

MANUAL TÉCNICO

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U
PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE
NTP ISO 4435

Nicoll

MANUAL TÉCNICO

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U
PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE
NTP ISO 4435



Nicoll

Editado por:
Nicoll Perú S.A.
Ca. Venancio Ávila 1990 Urb. Chacra Ríos - Lima 01
Lima - Perú

3ra Edición - Distribución digital
Septiembre 2015
DI.PER.CM.07.01.VE.01-02

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

an *Aliaxis* company





ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	07
1. VENTAJAS DE LA TUBERÍA ALCANTARILLADO PVC-U	09
Resistencia a la Corrosión.....	10
Duración.....	10
Liviandad.....	10
Trabajabilidad	10
Inmune al ataque de Roedores y Bacterias.....	10
Resistente a Incrustaciones.....	10
Bajo Coeficiente de Rugosidad.....	10
Menores pendientes.	10
Baja incidencia de Roturas.....	10
Aplicaciones especiales.....	10
2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	11
Normalización.....	12
Características técnicas	12
3. LÍNEA DE PRODUCTOS.....	13
a) Sistemas de empalme.....	14
b) Sistema de empalme unión flexible (UF).....	14
c) Ventajas.....	14
d) Clasificación de los tubos de alcantarillado	14
4. TUBERÍA DE ALCANTARILLADO NTP - ISO 4435.....	15
5. ACCESORIOS DE ALCANTARILLADO INYECTADOS UNIÓN FLEXIBLE NTP - ISO 4435	17
6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y CONEXIONES	19
a) Conexión domiciliaria.....	20
b) Instalación de tubería con empalme UF.....	20
c) Conexión domiciliaria	20
7. TRANSPORTE, MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO	29
a) Transporte.....	30
b) Almacenaje.....	31
c) Tubos.....	31

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

Accesorios	31
Anillos de caucho.....	31
8. INSTALACIÓN EN OBRA.....	33
a) Excavación de la zanja	34
b) Fondo de zanja.....	35
c) Conexión de los tubos de PVC-U a los buzones de inspección	37
d) Instalación de la línea	38
e) Relleno y compactación	39
f) Herramientas de apisonado.....	40
9. CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y COMPACTACIÓN.....	41
a) Clasificación	42
b) Compactación	42
10. PRUEBA DE COLECTORES INSTALADOS	43
a) Prueba hidráulica	44
b) Pruebas de alineamiento	44
c) Prueba de nivelación (pendiente)	44
d) Prueba de deflexión	44
11. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA TUBERÍA PVC.....	45
a) Deflexión de tuberías	46
b) Tuberías flexibles	46
c) Deflexión en tuberías flexibles.....	46
12. CÁLCULO DE DEFLEXIÓN POR CARGAS EXTERNAS	49
a) Determinación de las cargas muertas	50
b) Determinación de las cargas vivas.....	50
c) Determinación de la deflexión (d):.....	50
d) Ejemplo práctico	51
13. REPARACIÓN DE TUBERÍAS PVC – U.....	53
a) Soporte inapropiado del tubo.....	54
b) Fallas debidas a cargas vivas	54
c) Movimiento del suelo	54
d) Daños causados por otras instituciones	54
e) Raíces	54
14. ANEXOS.....	57
a) Anillos para sistemas de drenaje y alcantarillado.....	58
b) Lubricantes	59



////// INTRODUCCIÓN

Como resultado del abastecimiento de agua se ha elaborado sistemas de transportes de los desechos con arrastre de agua, que se denomina Alcantarillado, mediante este sistema se las evacuan para posteriormente dar un tratamiento adecuado.

De esta necesidad se ha creado los sistemas de canalización en PVC-U para redes de saneamiento. Ideados para la canalización de aguas negras y residuales de origen industrial o doméstico y constituyen una solución completa, segura y eficaz para este tipo de instalaciones.

NICOLL PERU SA ofrece, para este campo de aplicación, una extensa variedad de tuberías y accesorios de PVC de alta calidad, que permiten abordar cualquier tipo de solución con la máxima eficiencia y seguridad en la instalación.



1. VENTAJAS DE LA TUBERÍA ////////// ALCANTARILLADO PVC-U

*Resistencia a la Corrosión
Duración, Liviandad
Inmune al ataque de Roedores y Bacterias,
Bajo Coeficiente de Rugosidad*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN.

Resistente a la acción corrosiva de fluidos, sean ácidos y alcalinos que con frecuencia se encuentran en los sistemas de alcantarillado, como también gases o ácidos generados por el ciclo del ácido sulfúrico, detergentes, productos de limpieza, líquidos corrosivos industriales, etc. Así mismo es ideal para instalaciones en suelos agresivos.

DURACIÓN.

La tubería de PVC-U presenta un comportamiento ideal en las redes colectoras, por lo que la durabilidad del material es prácticamente ilimitada, lo que reduce los costos de reparación y mantenimiento del sistema.

LIVIANDAD.

Propiedad inherente al PVC por lo que se hace innecesario el uso de equipo pesado para el manejo, colocación, instalación y transporte de la tubería, lo que finalmente se traduce en menores costos.

TRABAJABILIDAD.

Se corta con un simple arco de sierra y se achaflana con una escofina. Esto hace de la colocación de los accesorios una labor muy sencilla.

INMUNE AL ATAQUE DE ROEDORES Y BACTERIAS.

RESISTENTE A INCRUSTACIONES.

Las paredes lisas y libres de porosidad, impiden la formación de incrustaciones, proporcionando una mayor vida útil con mayor eficiencia.

BAJO COEFICIENTE DE RUGOSIDAD.

La superficie interior de la tubería de PVC-U es más lisa comparada con otros materiales tradicionales por lo cual permite

mayores tasas de flujo. Así, el coeficiente «n» de Manning para diversos materiales es:

Mat.	n
PVC	0,009
Fe Fdo	0,012
Asb. Cto	0,010
Concreto	0,013

MENORES PENDIENTES.

El bajo coeficiente de rugosidad, permite reducir la pendiente, con lo cual disminuye el costo del movimiento de tierras.

BAJA INCIDENCIA DE ROTURAS.

Dadas las prioridades de resistencia y elasticidad, es poco probable que se presenten roturas en el proceso de transporte e instalación.

APLICACIONES ESPECIALES.

La tubería de PVC-U empleada para alcantarillado es especialmente recomendable si se requiere un colector que evite infiltraciones.

Para suelos agresivos (zonas costeras), esta tubería es la solución ideal por su alta resistencia a la corrosión, además, es aparente para uso de colectores industriales que tienen desagües de fluidos corrosivos o abrasivos que atacarían rápidamente los tubos de materiales convencionales.



2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

*Normalización, Características
químicas y mecánicas*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

NORMALIZACIÓN

El Comité Técnico Permanente de Tubos, Válvulas y Accesorios de Material Plástico para el Transporte de Fluidos, culminó en los meses de junio a agosto del 2004 el Proyecto de Norma Técnica Peruana ISO 4435, para la tubería de PVC para uso en obras de alcantarillado. Aprobada con Resolución R.0015-2005/INDECOPI-CRT.

La Normalización establece las características dimensionales y de resistencia para satisfacer diversas exigencias de uso práctico.

“NTP - ISO 4435 2005: TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) PVC-U NO PLASTIFICADO PARA SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO.”

La nueva Norma Técnica Peruana ISO tiene como antecedente:

“ISO 4435 2003: PLASTICS PIPING SYSTEMS FOR NON-PRESSURE UNDERGROUND DRAINAGE AND SEWERAGE-UNPLASTICIZED POLY (VINYL CHLORIDE) (PVC - U)”

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

Peso Específico	: 1,44 gr/cm ³ a 25°C
Absorción de agua	: <40 g / m ²
Estabilidad dimensional a 150 °C	: < 5 %
Coefficiente de Dilatación térmica	: 0,06 – 0,08 mm/ m / °C
Inflamabilidad	: Autoextinguible
Coefficiente de fricción	: n= 0,009 Manning,
Punto Vicat	: ≥79 °C
Resistencia a ácidos	: Excelente
Resistencia a álcalis	: Excelente
Resistencia a H ₂ SO ₄	: Excelente

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tensión de Diseño	: 100 kgf/ cm ²
Resistencia a la compresión	: 610-650 kgf/ cm ²
Módulo de elasticidad	: 30 000 kgf/cm ²



3. LÍNEA DE PRODUCTOS

*SISTEMAS DE EMPALME
VENTAJAS Y CLASIFICACIÓN DE
LOS TUBOS DE ALCANTARILLADO*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) SISTEMAS DE EMPALME

Los tubos y conexiones de alcantarillado de PVC-U Nicoll se presentan en dos tipos de empalme; el de Unión Flexible (UF) con anillo de Hermeticidad y el tradicional sistema de Unión Cementada (Espiga-campana con pegamento, de amplia difusión en nuestro medio y que presenta una tendencia a ser desplazado por el sistema de Unión Flexible, sobre todo en diámetros mayores o iguales a 160 mm; dadas las considerables ventajas que presenta la Unión Flexible (UF).

B) SISTEMA DE EMPALME UNIÓN FLEXIBLE (UF).

Este Sistema de empalme para tubería PVC-u a Presión que introdujo en el medio Nicoll, es ahora aplicado a la tubería de alcantarillado, a fin de simplificar la instalación de la red de colectores públicos. Esta aplicación es hoy en día muy difundida en Europa y Estados Unidos y en algunos países latinoamericanos, dadas las grandes ventajas que presenta en comparación con sistemas tradicionales. Es totalmente eficiente y seguro y utiliza un anillo de caucho especial anticorrosivo.

C) VENTAJAS

- **Facilidad.**

La operación del ensamblaje es sumamente fácil.

- **Rapidez.**

Los rendimientos en instalación de la tubería Unión Flexible llegan a triplicar los niveles de rendimiento alcanzados con el sistema tradicional.

- **Seguridad.**

Reduce al mínimo los riesgos de hacer un acople defectuoso.

- **Junta de Dilatación.**

La Unión UF permite un amplio grado de movimiento axial para acomodarse a cambios de longitud en instalaciones enterradas. Cada empalme se comporta como una junta de Dilatación.

- **Disponibilidad de trabajo inmediata.**

La tubería queda lista para trabajar una vez hecha la instalación, ya que al no utilizar pegamento, no hay que dar

tiempo de espera para el secado y se procede inmediatamente a la prueba hidráulica. Ello posibilita el trabajo bajo lluvia y en zanjas inundadas.

- **Hermeticidad**

Es una junta completamente hermética, lo cual impide filtraciones como infiltraciones.

- **Fácilmente Reparable**

Debido a que es fácilmente desmontable, con lo que se minimiza tiempo y costos por este concepto.

- **Flexibilidad**

Permite absorber asentamientos diferenciales generados por mala compactación, suelos inestables, por condiciones de tráfico o sismos.

- **Economía**

Todas las ventajas anteriormente mencionadas se traducen fácilmente en economía frente a materiales tradicionales o sistemas de empalme convencionales.

D) CLASIFICACION DE LOS TUBOS DE ALCANTARILLADO

La Norma Técnica Peruana NTP- ISO 4435 para Tubos y Conexiones de Poli (cloruro de vinilo) PVC-U no plastificado para Sistema de Drenaje y Alcantarillado, clasifica a los tubos PVC, en función a la rigidez nominal del anillo o en función de la Relación de la Dimensión Standard

RIGIDEZ NOMINAL DEL ANILLO (SN)	2	4	8
RELACION DE LA DIMENSION STANDARD (SDR)	51	41	34
SERIE (S)	25	20	16.7

(SDR) Siendo: $SDR = 2S + 1$

Así mismo, la tubería de alcantarillado se presenta en color marrón anaranjado como lo sugiere la norma NTP-ISO 4435.



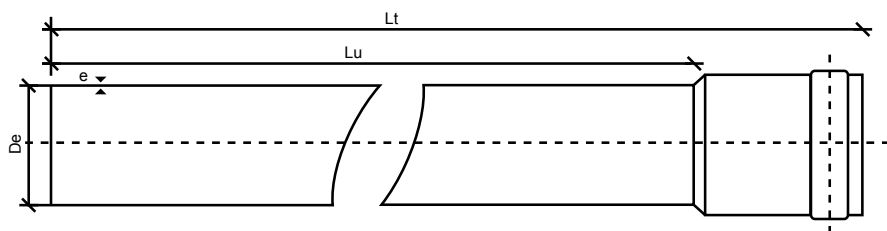
4. TUBERÍA DE ALCANTARILLADO
////////////////////NTP - ISO 4435

1.

***SISTEMA DE EMPALME
UNIÓN FLEXIBLE (UF)***

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



DIÁMETRO NOMINAL D_n (mm)	LONGITUD TOTAL L_t (m)	LONGITUD UTIL L_u (m)	ESPESOR MÍNIMO e (mm)		
			S-25 SDR=51 SN 2	S-20 SDR=41 SN 4	S-16,7 SDR=34 SN 8
110	6	5,85	---	3,2	3,2
160	6	5,82	3,2	4,0	4,7
200	6	5,80	3,9	4,9	5,9
250	6	5,76	4,9	6,2	7,3
315	6	5,74	6,2	7,7	9,2
355	6	5,72	7,0	8,7	10,4
400	6	5,70	7,9	9,8	11,7
450	6	5,70	8,80	11,00	13,2
500	6	5,65	9,80	12,30	14,6
630	6	5,62	12,30	15,40	18,4

* la longitud de la campana sera el resultado de $L_t - L_u$















**5. ACCESORIOS DE ALCANTARILLADO INYECTADOS
//////////////// UNIÓN FLEXIBLE NTP - ISO 4435**

*Sistema integral de accesorios inyectados
para conexiones domiciliarias
en redes de alcantarillado.*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

CONEXIONES ALCANTARILLADO

DIÁMETRO (mm)	110	160	200	250	315	355	400	REFERENCIA
Codo UF-Espiga (90°)		SI	SI	SI	SI			
Codo UF-Espiga (45°)		SI	SI	SI	SI			
Codo UF-UF (90°)		SI	SI	SI	SI			
Codo UF-UF (45°)		SI	SI	SI	SI			
Y-Derivación UF-UF (45°)			SI	SI				
Empalme Domiciliario UF (45°)			160	160	160	160	160	
Empalme Domiciliario UF (90°)			160	160				
Reducción Excéntrica Espiga-UF		110	160					
Unión de reparación UF-UF			SI	SI	SI			
Válvula Antiretorno UF-Espiga	SI	SI	SI					
Anillo de caucho	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Rendimiento N° empalmes por galon de lubricante según 0		230	180	150	110	70	40	



6. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y //////////////////////////////// CONEXIONES

Empalme domiciliario

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) CONEXIÓN DOMICILIARIA

El empalme domiciliario es un accesorio cuya aplicación se realiza posteriormente a la instalación de red colectora, ya que permite efectuar una derivación a partir de cualquier punto de la red instalada, sin necesidad de aplicar seccionamientos transversales a la tubería.

Por otro lado, dada su versatilidad y facilidad de instalación, puede reemplazar a la "Y" domiciliaria instalándose en conjunto con un Codo Unión Flexible el mismo que le confiere a la instalación el ángulo y la dirección precisa deseada.



B) INSTALACIÓN DE TUBERÍA CON EMPALME UF

1. Realice una marca sobre el tubo a introducir, que sirva como guía y permita saber hasta dónde se va a introducir y la posición final que debe quedar el tubo acoplado.

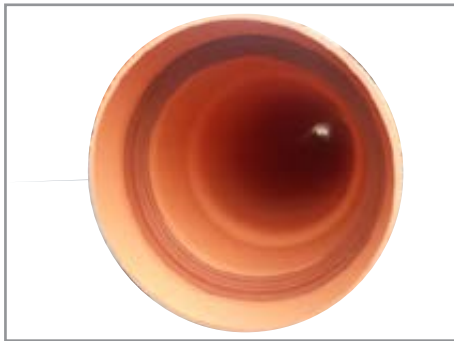


2. Limpiar el interior de la campana y la superficie de la espiga a introducir.



3. Insertar el anillo doblándolo en forma de corazón cuidando que el alveolo grueso quede en el interior de la campana. Asegurese que el anillo quede correctamente insertado





4. Untar el lubricante sobre la parte visible del anillo en todo su contorno. De igual modo se debe untar con lubricante la espiga del tubo a introducir.



5. Introducir la espiga del tubo con la ayuda de un operario cuidando que se introduzca alineadamente, verificar previamente el buen estado del chaflán.

C) CONEXIÓN DOMICILIARIA

Se presenta en dos versiones específicas para determinadas situaciones de instalación, así:

Y/T DERIVACIÓN

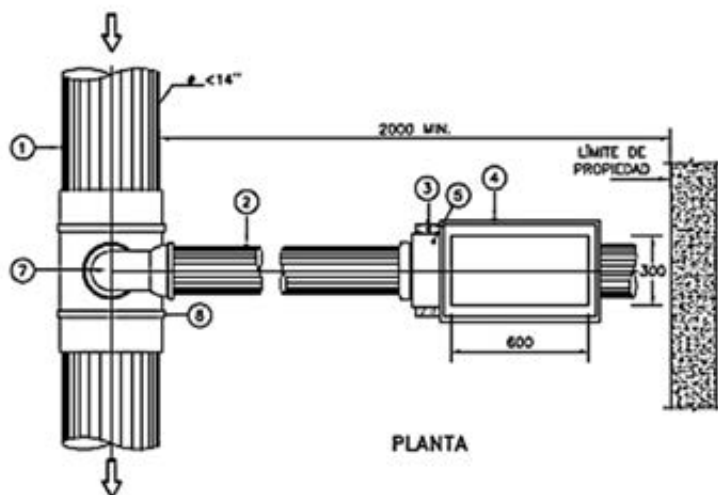
Se utiliza cuando la conexión domiciliaria se efectúa paralelamente al avance de la instalación de la tubería colectora.

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

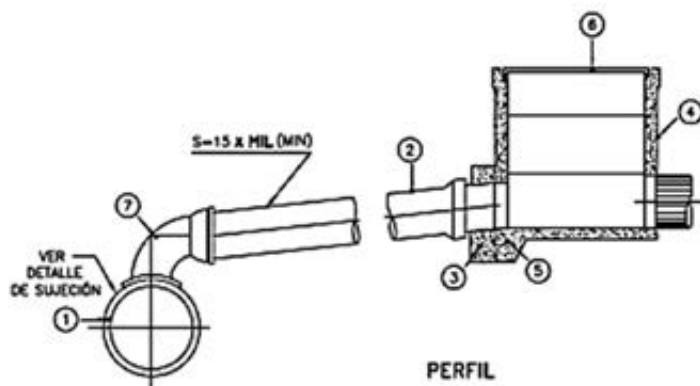
Y/T DERIVACIÓN. Su conexión es bastante simple y se instala como cualquier T, debiendo tener cuidado en el alineamiento entre la tubería colectora y la trayectoria o ángulo de la derivación.

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

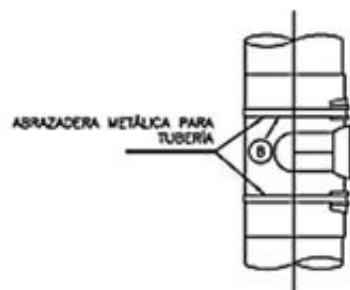
CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGÜE



PLANTA



PERFIL

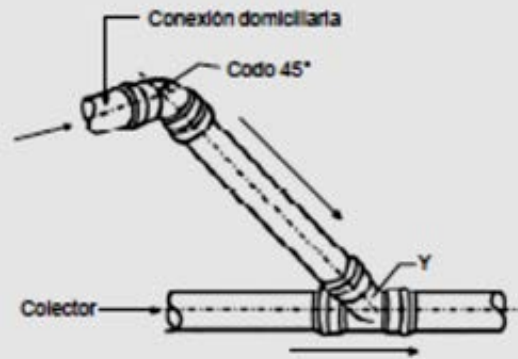


DETALLE DE TUBO COLECTOR CON SILLA DE DERIVACIÓN

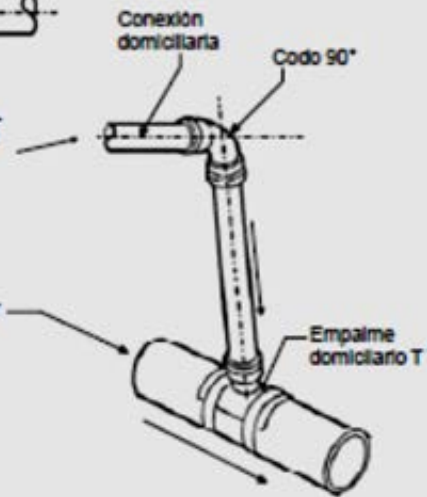
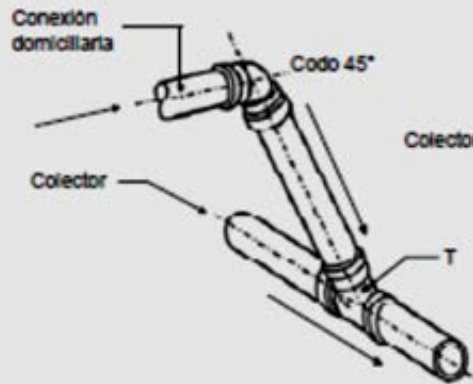
LISTA DE MATERIALES CONEXIÓN DOMICILIARIA DE DESAGÜE

ITEM	DESCRIPCIÓN
①	COLECTOR DE PVC ISO 4435 S-20 DN 200 € D < 350mm
②	TUBERÍA DE DESCARGA PVC, UF, ISO 4435 S-20, DN180 mm
③	ANCLAJE, CONCRETO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
④	CAJA DE REGISTRO ESTÁNDAR CONCRETO
⑤	RESANE DE MORTERO 1:3
⑥	TAPA DE CONCRETO ARMADO 0.30 x 0.80 m
⑦	CACHIMA 60° + SILLA TEE + CODO 45°
⑧	ABRAZADERA DESMONTABLE

COLECTOR CON CONEXIÓN DOMICILIARIA EN Y



COLECTOR CON CONEXIÓN DOMICILIARIA EN T

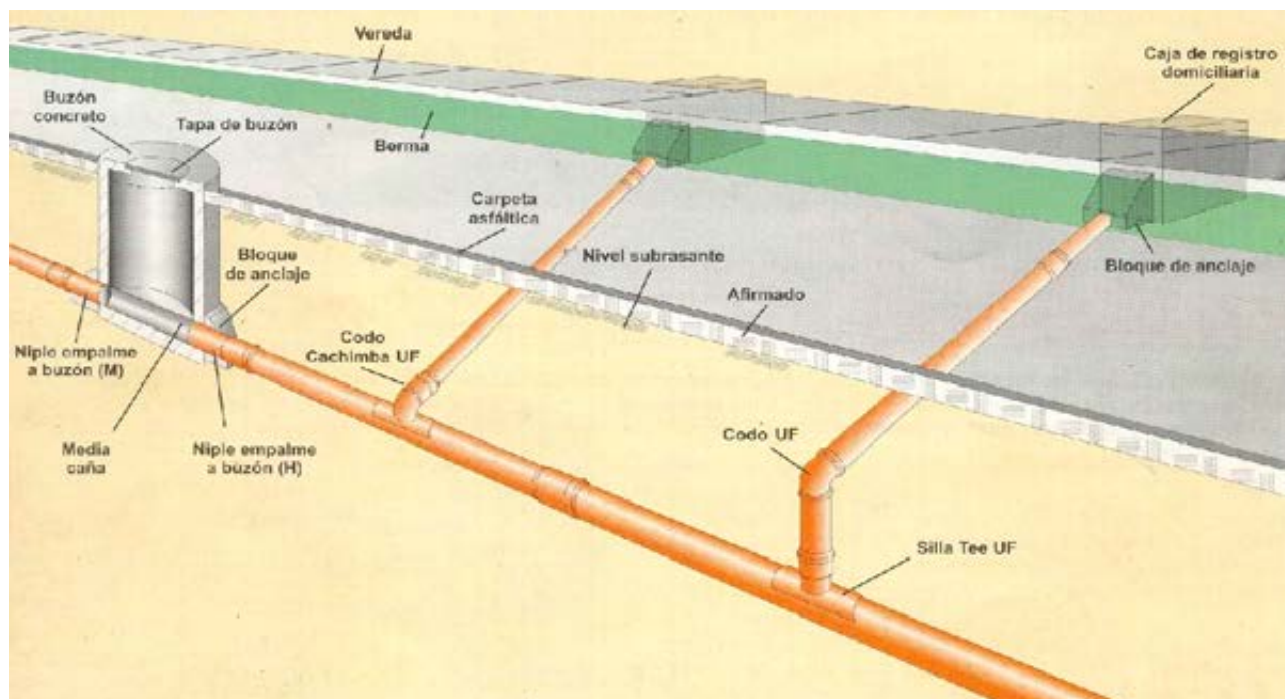


NOTA: El empalme domiciliario debe ser asegurado con soldadura PVC; mientras ésta fragua se coloca una abrazadera para fijar la silla.

NOTA: C de I = CAJA DE INSPECCIÓN

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

Elementos que conforman una conexión domiciliaria.



EMPALME DOMICILIARIO.

Siga las siguientes instrucciones a fin de obtener una adecuada instalación:

1. Presentar el accesorio montado sobre el colector orientándolo con dirección a la caja de registro y marcar el orificio interior a perforar (también se puede marcar el borde exterior del accesorio).



3. Usar el punto medio como guía y colocar la herramienta en forma perpendicular para proceder a la perforación.



2. Se marca la parte central del orificio donde se perforara, solamente con el taladro y la broca, con el fin de obtener un orificio base para usar el sacabocados.

4. Perforar el tubo colector utilizando un taladro con broca circular (sacabocados con dientes de diámetro aprox. 160mm).



5. La perforación se realiza en un solo tiempo sin retirar la broca hasta que se halla completado toda la perforación.

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

6. Nuevamente presentar el accesorio sobre la tubería y verificar el adecuado montaje entre el accesorio y el colector a fin de prever zonas que propician obstrucciones o la presencia de puntos de luz que generen fugas al momento de la prueba hidráulica.



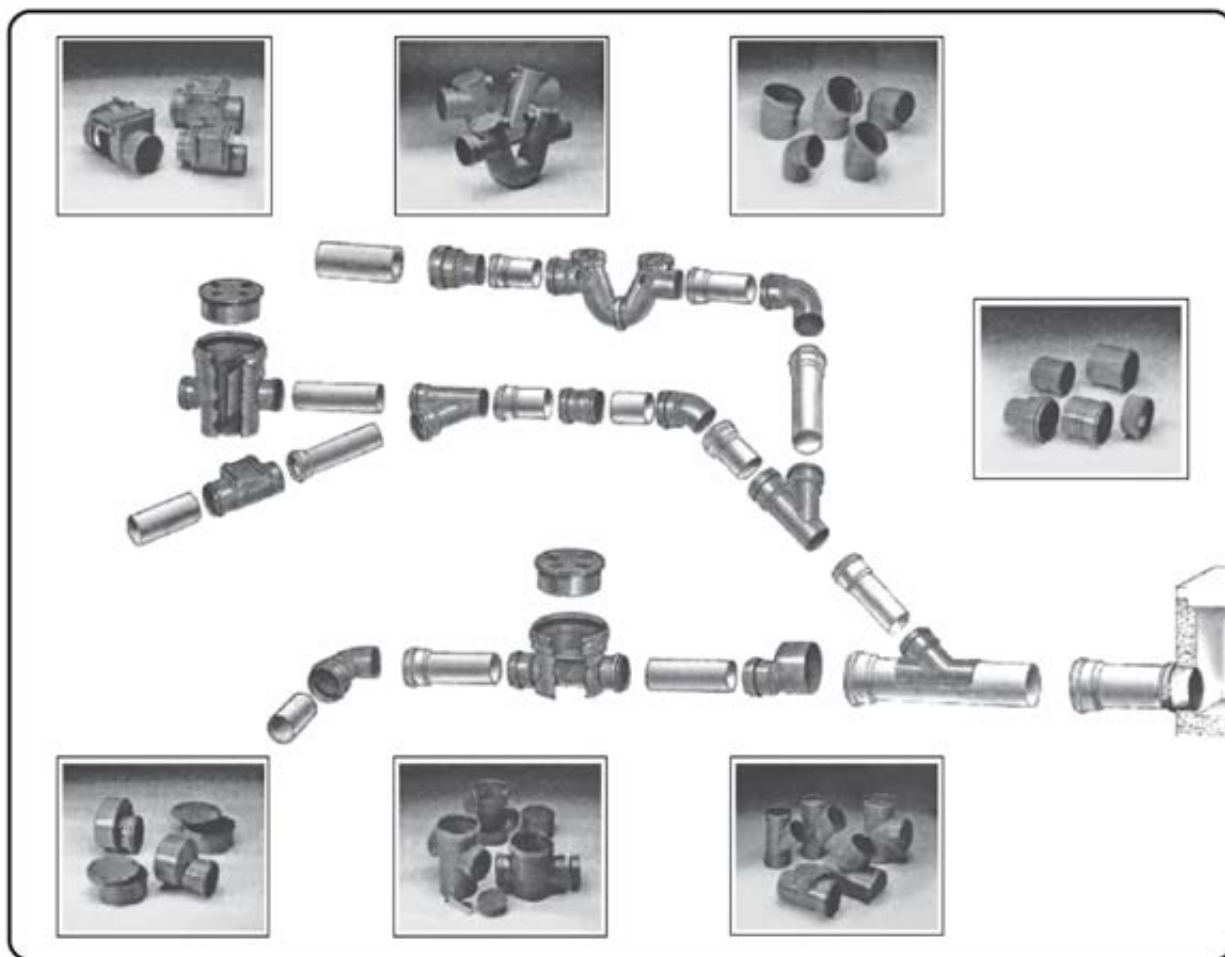
7. Limpiar y secar adecuadamente las zonas a pegar para seguidamente aplicar el cemento disolvente al interior del empalme domiciliario ya la zona de contacto sobre el colector.



8. Presentar finalmente el accesorio sobre el colector, inmovilizar y presionar mediante zunchos de plástico con un ancho mínimo de 20mm o 3/4" y que tenga una resistencia a la tensión de 600kg y/o atortolarlos con alambre N°8 o N°16, por espacio de 2 horas a fin de lograr una adecuada soldadura entre las partes. Un codo de 90° o 45° da la orientación necesaria para la instalación domiciliaria.



Sistema de conexiones NICOLL para alcantarillado.





7. TRANSPORTE MANIPULEO ////////// Y ALMACENAMIENTO

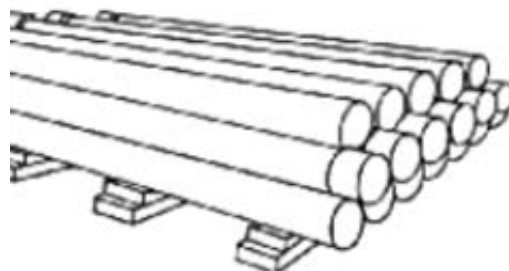
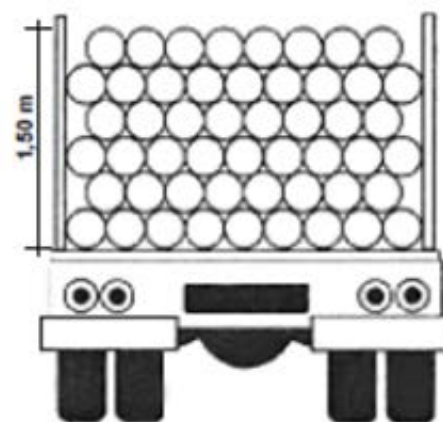
***TRANSPORTE
CORRECTO DE TUBOS***

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) TRANSPORTE

La carga de los camiones debe efectuarse evitando los manipuleos rudos y los tubos deben acomodarse de manera que no sufran daño durante el transporte. En caso de emplear material para ataduras (cáñamo, totora o flejes), éste no deberá producir indentaciones, raspaduras o aplastamiento de los tubos.

Es recomendable que el nivel de apilamiento de los tubos no exceda de 1,50 m de altura de apilado con la finalidad de proteger contra el aplastamiento los tubos de las camas inferiores. En caso sea necesario transportar tubos de PVC-U de distinta clase, deberán cargarse primero los tubos de paredes más gruesas. Para efectos de economizar fletes, es posible introducir los tubos, unos dentro de otros, cuando los diámetros lo permitan.



B) ALMACENAJE

Un frecuente problema que se tiene en los almacenes de los distribuidores y en los proyectos de construcción que utilizan tubería de PVC, son los daños que los mismos sufren durante el período de almacenaje. Las siguientes prácticas y procedimientos son recomendados a fin de prevenir daños en los tubos y accesorios complementarios.

C) TUBOS

El almacén de la tubería de PVC-U debe estar situado lo más cerca posible a la obra. El almacenaje de larga duración al costado de la zanja no es aconsejable. Los tubos deben ser traídos desde el almacén al sitio de utilización, a medida que se los necesita.

Los tubos deben apilarse en forma horizontal, sobre maderas de 10 cm de ancho aproximadamente, distanciados como máximo 1,50 m de manera tal que las campanas de los mismos queden alternadas y sobresalientes, libres de toda presión exterior. La altura de cada pila no debe sobrepasar un metro y medio (1,5 m) si el almacenaje será prolongado.

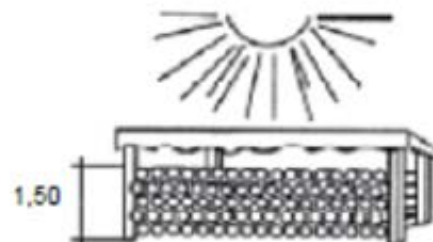
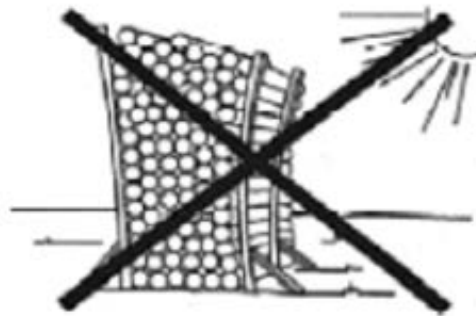
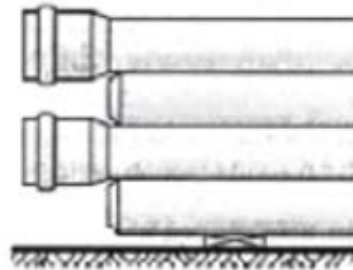
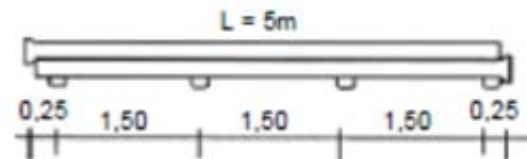
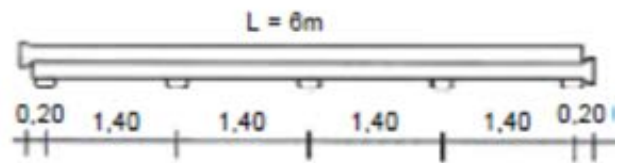
Los tubos deben ser almacenados al abrigo del sol, para lo cual es conveniente usar tinglados; si en cambio se emplearan lonas o fibras plásticas de color negro, se ha de dejar ventilación adecuada en la parte superior de la pila. Es recomendable almacenar los tubos separando diámetro y clases.

ACCESORIOS.

Los accesorios o piezas especiales de PVC, que son complemento de los tubos, generalmente se despachan a granel, debiendo almacenarse en bodegas frescas o bajo techo hasta el momento de su empleo.

ANILLOS DE CAUCHO.

Los anillos de caucho no deben almacenarse al aire libre, debiéndose proteger de los rayos solares y grasas.





8. INSTALACIÓN EN OBRA

*Excavación, fondo, relleno y compactación de zanja
Conexión a buzones e instalación de líneas*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) EXCAVACIÓN DE LA ZANJA

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

- Evitar posibles inundaciones.
- Reducir la posible necesidad de entibarlos taludes de la zanja.
- Evitar accidentes.

Es importante tener en cuenta que la dirección de la instalación de un sistema de alcantarillado debe ser precisa y estar de acuerdo con los planos del proyecto, teniendo en cuenta la rigurosidad necesaria que se debe tener en el alineamiento y la nivelación.

La inclinación de los taludes de la zanja deben estar en función de la estabilidad de los suelos (Niveles freáticos altos, preferencia de lluvias, profundidad de excavaciones y el ángulo de reposo del material) y su densidad a fin de concretar la adecuada instalación, no olvidando el aspecto económico.

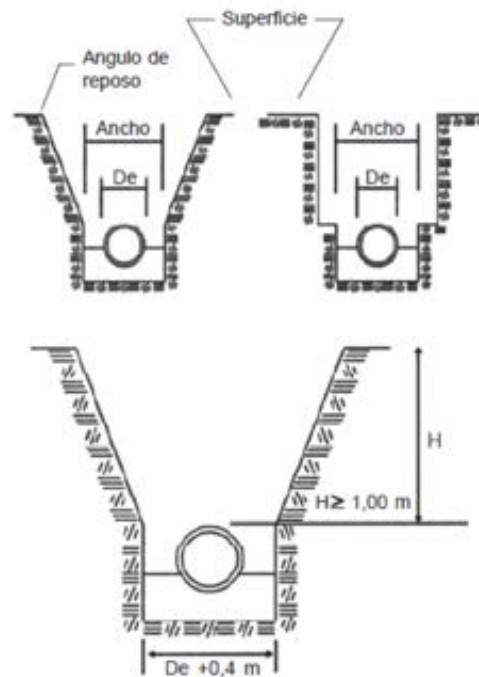
En zonas con nivel freático alto o lluviosas, cabe la posibilidad de tener que efectuar entibados o tablestacados en las paredes de la zanja, a fin de evitar derrumbes. Asimismo es posible el tener que efectuar operaciones de bombeo a fin de bajar el nivel freático o recuperar una zanja inundada.

ANCHO DE ZANJA Y PROFUNDIDAD.

Debe ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.

El ancho de la zanja a nivel de la parte superior de la tubería debe ser lo menor posible, de manera que permita una instalación correcta y eficiente al minimizar la carga de la tierra sobre el tubo. Así, un aumento en el ancho de zanja pero por encima de la clave del tubo no incrementa la carga de tierra

sobre éste, lo que se consigue dando una pendiente a los costados de la zanja o excavando una zanja secundaria como lo muestran las figuras siguientes:



Por otra parte una zanja muy angosta dificulta la labor de instalación de la tubería (tendido y compactación).

Como recomendación general se sugiere el siguiente ancho de zanja a nivel de la clave del tubo: $De + 0,4$ m.

La altura mínima de relleno sobre la clave de la tubería debe ser de 1,0 m con encamado y relleno de arena y material fino selecto compactado hasta por lo menos 30 cm sobre la clave del tubo.

B) FONDO DE ZANJA

El tipo y calidad de la cama de apoyo que soporta la tubería es muy importante para una buena instalación, la cual se puede lograr fácil y rápidamente, dando como resultado un alcantarillado sin problemas.

Las especificaciones mínimas para el soporte del alcantarillado por gravedad en PVC, se puede obtener en base a dos métodos constructivos:

FONDO FORMADO

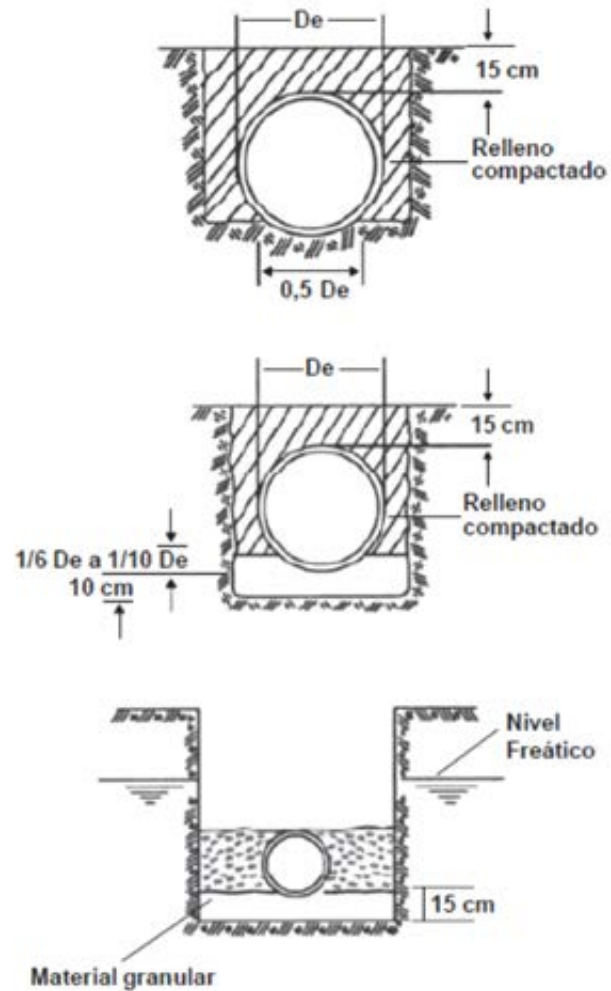
La tubería debe ser encamada con una fundación de tierra en el fondo de la zanja con forma circular que se ajusta a la tubería con una tolerancia razonable lo menos en un 50% del diámetro exterior. El relleno lateral y superior mínimo 15 cm sobre la clave del tubo y compactado a mano o mecánicamente.

FONDO DE MATERIAL SELECCIONADO

Se coloca material seleccionado sobre el fondo plano de la zanja, con un espesor mínimo de 10 cm en la parte inferior de la tubería y debe extenderse entre $1/6$ y $1/10$ del diámetro exterior hacia los costados de la tubería. El resto del relleno hasta unos 15 cm mínimo, por encima de la clave del tubo será compactado a mano o mecánicamente.

El fondo de la zanja debe ser totalmente plano, regular y uniforme, libre de materiales duros y cortantes, considerando la pendiente prevista en el proyecto, exento de protuberancias o cangrejas, las cuales deben ser rellenadas con material adecuado y convenientemente compactado al nivel del suelo natural.

Cuando el fondo de la zanja está formado de arcilla saturada o lodo, es saludable tender una cama de confitillo o cascajo de 15 cm de espesor, compactada adecuadamente.



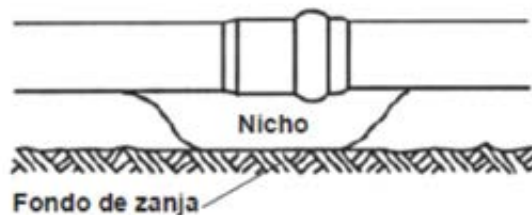
SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

Más aún, si el tubo estuviese por debajo del nivel freático o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se deberá colocar material granular de 1/4 a 1 1/2 pulg. Triturado (tipo-I) hasta la clave del tubo.

Si el fondo es de un material suave o fino sin piedra y se puede nivelar fácilmente, no es necesario usar rellenos de base especial. En cambio si el fondo está conformado por material rocoso o pedregoso, es aconsejable colocar una capa de material fino, escogido, exento de piedras o cuerpos extraños con un espesor mínimo de 10 a 15 cm. Este relleno previo debe ser bien apisonado antes de la instalación de los tubos.

Retirar rocas y piedras del borde de la zanja para evitar el deslizamiento al interior y ocasionar posibles roturas.

Independientemente del tipo de soporte especificado, es importante la excavación de nichos o huecos en la zona de las campanas de tal forma que el cuerpo del tubo esté uniformemente soportado en toda su longitud.

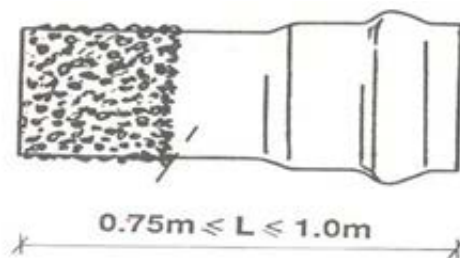


C) CONEXIÓN DE LOS TUBOS DE PVC A LOS BUZONES DE INSPECCIÓN

Antes de iniciar la instalación de línea PVC se tiene la cama de apoyo o fondo de zanja compactada y nivelada y además de ello los buzones del tramo a instalar están desencofrados y adecuadamente curados, presentando perforados los puntos del ensamble con la tubería alcantarillado PVC.

A efectos de conectar la línea PVC con el Buzón de concreto se empleará un niple PVC del mismo diámetro de tubería y de la longitud entre 0,75 y 1,00 m, con un extremo campana Unión Flexible y el otro lado espiga.

El extremo espigado del niple, será lijado en una longitud similar al espesor de la pared del Buzón, luego se aplicará el cemento disolvente a esta zona para finalmente rociarle arena de preferencia gruesa y dejar orea



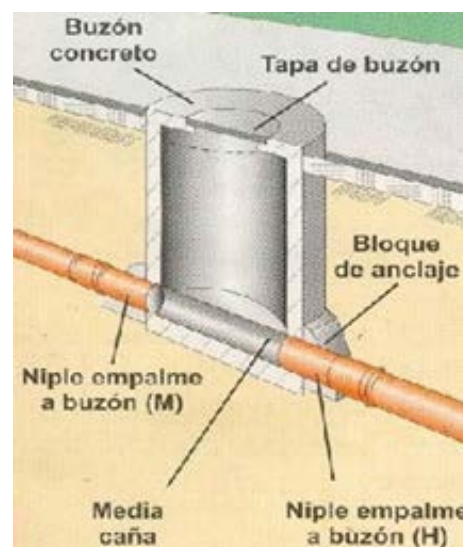
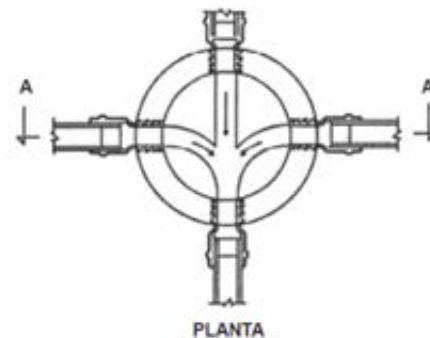
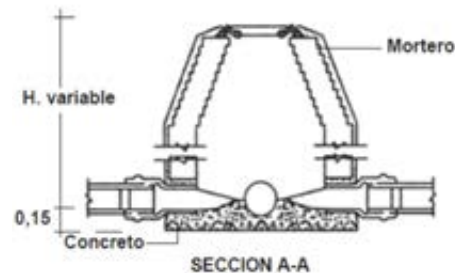
Esta operación nos permite obtener una adecuada adherencia entre el PVC y el mortero.

Seguidamente ubicamos el niple PVC con su extremo arenado en el interior del orificio del Buzón, dándole una pendiente adecuada, verificándola con el nivel de mano y alineando el niple en dirección del buzón extremo. Luego fijamos provisionalmente la posición correcta del niple.

A continuación se procede al tendido y ensamblaje de la tubería, controlando permanentemente el nivel y alineamiento de la línea.

Finalmente una vez comprobado el alineamiento y nivela-

ción de todo el tramo instalado, procedemos a rellenar con concreto el orificio de ambos Buzones y darle el acabado final con pasta de cemento.



SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

D) INSTALACIÓN DE LA LÍNEA

TRANSPORTE DE LOS TUBOS A LA ZANJA

Se tendrán los mismos cuidados con los tubos que fueron transportados y almacenados en obra, debiéndoseles disponer a lo largo de la zanja y permanecer ahí el menor tiempo posible, a fin de evitar accidentes y deformaciones en la tubería.

ASENTAMIENTO

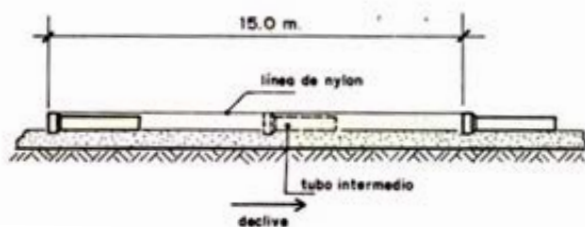
Los tubos son bajados a zanja manualmente, teniendo en cuenta que la generatriz inferior del tubo deba coincidir con el eje de la zanja y las campanas se ubiquen en los nichos previamente excavados a fin de dar un apoyo continuo al tubo.

ALINEAMIENTO Y NIVELACIÓN

A fin de mantener el adecuado nivel y alineamiento de la tubería es necesario efectuar un control permanente de éstos conforme se va desarrollando el tendido de la línea.

Para ello contamos ya con una cama de apoyo o fondo de acuerdo con el nivel del proyecto (nivelado) por lo que con la ayuda de cordel es posible controlar permanentemente el alineamiento y nivelación de la línea.

Basta extender y templar el cordel a lo largo del tramo a instalar tanto sobre el lomo del tubo tendido como a nivel del diámetro horizontal de la sección del tubo. Con ello verificamos la nivelación y el alineamiento respectivamente.



E) RELLENO Y COMPACTACIÓN

El relleno debe efectuarse lo más rápidamente después de la instalación de la tubería; y seguir el tendido del colector tan cerca como sea posible. Esto protege a la tubería en caso de inundación y elimina la erosión del soporte de la tubería.

El relleno de la tubería PVC Nicoll debe ser efectuado conforme a las recomendaciones del proyectista y teniendo en cuenta las precauciones siguientes:

El relleno deberá ser ejecutado en tres etapas distintas:

- Relleno Lateral
- Relleno Superior
- Relleno Final

Los propósitos básicos para los Rellenos Lateral y Superior son:

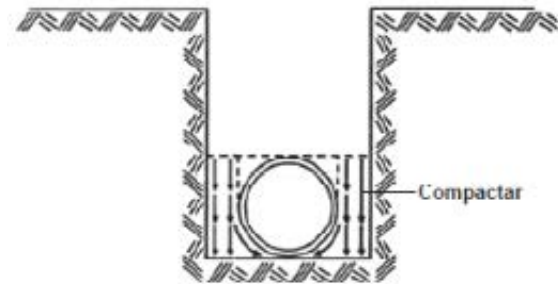
1. Proporcionar un soporte firme y continuo a la tubería para mantener la pendiente del alcantarillado.
2. Proporcionar al suelo el soporte lateral que es necesario para permitir que la tubería y el suelo trabajen en conjunto para soportar las cargas de diseño.

RELLENO LATERAL

Está formado por material selecto que envuelve a la tubería y debe ser compactado manualmente a ambos lados simultáneamente, en capas sucesivas de 10 a 15 cm de espesor, sin dejar vacíos en el relleno.

Debe tenerse cuidado con el relleno que se encuentra por debajo de la tubería apisonándolo adecuadamente.

La compactación debe realizarse a los costados de la tubería, es decir, en el área de la zona ubicada entre el plano vertical tangente al diámetro horizontal de la tubería y el talud de la zanja, a ambos lados simultáneamente, teniendo cuidado de no dañar la tubería.



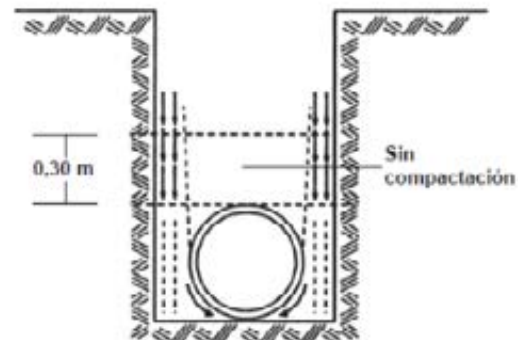
RELLENO SUPERIOR

Tiene por objeto proporcionar un colchón de material apropiado de 15 cm por lo menos y preferiblemente 30 cm por encima de la clave de la tubería y entre la tubería y las paredes de la zanja, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Está conformado por material seleccionado, compactado con pisón de mano al igual que el relleno inicial o con pisón vibrador.

La compactación se hará entre el plano vertical tangente al tubo y la pared de la zanja, en capas de 10 a 15 cm. La región directamente encima del tubo no debe ser compactada a fin de evitar deformaciones en el tubo.

Con el compactado de pisón de mano, se pueden obtener resultados satisfactorios en suelos húmedos, gredosos y arenas. En suelos más cohesivos es necesario los pisones mecánicos.



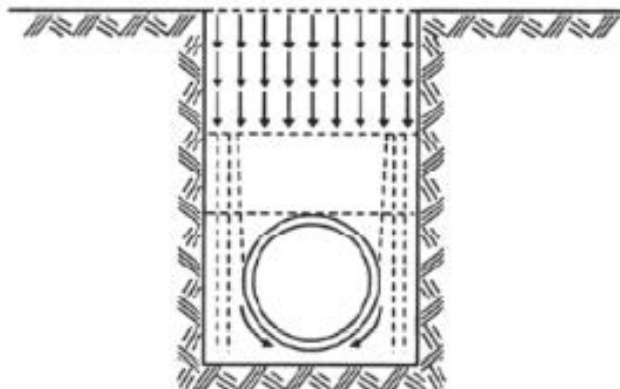
SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

RELLENO FINAL.

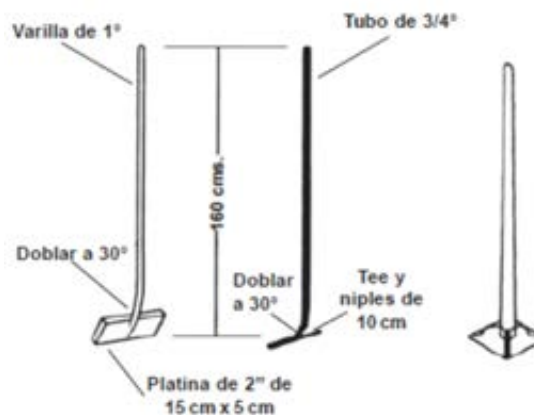
Completa la operación de relleno y puede ser con el mismo material de excavación, exento de piedras grandes y/o cortantes. Puede ser colocado con maquinaria. Este relleno final se hará hasta el nivel natural del terreno.

De preferencia se compactará en capas sucesivas (de manera de poder obtener el mismo grado de compactación del terreno natural) y tendrán un espesor menor de 20 cm.

En todo caso debe humedecerse el material de relleno hasta el final de la compactación y emplear plancha vibradora u otro equipo mecánico de compactación.



Estas herramientas son de fabricación nacional y cómodas para manejar y realizar un correcto trabajo



USOS DE LAS HERRAMIENTAS DE APISONADO.

INCORRECTO: Cuando se echa demasiado material de relleno para apisonar, el soporte de la tubería quedará deficiente.

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, apisonado adecuadamente.

F) HERRAMIENTAS DE APISONADO

Dos tipos de pisonos deben tenerse para hacer un buen trabajo de relleno de zanja.

El primero debe ser una barra con una paleta delgada en la parte inferior y se empleará para compactar la parte plana y se usa para los costados de la tubería.



9. CLASIFICACIÓN DE SUELOS ////////// Y COMPACTACION

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 encamado, relleno lateral y superior, es fundamental en el comportamiento de la tubería.

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) CLASIFICACION

De acuerdo a la clasificación Internacional de Suelos (ASTM2321) en función de sus características granulométricas y su comportamiento en este tipo de aplicación, se tiene la siguiente tabla:

CLASE	DESCRIPCIÓN Y SIMBOLOGÍA
I	Material granular de 1/4" a 1 1/2" de diámetro (triturado)
II	Suelos tipo GW, GP, SW y SP.
III	Suelos tipo GM, GC, SM, y SC.
IV	Suelos tipo ML, CL, MH y CH.
V	Suelos tipo OL, OH y PT.

Los suelos Clase V no son recomendables para encamado soporte lateral y superior de la zanja.

CLASE	SUELO (Símbolo)	DESCRIPCIÓN
II	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de Grava y Arena con poco o nada de finos.
II	GP	Gravas mal gradadas y mezclas de Grava y Arena con poco o nada de finos.
III	GM	Gravas limosas, mezclas de Grava, arena y Limo.
III	GC	Gravas Arcillosas, mezclas de Grava, Arena y Arcilla.
II	SW	Arenas bien gradadas, arenas con grava con poco o nada de finos.
II	SP	Arenas mal gradadas y arenas con grava con poco o nada de finos.
III	SM	Arenas Limosas, mezcla de arena y Limo.
III	SC	Arenas Arcillosas, mezcla de arena y Limo.
IV	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arcillosos o arenosos ligeramente plásticos.
IV	CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas pobres.
V	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
IV	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos y diatomáceos limos elásticos.
IV	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
V	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad.
V	PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

B) 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.

SUELO CLASE I:

Es un suelo ideal para el encamado de zanja ya que requiere poca compactación y este material se extenderá hasta la mitad del tubo y de preferencia hasta la clave. El material restante puede ser de clase II o III de preferencia. En zonas donde el tubo estará bajo el nivel freático (sumergido) o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se colocará suelo clase I hasta la clave del tubo con baja compactación.

SUELO CLASE II:

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

SUELO CLASE III:

Similares características que el Suelo Tipo II con la salvedad que la compactación debe ser 90% de la máxima densidad.

SUELO CLASE IV:

Presenta dificultad en el control apropiado del contenido humedad en el subsuelo por lo que deberá tener cuidado en el diseño y selección del grado y método de compactación. Algunos suelos de esta clase que poseen límite 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.

SUELO CLASE V:

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



10. PRUEBA DE COLECTORES //////////////////// INSTALADOS

Una vez terminado el tendido y ensamblado de la tubería entre buzones y antes de proceder al relleno de la zanja, es necesario verificar la calidad del trabajo de instalación efectuado, para lo cual se requiere la ejecución de las siguientes pruebas:

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) PRUEBA HIDRÁULICA

Se realiza con agua y enrasando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón, aguas arriba del tramo en prueba, y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo.

Esta prueba permite detectar las fugas en las uniones o en el nivel de agua del buzón en prueba.

La pérdida de agua en la tubería instalada (incluyendo buzones) no deberá exceder el volumen

(Ve) siguiente:

$$Ve = 0,0047 Di \times L$$

Donde:

Ve : Volumen exfiltrado (l/día)

Di : Diámetro interno de la tubería (mm)

L : Longitud del tramo (m)

B) PRUEBAS DE ALINEAMIENTO

Todos los tramos serán inspeccionados visualmente para verificar la precisión del alineamiento y que la línea se encuentre libre de obstrucciones. El diámetro completo de la tubería deberá ser visto cuando se observe entre buzones consecutivos. Esta prueba puede ser efectuada mediante el empleo de espejos colocados a 45° en el interior de los buzones.

C) PRUEBA DE NIVELACIÓN (PENDIENTE)

Se efectuará nivelando los fondos terminados de los buzones y la clave de la tubería cada 10m.

D) PRUEBA DE DEFLEXIÓN

Se verificará en todos los tramos que la deflexión en la tubería instalada no supere el nivel máximo permisible del 5% del diámetro interno del tubo (consultar la Norma Técnica

Peruana al respecto). Para la verificación de esta prueba se hará pasar una “bola” de madera compacta o un “mandril” (cilindro metálico de 30 cm de largo) con un diámetro equivalente al 95% del diámetro interno del tubo, la misma que deberá rodar libremente en el interior del tubo o deslizarse al ser tirado por medio de un cable desde el buzón extremo, en el caso del cilindro metálico.

Una vez constatado el correcto resultado de las pruebas, se podrá proceder al relleno de la zanja.

Nota: El proyectista o contratista de obra o instalador, deberá ceñirse a las recomendaciones generales de la obra y/o a los Reglamentos o especificaciones técnicas que se ajustan para cada circunstancia.



11. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ////////////////////////////////////DE LA TUBERÍA PVC-U

*Deflexión en
Tuberías Flexibles*

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) DEFLEXIÓN DE TUBERÍAS

Cuando un tubo se encuentra instalado bajo tierra, queda sometido a un régimen de cargas que afectan su comportamiento mecánico de acuerdo a las propiedades físicas del mismo, las dimensiones de la zanja, el tipo de suelo y el método de instalación de la tubería.

El comportamiento de la tubería bajo dichas cargas será diferente dependiendo si es rígida o flexible. En caso de ser rígida, las cargas aplicadas son absorbidas completamente por el tubo mientras que en las tuberías flexibles parte de la carga es absorbida por el tubo al tiempo que éste se deforma, transmitiendo así la carga restante al terreno que se encuentra a su alrededor.

Las tuberías flexibles fallan por deflexión más que por ruptura en la pared del tubo como es el caso de las tuberías rígidas.

B) TUBERÍAS FLEXIBLES

Son aquellas que permiten deformaciones transversales de más de 3% sin que se fisure o rompa, por lo que los tubos PVC-U se encuentran catalogados dentro de este grupo.

C) DEFLEXIÓN EN TUBERÍAS FLEXIBLES

Al estar una tubería de PVC-U enterrada a cierta profundidad y por tanto encontrarse sometida a una acción de cargas externas, ésta tendería a deformarse dependiendo del tipo de material de relleno y su grado de compactación y la rigidez de la tubería.

La deformación ocasiona una disminución del diámetro vertical y la sección transversal decrece. En el punto de falla inminente, la parte superior de la tubería llega a ser prácticamente horizontal y un diferencial adicional de carga puede originar una inversión de la curvatura con lo que la tubería colapsa.

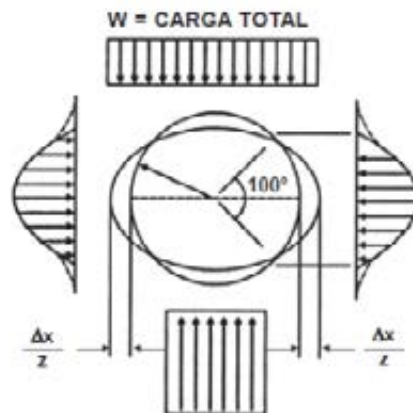
Las deflexiones en tubos PVC-U deben ser controladas y se debe tener un estímulo de su magnitud de acuerdo a las condiciones de zanja y materiales de relleno, ya que ella puede ocasionar restricciones en el área de flujo. La tubería debe ser diseñada para soportar las condiciones de carga extremas de cada proyecto específico.

En la tabla de reducción del área de flujo, podemos apreciar que una deformación vertical diametral hasta del 20% no es significativa ya que genera una reducción del orden del 4% en el área de flujo del círculo perfecto.

Además de ello, debemos tener en cuenta que de acuerdo a nuestro Reglamento Nacional de Construcciones, el tirante máximo de flujo es 0,75 del diámetro interno de la tubería.

De otro lado, de las Normas ASTM y UNIBELL, recomiendan valores de deflexión máximos de 7,5% del diámetro del tubo, con lo cual se ha probado que las tuberías trabajan en forma apropiada. La experiencia ha demostrado que cuando el sistema de instalación está de acuerdo con las especificaciones, las deflexiones no sobrepasan los límites establecidos.

La diferencia sustancial en el comportamiento de un tubo flexible y uno rígido, radica en el hecho de que conforme la tubería PVC (flexible) se va deformando por acción de cargas externas, transfiere la carga vertical en reacciones horizontales radiales y son resistidas por la presión pasiva del material compactado alrededor del tubo. Cuando la pared del tubo es rígida, lo anterior no ocurre, sino que toda la carga tiene que ser soportada por el tubo, a diferencia de la tubería de PVC que transfiere parte de la carga al suelo alrededor del tubo.



REDUCCIÓN DEL ÁREA DE FLUJO EN FUNCIÓN DE LA DEFORMACIÓN VERTICAL DIAMETRAL PARA TUBERÍAS PVC			
Deformación Vertical Diametral (%)	Del Área de un Círculo Perfecto (%)	Deformación Vertical Diametral (%)	Del Área de un Círculo Perfecto (%)
0,5	99,99	18	96,79
1,0	99,99	19	96,39
1,5	99,97	20	96,00
2,0	99,96	21	95,59
2,5	99,93	22	95,16
3,0	99,91	23	94,71
3,5	99,87	24	94,24
4,0	99,84	25	93,75
4,5	99,79	26	93,24
5,0	99,75	27	92,71
5,5	99,69	28	92,16
6,0	99,64	29	91,59
6,5	99,57	30	91,00
7,0	99,51	35	87,75
7,5	99,43	40	84,00
8,0	99,36	45	79,45
8,5	99,27	50	75,00
9,0	99,19	55	69,75
9,5	99,09	60	64,00
10,0	99,00	65	57,75
11,0	98,79	70	51,00
12,0	98,56	75	43,75
13,0	98,31	80	36,00
14,0	98,04	85	27,75
15,0	97,75	90	19,00
16,0	97,44	95	9,75
17,0	97,11	100	-----



12. CÁLCULO DE DEFLEXIÓN ////////// POR CARGAS EXTERNAS

El siguiente procedimiento de cálculo estimativo de la deflexión de la tubería PVC-U, originado por cargas externas, es un método abreviado de cálculo no riguroso que nos permitirá obtener en forma breve una aproximación de la deflexión.

El procedimiento abreviado implica el cálculo inicial de la carga total externa, el mismo que incluye las estimaciones de las cargas vivas y las cargas muertas y seguidamente pasar a calcular la deflexión como resultado de las cargas externas.

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS MUERTAS

Para el efecto se utiliza la llamada Ecuación del Prisma (expresión más conservadora que la fórmula de Marston):

$$P_c = P \times H \times D$$

Donde:

P_c : Carga muerta (kg/m)

P : Peso específico del material de Relleno (kg/cm³)

H : Profundidad sobre la clave del Tubo (m)

D : Diámetro exterior del tubo (m)

B) DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS VIVAS

De acuerdo al método recomendado por JAPAN SEWAGE WORKS ASSOCIATION, el procedimiento de cálculo es el siguiente:

A) si $0,30\text{m} < H < 0,60\text{m}$

$$P_v = \frac{P (1 + I_m)}{(3,14 H^2 + 1,40 H + 0,10)}$$

B) si $0,6\text{ m} \leq H < 3,0\text{m}$

$$P_v = \frac{2P (1 + I_m)}{2,75 (2H + 0,2)}$$

C) si $H \geq 3,0\text{ m}$

$$P_v = 1,0 \text{ Ton/m}^2$$

Donde:

P_v = Carga Viva sobre la tubería, Ton/m²

P = Carga concentrada aplicada por la rueda posterior (T-20, P=8 Ton)

I_m = Factor Impacto

H = Profundidad del Relleno a la Clave del tubo, m.

El factor de Impacto (I_m) debido al tráfico se calcula de la siguiente manera:

Sobre Carga Caminos y Autopistas:

$$I_m = 0,3/H$$

Sobre Carga Líneas Férreas y Aeropuertos:

$$I_m = 0,6/H$$

La carga concentrada aplicada por la rueda posterior, (T-20, P=8 Ton), se verificará en el siguiente cuadro:

VEHÍCULOS NORMALIZADOS - JLS			
Clase de Vehículo	Peso Total (Tn)	Carga de la Rueda	
		Delantera - 0,1 w	Posterior - 0,4 w
T-50	50	5,0	20,0
T-40	40	4,0	16,0
T-30	30	3,0	12,0
T-14	14	1,4	5,6
T-7	7	0,7	2,8

C) DETERMINACIÓN DE LA DEFLEXIÓN (D):

Para el efecto, se utiliza la fórmula de IOWA, expresión ampliamente reconocida:

$$\Delta x = \frac{0,1 (P_c + P_v)}{\frac{E \cdot e^3}{12r^3} + 0,061 E'}$$

Donde:

- x : Máxima deformación transversal (cm)
- Pc : Carga Muerta (kg/cm)
- Pv : Carga Viva por unidad de longitud de la tubería (kg/cm)
- r : Radio promedio del tubo (D-e)/2 (cm)
- E : Módulo de Elasticidad del tubo (kg/cm²)
- e : Espesor de la tubería (cm)
- E' : Módulo de la reacción del Suelo.

El Módulo de la reacción del Suelo (E') puede ser estimado a través del siguiente cuadro:

VALORES DE E' PARA FORMULA DE IOWA BUREAU OF RECLAMATION					
Tipo de suelo según ASTM 2321	Suelo según United Classification System (1)	COMPACTACIÓN			
		Suelo	Sin Compactación <85 % Proctor <40 % den. rel.	Moderada 85-95 % Proctor 40-70 % den. rel.	Alta >95 % Proctor >70 % den. rel.
V	Suelos Finos. Límite Líquido > 50. Suelos con media a alta plasticidad CH, MH, CH-MH	NO EXISTE INFORMACIÓN CONSULTE UN MECÁNICO DE SUELOS O USE E' = 0			
IVa	Suelos Finos. Límite Líquido > 50. Plasticidad media a sin plasticidad CL, ML, MI-CL con menos de 25% de partículas gruesas	3,5	14	28	70
IVb	Idem anterior con más de 25% de partículas gruesas.	7	28	70	140
III	Suelos gruesos con más de 12% finos GM-GC, SM, SC3				
II	Gruesos con menos del 12% de finos GW, GP, SW, SP3	14	70	140	210
I	Charcado	70	210	210	210

D) EJEMPLO PRÁCTICO

Se analizará el comportamiento de una tubería PVC alcantarillado Nicoll de diámetros 200 mm NTP-ISO SDR 51 (S-25), enterrada en una zanja de 0,7 m de ancho y una profundidad de 3m sobre la clave del tubo.

Se proyecta un relleno “sin compactación”, con un Suelo tipo IV b, y una densidad del relleno de 2000 kg/m³, previendo una circulación de vehículos de 20 Ton.

Características de la tubería PVC Nicoll:

Diámetro Ext. : 200 mm

Espesor (e) : 3,9 mm

Mod. Elasticidad (E) : 30000 kg/cm²

- Cálculo de la Carga Muerta (Pc):
 $Pc = p \times H \times D$
 $Pc = 2000 \times 3 \times 0,200$
 $Pc = 1200$
- Cálculo de la Carga Viva (Pv):
 $Im = 0,3/H$ (Coeficiente de Impacto)
 $Im = 0,3/3$
 $Im = 0,1$
- Carga concentrada:
 $P = 8000$ kg (Camión de 20 Ton)
- Carga Viva:
 $Pv = 2P (1 + Im) / 2,75 (2H + 0,2)$
 $Pv = 2 \times 8000 (1 + 0,1) / 2,75 (2 \times 3 + 0,2)$
 $Pv = 1032,26$ Kg/m

Considerando el diámetro externo del tubo Dext. = 200 mm

$Pv = 103226 \times 0,200$

$Pv = 206,45$ Kg/m

Cálculo de la deflexión:

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

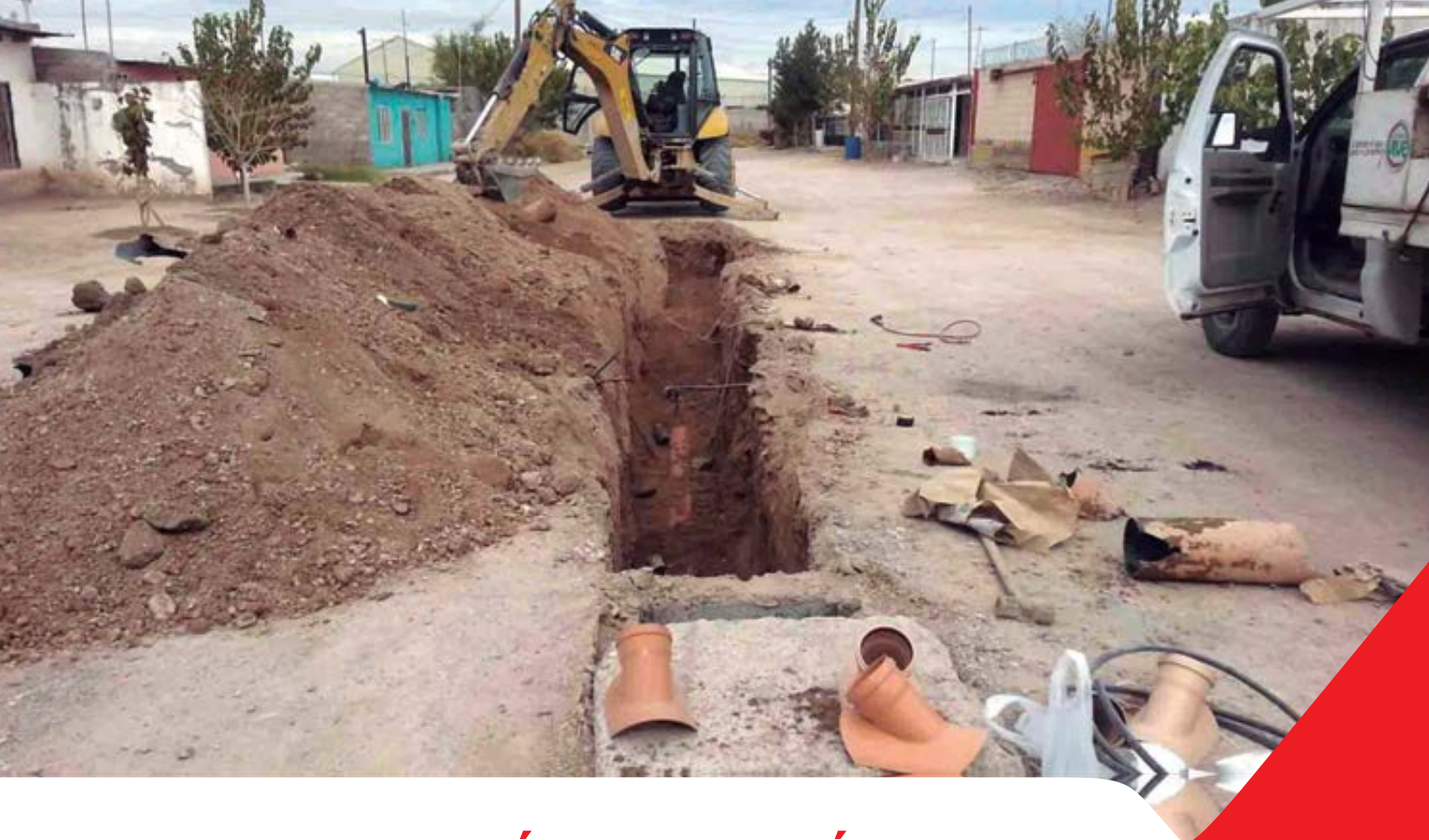
$$\Delta x = \frac{0,1 (P_c + P_v)}{\frac{E \cdot e^3}{12r^3} + 0,061 E}$$

$$\Delta x = \frac{0,1 (12,00 + 2,0645)}{\frac{30000 \times (0/39)^3}{12r^3 (9,805)^3} + 0,061 (28)}$$

$$\Delta x = 0,754 \text{ cm}$$

Deformación porcentual: 3,77%

El empleo de la tubería PVC NICOLL ALCANTARILLADO NTP – ISO 4435 – SDR 51 de 200 mm de diámetro, para las condiciones proyectadas es viable ya que presenta una deformación porcentual inferior al límite admisible aceptado 5% (consultar las especificaciones técnicas oficiales).



13. REPARACIÓN DE TUBERÍAS PVC-U

Las roturas y fallas que se presentan en las redes de alcantarillado frecuentemente pueden ser resultado de algunas de las causas que presentamos a continuación...

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) SOPORTE INAPROPIADO DEL TUBO

Cuando las tuberías del alcantarillado se colocan en una zanja de fondo rocoso, o con piedras en el fondo, con toda seguridad la tubería fallará por falta de uniformidad en la cama de apoyo. Contrariamente, si las mismas tuberías se colocan sobre una cama de apoyo correctamente construida, la capacidad de la tubería para soportar cargas se incrementará.

El personal de operación y mantenimiento debe tener un conocimiento claro de estos aspectos a fin de que al realizar las reparaciones de las tuberías se cumplan apropiadamente.

B) FALLAS DEBIDAS A CARGAS VIVAS

Las tuberías colocadas con un inapropiado recubrimiento, con frecuencia tienen grandes probabilidades de colapsar debido a la sobrecarga a la que está sometida, sobre todo si está ubicada en una zona de tráfico pesado. En este caso, el personal de operación y mantenimiento, cuando realice la reparación de la tubería afectada, deberá darle protección adecuada, envolviéndola completamente en concreto para evitar que colapsen nuevamente.

C) MOVIMIENTO DEL SUELO

Se presenta durante un sismo e implica la reconstrucción total del tramo fallado.

La reposición de las tuberías rígidas por tuberías flexibles con uniones también flexibles soluciona el problema en muchos casos.

D) DAÑOS CAUSADOS POR OTRAS INSTITUCIONES

Cuando se reparan calles o se colocan líneas de electricidad, es muy frecuente que se dañen las tuberías de alcantarillado. El personal de operación y mantenimiento debe prever esta situación, indicando la ubicación y profundidad de las mismas a fin de evitar derramamientos de aguas negras.

E) RAÍCES

Cuando el problema de raíces se acentúa, éstas llegan a fracturar las tuberías por lo que es necesario cambiar los tramos afectados.

En muchos estos casos cuando el daño es muy severo se tiene que reemplazar la tubería (unidades de 6m), y eventualmente se producen roturas en algunas líneas de conducción de PVC que es necesario reparar.

USO DE LA UNIÓN DE REPARACIÓN

Cuando la rotura se ha producido por efecto de algún golpe y no excede más de 5 cm de longitud, es posible utilizar la unión de reparación del sistema UF para unión flexible.

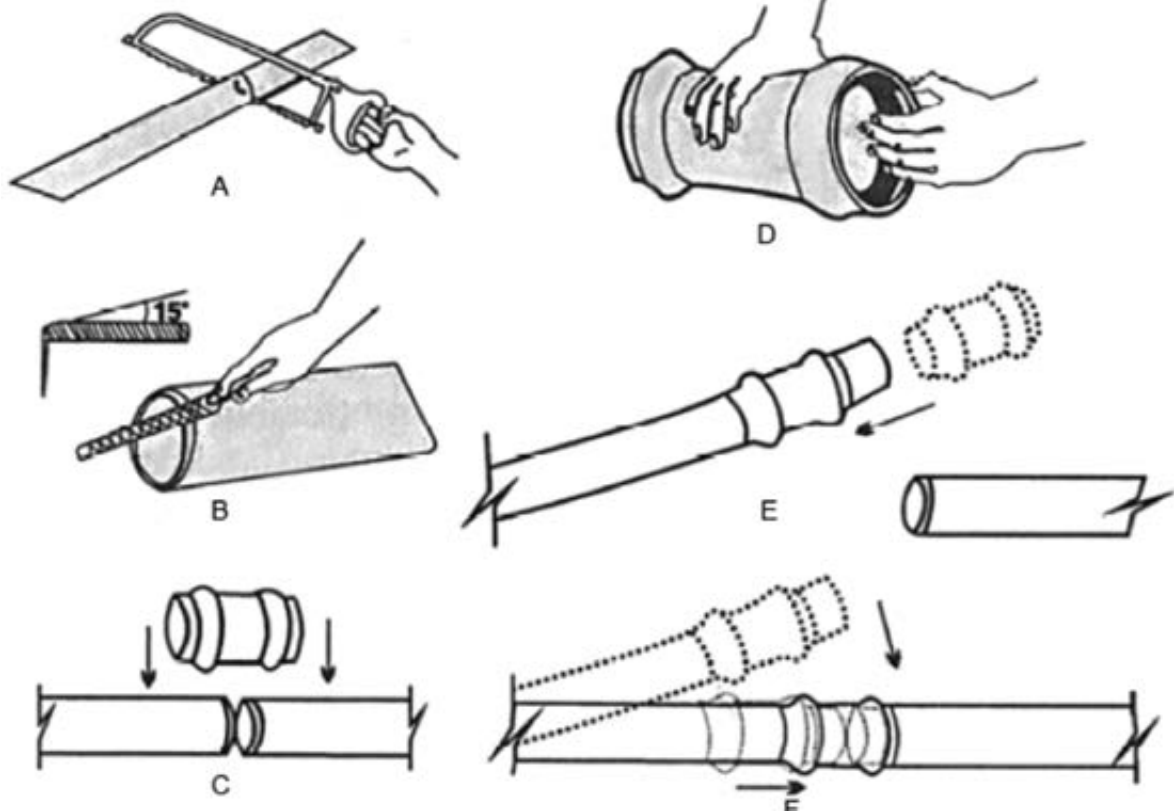
Esta unión de reparación también se utiliza para unir dos curvas, tees, etc. en las líneas ya tendidas.

Para utilizar la unión de reparación se procede de la siguiente forma:

- 1) Se corta a uno y otro lado de la rotura emparejando los extremos de la tubería, con una sierra de diente mediano (Ver figura A).
- 2) A continuación se hace chaflán a los dos extremos de la tubería con una lima de grano mediano, formando un ángulo de aproximadamente 15° (Ver figura B).
- 3) Luego se coloca la unión de reparación sobre la parte dañada y preparada del tubo, precisamente al centro y se marca a uno y otro lado de la unión sobre el tubo con un lápiz (Ver figura C).
- 4) Se colocan los anillos de caucho UF en ambas campanas de la unión (Ver figura D).

5) Se aplica lubricantes en los dos extremos de la tubería previamente achaflanados y levantando uno de los dos extremos se inserta la unión de reparación en el extremo de la tubería corriéndolo, como se muestra en la figura (Ver figura E).

6) Finalmente, se baja el extremo de la tubería colocándolo a la misma altura del otro y se corre la unión de reparación hasta quedar visibles las marcas hechas previamente en la tubería (Ver figura F).



Cuando la rotura es mayor, se utilizan dos uniones de reparación con una sección de tubería de acuerdo al tamaño de la rotura, o bien un tramo de tubería con campana y una unión de reparación.



14. //////////////// ANEXOS

***ANILLOS PARA
SISTEMAS DE DRENAJE,
ALCANTARILLADO Y
LUBRICANTES***

SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE NTP ISO 4435

A) ANILLOS PARA SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO

Los anillos de caucho cumplen los requisitos de la NTP – ISO 4633 – 1999. SELLOS DE CAUCHO. ANILLOS DE LA JUNTA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA DRENAJE Y TUBERÍAS DE DESAGÜE.

CARACTERÍSTICA

PRODUCTO	DUREZA (Shore A)*
Anillo para Sistema de drenaje y alcantarillado	50-55

*Establecida por el fabricante

ANILLOS DE CAUCHO NTP - ISO 4633



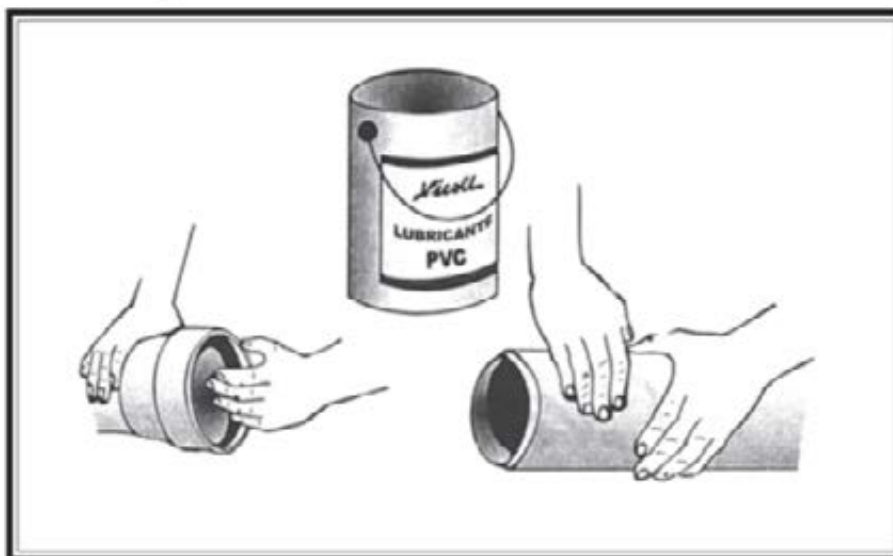
Diámetro Nominal	
ISO (mm)	NTP (pulg)
110	4"
140	5"
160	6"
200	8"
250	10"
315	12"
355	14"
400	16"
450	18"
500	20"
630	24"

B) LUBRICANTES

El lubricante es un producto elaborado a base de grasa vegetal, no contiene cultivo microbia y no da origen a olores desagradables, oscurecimiento o decoloración del agua.

PRESENTACIÓN

En envase de 1 galón



Rendimiento promedio de lubricante

Diámetro Nominal		Empalmes / galón
ISO (mm)	NTP (pulg)	
<i>Rendimiento aproximado de galón de Lubricante (Sist. UF)</i>		
110	4"	450
140	5"	300
160	6"	230
200	8"	180
250	10"	150
315	12"	110
355	14"	70
400	16"	40
450	18"	25
500	20"	20
630	24"	15

**SISTEMA DE TUBERÍA PVC-U
PARA ALCANTARILLADO Y DRENAJE
NTP ISO 4435**



Nicoll

www.nicoll.com.pe

ventas@alixis-la.com

LIMA

Ca. Venancio Ávila 1990, Urb. Chacra Ríos
Lima 01 - Central Telefónica: (01) 219-4500
Fax: (01) 431-3764

HUANCAYO

Calle Real Nro . 1595 Azapampa - Chilca
Central Telf.: (064) 227-579 / (064) 232-870

LURÍN

Carretera Panamericana Sur Km. 31
Teléfonos: (01) 430-1855 / 430-1080

LAMBAYEQUE

Carretera Panamericana Norte Km. 779
Teléfono: (074) 281-608

AREQUIPA

Variante de Uchumayo, Km 1.5
Distrito de Sachaca
Teléfonos: (054) 470-046 / 470-043