



Catálogo y Manual Técnico

Sistemas
de Abastecimiento de Agua

TUBOS DE PVC-U / NTP-ISO 1452



EUROTUBO PVC - U 200mm x 7.3mm PN-7.5 F-2.5 NTP-ISO 1452

CATÁLOGO Y MANUAL TÉCNICO

NTP ISO-1452



Edición:

Eurotubo S.A.C.

Diseño y fotografía:

XTUDIO | www.xtudio.com

Impresión:

Imprenta Gráfica Real

Planta:

Mz. E-3 Lt. 15-16. Parque Industrial, La Esperanza. Trujillo. Perú

5. ° Edición, 3000 ejemplares
Impreso en Trujillo, Perú. Junio de 2012

Prohibida la reproducción total o parcial de este catálogo por cualquier medio, sin permiso escrito por EUROTUBO S.A.C.

Índice

Introducción	5
1. Breve Historia del PVC	6
2. Especificaciones Técnicas	8
2.1. Normalización	9
3. Características Técnicas del PVC	10
3.1. Características Físico – Químicas	11
3.2. Características Mecánicas	11
3.3. Características Termo – Eléctricas	11
3.4. Vida Útil	11
4. Aplicación de las Tuberías de PVC-U	12
5. Determinación del Espesor, Presión Nominal y Clasificación de la Tubería de PVC-U	14
5.1. Determinación del Espesor	15
5.2. Determinación de la Presión Nominal	15
5.3. Clasificación de las Tuberías de PVC-U	15
6. Efecto de la Temperatura en la Presión de Trabajo de las Tuberías de PVC-U	18
7. Cálculo Hidráulico para Tuberías de PVC-U	20
8. Otras Consideraciones Sobre las Tuberías de PVC-U	22
8.1. Pérdida de Carga	23
8.2. Efecto de la Temperatura en la Longitud del Tubo	23
8.3. Flexibilidad de la Tubería	24
8.4. Golpe de Ariete	25
8.5. Tiempo de Cierre Crítico	25
8.5.1 Causas del Golpe de Ariete	26
8.5.2 Recomendaciones para Contrarrestar el Golpe de Ariete	26
8.5.3 Tuberías para Sistemas de Fluidos a Presión NTP-ISO 1452	28
9. Sistemas de Ensamblados	32
9.1. Sistema de Ensamble Unión Flexible con Anillo Elastomérico (UF)	33
9.2. Sistema de Ensamble con Unión Cementada (pegamento)	33
9.3. Ventajas de la Unión Flexible	33
10. Instalación en Obra	34
10.1. Excavación de la Zanja	35
10.2. Material Excavado	35
10.3. Fondo de la Zanja	35
10.4. Ancho y Profundidad de la Zanja	36
11. Montaje de la Tubería de PVC-U	38
11.1. Instalación de los Tubos con Ensamble Unión Flexible	39

11.2. Instalación de los Tubos con Ensamble Unión Cementada (pegamento)	41
11.3. Relleno y Compactación	42
11.3.1 Herramientas para Apisonado	43
11.3.2 Usos de las Herramientas de Apisonado	44
11.4. Clasificación de Suelos y Compactación	44
11.5. Grado de Compactación	46
11.5.1 Material Clase I	46
11.5.2 Material Clase II	46
11.5.3 Material Clase III	46
11.5.4 Material Clase IV	46
11.5.5 Material Clase V	46
11.6. Anclaje de las Conexiones de PVC	47
11.7. Diseño del Bloque de Anclaje	47
11.8. Área de los Bloques de Anclaje	48
11.9. Ubicación de los Bloques de Anclaje	49
12. Conexión Domiciliaria para Agua Potable	50
12.1. Instalación (Tubo sin Servicio)	52
12.2. Instalación (Tubo en Servicio con Presión)	53
12.3. Conexión a Otros Materiales	55
12.3.1 PVC – FIBRO CEMENTO	55
12.3.2 PVC – FIERRO FUNDIDO	55
12.3.3 PVC – FIERRO GALVANIZADO	55
12.4. Reparación de Tubos de PVC-U	55
12.4.1 Uso de la Unión de Reparación	56
12.4.2 Instalación	56
13. Prueba Hidráulica en Redes de Agua Potable	58
13.1. Prueba a Zanja Abierta	61
13.2. Prueba de Compactación en el Relleno de la Zanja	62
13.3. Prueba a Zanja Tapada	62
14. Almacenaje	63
14.1. Manipuleo	67
14.2. Transporte	68
15. Sistemas para Riego Tecnificado	74
16. Anillos y Lubricantes para Sistemas de Agua Potable.	76
16.1. Anillos de Caucho	77
16.2. Lubricantes	77



Introducción

La fabricación de los plásticos en el país se hace cada vez más indispensable en nuestra vida diaria, en vista de las nuevas tecnologías de producción, nuevos materiales y nuevos empresarios, se está iniciando un proceso de cambio en todas las empresas, EUROTUBO S.A.C. dentro de este marco contextual no podía permanecer ajeno a este actual auge tecnológico del empleo de las tuberías y conexiones de PVC-U.

Dada la creciente demanda de utilizar la tubería de PVC-U para sistemas de abastecimiento de agua presentamos este Manual Técnico de Tuberías de PVC-U como un extracto de especificaciones técnicas, recomendaciones y sugerencias de uso.

Ante cualquier pregunta o consulta fuera del alcance de este Manual Técnico, ponemos a vuestra disposición nuestro Departamento Técnico que se complacerá en contribuir en la búsqueda de soluciones.

LA GERENCIA

1. Breve Historia del PVC-U

La industria de los plásticos parece ser tema complicado a simple vista, esto es ocasionado por sus materiales que son relativamente nuevos en el terreno de la conducción de fluidos y además por las palabras técnicas tan extensas y nuevas que se dan para clasificar, identificar y describir los diferentes plásticos.

La American Society for Testing And Materials (ASTM) comité D-20 define al material plástico como: "Un material que contiene esencialmente moléculas orgánicas de muy alto peso molecular, sólido en su estado final y en alguna etapa de su fabricación es formado por flujo a su forma final".

La variedad de características y propiedades de los plásticos es quizá mayor que la existencia entre los diferentes metales. Entre los plásticos más comunes (PVC, ABS, HDPE), hay grandes diferencias en sus características; asimismo cada uno de éstos tiene diferentes tipos y grados. Los tipos y grados de cada plástico se basan en las propiedades físicas y químicas, por ejemplo el PVC tiene 4 tipos, los cuales a su vez pueden tener varios grados, así el tipo I tiene buena resistencia a la tracción y buena resistencia química aunque su resistencia al impacto es menor a la del tipo II, éste a su vez no tiene tan buena resistencia a la tracción y a la corrosión como el tipo I, pero presenta mayor resistencia al impacto.

De todas estas variedades el PVC tipo I, Grado I, es el que reúne las características físicas y químicas más apropiadas para la fabricación de tuberías.

La tubería de PVC fue desarrollada por primera vez en Alemania por el año de 1930 y desde entonces fue ganando gran aceptación mundial, la aceptación de las tuberías de PVC se debe a sus ventajas económicas y técnicas, como todos los materiales, el PVC tiene ciertas limitaciones, de las cuales hay que considerar:

- A temperaturas cercanas a 0°C la resistencia al impacto se reduce.
- Para conducción de fluidos a presión y a temperaturas mayores de 25°C, debe aplicarse un factor para reducir la presión máxima de trabajo o aumentar el espesor mínimo de pared del tubo.
- La tubería de PVC-U no debe quedar expuesta a los rayos solares por periodos prolongados, ya que éstos pueden afectar ciertas propiedades del tubo.

Las tuberías de PVC-U están diseñadas para trabajar dentro de su límite elástico, al igual que las tuberías de acero. Los materiales plásticos se pueden comportar plástica o elásticamente en función de la temperatura, esfuerzo y tiempo.

2. Especificaciones Técnicas

2.1. Normalización

El Comité Técnico de Normalización de Tubos, Válvulas y Accesorios de Material Plástico para el transporte de fluidos, presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT– con fecha 2011-11-23, los PNTP-ISO 1452-1, 2:2011, para su revisión y aprobación, posterior a la etapa de discusión pública fueron aprobadas el 13 de Enero del 2012 como Normas Técnicas Peruanas–ISO. Las NTP-ISO 1452 actualmente en vigencia son las siguientes:

NTP-ISO 1452-1:2011 Tubos y Conexiones de Poli (cloruro de vinilo) No Plastificado (PVC-U)

Para el Abastecimiento de Agua, Drenaje y Alcantarillado, Enterrado o Aéreo con Presión. Parte 1: Generalidades

NTP-ISO 1452-1:2011 Tubos y Conexiones de Poli (cloruro de vinilo) No Plastificado (PVC-U)

Para el Abastecimiento de Agua, Drenaje y Alcantarillado, Enterrado o Aéreo con Presión. Parte 2: Tubos

3. Características Técnicas del PVC

3.1. Características Físico-Químicas

Peso específico:	1,46 gr/cm ³ a 25 °C
Absorción de Agua:	< 40 g/m ²
Inflamabilidad:	Autoextinguible
Coefficiente de fricción:	n= 0,009 Manning
Resistencia a ácidos:	Excelente
Resistencia a álcalis:	Excelente
Resistencia a H ₂ SO ₂ :	Excelente

3.2. Características Mecánicas

Tensión de diseño:	100 kgf/ cm ²
Resist. a la compresión:	610 - 650 kgf/ cm ²

3.3. Características Termo-Eléctricas

Coefficiente de Dilatación térmica:	0,06 - 0,08 mm/m/°C
Temperatura Vicat:	> 80 °C
Estabilidad Dimensional a 150 °C:	< 5%
Módulo de Elasticidad:	30,000 kgf/ cm ²

3.4. Vida Útil

Los tubos de PVC-U se diseñan para una vida útil de 50 años. Este concepto está fundamentado en el comportamiento real del material comprobado en conducciones en servicio proyectadas hace más de 30 años. Estos valores se extrapolan luego a 50 años, aplicándose un coeficiente de seguridad igual a 2,5.

4. Aplicación de las Tuberías de PVC-U

Son múltiples las aplicaciones de la tubería de PVC-U y su empleo estará en función de la imaginación del proyectista.

Construcción

En el campo la tubería de PVC-U es una solución rápida y económica en instalaciones de abastecimiento de agua, desagüe, e instalaciones eléctricas en comparación con las tuberías tradicionales, ya que se reducen costos de mano de obra, revestimiento y tiempo.

Riego Tecnificado

Se usan para transportar fluidos a presión y también para riegos por aspersión por cuanto no permiten incrustaciones de agentes químicos que disminuirán la eficiencia de los aspersores.

Minería

Por su resistencia, dureza y sus características químicas, la tubería de PVC-U es utilizada en las minas, como tubería para ventilación o recolección de lodos y sistemas de presión para abastecimiento de agua.

Drenaje, Desagüe y Alcantarillado

Por su facilidad de manejo e instalación, la tubería de PVC-U, son altamente eficaces en estos sistemas y en instalaciones domiciliarias e industriales.

Industria

Siendo resistente a los agentes químicos, la tubería de PVC-U pueden ser instaladas en la mayoría de procesos industriales, inclusive en aquellos donde los resultados de las producciones o los reactivos, sean altamente agresivos.

Entubado de Pozos

En suelos altamente corrosivos la tubería de PVC-U son la solución ideal para el canalizado de pozos, por no presentar posibilidades de corrosión e incrustaciones.

5. Determinación del Espesor, Presión Nominal y Clasificación de la Tubería PVC-U

5.1. Determinación del Espesor

El espesor de pared de la tubería de PVC-U se determina en función de las clases, de su diámetro exterior y del esfuerzo admisible característico del material (con proyección a 50 años y a una temperatura de 20°C) y está dado por la ecuación:

$$e = De \frac{Pn}{2T + Pn}$$

Donde:

- e Espesor de la pared del tubo (mm)
- De Diámetro exterior del tubo (mm)
- Pn Presión Nominal (Kg/cm²)
- T Tensión de diseño
(10 Mpa = 100 Kg/cm²)

Obtenido por extrapolación a largo plazo (más de 50 años) al cual se le aplicó un factor de seguridad de 2.5

El espesor de la pared de cada tubería se obtiene reemplazando en la fórmula indicada, la presión correspondiente a la clase del tubo que se desea (también coincide como presión nominal o presión de trabajo), el diámetro exterior de este y el valor T = 100 Kg/cm².

5.2. Determinación de la Presión Nominal

La presión nominal (Pn) de un tubo es la presión de trabajo máxima continua a la temperatura de 20 °C y está relacionado con el valor de "S" (serie).

$$Pn = \frac{T}{S}$$

5.3. Clasificación de la Tubería PVC-U

La NTP ISO 1452 clasifica a los tubos en series (S), los cuales están en función a las presiones de trabajo en condiciones normales (temperatura del agua = 20 °C).

$$S = \frac{FR - 1}{2} \quad \Bigg| \quad FR = \frac{De}{e}$$

Donde:

- FR Factor de Rigidez
- De Diámetro exterior del tubo (mm)
- e Espesor de la Pared del Tubo

Sistemas de Abastecimiento de Agua - Catálogo y Manual Técnico

La serie (S) está acorde con el espesor del tubo, mientras la serie (S) es más alta el tubo disminuye de espesor y viceversa. En la siguiente tabla se dan series y su equivalencia en las diferentes unidades de presión.

Serie	Clase	Pn (Bar)	Pn (Kg/cm ²)	Pn (lb/plg ²)	Pn (Mpa)
20	5	5	5	75	0.50
16.7	6	6	6	85	0.60
16	6.3	6.3	6.3	90	0.63
13.3	7.5	7.5	7.5	105	0.75
12.5	8	8	8	115	0.80
10	10	10	10	150	1.00
8	12.5	12.5	12.5	180	1.25
6.6	15	15	15	200	1.50
6.3	16	16	16	230	1.50
4	25	25	25	360	2.50

Siendo las más comerciales las series: S20 (Clase 5), S13.3 (Clase 7.5), S10 (Clase 10), S6.6 (Clase 15).

EUROTUBO PVC - U

6. Efecto de la Temperatura en la Presión de Trabajo de la Tubería PVC-U

Las tuberías de PVC-U son diseñadas para la presión nominal (Clase). Las condiciones de utilización dependen de la presión máxima, de la temperatura máxima y la finalidad del conducto.

La resistencia de la tubería PVC disminuye a medida que aumenta la temperatura de trabajo, entonces es necesario disminuir la presión de diseño a temperaturas mayores.

Los valores de presión máxima de servicio que suele coincidir con la clase del tubo, son válidos para la conducción de fluidos que no provocan corrosión y

para temperaturas de servicio inferiores a 25 °C.

Para el transporte de fluidos a una temperatura entre 25°C y 45°C habrá que efectuar una “Desclasificación” nos referimos al número de veces que debe rebajarse la Clase original del tubo, para efectos de garantizar su perfecto funcionamiento y una vida útil de servicio de 50 años. Los valores de este factor están dados en la siguiente tabla:

Temperatura del Agua (°C)	Coficiente a ser aplicado a la presión nominal
$0 < t < 25$	1.0
$25 < t < 35$	0.8
$35 < t < 45$	0.6

7. Cálculo Hidráulico para Tuberías de PVC-U

Para el cálculo hidráulico se recomienda utilizar la fórmula de Hazen y Williams, y el coeficiente de rugosidad “C”, dado por el RNC (Título X, Norma S.122.5) y el Reglamento de SEDAPAL (Título VI, cap. 6.2).

$$Q = 0.2788 C D^{2.63} S^{0.54}$$

Donde:

- Q Caudal en m³/s
 - C 150 (Coeficiente de fricción para Hazen y Williams)
 - D Diámetro interno de la Tubería en (mm)
 - S J / L Gradiente o pendiente hidráulica.
 - J Pérdida de Carga (mm)
 - L Longitud de la Tubería (m)
-

El factor C = 150 para el empleo de la fórmula de Hazen y Williams en tuberías de PVC-U ha sido establecido conservadoramente luego de una serie de investigaciones en el Laboratorio de Hidráulica Alden del Instituto Politécnico de Worcester.

El valor C = 150 es recomendado por el Plastic Pipe Institute, AWWA, National Engineering Standards de USA y todos los grandes productores de tubería. Con esta ecuación podemos calcular la capacidad de flujo (Q) y los diámetros internos.

7.1. Presión Hidráulica interna

Se originan a raíz de las diferencias de nivel (cotas entre los puntos de alimentación y descarga de la línea o por efecto de bombeo). En operaciones corrientes la mayor presión se origina cuando se cierra la descarga lo cual conlleva a un nivel de presión igual a la diferencia de cotas entre el punto inicial y final de la línea (carga estática total) .

8. Otras Consideraciones Sobre las Tuberías de PVC-U

8.1. Pérdida de Carga

Se denomina pérdida de carga a la pérdida de presión que se produce en una tubería debido al rozamiento del líquido contra las paredes de las mismas, a la longitud del tendido de la tubería, etc.

8.2. Efecto de la Temperatura en la Longitud del Tubo

El PVC es un material con un coeficiente de dilatación que debe ser tomado en cuenta, por lo cual frente a variaciones de temperatura significativas, presentará variaciones en su longitud. La fórmula para calcular la dilatación de la tubería de PVC es la siguiente:

$$\Delta L = K (T_f - T_i) L$$

Donde:

- ΔL Dilatación en cm
- K Coeficiente de dilatación
0.08 mm/m/10 °C
- T_f Temperatura final (°C)
- T_i Temperatura inicial (°C)
- L Longitud de tubería en m

Tenga en cuenta que ocurrirán contracciones cuando la tubería sea expuesta a temperaturas mucho más bajas a la temperatura de la instalación.

Ejemplo Práctico:

La temperatura de una tubería al momento de su instalación es de 18 °C, temperatura a la que trabaja es de 25 °C, y el tramo de la tubería de PVC es de 55 metros. ¿Cuál es la dilatación de la tubería?

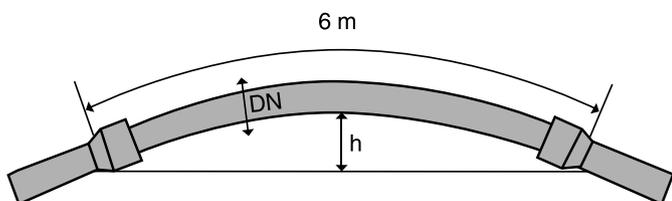
$$\Delta L = 0.08 \times (25-18) \times 55$$

$$\Delta L = 31 \text{ mm}$$

Genéricamente cuando la diferencia de temperatura es menor de 15 °C no es necesario considerar juntas de dilatación sobre todo cuando la línea tiene varios cambios de dirección y por lo tanto proporcionar su propia flexibilidad. Cuando hay conexiones roscadas es necesario considerar juntas de dilatación.

Cuando existan cambios bruscos de temperatura hay varios métodos para neutralizar expansión térmica, siendo el más común el que es a base de codos cementados.

8.3. Flexibilidad de la Tubería



La flexibilidad de los tubos de PVC-U permite realizar en algunos casos cambios de dirección en la tubería. No se recomienda hacer curvaturas mayores a 3° , y siempre ubicarlas en las partes lisas de la tubería y no sobre las campanas de las mismas.

La tubería de PVC-U tiene una longitud de 6 metros si es fabricada bajo las normas NTP ISO 1452 y de 5 metros si es fabricado bajo la norma NTP 399.002.

Diámetro Nominal NTP-ISO1452 (mm)	Fecha Máxima Admisible h(cm)
40	13
63	13
75	12
90	11
110	10
160	6
200	4
250	3
315	2
355	1

8.4. Golpe de Ariete

Entre más longitud de la línea y más alta la velocidad del fluido, mayor será el incremento de presión llegando a reventar cualquier tipo de tubería; a este fenómeno lo conocemos como Golpe de Ariete.

Para poder determinar el incremento de la presión en una línea de agua, generada por la propagación de ondas de presión, se utilizara la teoría de la Onda Elástica de Joukovsky:

$$V_o = \frac{1.420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right) \left(\frac{D_i}{e} - 2\right)}}$$

Donde:

- V_o Velocidad de onda (m/s)
- K Módulo de compresión del agua
2.06 X 10⁴ (Kg-cm²)
- E Módulo de elasticidad de material de Tubería (PVC)
Tipo I - Grado I = 3x10⁴ Kg/cm²
- D_i Diámetro inferior del Tubo (cm)
- e Espesor mínimo de pared (cm)

De la expresión se puede ver que cuando aumenta D_i/e , la velocidad de propagación de la onda disminuye. También se puede observar que entre mayor es el módulo de elasticidad del material del que está hecho el tubo, mayor es la velocidad de propagación de la onda.

8.5. Tiempo de Cierre Crítico (Tc)

La onda máxima de presión ocurre, si el tiempo de cierre de la válvula es menor que el tiempo de cierre crítico.

$$T_c = \frac{2L}{V_o}$$

Donde:

- T_c Tiempo crítico (s)
- L Longitud del tramo (m)
- V_o Velocidad de la onda (m/s)

8.5.1. Causas del Golpe de Ariete

- a) El abrir y cierre rápido de una válvula.
- b) El inicio del arranque y la parada brusca de una bomba.
- c) La acumulación de bolsas de aire dentro de las tuberías.

8.5.2. Recomendaciones para Contrarrestar el Golpe de Ariete

- a) Se ubicarán en los puntos altos y bajos unos niples con válvulas a lo largo de tramos rectos, para purgar el aire atrapado y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.
- b) Se ubicarán Válvulas de seguridad cuando se admite la cavitación, ya que se abren automáticamente al aumentar la presión.
- c) Mantener siempre la velocidad baja en especial en grandes diámetros, al llegar el agua a la tubería la velocidad no será mayor de 0.3 m/s, hasta que todo el aire salga y su presión llegue al valor nominal.
- d) Se ubicarán Válvulas de Retención instalándose normalmente en las impulsiones para evitar el vaciado de la tubería a través de la bomba.

Ejemplo Práctico

Calcular el golpe de ariete para una tubería Clase 7.5 de diámetro 4" (114mm).

Características de la Tubería

Diámetro Interior (Di) 10.58 cm.

Espesor (e) 0.41 cm.

Módulo de elasticidad (E) 3×10^4 Kg/cm²

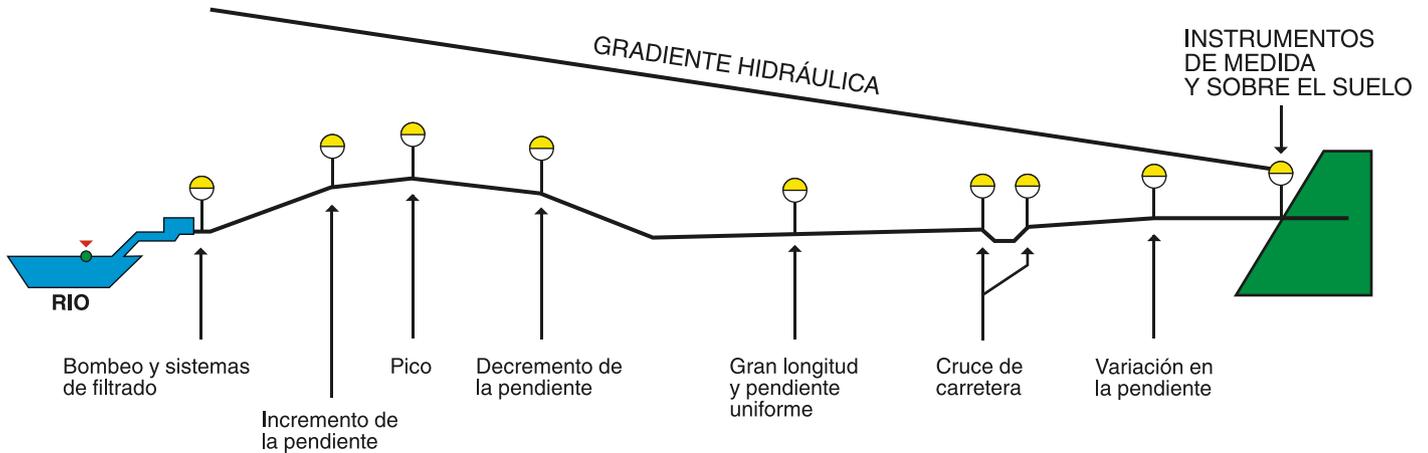
Módulo de compresión (K) 2.06×10^4 Kg-cm²

$$V_o = \frac{1.420}{\sqrt{1 + \left(\frac{2.06 \times 10^4}{3 \times 10^4} \right) \left(\frac{10.58}{0.41} - 2 \right)}}$$

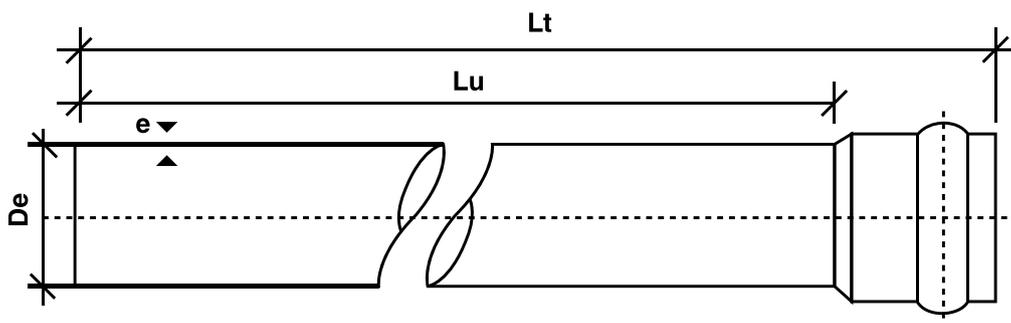
$$V_o = 340.95 \text{ m/s}$$

Asumiendo una velocidad de flujo de 1.6 m/s entonces el máximo golpe de ariete es:

$$\Delta P = \frac{340.95 \times 1.6}{9.81} \longrightarrow \Delta P = 55.60 \text{ m}$$



TUBERÍA PARA SISTEMAS DE FLUIDOS A PRESIÓN NTP - ISO 1452



S 20 / SDR 41 / PN - 5

Dia. Nominal (mm)	Dia. Exterior (mm)	Long. Total (m)	Long. Útil (m)	Espesor (mm)	Dia. Interior (mm)
63	63.0	6.0	5.88	1.60	59.80
75	75.0	6.0	5.87	1.90	71.20
90	90.0	6.0	5.86	2.20	85.60
110	110.0	6.0	5.85	2.70	104.60
140	140.0	6.0	5.84	3.50	133.00
160	160.0	6.0	5.83	4.00	152.00
200	200.0	6.0	5.82	4.90	190.20
250	250.0	6.0	5.79	6.20	237.60
315	315.0	6.0	5.77	7.70	299.60
355	355.0	6.0	5.75	8.70	337.60
400	400.0	6.0	5.73	9.80	380.40
450	450.0	6.0	5.70	11.0	428.00
500	500.0	6.0	5.65	12.30	475.40
630	630.0	6.0	5.62	15.40	599.20

S 13.3 / SDR 28 / PN - 7.5

Dia. Nominal (mm)	Dia. Exterior (mm)	Long. Total (m)	Long. Útil (m)	Espesor (mm)	Dia. Interior (mm)
63	63.0	6.0	5.88	2.30	58.40
75	75.0	6.0	5.87	2.80	69.40
90	90.0	6.0	5.86	3.30	83.40
110	110.0	6.0	5.85	4.00	102.00
140	140.0	6.0	5.84	5.10	129.80
160	160.0	6.0	5.83	5.80	148.40
200	200.0	6.0	5.82	7.30	185.40
250	250.0	6.0	5.79	9.10	231.80
315	315.0	6.0	5.77	11.40	292.20
355	355.0	6.0	5.75	12.90	392.20
400	400.0	6.0	5.73	14.50	371.00
450	450.0	6.0	5.70	16.30	417.40
500	500.0	6.0	5.65	18.10	463.80
630	630.0	6.0	5.62	22.80	584.40

S 10 / SDR 21 / PN - 10

Dia. Nominal (mm)	Dia. Exterior (mm)	Long. Total (m)	Long. Útil (m)	Espesor (mm)	Dia. Interior (mm)
63	63.0	6.0	5.88	3.00	57.00
75	75.0	6.0	5.87	3.60	67.80
90	90.0	6.0	5.86	4.30	81.40
110	110.0	6.0	5.85	5.30	99.40
140	140.0	6.0	5.84	6.70	126.60
160	160.0	6.0	5.83	7.70	144.60
200	200.0	6.0	5.82	9.60	180.80
250	250.0	6.0	5.79	11.90	226.20
315	315.0	6.0	5.77	15.00	285.00
355	355.0	6.0	5.75	16.90	321.20
400	400.0	6.0	5.73	19.10	361.80
450	450.0	6.0	5.70	21.50	407.00
500	500.0	6.0	5.65	23.90	452.20
630	630.0	6.0	5.62	30.00	570.00

* Para determinar el espesor de pared nominal se considero un coeficiente de diseño $F=2,5$.

9. Sistemas de Ensamblés

Existen dos tipos de ensamblados entre un tubo y otro.

9.1. Sistema de Ensamble Unión Flexible con Anillo Elastomérico (UF)

Este tipo de ensamble es fabricado en uno de los extremos del tubo; su función es lograr la estanqueidad por medio de un anillo elastomérico que va situado en un alojamiento en el interior de la junta. De la exactitud de las dimensiones de éste, depende la estanqueidad de la unión.

Este sistema es eficiente y seguro, su aplicación permite a las tuberías de PVC-U para fluidos a presión y alcantarillado facilidad en su instalación.

Para el ensamble de ambas partes (UF y espiga) se utiliza el lubricante cuya función es dar facilidad y rapidez en el trabajo.

9.2. Sistema de Ensamble con Unión Cementada (pegamento)

Este sistema tradicional de unir las tuberías de PVC-U, se basa en el empleo de cemento disolvente (Pegamento PVC) para la unión de la espiga del tubo en el interior de la campana.

El éxito del ensamble con determinado pegamento depende de la calidad de éste y de la habilidad del operario.

9.3. Ventajas de la Unión Flexible

- Fácil ensamble, no requiere de hacer grandes esfuerzos.
- La rapidez con que se realiza las instalaciones triplican su rendimiento en el campo.
- El diseño de la unión flexible reduce al mínimo el riesgo de hacer un mal empalme.
- Cada empalme se comporta como una junta de dilatación permitiendo un amplio grado de movimiento axial, acomodándose a los cambios de longitud en las instalaciones enterradas.
- Al no usar pegamento en las juntas, la tubería después de hacer el empalme queda lista para realizar las pruebas hidráulicas.
- La unión flexible es completamente hermética lo cual impide filtraciones de agua.
- Los anillos elastoméricos son fabricados cumpliendo los requisitos establecidos en la NTP ISO 4633.
- Es fácilmente desmontable permitiendo minimizar los tiempos y costos.
- La unión flexible absorbe movimientos de asentamientos y mala compactación de los suelos.
- Facilita el trabajo bajo la lluvia e inundaciones.
- Es económica.

10. Instalación en Obra

10.1. Excavación de la Zanja

No es conveniente efectuar la apertura de zanjas con mucha anticipación al tendido de la tubería para evitar:

- Inundaciones por efecto de las lluvias.
 - Reducción de cavernas causadas por el agua subterránea.
 - Evitar la rotura del talud de la zanja.
 - Evitar accidentes por el tránsito del personal.
-

10.2. Material Excavado

Deberá ser ubicado en un lugar donde no obstaculice el trabajo posterior de instalación de la tubería. Asimismo se deberá retirar las rocas o piedras de los bordes de la zanja para evitar el deslizamiento de estos y ocasionar roturas en la tubería.

10.3. Fondo de la Zanja

Deber ser plano y libre de piedras, troncos o materiales cortantes.

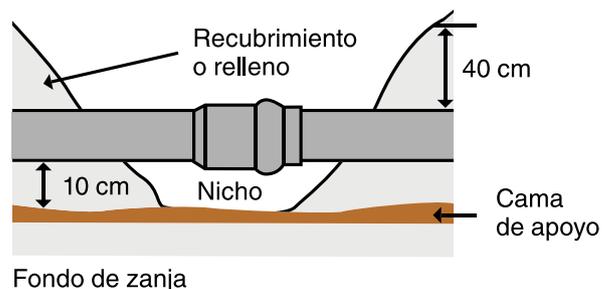
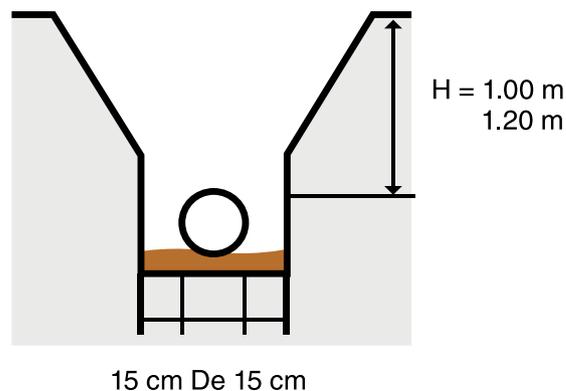
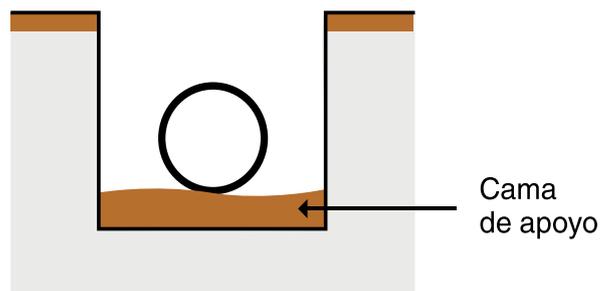
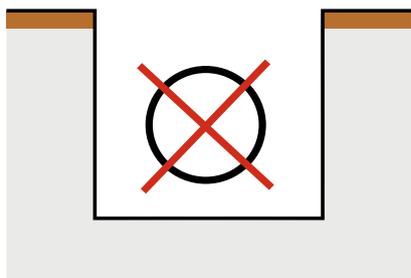
Si el fondo es de un material suave y fino exento de piedras, es fácil nivelar y no será necesario usar rellenos especiales, pero si el fondo fuera pedregoso o rocoso, se aconseja colocar una capa de material fino de un espesor de 15cm el cual debe ser apisonado antes de la instalación de los tubos.

Se debe dejar nichos en las zonas de las campanas para permitir el apoyo del cuerpo del tubo.

10.4. Ancho y Profundidad de la Zanja

El ancho de la zanja debe ser tal que facilite el montaje de los tubos, con el relleno y compactación adecuado. Un ancho adicional de 30cm al diámetro exterior del tubo permite trabajar sin problemas durante la instalación.

La profundidad mínima de relleno sobre la clave de la tubería debe ser de 1m como mínimo en zonas de tráfico corriente y de 1.2m en zonas de tráfico pesado, con encamado y relleno de arena o material fino selecto compactado hasta por lo menos 30cm sobre la clave del tubo.



TABLAS DE VALORES MÍNIMOS DE ANCHO Y PROFUNDIDAD DE ZANJA

Diámetro Nominal (mm)	Ancho de Zanja (cm)	PROFUNDIDAD MÍNIMA	
		Tráfico Liviano (m)	Tráfico Pesado (m)
-	40	0.60	0.60
-	40	0.60	0.60
40	40	0.60	0.60
50	40	0.65	0.65
63	40	0.65	0.65
75	40	0.70	0.80
90	40	0.70	0.90
110	40	0.70	1.30
160	46	0.75	1.35
200	50	0.80	1.40
250	55	0.80	1.45
315	61	0.90	1.50
355	65	1.00	1.50

11. Montaje de la Tubería PVC-U

11.1. Instalación de los Tubos con Ensamble Unión Flexible

Debe observarse que antes de bajar la tubería a la zanja, no deben existir piedras en su interior para que el encamado sea el adecuado, además de verificar que todos los tubos estén en buenas condiciones y presenten el bisel o chaflán en la espiga. Su descenso a la zanja es manual, con ayuda de un cordel controlar el alineamiento y nivelación de la línea.

- 1** Limpie cuidadosamente la cavidad donde se aloja el anillo elastomérico y verifique los tubos al final de la espiga lleven un bisel o chaflán para evitar que el anillo se dañe y permita el ingreso fácil de la campana.



- 2** Es conveniente marcar en la espiga de los tubos, la profundidad de inserción del ensamblaje, esta puede hacerse realizando un pre-empalme hasta el fondo de la campana pero sin el anillo.



3 Limpie luego el anillo e introdúzcalo en la forma como se indica, con la parte del alveolo más grueso hacia el interior de la campana y asegúrese que el anillo quede en contacto en todo el canal de alojamiento de la campana.



4 Aplicar el lubricante en la parte expuesta del anillo de caucho y de la espiga del tubo a instalar.



- 5** Alinear y ensamblar el tubo hasta el fondo de la campana y retroceder 1 cm a fin de darle espacio para que trabaje como junta de dilatación.



Los tubos de diámetros menores a 110mm se instalan en forma manual, en diámetros mayores se recurre a ayuda mecánica.

11.2. Instalación de los Tubos con Ensamble Unión Cementada (Pegamento)

- Limpiar la campana y la espiga a ensamblar.
- Lijar el interior de la campana y la espiga de los tubos.
- Aplicar pegamento en forma uniforme y rápida en el interior de la campana y el exterior de la espiga con ayuda de una brocha pequeña.
- Introducir la espiga en el interior de la campana verificando la total inserción y dejar secar por un periodo de 2 hrs. Antes de mover la tubería.
- La prueba de presión se efectuará a las 24 hrs. de efectuado el último empalme.

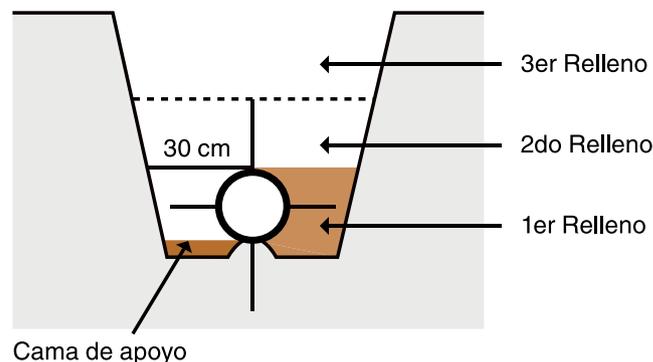
11.3. Relleno y Compactación

Este trabajo tiene por objeto proteger la tubería y darle un soporte firme y continuo que asegure el adecuado comportamiento de la instalación y sirva como amortiguador del impacto de cargas externas.

Esta operación debe ser cuidadosamente supervisada y nunca debe ser considerada como una simple acción de empuje del material excavado al interior de la zanja.

El material para el relleno desde la cama o lecho incluido hasta 30cm por encima de la clave del tubo, será material selecto (arena) libre de materia orgánica o material excavado y tamizado libre de piedras, contando además con una humedad óptima y densidad correspondiente.

El relleno lateral, se hará en una capa hasta el nivel del diámetro horizontal del tubo en la zanja. Se tendrá especial cuidado en la compactación de esta capa previamente humedecida para conseguir una mejor consolidación.



El relleno medio se efectúa en capas de 10cm hasta alcanzar una altura de 30cm arriba de la clave del tubo (2do relleno). Se empleará material selecto o tamizado y se incidirá en la adecuada compactación.

El relleno final se efectuará en capas de 15 a 30cm hasta el nivel de la superficie. El material de relleno será el excavado separando las piedras grandes o guijarrosas. Se incidirá en la compactación sobre todo en las capas cercanas a la superficie.

Es necesario tener en cuenta las especificaciones técnicas dadas tanto en el REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES y en el de SEDAPAL; al iniciar el relleno y compactación de la zanja.

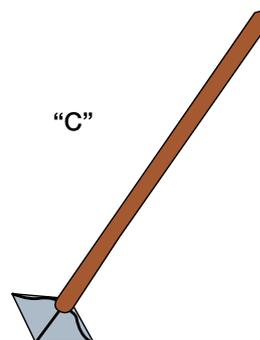
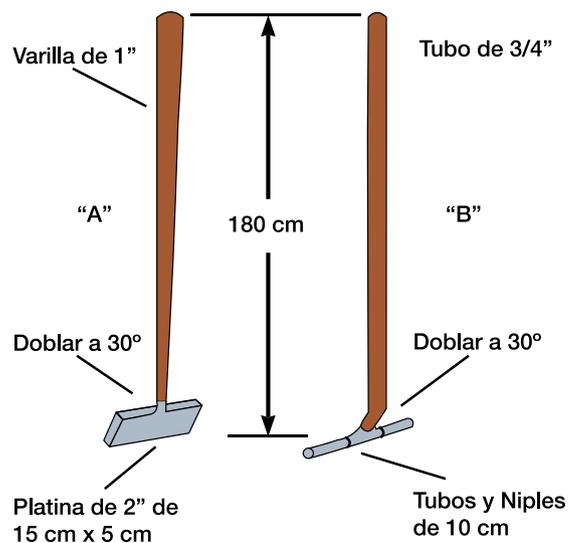
El porcentaje de compactación para el relleno inicial y final no será menor de 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado ASTM o 698 o AADSHTO-7-180.

11.3.1. Herramientas de Apisonado

Estas herramientas son de fácil fabricación, cómodas para manejar y realizar un trabajo correcto.

Una capa de material escogido de 10 cm de espesor es muy fácil de apisonar y proporciona un buen soporte a la tubería.

Luego de compactar la cama de la tubería, se rellena de material selecto hasta la mitad del tubo apisonando adecuadamente.



11.3.2. Uso de Herramientas de Apisonado

El tipo de barra de cabeza angosta, como el que muestra la figura A y B es el más apropiado para ejecutar el apisonado del relleno debajo de la tubería y las uniones.

La barra que se muestra en B se usa únicamente con los tamaños grandes de la tubería.

El otro tipo de barra de cabeza plana que se muestra en C, llamado “pisón”, debe usarse para apretar el material de relleno entre la tubería y las paredes de la zanja para compactar el relleno inicial.

11.4. Clasificación de Suelos y Compactación

El tipo de suelo que va alrededor de la tubería de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por el tubo. Por lo tanto, la clase de suelo que se utilice para el encamado, relleno lateral y superior, es fundamental en el comportamiento de la tubería.

De acuerdo a la Clasificación Internacional de Suelos, en función de sus características granulométricas y su comportamiento en este tipo de aplicación, se tiene la siguiente tabla:

Clase	Suelo (Símbolo)	Descripción
I		Material granular de 1/4" a 1/2" de diámetro (triturado)
	GW	Gravas bien gradadas y mezcladas de grava y arena con poco o nada de finos.
II	GP	Gravas bien gradadas y mezcladas de grava y arena con poco o nada de finos.
	SW	Arena bien gradada, arena con gravas con poco o nada de finos.
	SP	Arena mal gradado y arena con gravas con poco o nada de finos.

Clase	Suelo (Símbolo)	Descripción
III	GM	Gravas limosas, mezcladas de grava, arena y limo.
	GC	Gravas arcillosas, mezcladas de grava, arena y arcilla.
	SM	Arenas limosas, mezclada de arena y limo.
	SC	Arenas arcillosas, mezclada de arena y limo.
IV	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arcillosos o arenosos ligeramente plástico.
	CL	Arcilla inorgánica de bajo o media plasticidad, arcilla con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas pobres.
	MH	Limos inorgánicos, limo micáceos y diatomáceos, limos elásticos.
	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, arcilla francas.
V	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad.
	PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

Nota: Los Suelos clase V no son recomendables para el encamado, soporte lateral y relleno inicial de la zanja.

11.5. Grado de Compactación

La capacidad de la tubería para transmitir las cargas externas depende en gran parte del método empleado en su instalación, el cual a la vez depende del tipo de material utilizado.

11.5.1. Material Clase I

Es un suelo ideal para el encamado de zanja ya que requiere poca o ninguna compactación y este material se extenderá hasta la mitad del tubo y de preferible hasta la clave. El material restante puede ser clase II ó III de preferencia.

En zonas donde el tubo está por debajo del nivel freático (sumergido) o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se colocará Material Clase I hasta la clave del tubo con baja compactación.

11.5.2. Material Clase II

Idóneo para encamado o relleno lateral o superior, se compactará en capas de 10 a 15cm a un nivel de 85% de máxima densidad seca del proctor modificado ASTM D 698 ò AASHTOT-180.

11.5.3. Material Clase III

Es de similar características que el Suelo Clase II con la salvedad que la compactación debe ser de 90% de la máxima densidad.

11.5.4. Material Clase IV

Presenta dificultad en el control apropiado del contenido de humedad en el subsuelo por lo que se deberá tener cuidado en el diseño y seleccionado del grado y método de compactación.

Algunos suelos de esta clase que poseen limite líquido mayor a 50% (CH, MH, CH-MH) presentan reducción de su resistencia cuando se humedecen, por lo que su empleo queda restringido a zonas áridas donde el material de relleno se saturará. Los suelos de esta clase con media o baja plasticidad con límite líquido menor al 50% (CL, ML, CL-ML) también requieren una cuidadosa consideración en el diseño e instalación para controlar su contenido de humedad, pero su uso no está restringido a zonas áridas.

11.5.5. Material Clase V

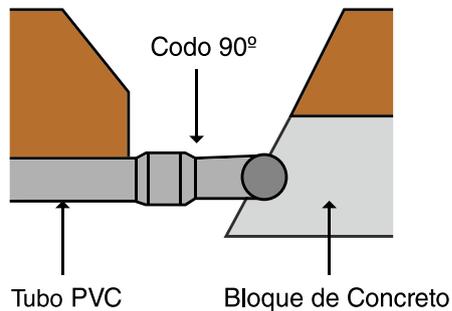
Representado por suelos orgánicos, como turbas, limos y arcillas orgánicas. No se recomienda en ningún caso el relleno de zanjas con este tipo de suelos.

11.6. Anclaje de las Conexiones de PVC

Tanto los tubos como las conexiones están sometidos a constantes esfuerzos y empujes en toda la línea, razón por la cual se proyectan bloques de anclaje en cada conexión para contrarrestar dichos esfuerzos e inmovilicen a la misma, siendo estos anclajes de mucha importancia.

Estos bloques deben cubrir toda la conexión sin llegar a envolverlos pues impedirán las variaciones del diámetro, hecho que ocurre cuando existen cambios de presión interna. Por este motivo recomendamos colocar entre la conexión y el bloque de concreto un filtro asfáltico o polietileno grueso, para impedir la abrasión.

El cálculo de los bloques de anclaje están en función al empuje debido a la presión del agua. Es importante también tener en cuenta el área de contacto de éstos con el terreno.



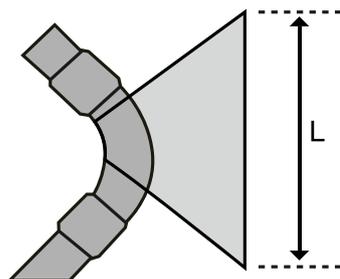
11.7. Diseño del Bloque de Anclaje

La Fuerza Interior o Empuje P debido a la presión del agua sobre un tapón ubicado al extremo de una línea de tubería, se determina mediante la siguiente expresión:

$$\textcircled{1} \quad P = \frac{\pi D^2}{4} \times P_i$$

Donde:

- P** Empuje (Kg)
- D** Diámetro exterior del tubo en (mm)
- P_i** Presión interna máxima (Kg/cm²) que considera la presión de prueba y posibles golpes de ariete.



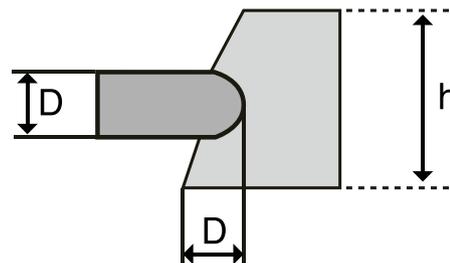
El empuje calculado en Codos y Curvas, se obtiene por la siguiente fórmula:

②

$$N = 2 P \text{ Sen } (\beta/2)$$

Donde:

- N** Empuje de codos o curvas en (Kg)
- B** Ángulo de codo o curva en que se emplea
- P** Empuje en Kg obtenido en la fórmula 1



11.8. Área de los Bloques de Anclaje

$$A = \frac{P}{Ra}$$

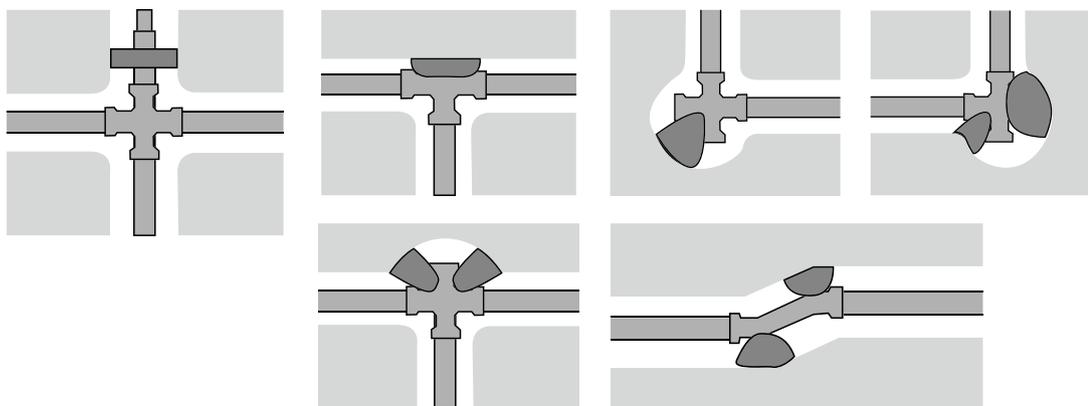
Donde:

- A** Área del bloque en contacto con el terreno (cm²)
- P** Empuje en Kg calculado
- Ra** Resistencia admisible del terreno de la sgte tabla:

TIPO DE SUELO	Resistencia Admisible (Kg/cm ²)
Suelo fangoso	0.0
Arcilla blanda	0.5
Arena	1.0
Arena y Grava	1.5
Arena y Grava cimentada con Arcilla	2.0
Suelo duro (esquiso pizarra roca)	5.0

11.9. Ubicación de los Bloques de Anclaje

Los anclajes generalmente son de concreto y su ubicación está en función del tipo de conexión y de la dirección del empuje, por lo cual se recomienda la ubicación siguiente dependiendo del sentido de flujo y del tipo de conexión.



12. Conexión Domiciliaria para Agua Potable

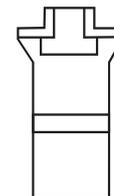
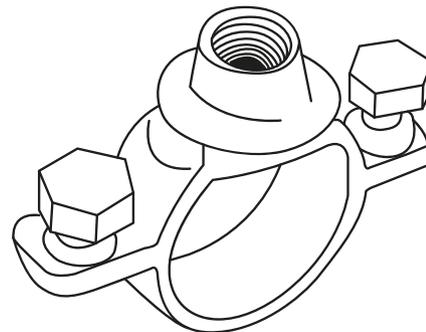
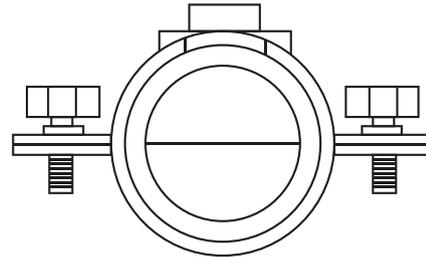
Para instalar una conexión domiciliaria a los tubos de PVC-U EUROTUBO se pueden utilizar abrazaderas de PVC, resina acetálica o de fierro fundido.

La perforación de la tubería de PVC-U se realiza en seco usando brocas o sacabocados ranurados. En las tuberías en servicio se perforan utilizando un equipo llamado "Muller".

La abrazadera es una conexión en forma de collar adaptable al diámetro de la tubería matriz de agua potable.

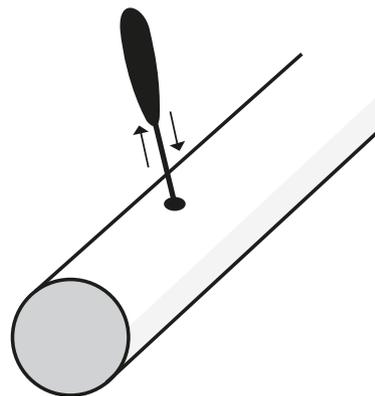
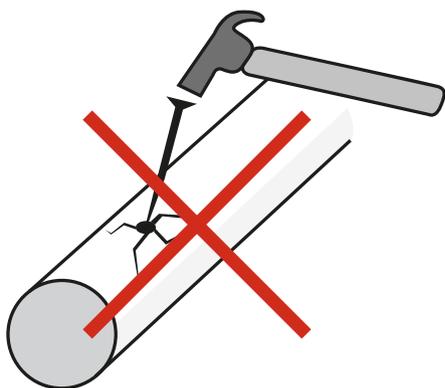
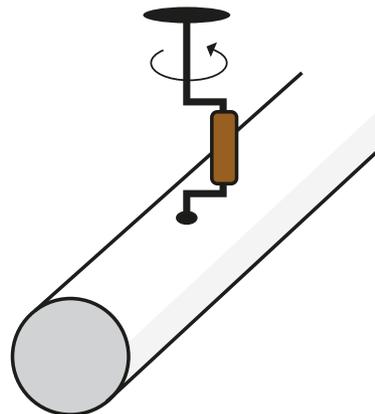
La presión de prueba en conexiones domiciliarias será igual a la nominal del tubo.

Consta de 3 partes: Un Collarín que rodea al tubo que contiene una base para la Válvula roscada y un asiento con elemento de sello que va internamente entre el tubo y la abrazadera, además de las tuercas o elementos de ajuste.

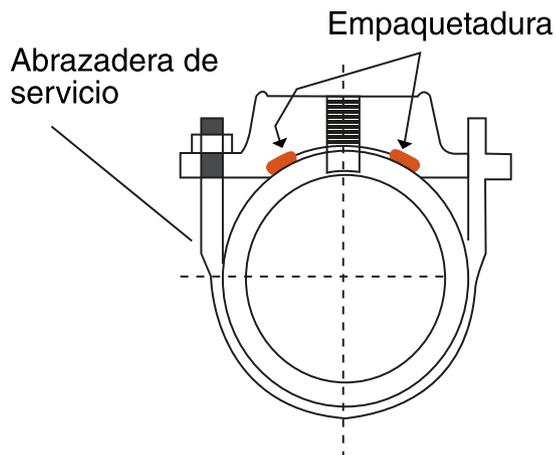
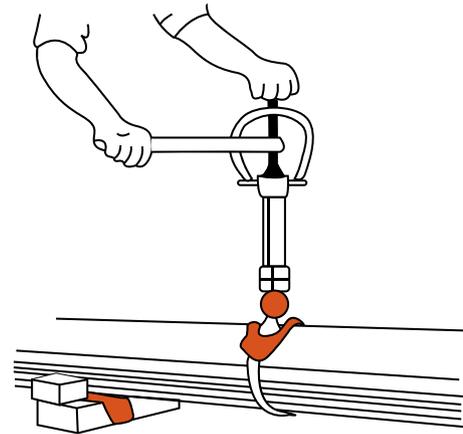


12.1. Instalación (Tubo sin Servicio)

Perforar el tubo matriz de PVC con un birbiqui o taladro de broca o con un tubo de cobre del mismo diámetro de la perforación, éste último previamente se calentará con un soplete para introducirla en la matriz, emparejando los bordes con una escofina. En ningún caso se perforará golpeando el tubo con objetos punzantes porque se corre el riesgo de romper el tubo.

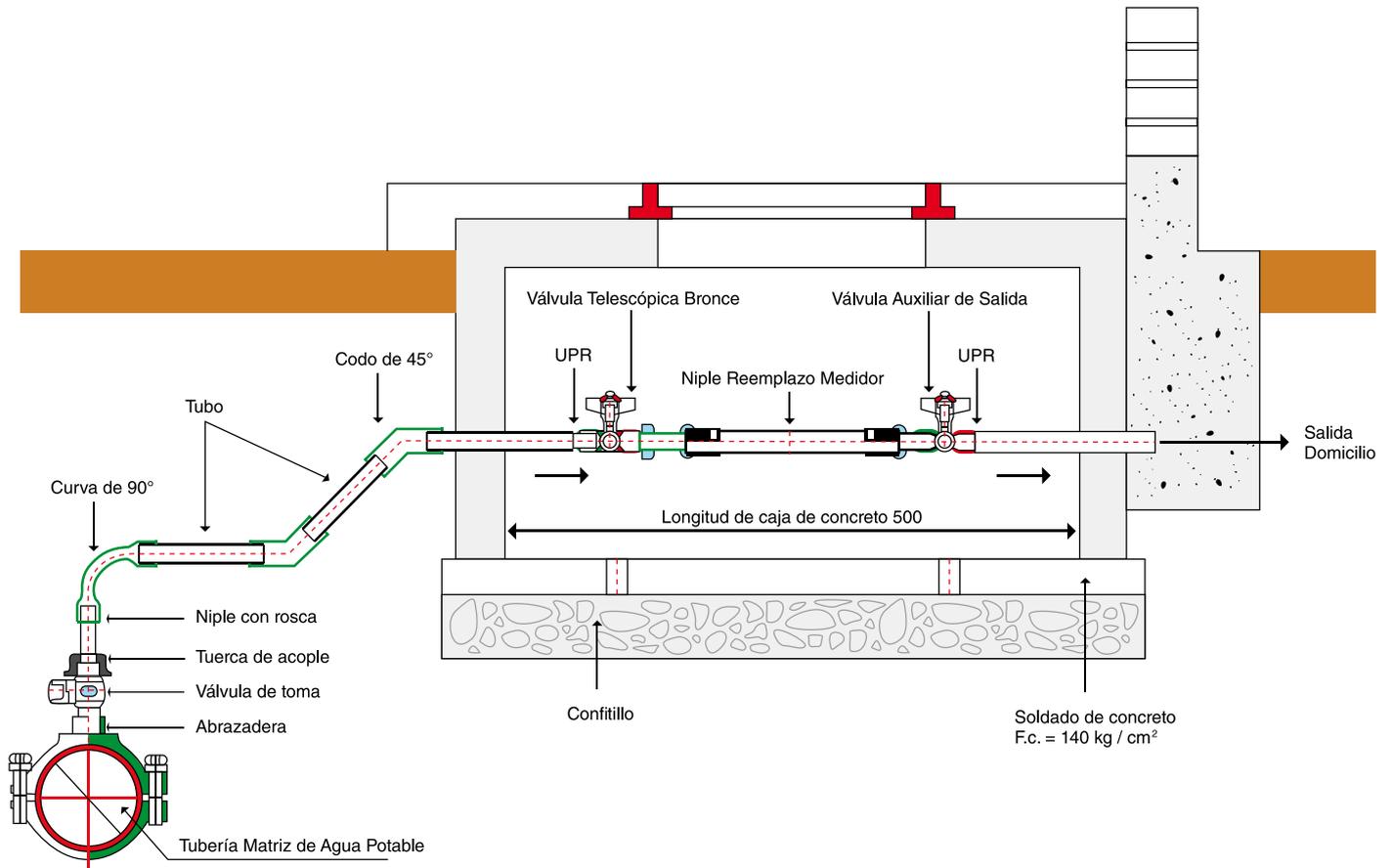


Se instala la abrazadera en forma perpendicular a la matriz del tubo de PVC teniendo en cuenta que la empaquetadura de jebes o elemento de sello quede bien colocada en su asiento y comprimida uniformemente por el collarín y las tuercas de ajuste (Existen algunas abrazaderas que tienen tornillos de sujeción que se rompen al llegar a su ajuste máximo desprendiéndose una parte de ellos y asegurando una buena instalación sin dañar el tubo).



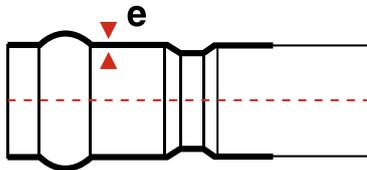
12.2. Instalación (Tubo en Servicio con Presión)

En caso de estar el tubo en servicio con presión de agua, la perforación se realizará con una herramienta especial tipo Muller que perfora el tubo a través de la válvula insertada en la abrazadera previamente instalada.



12.3. Conexión a Otros Materiales

Los tubos de PVC-U EUROTUBO pueden ser conectados a cualquier otro material mediante piezas especiales, adaptadores o transiciones.



Transición PVC - Fc (U.F.)

12.3.1. PVC - Fibro Cemento

La transición que se usa es PVC-FC ya sea con empalme U.F o campana simple.

12.3.2. PVC - Hierro Fundido

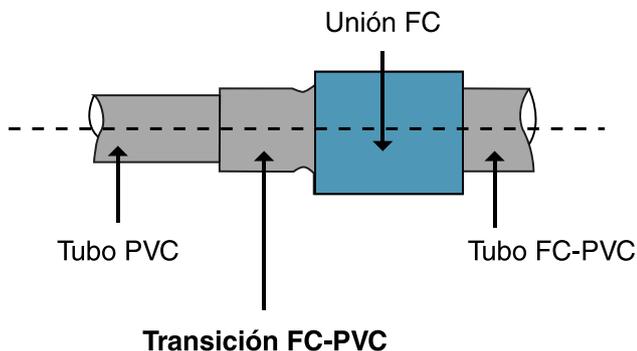
La transición que se usa es PVC-FF cuyo diseño permite instalarse en las campanas maza de los accesorios de hierro fundido.

12.3.3. PVC -F₀G₀

Esta conexión puede realizarse directamente utilizando el Sistema UF (El tubo de F₀ G₀ debe tener bisel)

12.4. Reparación de Tubos de PVC-U

Cuando se producen roturas en la línea de conducción de PVC es necesario repararlas, pero si el daño es crítico se debe reemplazar el tubo completo.



Transición FC-PVC

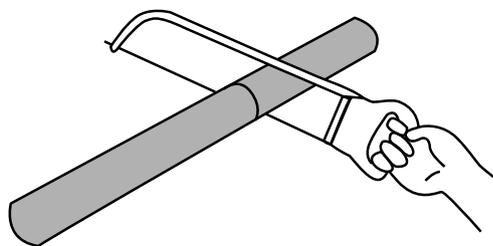
12.4.1. Uso de la Unión de Reparación

Se usa cuando la longitud de la rotura del tubo no excede más de 5cm de longitud, entonces se coloca una unión de reparación UF, que lleva en ambos extremos UF con anillo elastomérico.

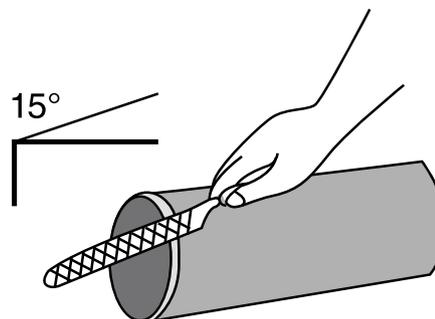
También se utiliza para unir dos tramos o secciones de tuberías sin campanas o conectar curvas, Tees, etc., en las líneas ya tendidas.

12.4.2. Instalación

1. Cortar en uno u otro lado de la rotura emparejando los extremos de la tubería con una sierra.

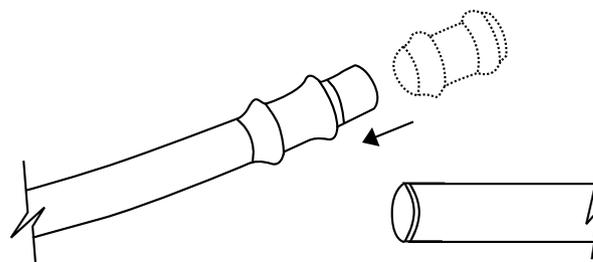
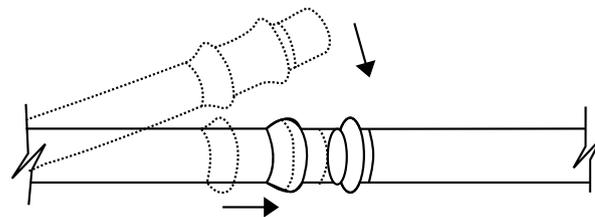
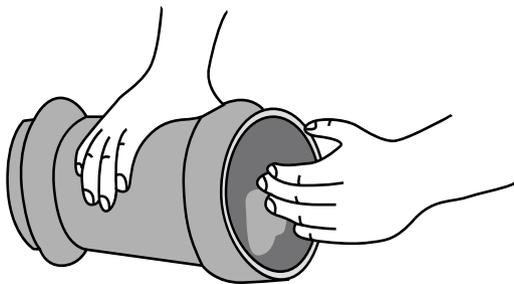


2. Achaflanar o biselar los dos extremos de la tubería con una escofina de grano mediano formando un ángulo de apròx. 15° grados.



3. Seguidamente se marca el centro de la unión de reparación con un lápiz en ambos lados del tubo.

4. Colocados los anillos elastoméricos previamente en la unión de reparación se aplica un poco de lubricante en ambos extremos de los tubos y en la campana, luego levantando un extremo del tubo inserte la unión de reparación corriéndola y bajar el tubo a la altura del otro extremo del tubo hasta centrarlo entre las marcas del lápiz.



13. Prueba Hidráulica en Redes de Agua Potable

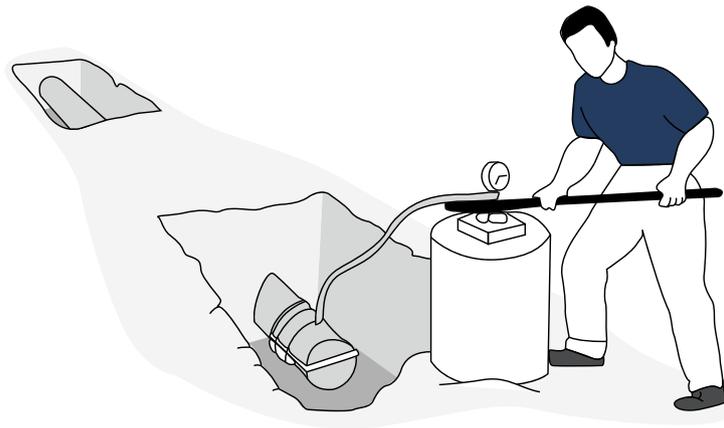
La finalidad de ejecutar la prueba hidráulica en las tuberías de PVC-U en el campo, consiste en, comprobar si el trabajo realizado durante la instalación, manipuleo y los empalmes de los tubos están perfectamente ejecutados, más no se refiere a la resistencia del material, ya que éstas se pasan en la fábrica bajo estrictas normas de calidad.

Se recomienda no aumentar mucho la presión de prueba con respecto a la presión de trabajo.

La tubería se prueba en el laboratorio de la empresa a 4 veces su presión de trabajo, según la clase correspondiente, con lo que queda asegurada ampliamente su resistencia.

Antes de efectuar la prueba de presión se debe verificar que la tubería, las conexiones y las piezas especiales, estén debidamente ancladas. Además debe existir relleno sobre la tubería, con excepción de las conexiones y campanas. Este relleno debe ser aproximadamente de 50 cm.

Elegir el tapón de cierre de los extremos de la línea y colocar un buen anclaje durante las pruebas ya que esta zona es la que más sufre por la sobre presión.



En las partes altas de la línea en prueba, cambios de dirección y extremos cerrados, se deberá preveer la colocación de una adecuada cantidad de elementos de purga de aire (niples con válvulas) los que permitirán la eliminación de aire que puede introducirse accidentalmente, así como el que trae el agua en disolución.

La longitud de la línea de la tubería a probar, no debe exceder de los 400 metros, recomendándose longitudes menores a medida que se instalen tubos de mayor diámetro.

El equipo necesario para probar un tramo de tuberías consiste en una bomba de presión, un manómetro y una válvula de retención. Este equipo debe acoplarse de manera que sea fácilmente transportable.

El Manómetro de presión debe tener graduaciones de 0.5 kg/cm².

La válvula de retención se usa para evitar contra corrientes y por consiguiente, resultados falsos de las pruebas.

Abiertas las válvulas de purga de aire, se procederá a llenar el agua por la parte más baja de la línea.

Para facilitar la evacuación de aire durante el llenado, se adaptará un tubo de 3m de altura (1/2" ó 3/4").

La bomba se instalará en la parte más baja del tramo en prueba, jamás en la parte más alta porque la acumulación de aire en ese punto, producirá variaciones en el manómetro o golpe de ariete.

Bombear lentamente y observar el manómetro purgando constantemente hasta alcanzar la presión deseada y dejar de bombear, mantenerla así el tiempo necesario para verificar la instalación.

No debe haber fuga de agua en la prueba de presión.

Durante la prueba de presión no deben ejecutarse trabajos en la misma línea.

En relación a las especificaciones técnicas señaladas por SEDAPAL se considera las siguientes pruebas:

1. Prueba hidráulica de Tuberías y conexiones de zanja abierta.

2. Prueba de Compactación en el relleno de la zanja.

3. Prueba hidráulica a zanja tapada: De 1 hora a la presión nominal.

13.1. Prueba a Zanja Abierta

La prueba de presión será de 1.5 veces la presión de la tubería de redes y líneas de impulsión, conducción y de aducción, medida en el punto más bajo del circuito o tramo en prueba.

Antes de llenar las tuberías con agua, los accesorios deben estar correctamente anclados, y compactados hasta 30 cm por encima de la clave del tubo, debiendo quedar solo al descubierto todas las uniones.

La bomba de prueba deberá instalarse en la parte más baja de la línea y de ninguna manera en las altas.

Para expulsar el aire de la línea que se está probando, se debe instalar purgas adecuadas en los puntos altos, cambios de dirección y extremos de la misma.

El tiempo mínimo de duración de la prueba será de dos horas, debiendo la línea permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

13.2. Prueba de Compactación en el Relleno de la Zanja

Se procederá a la evaluación del nivel de compactación logrado, no debiendo ser inferior al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado ASTM D 698 ó AASHTO T 180

De no alcanzar el porcentaje establecido, el constructor deberá hacer las correcciones del caso, debiendo efectuar nuevos ensayos hasta llegar al nivel deseado.

13.3. Prueba a Zanja Tapada

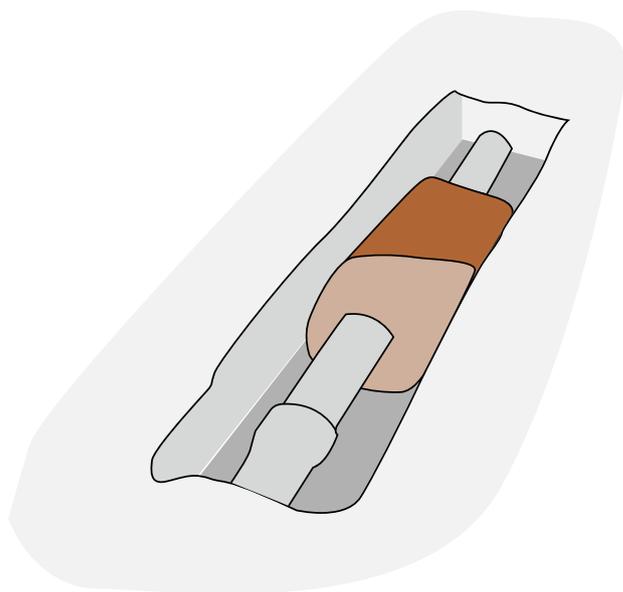
La presión de prueba a zanja tapada con relleno compactado será la misma de la presión nominal de la tubería.

El tiempo mínimo de duración de la prueba a zanja tapada con relleno compactado será de una hora, debiendo la línea de agua permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

La bomba de presión se ubica en la parte más baja del circuito en prueba, se purga el aire de la línea colocando un Splich en los puntos altos del circuito y en el extremo.

El bombeo debe ser lento a fin de no crear turbulencias.

Para la ejecución de la prueba hidráulica, la tubería de PVC-U debe estar cubierta por material selecto de relleno compactado con una altura mínima de 30cm por encima de la clave del tubo y las campanas deben estar expuestas.



14. Almacenaje



Forma correcta de almacenamiento

Recomendaciones para el almacenamiento a fin de evitar daños en los tubos, conexiones y otros.

Los almacenes deben ubicarse lo más cerca posible de la obra.

El almacenaje de larga duración a un costado de la zanja no es aconsejable. Se deben sacar los tubos del almacén a medida que se los necesite.

Los tubos deben apilarse en forma horizontal sobre listones de madera de 10cm de ancho, distanciados 1.50m y las campanas deben quedar alternadas y sobresalientes, libres de toda presión exterior.

Si el tubo debe almacenarse sobre la superficie, ésta deberá ser plana y nivelada.

La altura máxima recomendable de apilamiento es de 1.5 a 2.5m como máximo.

Los tubos deben estar aislados de la radiación solar y con adecuada ventilación.

Deben almacenarse clasificándose por diámetros y clases.

Las conexiones de PVC deben ser almacenados en lugares frescos, hasta el momento de su empleo.

Los anillos elastoméricos no deben almacenarse al aire libre, deben protegerse del sol y la grasa.

14.1. Manipuleo

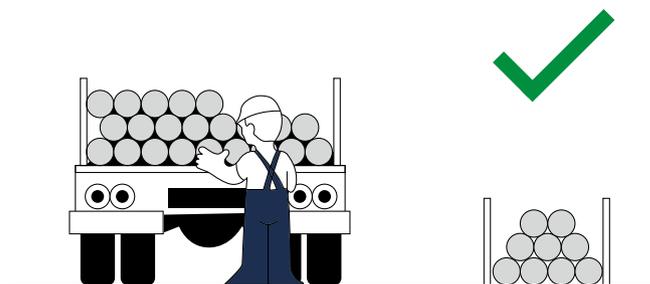
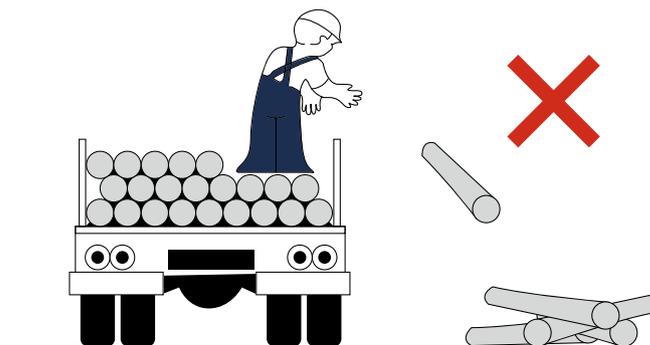
Recomendaciones para el manipuleo de las tuberías y conexiones de PVC.

Los tubos y conexiones de PVC deben ser cargadas y descargadas en paquetes o en forma individual evitando el manipuleo rudo. Puede ser en forma manual o con equipos mecánicos.

Los tubos y conexiones no se deberán dejar caer al suelo para evitar daños en el material que puedan disminuir su resistencia.

Evitar la abrasión de los tubos y conexiones no arrastrando éstos por el suelo.

Debe prevenirse que los tubos y conexiones caigan o se apoyen en sus extremos contra objetos duros o punzantes que podrían originar daños o deformaciones permanentes.



14.2. Transporte

Sistema de carguío o a granel: Se efectúa cuando los tubos y conexiones son cargados en la parte posterior del vehículo con barandas laterales.

Al salir de la fábrica los tubos y conexiones se toman las medidas y precauciones necesarias para evitar que estos se deterioren durante el transporte.

Los tubos jamás deberán ser transportados sobresaliendo sin soporte de la plataforma del vehículo.

La plataforma debe tener una superficie lisa, libre de irregularidades como clavos o pernos sobresalientes.

La tubería se acomodará de manera que no sufra daños durante el transporte. Se empleará material para ataduras (plástico, cáñamo, flejes, totora, etc.) no deberán producir raspaduras, indentaciones o aplastamientos.

Evitar deformaciones disponiendo los tubos con campanas sobresalientes y alternas.

Se recomienda que la altura de carga no debe exceder 1.50m a fin de evitar aplastamiento en los tubos de las camas inferiores.

Si se transporta tuberías de PVC de distintos diámetros y pesos, los tubos de mayor diámetro y más pesados deben ubicarse en las primeras filas.

La tubería de PVC puede ser telescopiada para economizar fletes, es decir los tubos pueden ser acomodados unos dentro de otros cuando los diámetros lo permitan.

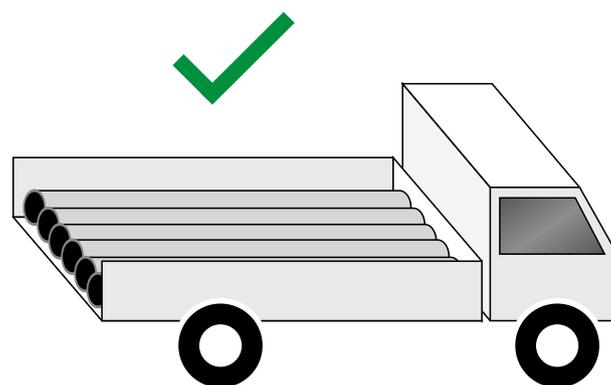
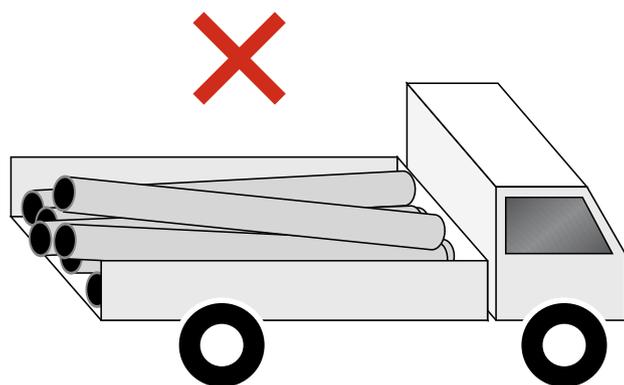
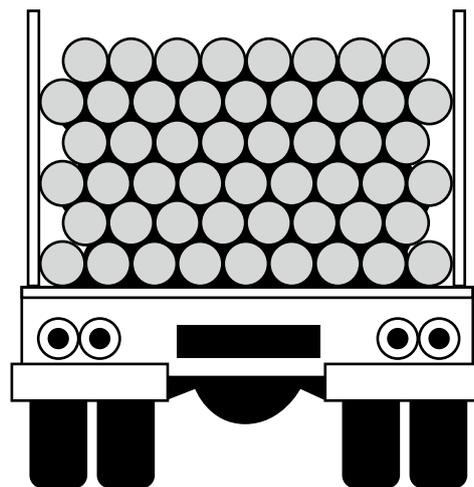
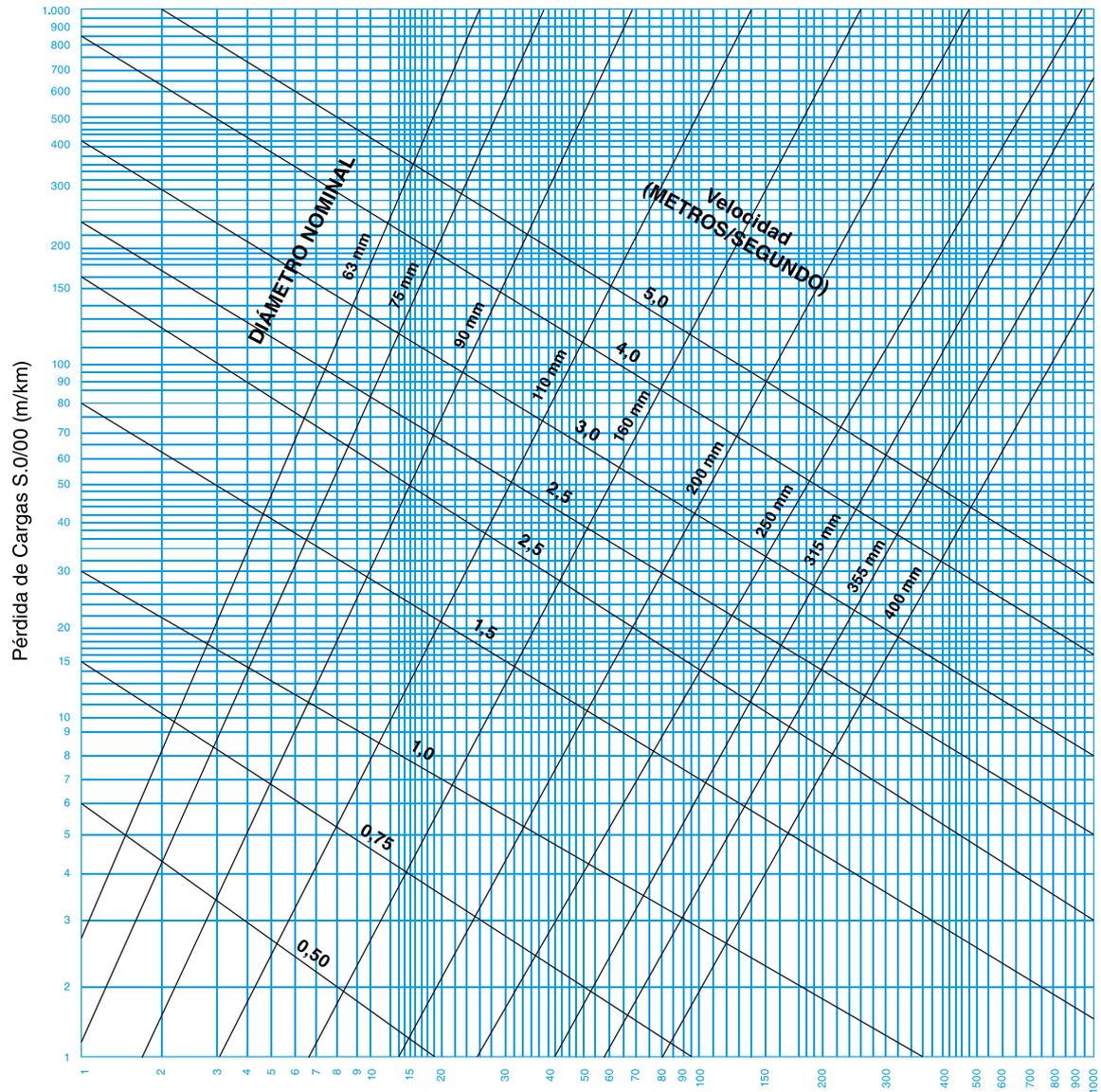


DIAGRAMA DE PÉRDIDA DE CARGA HIDRÁULICA

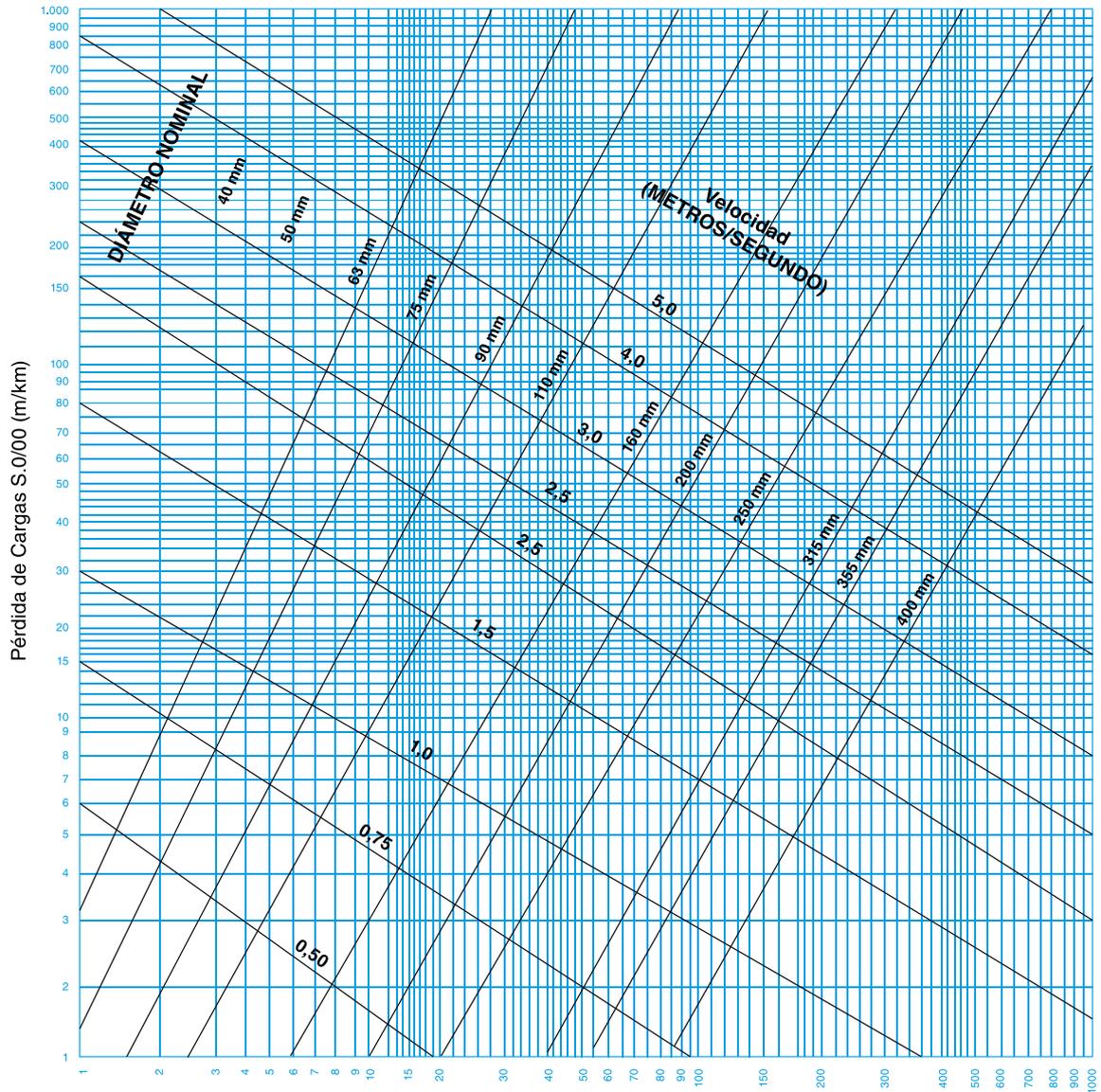
Abaco para cálculo hidráulico de tuberías de PVC
NTP ISO 1452 – SERIE 20 (CLASE 5)



Caudal Q=Lt / Seg
FÓRMULA DE HAZEN & WILLIAMS
 $Q = 0,2788 C.D^{2.63} (S.)^{0.54}$
C=150

DIAGRAMA DE PÉRDIDA DE CARGA HIDRÁULICA

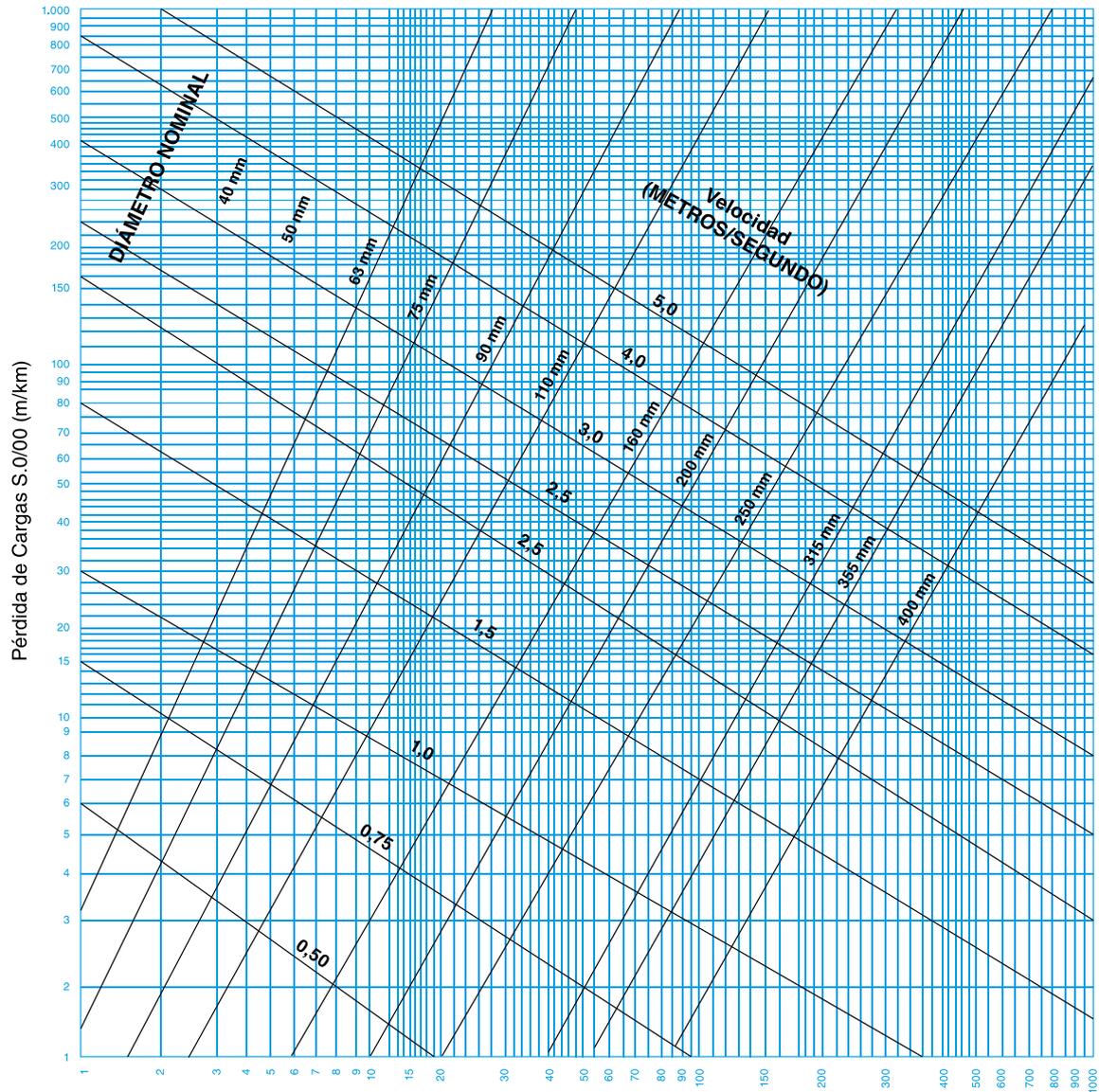
Abaco para cálculo hidráulico de tuberías de PVC
NTP ISO 1452 – SERIE 13.3 (CLASE 7.5)



Caudal $Q=l / s$
FÓRMULA DE HAZEN & WILLIAMS
 $Q= 0,2788 C.D^{2.63} (S.)^{0.54}$
 $C=150$

DIAGRAMA DE PÉRDIDA DE CARGA HIDRÁULICA

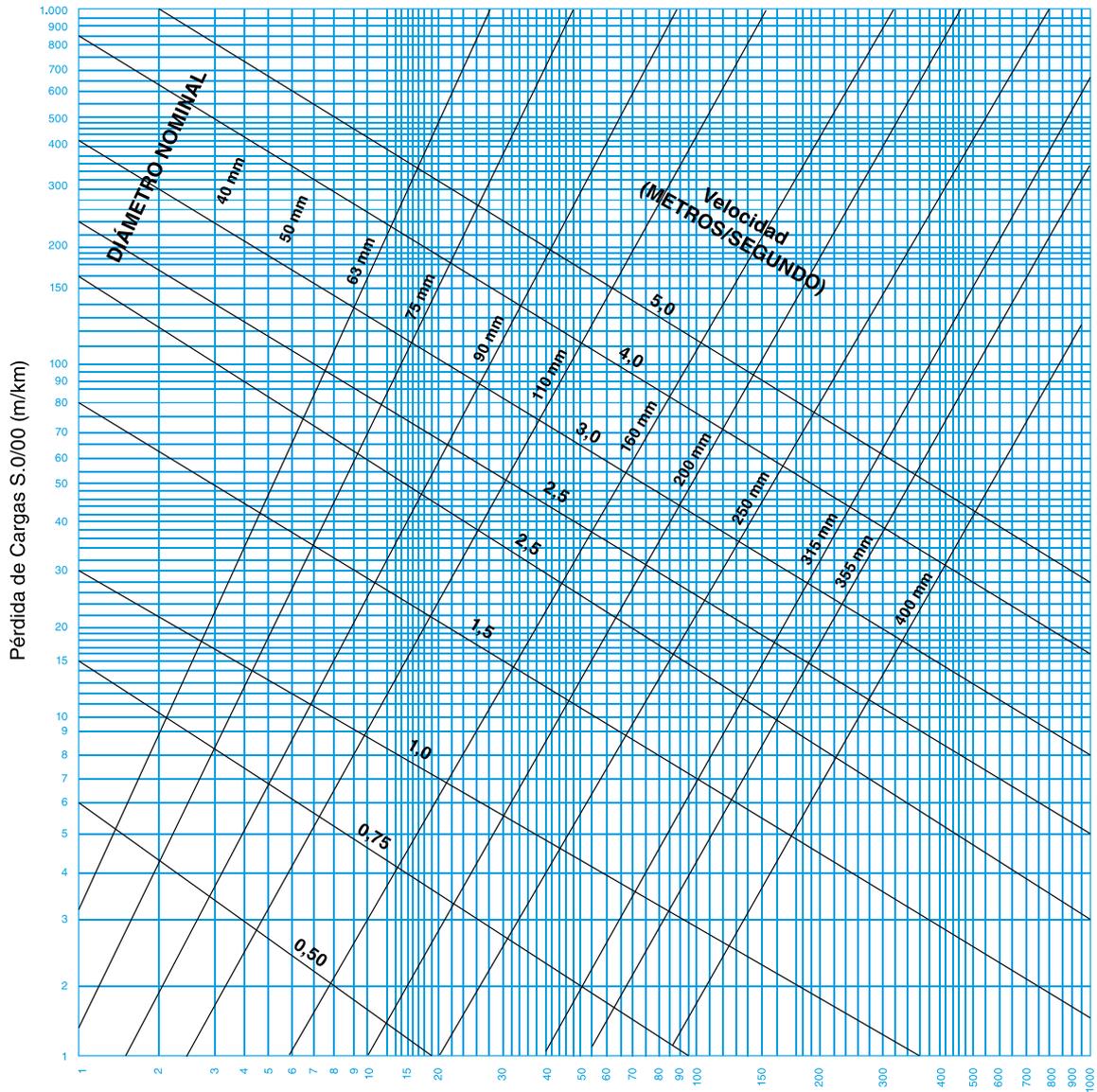
Abaco para cálculo hidráulico de tuberías de PVC
NTP ISO 1452 – SERIE 10 (CLASE 10)



Caudal $Q=l / s$
FÓRMULA DE HAZEN & WILLIAMS
 $Q=0,2788 C.D^{2.63} (S.)^{0.54}$
 $C=150$

DIAGRAMA DE PÉRDIDA DE CARGA HIDRÁULICA

Abaco para cálculo hidráulico de tuberías de PVC
NTP ISO 1452 – SERIE 6.6 (CLASE 15)



Caudal $Q=l / s$
FÓRMULA DE HAZEN & WILLIAMS
 $Q= 0,2788 C.D_{2.63} (S.)^{0.54}$
 $C=150$

15. Sistemas para Riego Tecnificado

Para aprovechar los recursos híbridos en la agricultura y obtener un mejor rendimiento en la actividad agrícola, los tubos de PVC-U EUROTUBO, se constituyen como uno de los más eficientes por su durabilidad, instalación rápida y confiable, en los diferentes sistemas de Riego Tecnificado como la microaspersión, aspersion, exudación, por goteo, etc.



16. Anillos y Lubricantes para Sistemas de Agua Potable

16.1. Anillos de Caucho

Los anillos de junta para tuberías de PVC-U utilizados en sistemas de agua potable son fabricados con materiales elastoméricos compuestos y deben cumplir con los requisitos físico – químicos establecidos en la NTP – ISO 4633 “Sellos de Caucho. Anillos de Junta para tuberías de abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado. Especificaciones de los materiales”.

Los anillos para tuberías de PVC-U utilizados en sistemas de agua potable deben ser de color negro, y deben tener una dureza de 60 – 65 (shore A) y deberán almacenarse bajo sombra en un lugar fresco y seco.

16.2. Lubricantes

El lubricante es un producto saponificado y elaborado a base de grasa vegetal, de aspecto pastoso, no contiene cultivo microbiano ni da origen a olores desagradables. Se utiliza en las juntas que incorporan sellos elastoméricos permitiendo el deslizamiento de la espiga del tubo dentro de la campana, tiene por función dar facilidad y rapidez en la instalación.

No se debe utilizar lubricantes a base de grasa mineral, la presentación de este producto es en envases de 1 galón, el rendimiento estimado por galón y en función al diámetro de la tubería es el siguiente.

Diámetro Nominal (mm)	Rendimiento (empalmes / galón)
63	450
75	400
90	350
110	260
140	230
160	200
200	140
250	110
315	60
355	40
400	35
450	25
500	20
630	15

Of. de Ventas Mz. E-3 Lt. 15-16. Parque Industrial.
La Esperanza. Trujillo, Perú.
T +51 (44) 509648 / T +51 (44) 323384
E ventas@eurotubo.com.pe

Planta Mz. E-3 Lt. 15-16. Parque Industrial.
La Esperanza. Trujillo, Perú.
E informes@eurotubo.com.pe

eurotubo.com.pe



eurotubo.com.pe