con rigidez mínima de tubería S4 (4 KN/m²).

Igualmente la tubería TDP de diámetros de 24" a 42" se fabrica bajo norma ASTM F949 "Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Corrugated Sewer Pipe With a Smooth Interior and Fittings" con rigidez mínima de tubería S6 (6 KN/m²).

Adicional la tubería TDP cumple con los requisitos establecidos en la Resolución 0330 de 2017, Resolución 0799 de 2021 y los requisitos del reglamento técnico de tuberías del MVCT expedido en la Resolución 0501 de 2017.



2. Descripción general

2.1. Tipo de Material

La materia prima con la cual se fabrica las tuberías y accesorios TDP para alcantarillado consiste en resina de poli cloruro de vinilo rígido (PVC-U), la cual cumple con todos los requisitos del reglamento técnico de tuberías del MVCT expedido en la Resolución 0501 de 2017. Además, la resina de PVC utilizada en la fabricación posee el cloruro de vinilo monómero residual menor a 3,2 mg/kg.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN								
E:EXCELENTE B:BUENA R:REGULAR NR:NO RECOMENDABLE I:INFORMACION NO COMPROBADA								
DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C
Aceite de Algodón	E	E	Dióxido de Carbono	E	E	Nitrato de Níquel	E	E
Aceite de Castor	E	E	Ácido Cresílico 99%	B	NR	Nitrato de Potasio	E	E
Aceite de Linaza	E	E	Ácido Crómico 10%	E	E	Acido Sulfúrico 90%	NR	NR
Aceite de Lubricantes	E	E	Ácido Crómico 30%	E	NR	Acido Sulfúrico 98%	NR	NR
Aceite Minerales	E	B	Ácido Crómico 50%	B	NR	Ácido Tánico	E	E
Aceites y Grasas	E	B	Ácido Diclocólico	E	E	Ácido Tartárico	E	E
Acetaldehído	NR	NR	Ácido Esteárico	B	B	Ácidos Grasos	E	E
Acetato de Amilo	NR	NR	Ácido Fluorhídrico 10%	E	NR	Acrilato de Etilo	NR	NR
Acetato de Bulilo	NR	NR	Ácido Fluorhídrico 50%	E	NR	Agua de Bromo	R	NR
Acetato de Etilo	NR	NR	Ácido Fórmico	E	NR	Agua de Mar	E	E
Acetato de Plomo	E	E	Ácido Fosfórico 25-85%	E	E	Agua Potable	E	E
Acetato de Sodio	E	E	Ácido Gálico	E	E	Agua Regia	R	NR
Acetato de Vinilo	NR	NR	Ácido Glicólico	E	E	Alcohol Alílico 96%	NR	NR
Acetileno	I	I	Ácido Hipocloroso	E	E	Alcohol Amílico	R	NR
Acetona	NR	NR	Ácido Láctico 25%	E	E	Alcohol Butílico	B	NR
Ácido Acético 80%	B	NR	Ácido Láurico	E	E	Alcohol Etílico	E	E
Ácido Acético 20%	E	NR	Ácido Linoleico	E	E	Alcohol Metílico	E	E
Ácido Adípico	E	E	ÁcidoMaléico	E	E	Alcohol Propargílico	I	NR
Ácido Antraquinosulfónico	I	I	Ácido Málico	E	E	Alcohol Propílico	B	NR
Ácido Artisulfónico	R	NR	Ácido Metusulfónico	E	E	Amoníaco (Gas Seco)	E	E
Ácido Arsénico	E	B	Ácido Nicotínico	E	NR	Amoníaco (Cloruro de amonio)	E	NR
Ácido Bencesulfónico 10%	E	E	Ácido Nítrico 10%	NR	NR	Anhídrico Acético	NR	NR
Ácido Benzóico	E	E	Ácido Nítrico 68%	NR	NR	Anilina	NR	NR
Ácido Bórico	E	E	Ácido Oléico	E	E	Antraquinona	E	I
Ácido Bromhídrico 20%	E	E	Ácido Oxálico	E	E	Benceno	NR	NR
Ácido Brómico	E	E	Ácido Palmítico 10%	E	E	Benzoato de Sodio	B	R
Ácido Butírico	R	NR	Ácido Palmítico 70%	NR	NR	Bicarbonato de Potasio	E	E
Ácido Carbónico	E	E	Ácido Peracético 40%	NR	NR	Bicarbonato de Sodio	E	E
Ácido Cianhídrico	E	E	Ácido Perclórico 10%	E	E	Bicromato de Potasio	E	E
Ácido Cítrico	E	E	Ácido Perclórico 70%	NR	NR	Bifluoruro de Amonio	E	E
Ácido Clorhídrico 20%	I	I	Ácido Pícrico	NR	NR	Bisulfato de Calcio	E	E
Ácido Clorhídrico 50%	E	E	Ácido Selénico	I	I	Bisulfato de Sodio	E	E
Ácido Clorhídrico 80%	E	E	Ácido Silícico	E	E	Blanqueador 12.5%	B	R

Tabla 1. Resistencia a la Corrosión

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN								
E:EXCELENTE B:BUENA R:REGULAR NR:NO RECOMENDABLE I:INFORMACIÓN NO COMPROBADA								
DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C
Ácido Cloracético 10%	B	R	Ácido Sulfuroso	E	E	Borato de Potasio	E	E
Ácido Clorosulfónico	E	I	Ácido Sulfúrico 10%	E	E	Borax	E	B
Bromuro de Etileno	NR	NR	Ácido Sulfúrico 75%	E	E	Bromato de Potasio	E	E
Bromuro de Potasio	E	B	Disulfuro de Carbono	NR	NR	Bromo (Líquido)	NR	NR
Bromuro de Sodio	I	I	Eter Etílico	NR	NR	Nitrato de Sodio	E	E
Butadieno	R	NR	Etilen Glicol	E	E	Nitrato de Zinc	E	E
Butano	I	I	Fenol	NR	NR	Nitrato Férrico	E	E
Butanodiol	I	I	Ferricianuro de Potasio	E	E	Nitrato Mercuroso	B	B
Butil Fenol	B	NR	Ferricianuro de Sodio	E	I	Nitrobenceno	NR	NR
Butileno	E	I	Ferrocienuro de Sodio	E	E	Nitrito de Sodio	E	E
Carbonato de Armonio	E	E	Ferrocianuro de Potasio	E	E	Ocenol	I	I
Dextrosa	E	E	Fluor (Gas Húmedo)	E	E	Oleum	NR	NR
Dicloruro de Etileno	NR	NR	Nicotina	I	I	Oxicloruro de Aluminio	E	E
Dicromato de Potasio	E	E	Nitrato de Aluminio	E	E	Urea	E	E
Dicromato de Sodio	B	R	Nitrato de Amonio	E	E	Vinagre	E	NR
DinetilAmina	NR	NR	Nitrato de Calcio	B	B	Vinos	E	E
Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR	Nitrato de Cobre	E	E	Whisky	E	E
Dióxido de Azufre (Seco)	E	E	Nitrato de Magnesio	E	E	Xileno	NR	NR

Tabla 1. Resistencia a la Corrosión

Nota: No se recomienda el uso de los productos listados en la tabla con "NR" (No Recomendable), e "I" (Información no comprobada). Los datos de esta tabla no deben tomarse como definitivos, son únicamente para dar una idea aproximada.

2.2. Dimensiones

TUBERÍA TDP SERIE S8 - NTC 3722-3										
Dn (pulg)	Dn mm	NTC	De mm	Di mm	Tw mm	Longitud Campana (mm)	Longitud m	Rigidez Mínima		Peso kg/ml
								Tubería PS (psi)	Anular RS (kN/m²)	
4	110	3722-3	110	97	1.0	100	6	57	8	1.10
6	160	3722-3	160	135	1.2	85	6	57	8	2.2
8	200	3722-3	200	172	1.4	105	6	57	8	2.9
10	250	3722-3	250	216	1.7	120	6	57	8	4.16
12	315	3722-3	315	270	1.9	165	6	57	8	7.16
14	355	3722-3	355	310	2.0	175	6	57	8	7.86
16	400	3722-3	400	340	2.3	200	6	57	8	10.40
18	450	3722-3	450	383	2.5	200	6	57	8	14.45
20	500	3722-3	500	432	2.8	215	6	57	8	16.33

Tabla 2. Dimensiones tubería TDP NTC 3722-3 S8

aliaxis

457

TUBERÍA TDP SERIE S4 - NTC 3722-3										
Dn (pulg)	Dn mm	NTC	De mm	Di mm	Tw mm	Longitud Campana (mm)	Longitud m	Rigidez Mínima		Peso kg/ml
								Tubería PS (psi)	Anular RS (kN/m²)	
4	110	3722-3	110	97	1,0	100	6	28	4	1,10
6	160	3722-3	160	135	1,2	85	6	28	4	2,2
8	200	3722-3	200	172	1,4	105	6	28	4	2,9
10	250	3722-3	250	216	1,7	120	6	28	4	3,8
12	315	3722-3	315	270	1,9	165	6	28	4	6,9
14	355	3722-3	355	310	2,0	175	6	28	4	7,86

Tabla 3. Dimensiones tubería TDP NTC 3722-3 S4

TUBERÍA TDP GD SERIE S4 – NTC 5055									
Dn (pulg)	Dn mm	NTC	De mm	Di mm	Longitud Campana (mm)	Longitud m	Rigidez Mínima		Peso kg/ml
							Tubería PS (psi)	Anular RS (kN/m²)	
24	600	5055	650	594.70	275	6,5	28	4	17,07
27	675	5055	730	672.50	280	6,5	28	4	19,70
30	750	5055	813	746.50	290	6,5	28	4	28,00
33	825	5055	898	823.10	300	6,5	28	4	36,15
36	900	5055	985	898.40	340	6,5	28	4	37,93
39	975	5055	1065	974.90	370	6,5	28	4	48,00
42	1050	5055	1163	1050.80	380	6,5	28	4	48,92

Tabla 4. Dimensiones tubería TDP GD NTC 5055 S4

TUBERÍA TDP GD NR SERIE S6 – ASTM F949								
Dn (pulg)	Dn mm	NTC	De mm	Di mm	Longitud m	Rigidez Mínima		Peso kg/ml
						Tubería PSI (psi)	Anular RS (kN/m²)	
24	600	F949	650	594.70	6,5	42	6	27,50
30	750	F949	813	746.50	6,5	42	6	32,34
33	825	F949	898	823.10	6,5	42	6	36,15
36	900	F949	985	898.40	6,5	42	6	37,93
39	975	F949	1065	974.90	6,5	42	6	52,61
42	1050	F949	1163	1050.80	6,5	42	6	58,70

Tabla 5. Dimensiones tubería TDP GD NR ASTM F949 S6

2.3. Presión de trabajo

Las tuberías TDP están diseñadas para el transporte de agua a flujo superficie libre, por lo tanto, la tubería no se define presión de trabajo.

2.4. Condiciones extremas

Las condiciones extremas son aquellas que pueden llegar a afectar la funcionalidad de las tuberías y accesorios, debido a que sobrepasa los valores máximos de trabajo, tales como:

- **Exposición de la Tubería a Rayos U.V.**

Las tuberías y accesorios TDP no deben ser instaladas a la intemperie, debido a que los rayos ultravioleta debilitan los valores de resistencia al impacto. De igual forma la tubería y accesorios que son almacenados expuestos a rayos ultravioleta no debe superar un periodo de 60 días. en caso de requerir un almacenamiento por un periodo mayor a los 60 días, la tubería deberá almacenarse bajo techo.



- **Exposición de Altas Temperaturas**

El PVC es un material termoplástico que puede ser fundido por calor, por ende, no debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima que puede ser sometida la tubería en almacenamiento es de 45°C.

- **Temperaturas del Fluido**

La temperatura de trabajo del fluido a transportar por la tubería y accesorios de TDP es máxima de 45°C, para uso de la tubería con temperaturas mayores, favor comunicarse con el departamento de calidad de ***Durman®***.

- **Solventes**

No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.

- **Material Punzante**

No someta la tubería y accesorios TDP a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulares de tamaño mayores a 1 1/4".

- **Condiciones Adicionales**

Cualquier otro tipo de condición especial distinta a las expuestas anteriormente y que pueda afectar la funcionalidad de las tuberías y accesorios TDP, por favor ponerse en contacto con los ingenieros especificadores y jefatura técnica de la compañía.

2.5. Vida útil

La vida útil de la tubería y accesorios TDP, bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación, instalación, operación y servicio será de mínima 50 años. Lo anterior expuesto no se constituye como garantía explícita del producto.

2.6. Uso recomendado

La tubería TDP para alcantarillado ***Durman®***, constituye la solución más practica y versátil para colectores sanitarios y otras aplicaciones.

Alcantarillado Pluvial:

La tubería TDP cumple ampliamente con las condiciones de transporte de aguas lluvias cumpliendo con la NTC 3722-3, NTC 5055, ASTM F949, Resolución 0330 de 2017, Resolución 0799 de 2021 y Resolución 0501 de 2017.



Pasos de Carreteras o Cruces Viales:

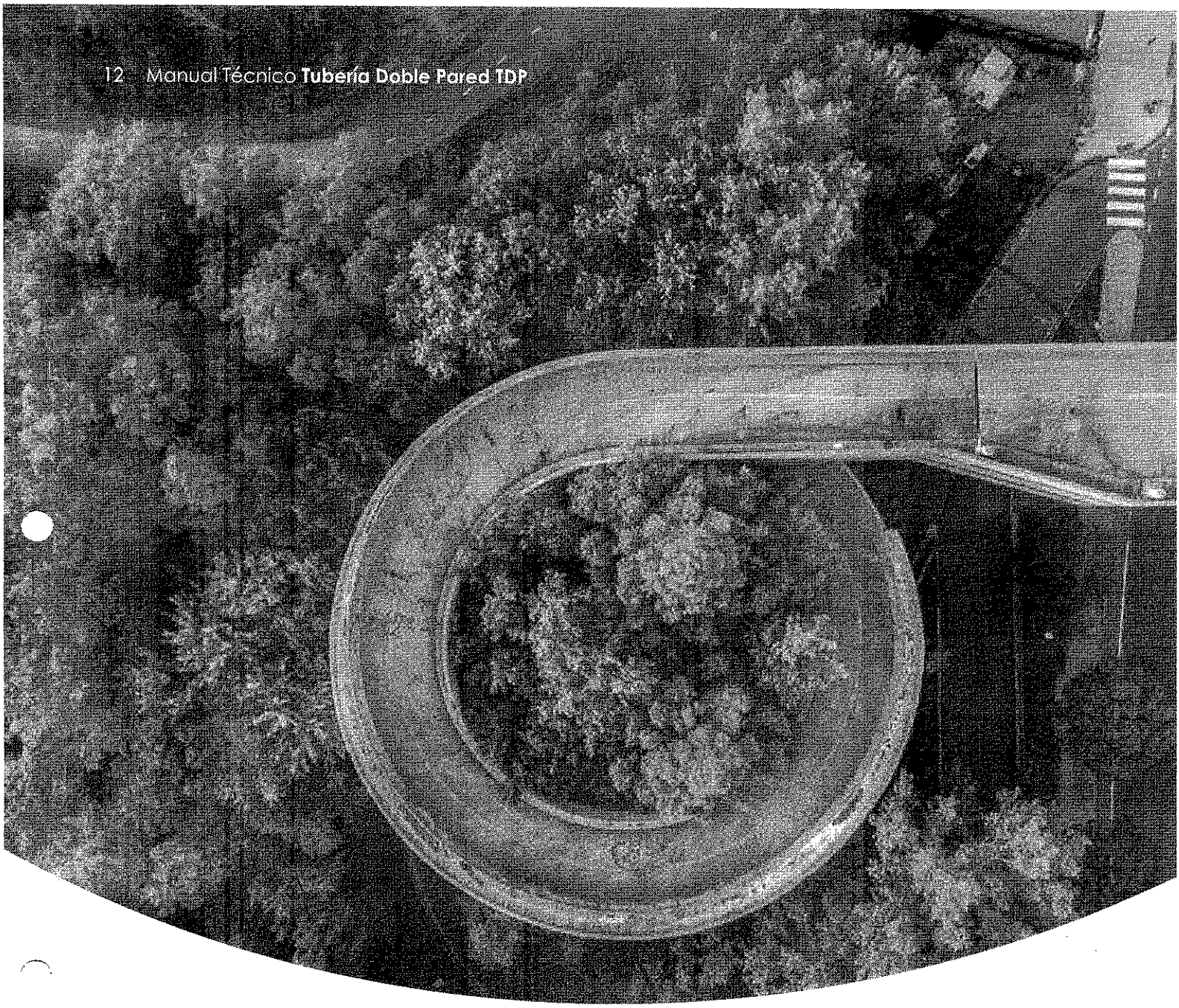
Capaz de soportar las cargas vivas asociadas a las autopistas y vías rurales, cumpliendo con la especificación INVIAS Art. 663.

Alcantarillado Sanitario:

Igualmente, cumple con las condiciones de transporte de aguas residuales de acuerdo con la NTC 3722-3, NTC 5055, ASTM F949, Resolución 0330 de 2017, Resolución 0799 de 2021 y Resolución 0501 de 2017.

Conducción por gravedad y sustitución de canales abiertos:

También es aplicable para entubamiento de cauces, otras conducciones por gravedad, etc.



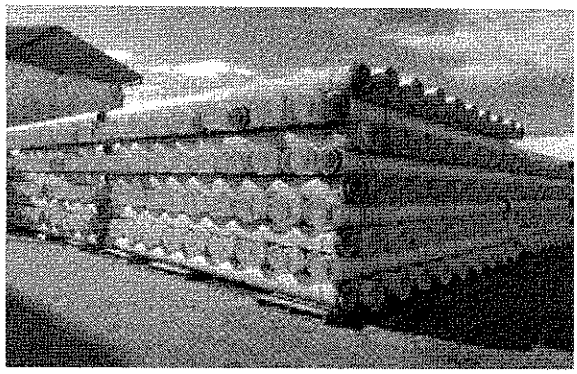
3. Tipo de juntas

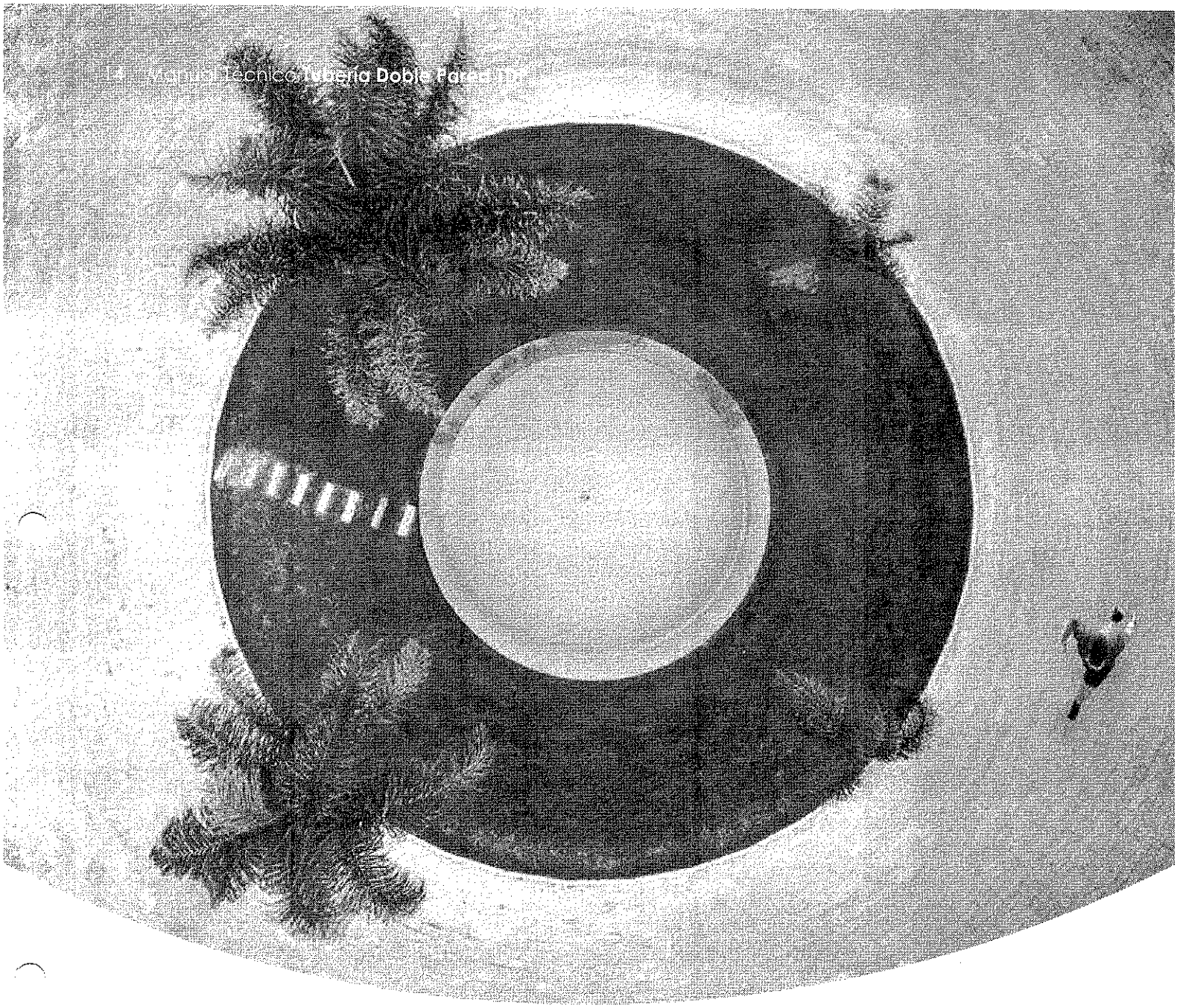
469

El tipo de junta de la tubería y accesorios de PVC de doble pared (TDP) corresponde a ensamble unión mecánica (campana por espigo), utilizando empaques elastoméricos especialmente diseñados para cumplir con un óptimo desempeño hidráulico, garantizando completa hermeticidad.

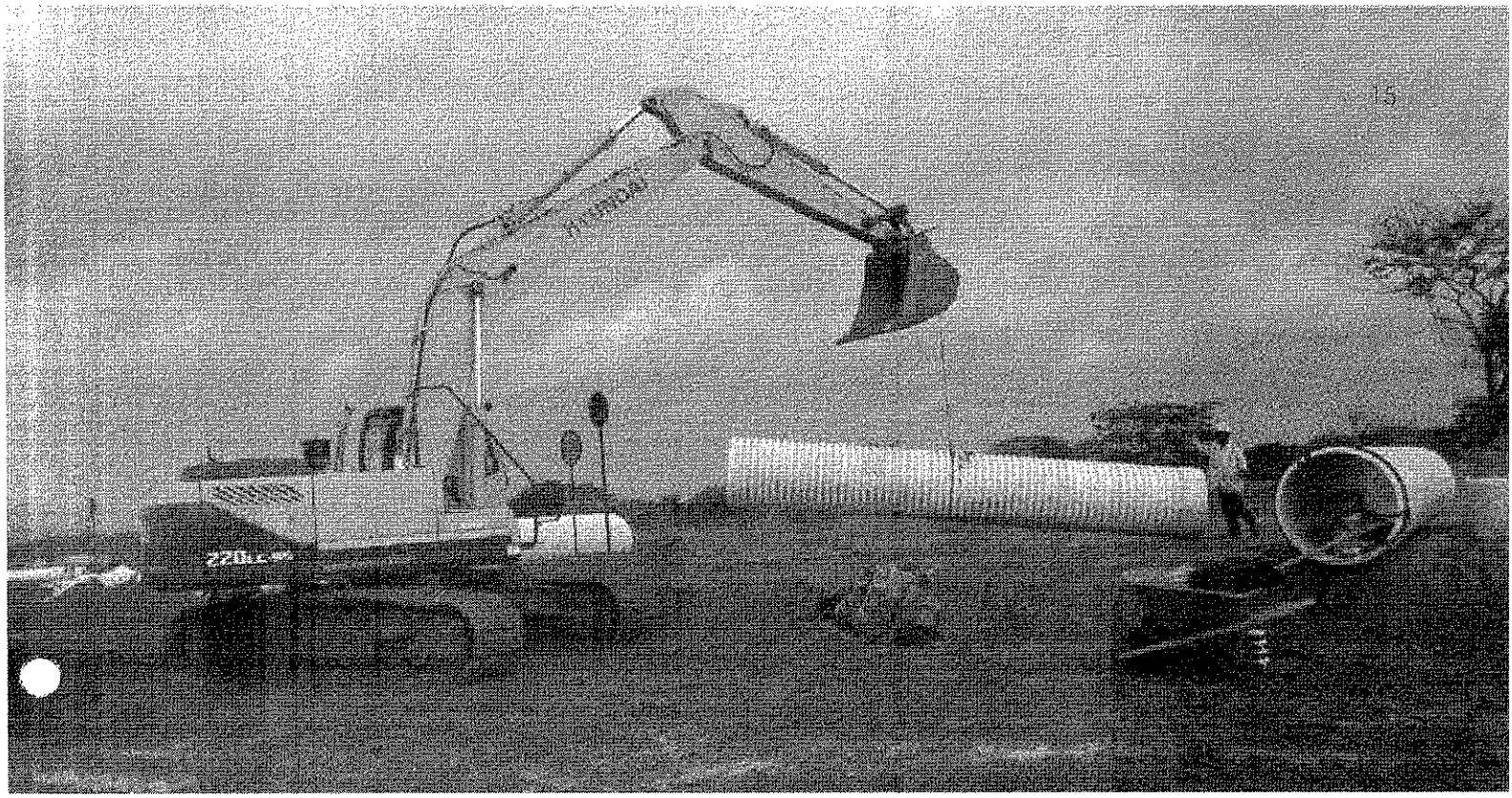
3.1. Procedimiento Instalación de Juntas

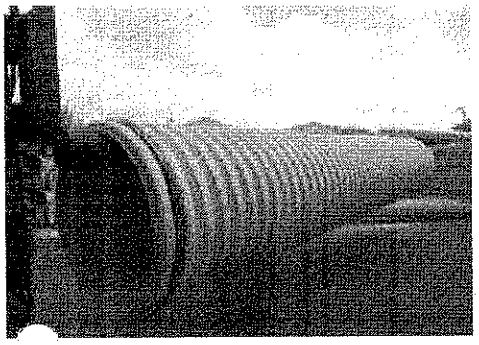
- Retire el recubrimiento de seguridad del empaque elastomérico del tubo a instalar.
- Limpie con un trapo seco y limpio la parte interior de la campana y el empaque elastomérico junto con la parte exterior del tubo a instalar.
- Aplique lubricante ***Durman®*** generosamente en la campana y empaque elastomérico.
- Alinee la campana con el tubo e introduzca el espigo. Se recomienda el uso de un bloque de madera en el extremo del mismo, con el fin de protegerlo del equipo o herramienta de empuje.
- Aplique presión constante en dirección al eje longitudinal de la tubería logrando que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana hasta finalizar la inserción.
- Antes de realizar este proceso se recomienda verificar la longitud de inserción (ingreso del espigo dentro de la campana) de manera tal se genere solo el esfuerzo necesario para un adecuado acople espigo-campana.





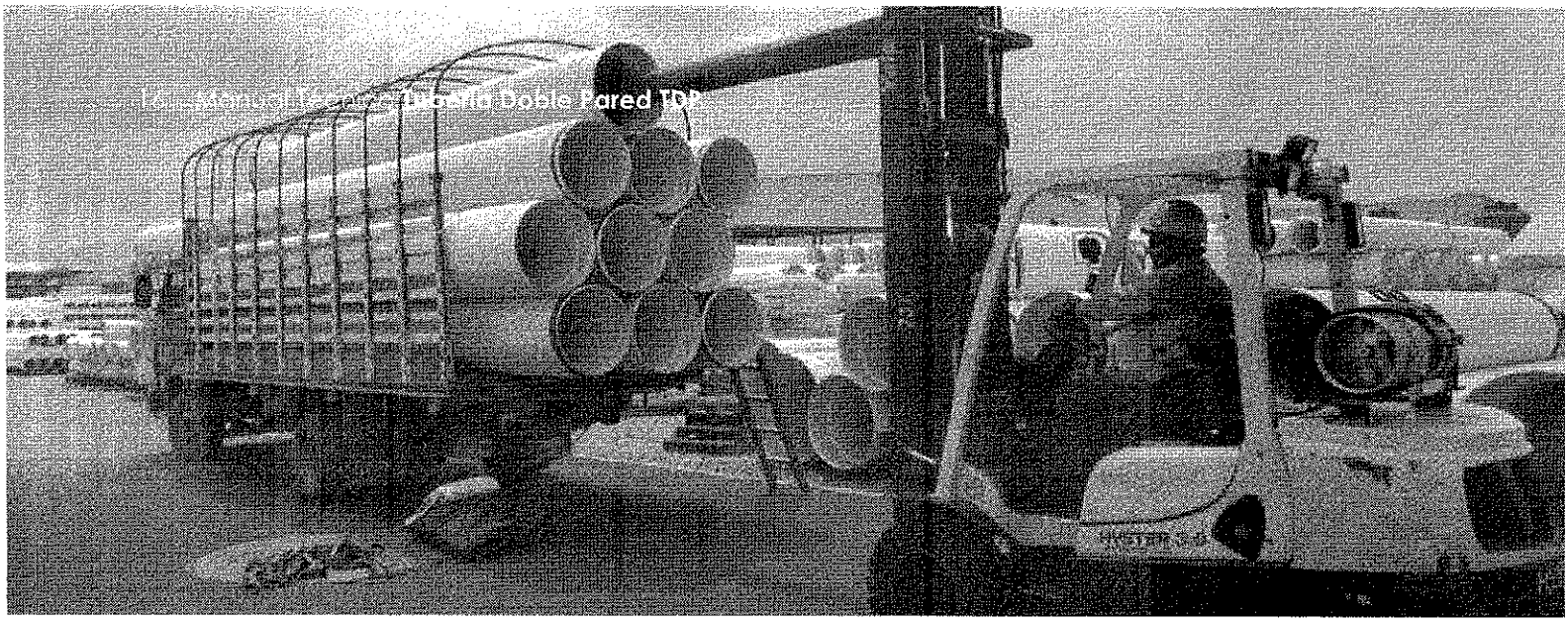
4. Manejo, transporte y almacenamiento

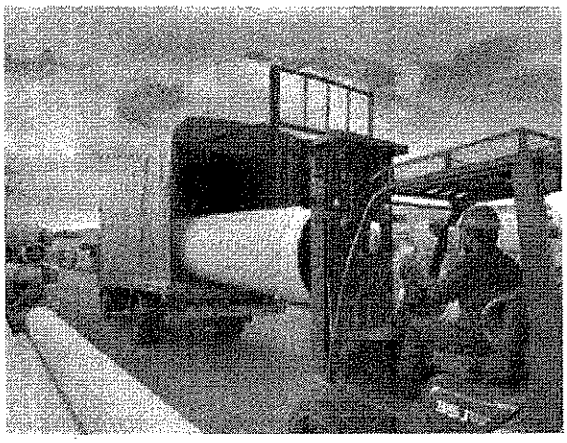




4.1 Manejo

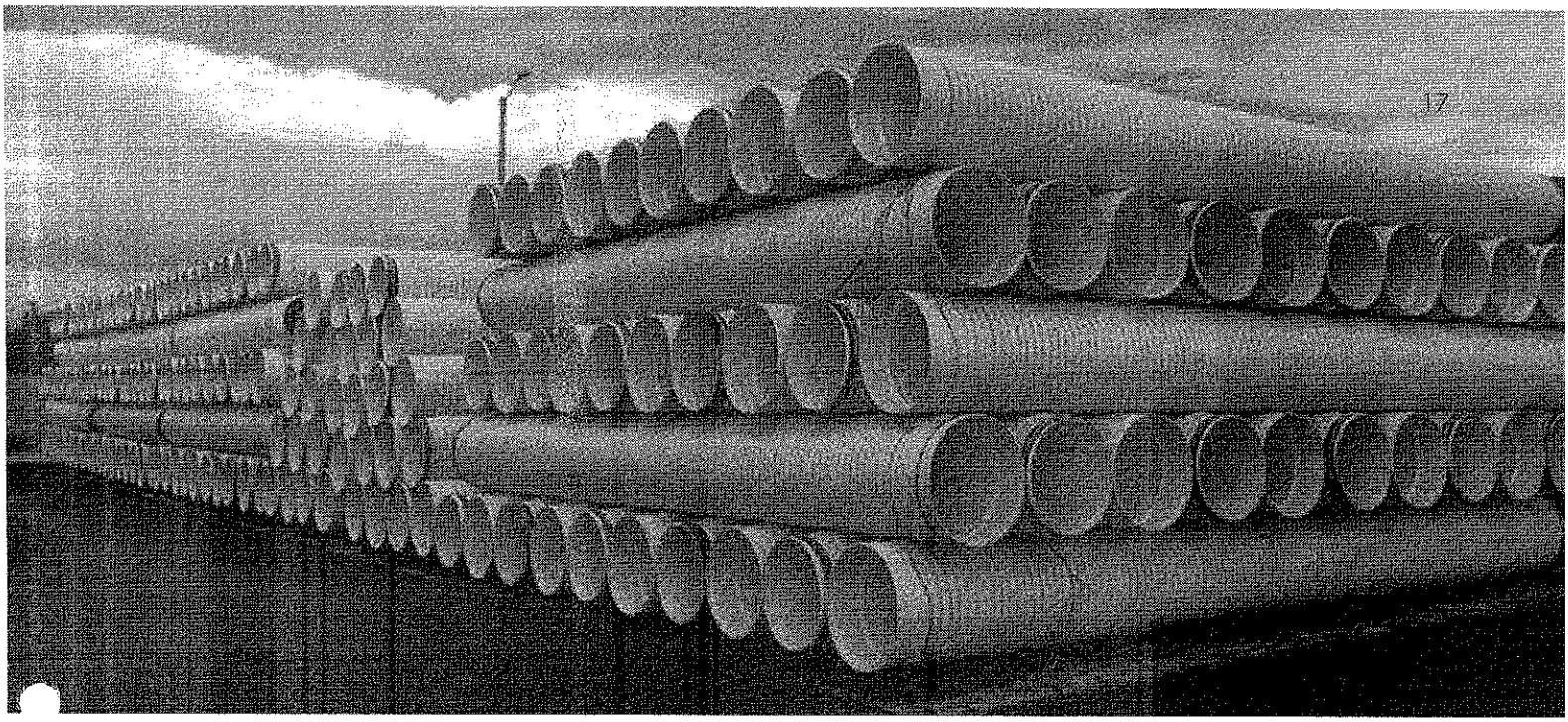
- El manejo de las tuberías y accesorios TDP se puede realizar tanto manual como con equipos, según sea el diámetro de la tubería a manipular. Se debe verificar si para el diámetro de la tubería a instalar se requiere uso de equipos antes de realizar la manipulación del mismo. No olvidar los elementos de protección individual y las normas y requisitos de seguridad pertinentes.
- Durante la manipulación de los tubos y accesorios siempre se debe garantizar que no sean golpeados tanto en el manejo, transporte, almacenamiento e instalación.
- Las tuberías deben ser trasladadas tanto en el almacenamiento como en la obra sin ser arrastrada por el suelo generando abrasión, evitando deterioro y fatiga en los materiales que puedan generar afectación a la vida útil del producto.
- Antes de realizar manipulación del producto, se debe verificar que la tubería este vacía y no presente golpes ni abolladuras.
- No se deben someter las tuberías y accesorios a caídas o descensos no controlados, se debe garantizar la estabilidad de cada elemento en todo momento.
- Los elementos que entren en contacto con la tubería para proceso de izaje no deben ser metálicos, se recomienda que sean correas de lona ancha tipo eslingas.
- Al realizar la descarga de la tubería del camión, esta no puede ser lanzada desde el camión, siempre debe recibirse abajo.

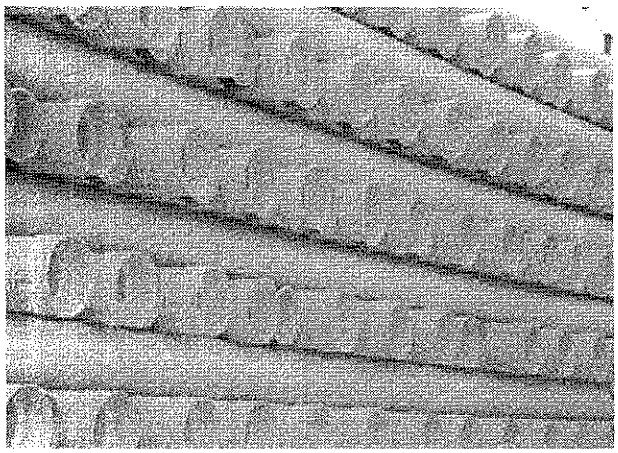




4.2. Transporte

- Es ideal utilizar vehículos en los que su plataforma sea totalmente lisa, libre de clavos, tornillos o elementos que puedan llegar a generar daño a la tubería.
- En caso que el vehículo no tenga la plataforma totalmente lisa, se recomienda colocar listones de madera para compensar dicha superfi cie y evitar daños de la tubería.
- Cuando se da el transporte de tuberías en un mismo vehículo con distintos diámetros, las tuberías de mayor diámetro deben ir en la parte inferior.
- En dado caso que se requiera asegurar la tubería, no se recomienda el uso de elementos metálicos, ya que estos pueden llegar a cortar la tubería, en cambio se recomienda el uso de correas de lona o cuerdas.
- No colocar carga adicional sobre la tubería.
- Se deben dejar libres las campanas de las tuberías, alternando las campanas y los espigos con el fin de evitar deformaciones innecesarias por mal almacenamiento en el transporte, las cuales pueden generar inconvenientes en la instalación de las tuberías.
- Se recomienda proteger el extremo de la tubería en caso de que sobresalga de la plataforma del vehículo. Esto con el fin de evitar posibles daños.
- Se debe evitar que las tuberías rueden y sufran impactos durante el transporte, se recomienda que la tubería se sujete con correas de lona ancha o cuerda.

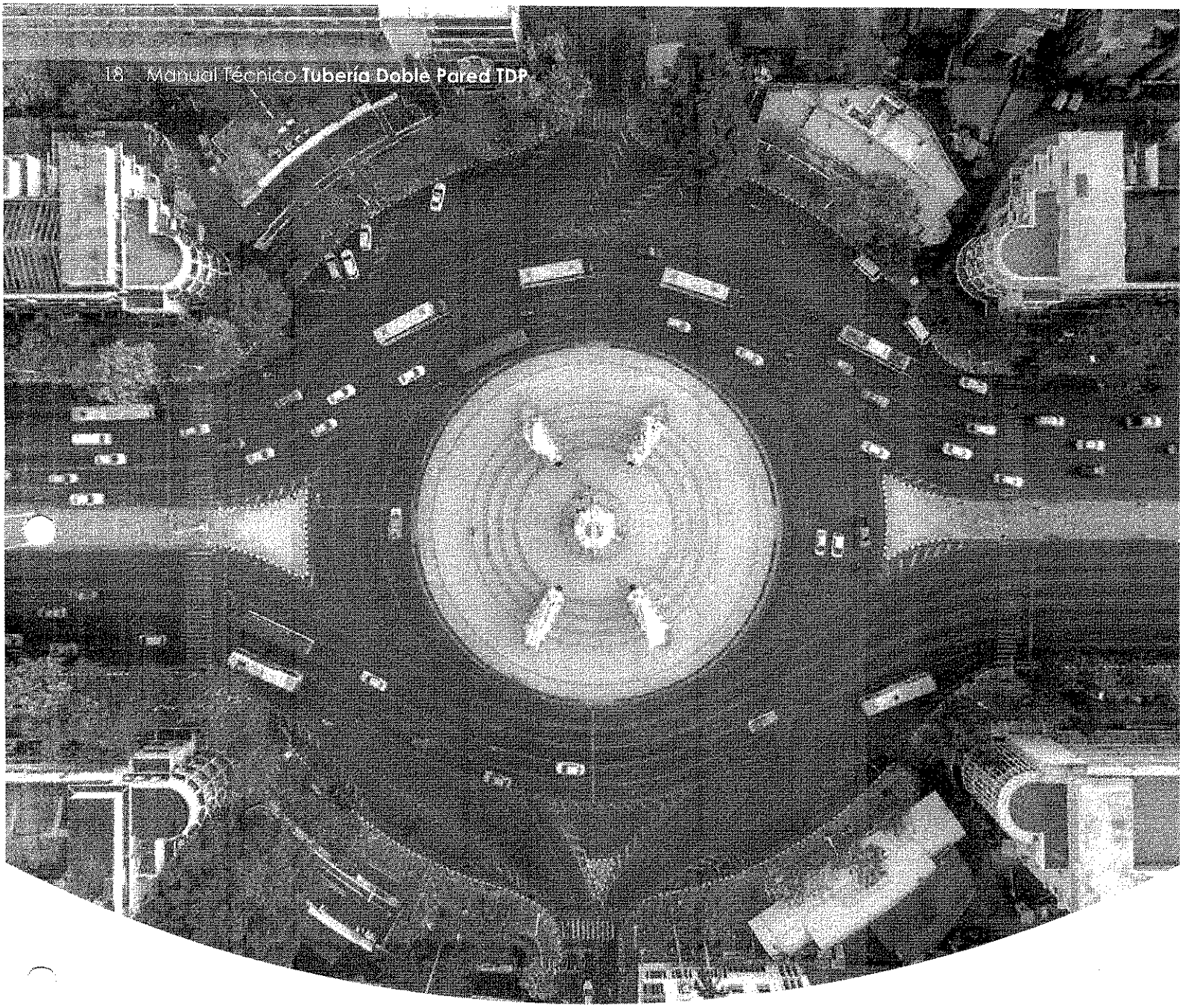




4.3. Almacenamiento

- La tubería debe ser almacenada horizontalmente en una zona totalmente plana, aislada del terreno por soportes espaciados cada 2 m, con el fin de evitar el pandeo de los tubos y que estos no queden en contacto con los extremos.
- La tubería debe apilarse con una altura máxima de 2 m, para valores superiores se debe disponer un nuevo soporte, con el fin de evitar deformaciones en la tubería y riesgos para el personal que la manipule.
- Las campanas deben quedar libres e intercaladas campanas y espigos.
- Si el almacenamiento se realiza a la intemperie y su duración es superior a 60 días, se debe cubrir la tubería con un material opaco garantizando una adecuada ventilación, evitando de esta manera afectaciones que los rayos ultravioleta le puedan generar a la tubería.
- La protección de los empaques elastoméricos se debe retirar justo antes de ser instalada la tubería. En caso que la tubería tenga un periodo de almacenamiento extenso, se debe revisar el estado de los empaques antes de su instalación.
- Los accesorios deben ser almacenados bajo techo y ubicados sobre una superficie plana, evitando posibles golpes que puedan afectar su integridad.
- La tubería se debe disponer levantándola o deslizándola de forma lenta, con el fin de evitar posible maltrato del producto.
- La tubería de PVC es susceptible de afectaciones si se almacena cerca de fuentes de calor.

466



5. Instalación de tuberías y accesorios

467

5.1. Instalación de tuberías NTC 2795

El óptimo comportamiento de las tuberías flexibles incluye respetar ciertos anchos de zanja mínimos. A continuación, se presenta un cuadro resumen de los anchos de zanja recomendados para cada uno de los diámetros de acuerdo con nuestra experiencia en el análisis de los resultados de diferentes instalaciones, así como también los modelos de distribución de cargas y esfuerzos en los que se basa la tecnología de tuberías flexibles instalados en condiciones de zanja.

El objetivo está en lograr las mismas condiciones y grados de compactación en todo el contorno de la tubería. Estos valores pueden cambiar, disminuir o aumentar, de acuerdo con el criterio del diseñador (previo estudio de suelos), en circunstancias donde se utilizan técnicas especiales de construcción o donde los suelos naturales son sustituidos.

Diámetro Nominal		Diámetro Externo	Ancho mínimo recomendado
(pulg)	mm	mm	m
4	110	110	0.50
6	160	160	0.55
8	200	200	0.60
10	250	250	0.65
12	315	315	0.70
14	355	355	0.75
16	400	400	0.80
18	450	450	0.85
20	500	500	0.90
24	600	650	1.25
27	675	730	1.35
30	750	813	1.45
33	825	898	1.50
36	900	980	1.70
39	975	1065	1.80
42	1050	1163	1.90

Tabla 6. Anchos de Zanja de Excavación

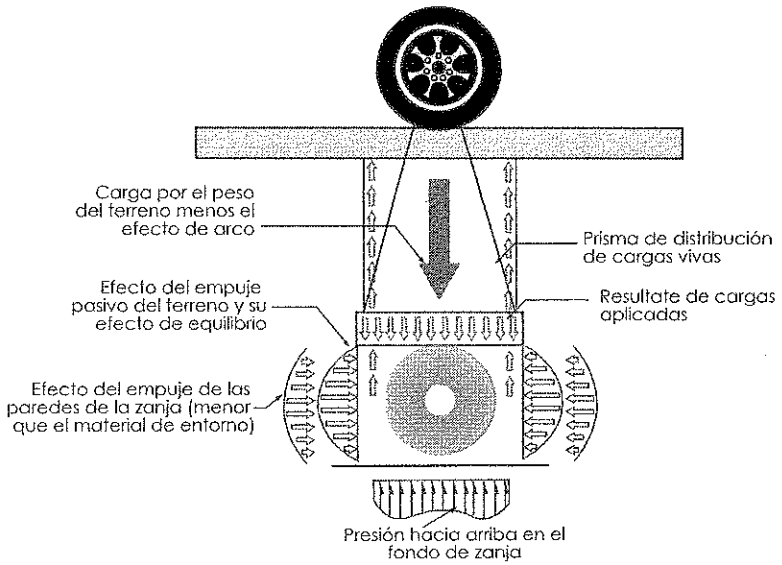


Gráfico 1. Distribución de cargas

5.1.1. Elaboración de zanja

Al excavar una zanja, primero se verifica el trazado según planos, la pendiente longitudinal y el ancho requerido, se recomienda iniciar desde el descole, lo que significa que la dirección del proceso de excavación irá en contra flujo, de aguas abajo hacia aguas arriba.

Se recomienda el uso de tablestacados, entibados, apuntalamiento o pantallas en la zanja, con el fin de garantizar la seguridad del personal de posibles derrumbes, u otras condiciones inestables del suelo y como prevención para evitar daños en cimentaciones de edificios vecinos, vías o alteraciones que puedan afectar el ambiente.

El retiro del entibado utilizado para la instalación de la tubería puede dejar vacíos entre la pared de excavación y el material de cimentación, los cuales deben rellenarse con el mismo material utilizado en la conformación de la estructura del sistema suelo-tubo.

Para prevenir la pérdida del soporte natural, los métodos de drenaje deberán ser usados minimizando el traslado de finos y la creación de cavernas en el terreno natural. En ocasiones puede ser necesario usar un geotextil para limitar la migración de finos.

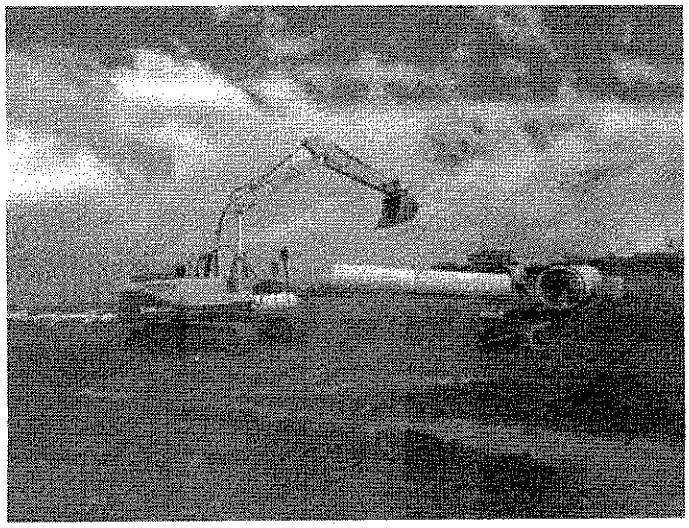
5.1.2. Control de agua - NTC 2795

No se deben instalar o confinar los tubos en agua estancada o en movimiento. En todo momento se debe evitar que el agua de escorrentía superficial ingrese a la zanja.

Cuando el nivel del agua subterránea se presente en el área de trabajo, evacue el agua para mantener la estabilidad de la excavación. Mantenga el nivel del agua por debajo del encamado y la fundación de la tubería con el fin de proporcionar un fondo de zanja estable. Use en la medida en que sea apropiado bombas sumergibles, Well Points, pozos profundos, geotextiles, drenajes subterráneos perforados o filtros de piedra con espesor suficiente para remover y controlar el agua en la zanja. Cuando se esté excavando mientras se deprime el nivel del agua subterránea, asegurar que este nivel está por debajo del fondo de la excavación en todo momento para evitar el lavado detrás del apantallamiento o erosión de las paredes expuestas de la zanja. Mantener el control del agua de la zanja antes, durante y después de la instalación de la tubería hasta que sea instalado el confinamiento o cimentación y se haya colocado suficiente relleno para evitar la flotación de los tubos. Para impedir perdida en el soporte del suelo, se pueden emplear métodos de drenaje que minimicen la remoción de finos y la creación de espacios vacíos en los materiales que hay en sitio.

Los materiales, como la gravilla o triturado, utilizados para la cimentación de la tubería permiten el drenaje de las aguas subterráneas.

Es importante anotar que cuando el nivel freático interactúa con el sistema suelo-tubo se puede presentar perdida de los materiales conformados circundantes a la tubería, o migración de finos desde la pared de la excavación al material de atraque (para el caso de triturados o gravas). En cualquiera de los dos escenarios se ocasionará pérdida de capacidad de soporte de la estructura en la cimentación, atraque y relleno inicial. Para prevenir este efecto se recomienda la incorporación de un geotextil no tejido recubriendo las zonas de la estructura en contacto con el nivel freático.



5.1.3. Cimentación

En la instalación de la tubería TDP en zanja existen varios términos usados para designar los componentes y geometría de la instalación, que se plantean gráficamente en la siguiente figura.

Cimentación, cama o encamado: La función primordial es ofrecer un apoyo firme, continuo y homogéneo donde se pueda colocar convenientemente la tubería permitiendo distribuir la resultante vertical de las cargas totales. Usualmente tiene un espesor de 0.10 a 0.15 m.

La cimentación se debe elaborar colocando una capa continua de material selecto con un espesor mínimo de 0.10 m, preferiblemente gravilla o triturado. Esto permite absorber o eliminar las irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja al ejecutar su excavación.

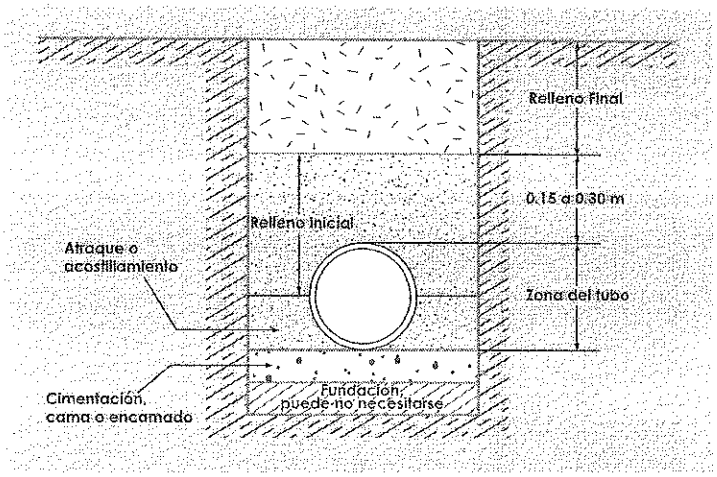


Gráfico 2. Cimentación

Cabe mencionar que en caso de encontrar suelos inestables se debe realizar un mejoramiento de la fundación con una altura mínima de 0.50 m utilizando material pétreo de buena resistencia (Tipo Rajón), y así generar una plataforma óptima, igualmente sobre este se mantendrá la capa cimentación con un espesor de 0.10 m.

Atraque: Es una de las zonas más importantes, dado que influye directamente en el comportamiento estructural y deflexión de la tubería. En ella el material se coloca y se compacta generalmente hasta la mitad del diámetro del tubo, garantizando un adecuado soporte y evitando deformaciones de la tubería.

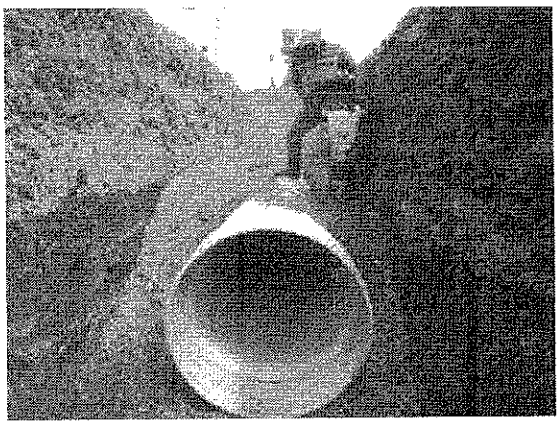
Relleno inicial: Se extiende desde la mitad del tubo hasta 0.15 o 0.30 m sobre la corona de este y es responsable de que las cargas se apliquen de manera simétrica y distribuida.

Relleno Final: Permite atenuar la carga soportada por el tubo, los requerimientos de densidad de esta capa se determinan de acuerdo con las especificaciones de obra acorde al uso del nivel de la rasante.

La profundidad mínima de instalación hasta la cota clave de la tubería debe ser de 0,75 m para vías peatonales o zonas verdes y de 1,20 m para vías vehiculares, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 0330 de 2017.

Únicamente por cruces, puntos de descarga o depresiones del terreno que generen profundidades menores a las estipuladas, deberán presentarse las protecciones a la tubería de acuerdo con los requerimientos de cada fabricante. En todos los casos se debe garantizar la entrega de las conexiones domiciliarias por gravedad sin sótano. Los colectores de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales, y que permita la adecuada conexión de los sumideros.

Las características del lecho de soporte de la tubería son de vital importancia con el fin de conservar en todo momento las pendientes definidas en el diseño de alcantarillado, así como lograr la estabilidad en el tiempo de cimentación, garantizando el correcto funcionamiento del sistema durante su vida útil.



Rendimientos de Instalación

Debido a su peso y longitud las tuberías y accesorios TDP presentan altos rendimientos de instalación debido a su facilidad en manipulación y ensamble.

En la siguiente tabla se encuentran rendimientos de referencia para la instalación de tuberías TDP.

RENDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA			
Diámetro Nominal		Ancho de Zanja m	
(pulg)	mm	Tubos / día	m / día
4	110	20	120,0
6	160	20	120,0
8	200	15	90,0
10	250	15	90,0
12	315	15	90,0
14	355	12	72,0
16	400	10	60,0
18	450	10	60,0
20	500	10	60,0
24	600	6	39,0
27	675	6	39,0
30	750	6	39,0
33	825	6	39,0
36	900	5	32,5
39	975	5	32,5
42	1050	5	32,5

Tabla 7. Rendimiento de Instalación de Tubería

5.1.4. Clasificación de suelos (NTC 2795)

Los tipos de suelo que se utilizan o se encuentran al instalar tubería enterrada varían de acuerdo con sus propiedades y la manera en que disipan las cargas recibidas.

La siguiente tabla indica la clasificación de suelo y su aplicación con base a su rigidez al ser compactado. Cada clase de suelo de numeración mayor corresponde a un suelo menos rígido a un porcentaje de compactación determinado y requiere una energía de compactación mayor para un nivel de rigidez de suelo dado.

Grupo de suelo	Clase de suelo	Instalación y uso
Roca triturada, angular: 100% pasa el tamiz 38mm (1 ½ de pulgada), máximo 15% pasa el tamiz #4, máximo 25% pasa el tamiz 9.5 mm (3/8 de pulgada) y máximo 12% pasa el tamiz #200.	Clase I	Dan la máxima estabilidad y soporte al tubo para un porcentaje dado de compactación debido al bajo contenido de arena y finos. Se pueden instalar a rigideces relativamente altas con mínimo esfuerzo, dentro de un amplio rango de contenidos de humedad. Además, su alta permeabilidad puede ayudar a controlar el agua, y estos materiales suelen aconsejarse para confinamiento en cortes rocosos donde se encuentra agua frecuentemente. Sin embargo, cuando se prevea el flujo de agua subterránea se debe tener en cuenta la migración potencial de finos desde materiales adyacentes al material Clase I de gradación abierta.
Suelos limpios de grano grueso: SW, SP, GW, GP o cualquier suelo comenzando con uno de estos simbolos, que contiene 12% o menos de partículas que pasan el tamiz #200.	Clase II	Dan un nivel relativamente alto de soporte al tubo al ser compactados, sin embargo, los grupos de gradación abierta pueden permitir la migración y se debe revisar la compatibilidad de los tamaños con el material adyacente.
Suelos de grano grueso con finos: GM, GC, SM, SC o cualquier suelo comenzando con uno de estos símbolos, que contiene más de 12% de partículas que pasan el tamiz #200. **Suelos arenosos o con grava de grano fino:** CL, ML o cualquier suelo comenzando con uno de estos símbolos con más del 30% de material retenido en el tamiz #200.	Clase III	Dan menos soporte para un porcentaje dado de compactación que los materiales Clase I y II. Se requieren niveles más altos de energía de compactación y el contenido de humedad debe estar muy cerca al óptimo para minimizar la energía requerida y alcanzar el valor deseado de compactación. Estos materiales dan niveles razonables de soporte al tubo una vez que se ha alcanzado el porcentaje de compactación apropiado.
Suelos de grano fino: CL, ML o cualquier suelo comenzando con uno de estos símbolos con menos del 30% de material retenido en el tamiz #200	Clase IV	Requieren una evaluación geotécnica antes de su uso. El contenido de humedad debe estar cerca del óptimo para minimizar la energía de compactación y lograr el porcentaje de compactación requerido. Cuando estos materiales se colocan y compactan apropiadamente dan niveles razonables de soporte al tubo; sin embargo, no son adecuados para uso bajo rellenos altos, cuando hay cargas vehiculares aplicadas en la superficie o cuando se usan compactadoras o apisonadores de alto nivel de energía de vibración. No deben usarse donde las condiciones del agua en la zanja puedan impedir la colocación y compactación correctas.
MH, CH, OL, OH, PT	Clase V	Se deben excluir de la zona de confinamiento del tubo.

Tabla 8. Grupo de suelo y aplicación.

Símbolo de Grupo	Nombre de Grupo	Símbolo de Grupo	Nombre de Grupo	Símbolo de Grupo	Nombre de Grupo
GW	Grava bien gradada	SP	Arena pobremente gradada	OL	Arcilla orgánica - Limo orgánico
GP	Grava pobremente gradada	SM	Arena limosa	CH	Arcilla gruesa
GM	Grava limosa	SC	Arena arcillosa	MH	Limo elástico
GC	Grava arcillosa	CL	Arcilla escasa	OH	Arcilla orgánica - Limo orgánico
SW	Arena bien gradada	ML	Limo	PT	Turba

Tabla 9. Clasificación de suelo.

5.1.5. Altura de relleno mínimo para el equipo de compactación



Plancha vibratoria manual
0.15 m <Hr min > 0.20m



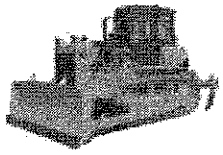
Canguro manual
0.20 m <Hr min > 0.30m



Rodillo vibratorio manual
Hr min > 0.40m



Aplanadora vibratoria
Hr min > 0.55m



Bulldozar convencional
Hr min > 0.60m



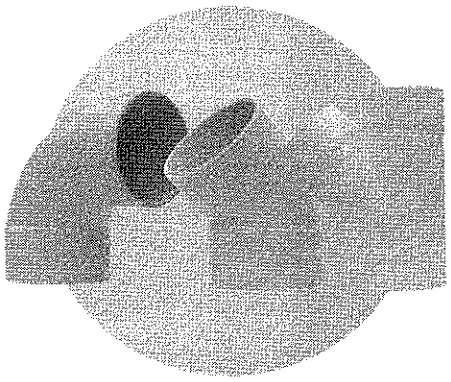
Mototraila, rodillo pata de cabra y/o similar
Hr min > 0.60m

5.1.6. Conexión a pozos de inspección

En suelos semirrígidos, o donde se garantice la no presencia de asentamientos diferenciales se hará un contacto directo de la pared estructural del tubo con la pared de pozo. En la zona interna (preferiblemente también en la externa) del pozo se aplicará un cordón de poliuretano alrededor de la punta del tubo luego de haber pañetado la pared interna del pozo.

5.2. Instalación de Accesorios

Las sillas de derivación ***Durman®*** determinadas para el sistema de tuberías TDP, se instalan empleando Adhesivo ***Durman®*** como elemento de fijación, que a diferencia de los sellos de caucho, aporta al sistema el anclaje permanente entre la silla y el elemento tubular, logrando la estanqueidad requerida para este tipo de líneas y además garantiza su estabilidad en el tiempo.

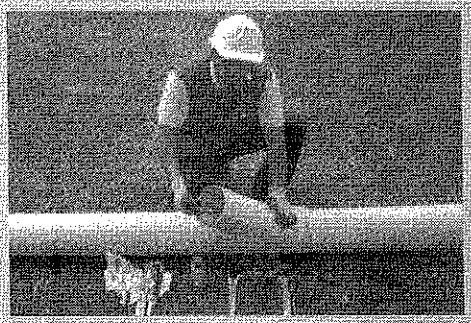


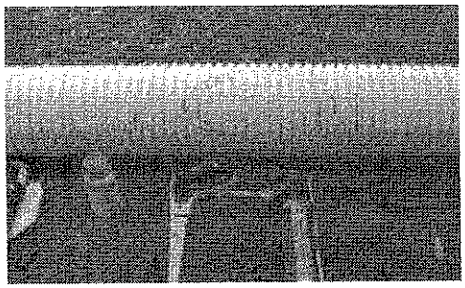
Nuestra compañía garantiza la calidad de los tubos y accesorios que fabrica o comercializa, por tanto, certifi camos su funcionalidad y vida útil bajo condiciones apropiadas de instalación y manejo.

A continuación, se describe el proceso de instalación.

473

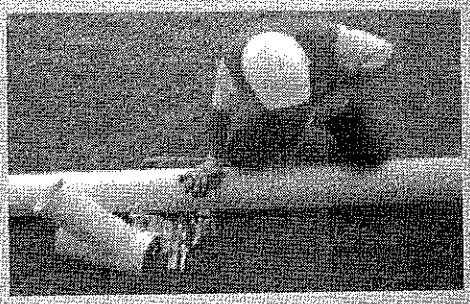
1 Coloque la silla sobre el tubo y marque en forma visible el contorno del orificio de la derivación.

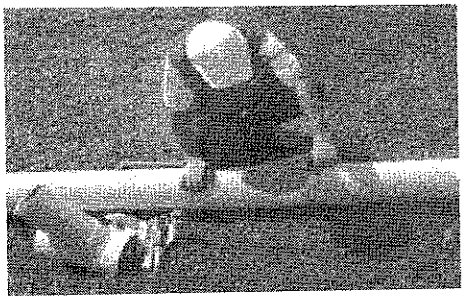




2 Realice una marca a 1 cm del borde exterior del trazo de la derivación.

3 Realice el corte por el trazado externo realizado utilizando un serrucho de punta o caladora elaborando un corte continuo.



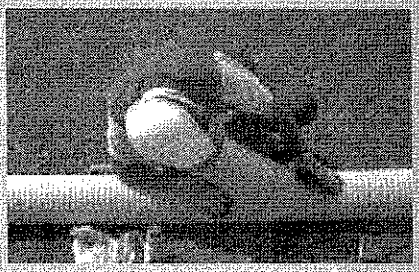


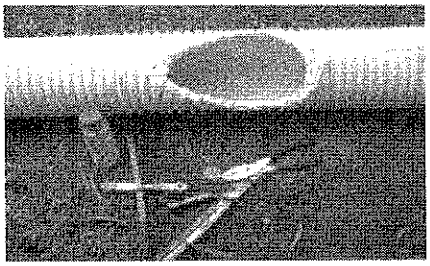
4 Limpie y remueva la rebaba y cualquier impureza hasta que la superficie de la tubería quede lisa, retirando todos los sobrantes.

474

Durman
by aliaxis

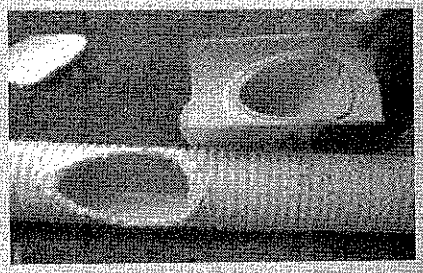
5 Ubique la silla en el tubo, rectifique la funcionalidad del acople y realice marcas exteriores como guía para el empalme definitivo.

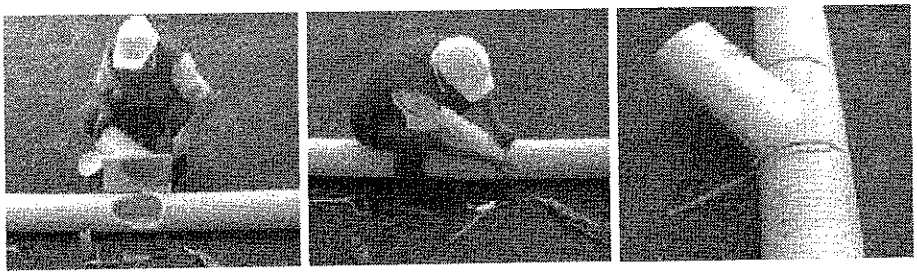




6 Aplique Adhesivo Sellante ***Durman®*** en el tubo, en un ancho de 1.5 cm a partir del borde de la perforación, se debe garantizar el llenado total en los valles del perfil.

7 Haga una aplicación similar de adhesivo Sellante ***Durman®*** en la silla alrededor de la derivación a 1.5 cm de su borde.





8 Coloque la silla sobre el tubo siguiendo las marcas y ejerza presión sobre ella. Ajuste los zunchos plásticos o tortones de alambre con el fin de asegurar la silla al tubo.

5.3. Lubricante

El lubricante ***Durman®*** está diseñado para permitir el fácil desplazamiento del espigo del tubo dentro de la campana, garantizando la hermeticidad del sistema y la integridad del empaque elastomérico.

Se debe evitar el uso de cualquier otro producto que sustituya la función del lubricante ***Durman®***, ya que este puede llegar a afectar la vida útil del empaque elastomérico.

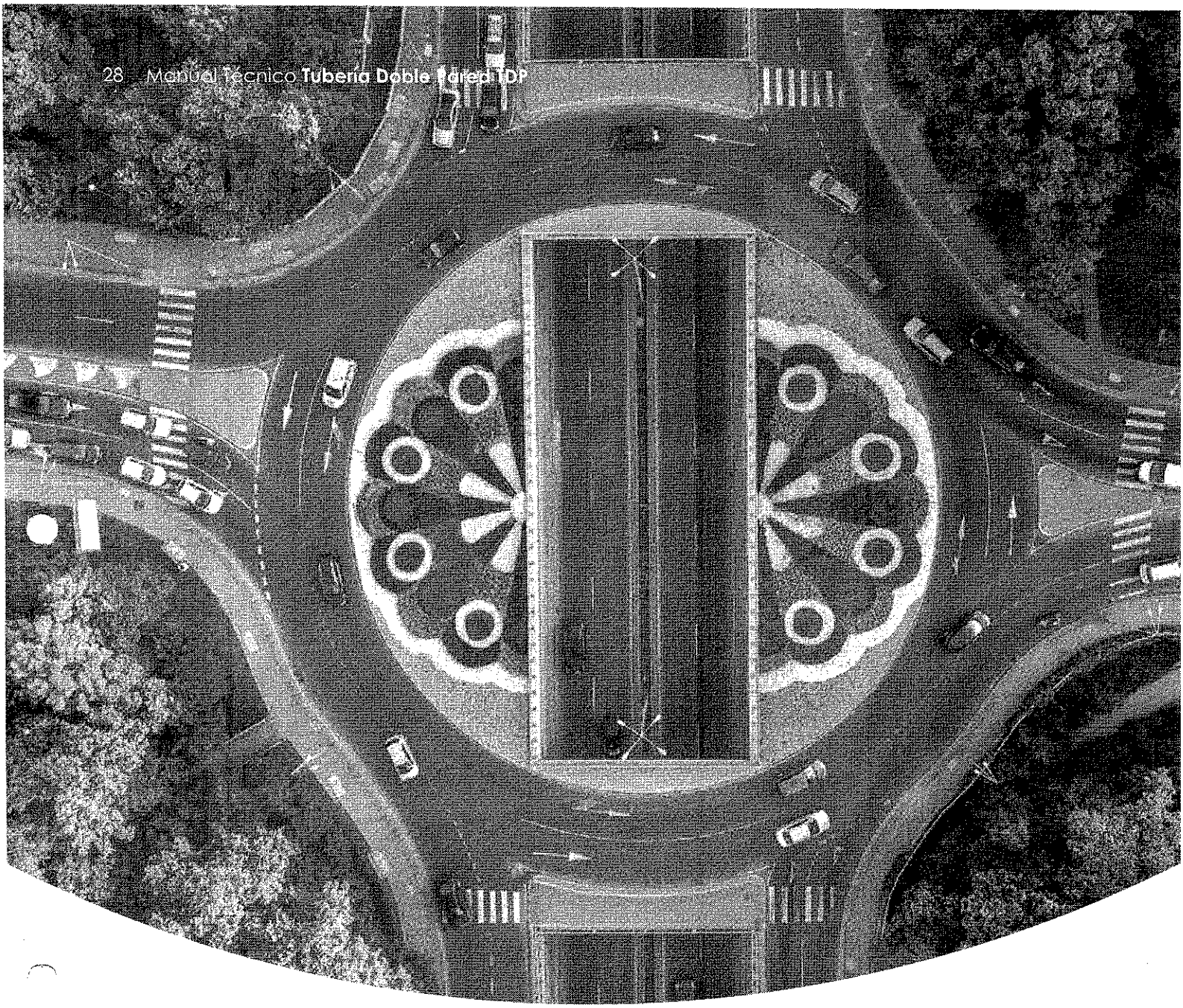
Aplique siempre el lubricante sobre el espigo del tubo y en la parte inferior de la campana.

En la tabla siguiente se describen los rendimientos típicos de instalación del lubricante ***Durman®***.

Diámetro Nominal (pulg)	mm	Número de ensambles (500 g)
4	110	100
6	160	45
8	200	30
10	250	20
12	315	15
14	355	10
16	400	7
18	450	6
20	500	5
24	600	2
27	675	2
30	750	2
33	825	1
36	900	1
39	975	1
42	1050	1

Tabla 10. Rendimiento de Lubricante

476



6. Diseño de cimentación – Comportamiento estructural

477

Dentro de la definición de tuberías flexibles se puede anotar que estructuralmente las cargas recibidas por el tubo son trasmitidas lateralmente a las paredes de la zanja, y que, al deformarse bajo las cargas, el diámetro horizontal aumenta, comprimiendo el terreno adyacente a los lados y crea por tanto una resistencia pasiva que ayuda a soportar las cargas verticales sobre la tubería. Por lo anterior podemos concluir inicialmente que la estabilidad del terreno juega un papel importante en el funcionamiento estructural del sistema suelo tubo; y sumado a esto, la calidad y grado de compactación de los materiales circundantes al tubo, complementa su funcionalidad estructural.

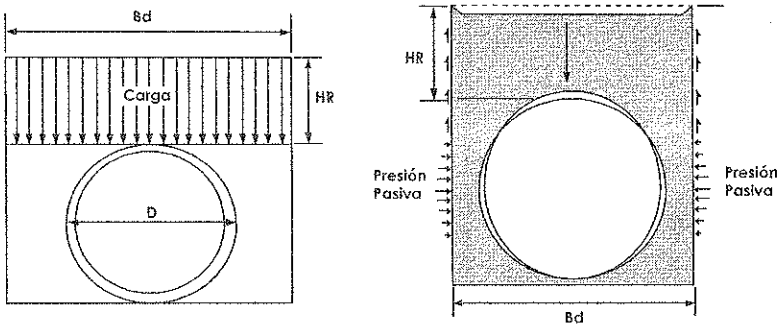


Gráfico 3. Comportamiento estructural de tuberías flexibles

Cuando se instalan tuberías flexibles, es importante entender que el tubo es solo uno de los elementos que conforma el sistema de soporte de cargas, en el que intervienen también de una forma representativa el ancho de cimentación, la profundidad de rellenos, los materiales de cimentación, atraque, relleno inicial, los terrenos naturales, la altura del nivel freático y las cargas de diseño entre otros.

Las deflexiones que se presenten en la tubería deben ser controladas y obedecen a un valor estimado en orden de magnitud según el diseño de cimentación realizado de manera previa. La deflexión máxima permitida a largo plazo es de 7.5% según ASTM D3034 "Standard Specification for Type PSM Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Sewer Pipe and Fittings", cumpliendo con los requisitos de instalación descritos en la NTC 2795 "Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos para alcantarillado y otras aplicaciones de flujo por gravedad".

El cálculo de la deflexión de la tubería TDP se realiza mediante la fórmula modificada de IOWA, la deflexión se obtiene en porcentaje del diámetro interno de la tubería.

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DL*K*P+K*W)(100)}{0.149*PS+0.061*E'}$$

Ecuación 1. Porcentaje de deflexión.

Donde: DL es el factor de deflexión, valor de 1.00 (-)
K es la constante de encamado, valor 0.10 (-)
P es la presión de carga muerta (PSI)
W es la presión de carga viva (PSI)
PS es la rigidez de la tubería TDP® (PSI)
E´ es el modulo de reacción del suelo (PSI)

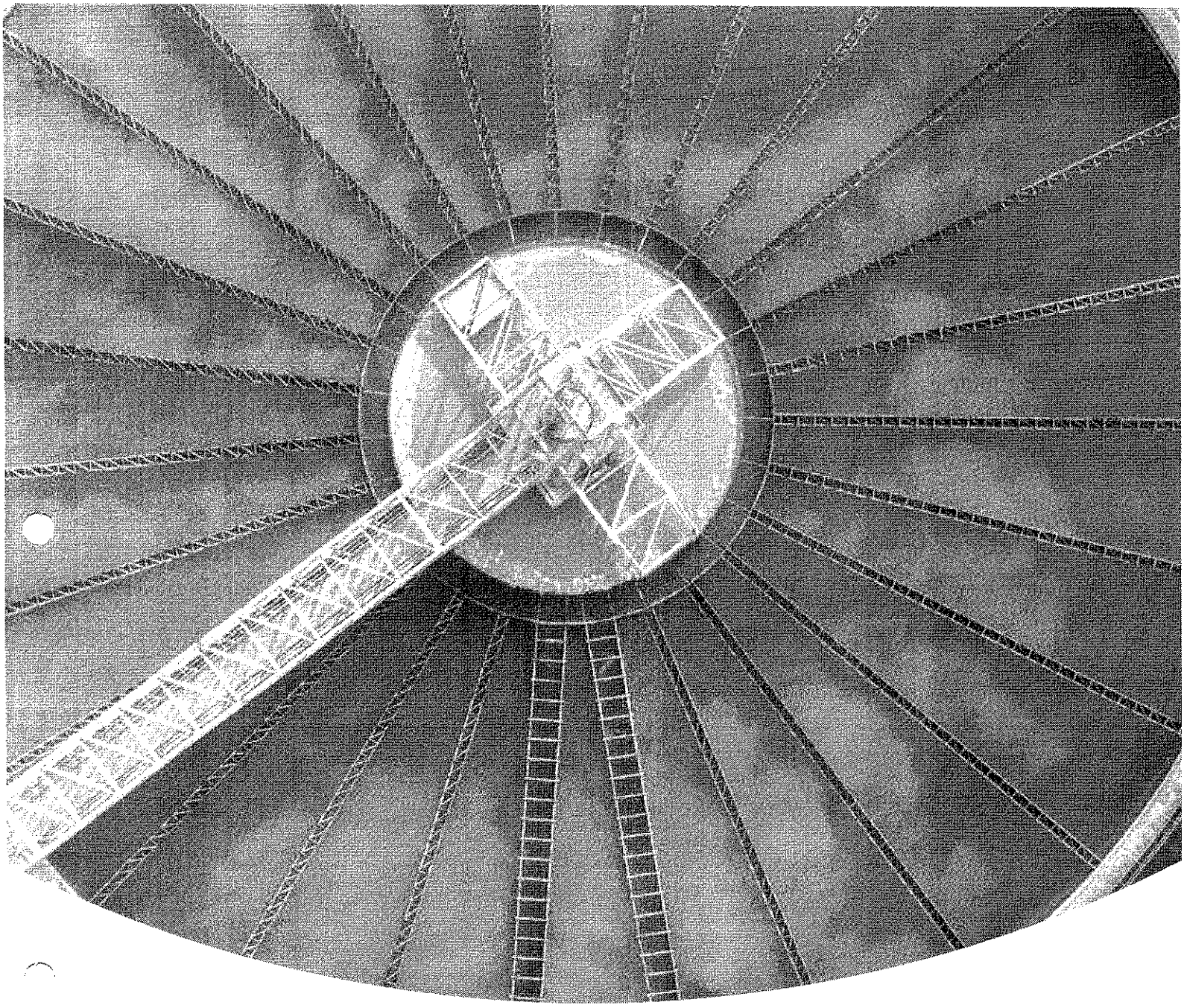
4-98

E' para distintos materiales de cimentación (PSI)

Clase de suelo	Lanzado	Baja, < 85% Proctor	Moderada 85% - 95% Proctor	Alta, > 95% Proctor
Triturado (Clase I)	1000	3000	3000	3000
GW, GP, SW, SP (Clase II)	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SC (Clase III)	100	400	1000	2000
ML, CL, ML – CL (Clase IV)	50	200	400	1000

Tabla 11. Módulo de reacción para distintos materiales de cimentación.

479

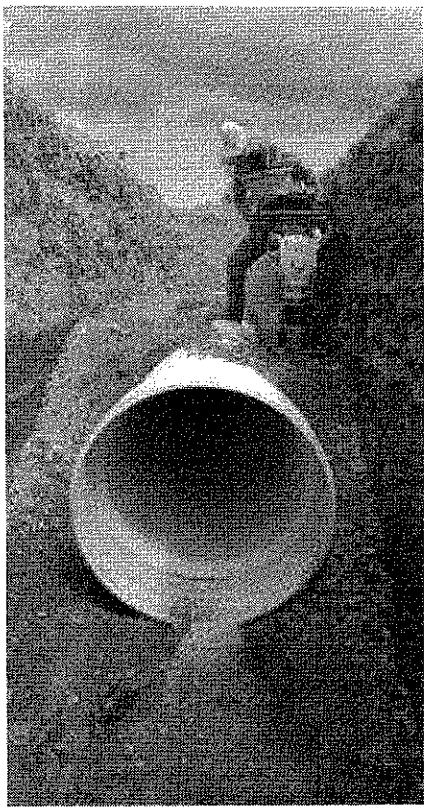


7. Puesta en servicio

480

Durman
by aliaxis

Una vez finalizada la etapa de instalación, se deben realizar pruebas preliminares que simulen las condiciones de operación del sistema construido, esto con el fin de detectar posibles errores y tomar las respectivas medidas correctivas antes de poner en servicio la red.



Las pruebas a realizar para la puesta en servicio de la red son las siguientes:

7.1. Inspección visual

Consiste en realizar una inspección visual al interior de la tubería con el objetivo de identificar que la tubería no presenta fisuras, abolladuras (buckling), sellos mordidos o rasgados, o características diferentes a las condiciones normales de la tubería. Esta inspección se de realizar de acuerdo a los requisitos que el proyecto determine.

7.2. Medición de Deflexiones

La deflexión de la tubería está directamente relacionada con el procedimiento de instalación de la misma, su cimentación y cargas actuantes sobre el sistema. La medición de la deflexión se debe hacer tan pronto se haya instalado la tubería y se haya posicionado los materiales de rellenos con los requisitos de compactación definidos en el proyecto. Se recomienda presentar de forma porcentual, se sugiere la toma de 3 mediciones por tubería, una en cada extremo y una en la mitad. La máxima deflexión permisible a largo plazo en las tuberías TDP es de 7.5%.

7.3. Prueba de Infiltración

Esta prueba se recomienda realizar cuando el nivel freático está por encima de la cota clave de la tubería.

Consiste en medir la cantidad de agua infiltrada en el tramo de tubería instalada, se debe aislar el pozo de inspección aguas arriba, permitiendo únicamente el ingreso de agua infiltrada en el tramo en prueba, aguas abajo se debe determinar el caudal infiltrado, esto se puede realizar mediante un vertedero.

El rango de aceptación del caudal de infiltración está entre 10 y 20 litros por milímetro de diámetro, por kilómetro de longitud de tramo y por día.

$$V_i = T_i \times L \times D \times t$$

Donde: Vi: Volumen de infiltración (Litros)
Ti: Tasa de infiltración (10 a 20 L/mm/m/Hr)
L: Longitud del colector (m)
D: Diámetro interno de la tubería (mm)
t : Tiempo de prueba (Hr), usualmente de 2 a 4 horas.

481

7.4. Prueba de Exfiltración o Estanqueidad

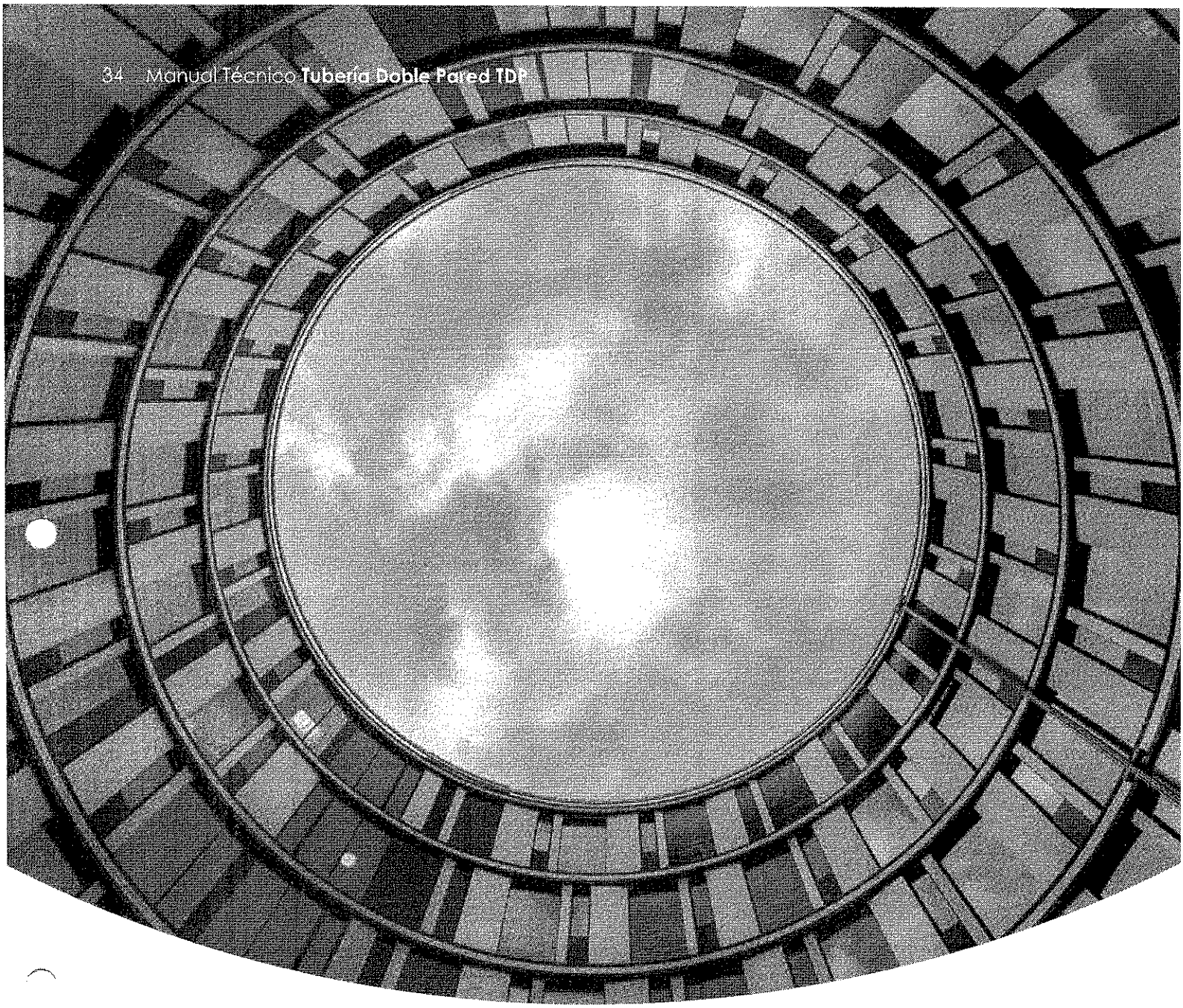
La prueba es recomendada realizar cuando el nivel freático es bajo, consiste en aislar el tramo a analizar, llenándolo hasta un nivel determinado y estableciendo su tasa de descenso durante un periodo razonable de tiempo.

El rango de aceptación de caudal de exfiltración son los mismos que los de infiltración expuestos en la Ecuación 1. Volumen de infiltración permisible.

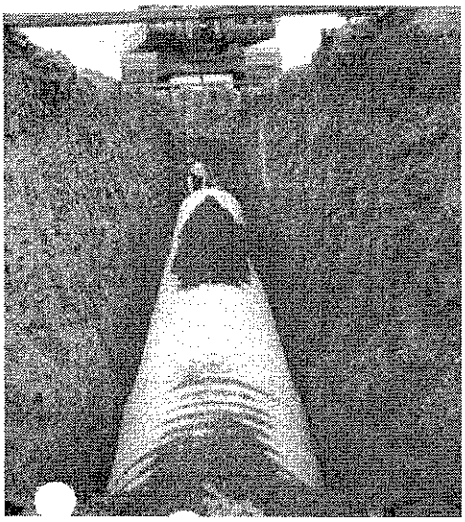
7.5. Prueba de hermeticidad con aire

Como alternativa a las pruebas descritas anteriormente, se puede realizar las pruebas de hermeticidad con aire a baja presión, cumpliendo la norma ASTM F 1417-08.

La prueba consiste en asilar el tramo a analizar con el uso de tapones obturadores diseñados específicamente para este uso, e inyectar aire al tramo de tubería, donde la presión debe sostenerse en un rango especifico de presión y periodo de tiempo determinado bajo la norma citada.



8. Comportamiento hidráulico



Una de las principales ventajas de la tubería TDP y en general de las tuberías de PVC, es la baja resistencia al flujo, brindando mejor capacidad hidráulica para el transporte de aguas residuales y lluvias en comparación con otros materiales.

Se recomienda la utilización de la tubería TDP en aplicaciones con velocidades mínimas de 0,45 m/s, con el fin de evitar inconvenientes de sedimentación en el sistema, y velocidades máximas de 10 m/s, debido a que velocidades superiores pueden generar abrasión a la tubería con el material de arrastre. Para el cálculo de los caudales transportados se tendrá en cuenta la ecuación de continuidad.

$$Q=V*A$$

Donde: Q = Caudal (m^3/s)
V = Velocidad (m/s)
A = Área (m^2)

Para el cálculo de la velocidad en los tramos de alcantarillado a diseñar, se recomienda el uso de la ecuación de Darcy – Weisbach la cual es físicamente basada y representa el flujo uniforme cubriendo todos los rangos de flujo turbulento, desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso.

$$V=-2\sqrt{8gRS} * \log_{10}\left(\frac{Ks}{14R} + 2\frac{51\vartheta}{4R\sqrt{8gRS}}\right)$$

Donde: V = Velocidad (m/s)
R = Radio Hidráulico (m)
S = Pendiente (m/m)
v = Viscosidad Cinemática (m^2/s)
Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m)
g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

El valor de la rugosidad absoluta (Ks) de la tubería TDP es de 0,0015 mm.

De igual forma es válido la aplicación de la ecuación de Manning la cual es aplicable para el caso de flujo turbulento hidráulicamente rugoso.

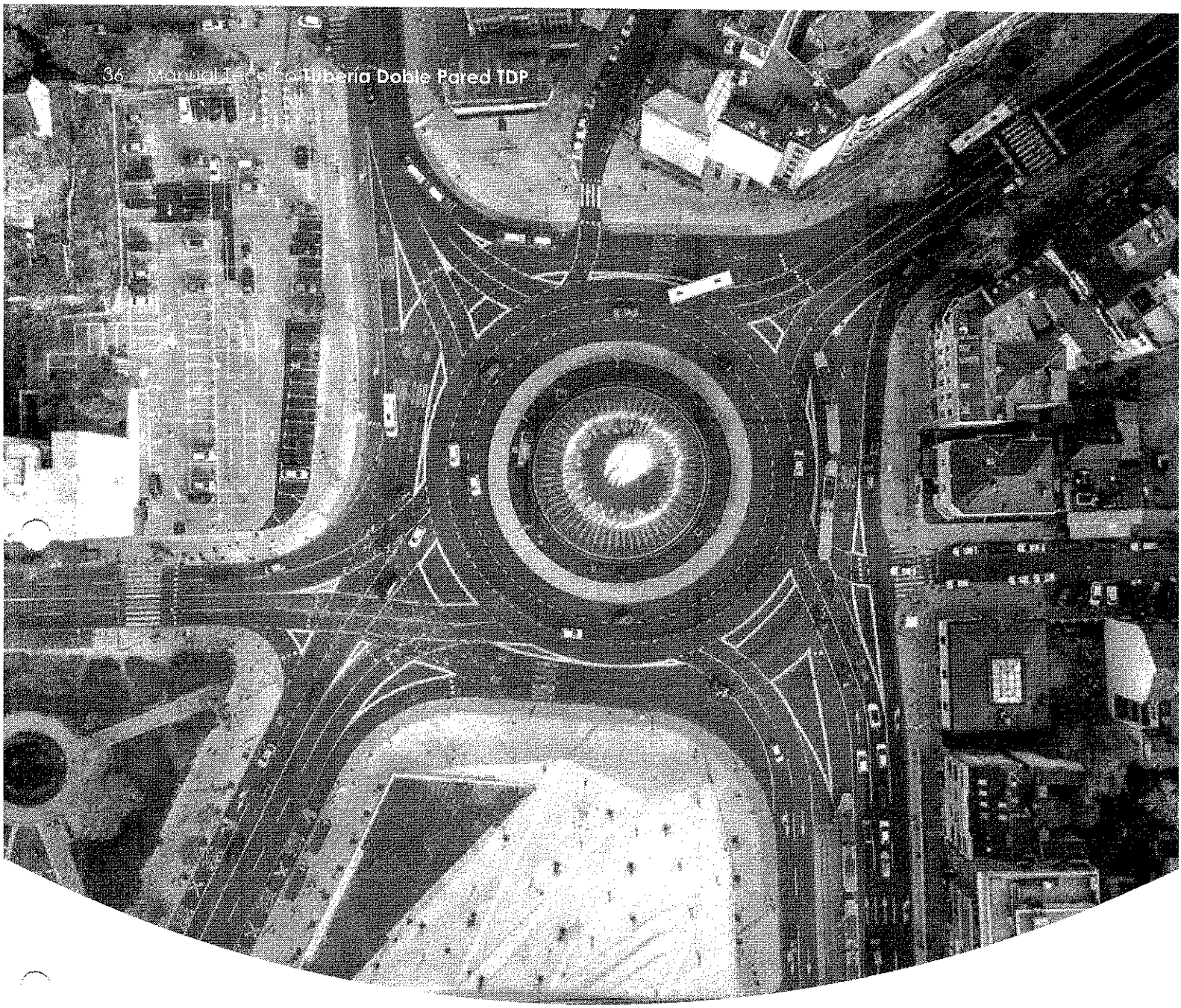
$$V=\frac{R^{(2/3)}\,S^{(1/2)}}{n}$$

Donde: V = Velocidad (m/s)
R = Radio Hidráulico (m)
S = Pendiente (m/m)
n = Coeficiente rugosidad de Manning

El valor del coeficiente de rugosidad de Manning (n) es de 0,009.

Todos los cálculos y comprobaciones hidráulicas se deben realizar utilizando el diámetro interno real de la tubería.

484



9. Mantenimiento preventivo y correctivo

9.1 Medición de Deflexiones

El mantenimiento preventivo de la tubería TDP depende directamente de las características de operación de cada empresa de servicios públicos, generalmente consiste en la limpieza manual o mecánica de los distintos elementos que compone el sistema de alcantarillado, basados en inspecciones y estudios de campos realizados previamente.

Métodos de limpieza manuales:

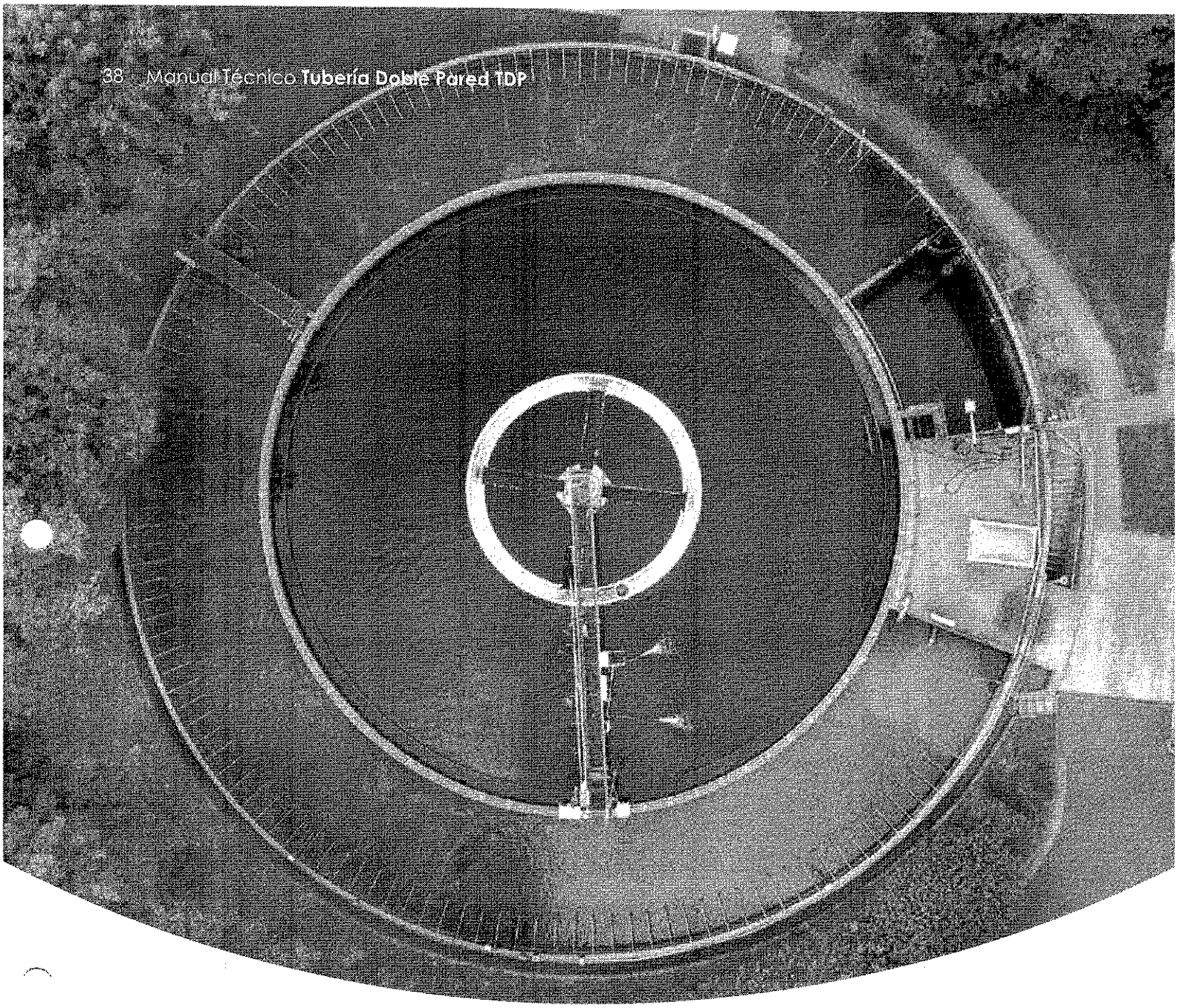
- Cepillado manual.
- Torno manual.
- Draga manual.
- Limpiado respecial.

Métodos de limpieza mecánicos:

- Equipode Succión – Presion.
- Equipo de Cabrestante.
- Equipo de Varilla.
- Otros.

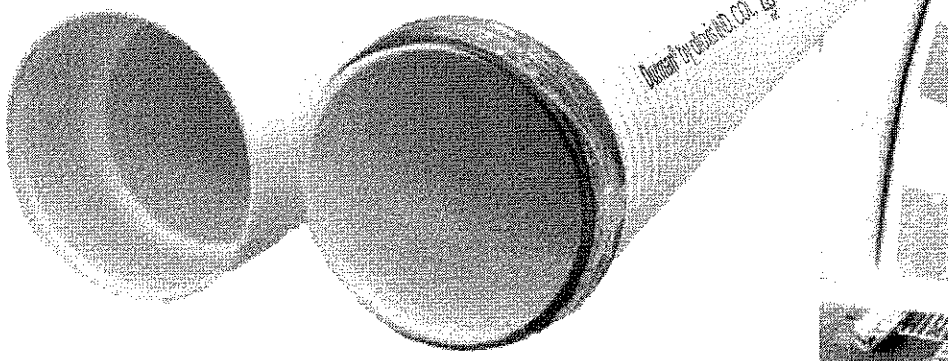
9.2 Mantenimiento Correctivo

En el caso de un mantenimiento correctivo, en donde se presente algún daño o afectación de la tubería TDP, se debe consultar el procedimiento a realizar con la jefatura técnica de la compañía.



10. Rótulo

487

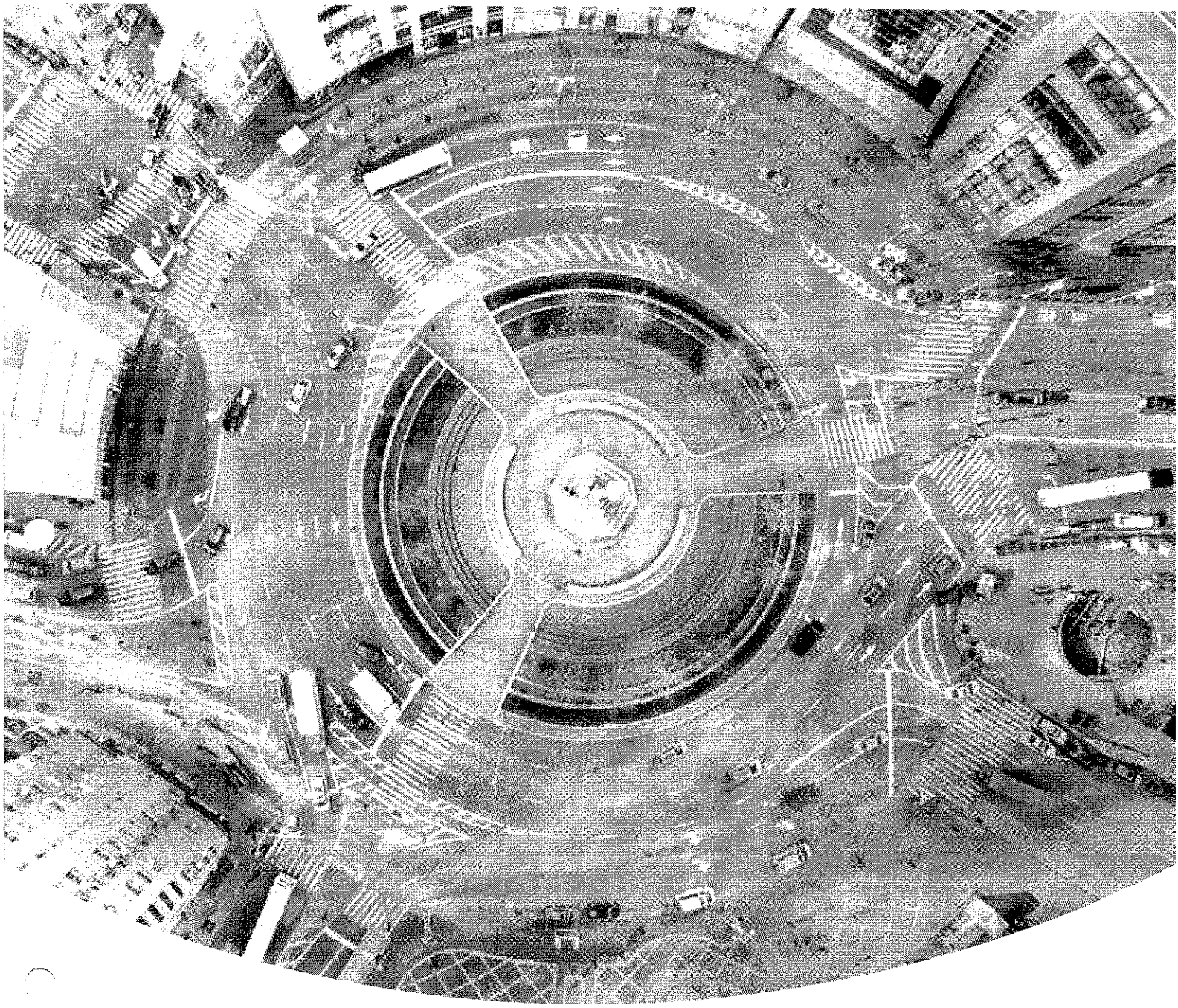


10.1 Información de rótulo

- Destinación o uso del tubo.
- Nombre del fabricante o marca.
- País de origen.
- Fecha de fabricación y lote.
- Sistema internacional de unidades.
- Normas Técnicas.

***Durman*® by aliaxis IND. COL. PVC U ICONTEC NTC 3722-3**
RESOLUCION 0501 ALCANTARILLADO TDP SN 8 KN/m² DN/OD 4" 110 mm
AMARILLO LOTE _____ DD/MM/AAAA 21:58

488



11. Índice de tablas y gráficos

11.1 Índice de tablas

Tabla 1. Resistencia a la Corrosión 7
Tabla 2. Dimensiones tubería TDP NTC 3722-3 S8 8
Tabla 3. Dimensiones tubería TDP NTC 3722-3 S4 9
Tabla 4. Dimensiones tubería TDP GD NTC 5055 S4 9
Tabla 5. Dimensiones tubería TDP GD NR ASTM F949 S6 9
Tabla 6. Anchos de Zanja de Excavación 19
Tabla 7. Rendimiento de Instalación de Tubería 22
Tabla 8. Grupo de suelo y aplicación 23
Tabla 9. Clasificación de suelo 23
Tabla 10. Rendimiento de Lubricante 27
Tabla 11 . Módulo de reacción para distintos materiales de cimentación 30

11.2 Índice de gráficos

Gráfico 1. Distribución de cargas 19
Gráfico 2. Cimentación 21
Gráfico 3. Comportamiento estructural de tuberías flexibles 29

Planta

Madrid (Cundinamarca)
km 27 vía Fontibón - Facatativá - Los Alpes
Tel: +57 601 820 0200

Servicio Al Cliente
E-mail: colombia@aliaxis.la.com
018000 9188 26
018000 5211 01

Centros de Distribución

Malambo
Calle 4 A # 1 F - 93, Barrio El Tesoro
Tel: +57 605 366 4700 | +57 605 366 4725
Cel: +57 315 649 35 07
Oficina Comercial Barranquilla
Carrera 55 No. 100 - 51 Of. 605
Centro Empresarial Blue Gardens

Medellín
Calle 30 No. 40 - 21 Itagüí
Cel: +57 317 501 5591 | +57 317 659 1611

Cali
Carrera 27B # 13-270 Bloque 8 Bodega 2
Zona Industrial Arroyohondo
Cel: +57 317 637 3006

Ventas

Cartagena
Cel: +57 315 682 9051
Cel: +57 316 464 3137

Santa Marta
Cel: +57 317 426 9781

Eje Cafetero
Cel: +57 315 354 1652

Ibagué
Cel: +57 317 648 7453

Villavicencio
Cel: +57 316 478 1253

Bucaramanga
Cel: +57 317 436 7651

www.durman.com.co

@DurmanColombia @Durmanbyaliaxiscolombia Durman by aliaxis Colombia DurmanColombia +57 316 620 9321

aliaxis

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

TUBOS Y ACCESORIOS DE PARED ESTRUCTURAL PARA DRENAJE SUBTERRANEO Y ALCANTARILLADO.

Fabricado por **DURMAN COLOMBIA S.A.S.**, en el **Kilómetro 27 Vía Fontibón – Facatativá,**

Los Alpes, Vía Barley del Colegio – Vereda El Corzo Lote 3, Madrid, Cundinamarca, Colombia

Manufactured by **DURMAN COLOMBIA S.A.S.**, in the **Kilómetro 27 Vía Fontibón – Facatativá,**

Los Alpes, Vía Barley del Colegio – Vereda El Corzo Lote 3, Madrid, Cundinamarca, Colombia
El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:

The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 3722-3 (2012)

Sistemas de tuberías plásticas para uso sin presión en drenajes y alcantarillados enterrados (o bajo tierra). Sistemas de tuberías de pared estructural de poli (cloruro de vinilo) rígido (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 3: tuberías y accesorios con superficie externa no lisa, tipo B.

Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - structured-wall piping systems of unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (pp) and polyethylene (PE). Part 3: pipes and fittings with non-smooth external surface, type B.

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC", lo cual será verificado por ICONTEC.

This certificate of conformity product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the "ES-R-PD-01 Reglamento para la certificación de producto con Marca de Conformidad otorgada por ICONTEC" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product *are included in annexed document and it is integral part of this certified*

Certificado CSC-CER411921
Certificate

Fecha de Aprobación: Approval Date:	2015-08-28	**Fecha Última Modificación:** Last Modification Date:	
Fecha del Último Vencimiento: Last Expiration Date:	2021-08-27	**Fecha de Restauración:** Restoration Date:	2021-09-03
Fecha del Próximo Vencimiento: Next Expiration Date:	2027-08-26		

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

icontec

ANSI ACCREDITED
ID #0677
ISO/IEC 17065
Product Certification Body

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC carrera 37 nro. 52 - 95, Bogotá D.C., Colombia

F-PS-628
Versión 00

47

icontec

Sello de Calidad

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

ACCESORIOS DE PVC PARA TUBERÍA SANITARIA

Fabricado por **DURMAN ESQUIVEL S.A.**, en la **Zona Franca PROPARK, Contiguo a Los Dos Pinos, El Coyol de Alajuela, Alajuela, Alajuela, Costa Rica**

Manufactured by **DURMAN ESQUIVEL S.A.**, in the **Zona Franca PROPARK, Contiguo a Los Dos Pinos, El Coyol de Alajuela, Alajuela, Alajuela, Costa Rica**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria:

NTC 1341 (2006)

Accesorios de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido para tubería sanitaria-aguas lluvias y ventilación
Poly (vinyl chloride) (PVC) waste and vent fittings

SECTOR ICS: 23.040.45

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC

This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado CSC- CER536346
Certificate

Fecha de Aprobación: 2017-05-19
Approval Date:

Fecha Última Modificación:
Last Modification Date:

Fecha del Último Vencimiento: 2023-05-18
Last Expiration Date:

Fecha de Restauración: 2023-10-04
Restoration Date:

Fecha del Próximo Vencimiento: 2029-05-18
Next Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

icontec

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-002

ANAB
ACCREDITED
PRODUCT CERTIFICATION BODY
ID # 0677

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC Calle 26 # 69-79, Torre 4 "Agua", "Centro Empresarial Elemento", Bogotá D.C., Colombia

493

FORMATO 5A

ACREDITACIÓN DE EMPRENDIMIENTOS Y EMPRESAS DE MUJERES (PERSONA JURIDICA)

Señores
IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL
Ibagué

REF.: INVITACIÓN N° 101 DE 2024 CUYO OBJETO ES "SUMINISTRO DE DISPOSITIVOS ESPECIALES PARA CORTE, MATERIALES DE FERRETERIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA REALIZAR ACTIVIDADES PROPIAS DE LA GESTION COMERCIAL (Cortes – reconexiones e instalación de medidores) DE LA EMPRESA IBAL S.A ESP OFICIAL."

Respetados Señores:

Yo, **LUZ ADRIANA ESCOBAR ORTIZ** y **LUIS HERNAN SANCHEZ BOHORQUEZ**, identificados con cedula de ciudadanía **N° 42.125.291** de Pereira – Risaralda y **5.912.668** de Fresno – Tolima, respectivamente, en nuestra condición de Representante legal y Revisor fiscal de **AF&C SOLUCIONES S.A.S.** identificada con **NIT 900.698.792-5**, en adelante proponente, acreditamos la condición de emprendimiento y empresa de mujer en los términos del artículo 2.2.1.2.4.2.14 del Decreto 1082 de 2015.

Manifestamos Bajo la gravedad del juramento que más del 50% de las acciones, parte de interés o cuotas de participación de la persona jurídica pertenecen a mujeres y los derechos de propiedad han pertenecido a estas durante al menos el ultimo año anterior a la fecha de cierre del proceso de contratación. En el siguiente cuadro señalamos la identificación de la mujer en la persona jurídica y distribución de derechos en la sociedad durante el último año.

Nombre completo y número de identificación de la(s) mujer(es) que tiene o tuvieron participación durante el último año en la persona jurídica	Número de acciones, partes de interés o cuotas de participación en la persona jurídica, o el alcance o condición de su participación en el caso de las personas jurídicas sin ánimo de lucro
LUZ ADRIANA ESCOBAR ORTIZ CC 42.125.291	100%

De igual manera manifestamos bajo la gravedad del juramento que más del 50% de las acciones, partes de interés o cuotas de participación de la persona jurídica ha pertenecido a mujeres y dicha participación mayoritaria se ha mantenido a partir del 26 de mayo de 2021.

En constancia se firma en Ibagué a los once (25) días del mes de julio de 2024.

LUZ ADRIANA ESCOBAR ORTIZ
C.C. 42.125.291
REP LEGAL AF&C SOLUCIONES

LUIS HERNAN SANCHEZ BOHORQUEZ
C.C. 5.912.668
REV. FISCAL AF&C SOLUCIONES S.A.S.

FORMATO 6H
ACREDITACIÓN MIPYME

Señores
IBAL S.A. E.S.P. OFICIAL
Ibagué

REF.: INVITACIÓN N° 101 DE 2024 CUYO OBJETO ES "SUMINISTRO DE DISPOSITIVOS ESPECIALES PARA CORTE, MATERIALES DE FERRETERIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA REALIZAR ACTIVIDADES PROPIAS DE LA GESTION COMERCIAL (Cortes – reconexiones e instalación de medidores) DE LA EMPRESA IBAL S.A ESP OFICIAL."

Estimados señores:

LUZ ADRIANA ESCOBAR ORTIZ identificada con cedula de ciudadanía **N° 42.125.291** expedida en Pereira Risaralda en calidad de representante legal de **AF&C SOLUCIONES S.A.S.** y **LUIS HERNAN SANCHEZ BOHORQUEZ** idenficado con cedula de ciudadanía **N° 5.912.668** expedida en Fresno - Tolima en calidad de revisor fiscal de **AF&C SOLUCIONES S.A.S.**, identificada con **NIT 900.698.792-5**, declaramos bajo la gravedad del juramento que la empresa AF&C SOLUCIONES S.A.S., se encuentra clasificada como mediana empresa de acuerdo con los criterios definidos por las normas legales vigentes.

Adicionalmente, los abajo firmantes certificamos que ni la Mipyme, cooperativa o asociación mutual ni sus accionistas, socios o representantes legales son empleados, socios o accionistas de los miembros del proponente plural.

En constancia, se firma en Ibagué – Tolima, a los once (25) días del mes de Julio de 2024.

LUZ ADRIANA ESCOBAR ORTIZ
C.C. 42.125.291
REP LEGAL AF&C SOLUCIONES

LUIS HERNAN SANCHEZ BOHORQUEZ
C.C. 5.912.668
REV. FISCAL AF&C SOLUCIONES S.A.S.