

Saneamento sem pressão PVC

Tubos de parede estruturada **3 KKK** - EN 13476-2

Tubos cor tijolo com embocadura com o-ring labial reforçado



A FERSIL desenvolveu o sistema de tubos para saneamento mais robusto e seguro do mercado, o 3 KKK Saneamento. Com uma rigidez circunferencial SN8 ou SN4, é o sistema que oferece um melhor comportamento à deformação e à rotura.

Sistema de tubos de saneamento enterrado sem pressão de 3 camadas de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado, livre de metais pesados e reforçado com cargas minerais. Fabricado por co-extrusão, trata-se de um material sustentável e ecológico, cumprindo todas as regras ambientais em todas as etapas da sua produção. Com elevados padrões de qualidade o produto é sujeito a um controlo interno altamente exigente, com recurso a diversos ensaios laboratoriais que permitem garantir a qualidade do produto final, cuja vida útil em serviço poderá superar os 50 anos.

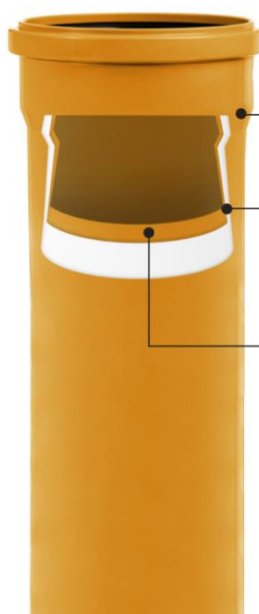
Com um sistema de uniões robusto e recorrendo a o-rings labiais co-injectados com reforço de polipropileno, supera os todos os requisitos de estanquidade mesmo quando se submetem as uniões a deformações diametrais ou a desvios angulares significativos.

Com uma construção de parede com elevada rigidez circunferencial, uma robustez mecânica adequada ao manuseamento e instalação, este sistema de tubos torna-se indispensável para todo o tipo de redes de saneamento enterrado sem pressão tanto urbano, como doméstico e industrial.

Os tubos cumprem os requisitos definidos nas normas para sistemas de tubagem de poli(cloreto de vinilo) não plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) e polietileno (PE), de parede estruturada tipo A (com superfícies interiores e exteriores lisas), para drenagem de águas e saneamento enterrado sem pressão, EN 13476-1 e EN 13476-2.

DESCRIÇÃO GERAL

Os tubos são obtidos por co-extrusão e são constituídos por três camadas (multicamada) (ver a Figura 1):



1 Camada externa feita com PVC-U protege o tubo contra os danos superficiais e ajuda a sinalizar pela cor a existência de uma conduta de saneamento enterrado sem pressão.

2 Camada intermédia de células fechadas de espuma de PVC-U com cargas minerais, com uma estrutura celular fina e calibrada que permite obter uma excelente distribuição dimensional em toda a circunferência. É a chave para as excelentes propriedades de rigidez circunferencial (SN8 ou SN4) e resistência ao impacto.

3 A camada interna feita com PVC-U, destaca-se pela elevada resistência a substâncias químicas (com um leque de PH alargado), com uma superfície interior lisa que tem uma perda de carga muito baixa e um excelente comportamento à abrasão e ao impacto causado pelos materiais arrastados nas redes de drenagem pluvial e de saneamento. Resistente a fluidos até +60 °C.

Figura 1 – Imagem da parede dos tubos PVC-U 3 KKK Saneamento – EN 13476-2

CAMPO DE APLICAÇÃO

Para todo o tipo de redes de saneamento urbano, doméstico ou industrial, sem pressão (escoamento gravítico) nas seguintes condições:



Saneamento com arrastamento de sólidos: estações de tratamento de águas residuais e, pedreiras, etc.;



Enterrados no exterior a mais de 1 metro da estrutura do edifício (código de aplicação "U");
Nota: Para instalações enterradas no interior e até 1 metro do edifício (código de aplicação "BD" ou "UD"), a FERSIL recomenda o uso dos tubos e acessórios de parede compacta para saneamento enterrado sem pressão, de acordo com a norma EN 1401-1, na classe SN4 (com SDR 41) ou SN8 (com SDR 34) e marcados "UD".



Saneamento com elevado teor de agentes químicos que não afectam o PVC;



Temperatura máxima de descarga + 60 °C, apesar de nos sistemas públicos de drenagem só ser permitidas descargas até 35 °C;



Drenagem com elevada capacidade de escoamento, pois as paredes são lisas e a rugosidade hidráulica é muito inferior à dos tubos de betão ou de grés.

Em suma, qualquer tipo de saneamento ou drenagem de águas pluviais e/ou residuais em que se pretenda uma grande segurança e durabilidade na instalação.

VANTAGENS



Elevada rigidez circunferencial e resistência ao esmagamento e impacto;



Elevada resistência à abrasão;



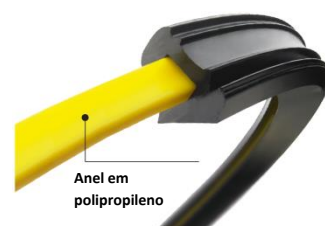
Ecológico, isento de metais pesados e 100% reciclável;



Sistema de o-ring labial de borracha reforçado com anel de polipropileno;



Baixo peso específico, o que facilita os processos de instalação em vala.



MATERIAL

O composto de PVC-U usado na produção de tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2, é resina de PVC à qual se adicionam os aditivos necessários para facilitar a produção por processos de co-extrusão.

Ensaio no composto de PVC-U		
Característica	Valor	Método de ensaio
Teor de PVC no tubo - Camada intermédia - Camadas externas	≥ 60% em massa ≥ 75% em massa	EN 1905
Carbonato de cálcio		
- Dimensão média das partículas D50	≤ 2,5µm	-
- Classe de granulometria D98	≤ 20µm	-
Resistência hidrostática ¹⁾ (água em água, 60°C, σ 10MPa)	≥ 1000 h sem falha	EN ISO 1167-1
¹⁾ Esta característica não se aplica à camada intermédia. Para comprovar esta característica tem de se fabricar um tubo de parede compacta apenas com o material constituinte das camadas externa e interna.		
Outras características do material de tubos PVC-U 3KKK Série B		
Característica	Valor	
Módulo de elasticidade $E_{(1min.)}$	2.500 a 3.200 MPa	
Densidade (23°C)	≈ 1,0 kg/m ³	
Coefficiente de expansão térmica linear	0,06 a 0,08 mm/m.K	
Condutividade térmica	0,16 W/m.K	
Resistencia superficial	> 10 ¹² Ω	
Coefficiente de Poisson	0,35	

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Aspecto visual

Quando observado sem ampliação as superfícies interiores e exteriores de tubos devem estar lisas, limpas e isentas de ranhuras, bolhas, impurezas e poros, ou qualquer outro defeito que impeça o bom funcionamento do sistema. As extremidades dos tubos, devem ser cortadas sem rebarbas e perpendiculares ao seu eixo.

Cor

Os tubos são coloridos em toda a parede e a cor deve ser preferencialmente o tijolo (tipo RAL 8023) para as camadas interior e exterior. A camada intermédia poderá ser de cor natural (creme) ou cinza claro. São permitidas pequenas variações no aspecto e tonalidade da cor.

Marcação

Os elementos da marcação devem ser etiquetados, impressos ou gravados directamente sobre o tubo de forma a que após o seu armazenamento, exposição à intempérie, instalação e colocação em obra, deve manter a sua legibilidade conforme com um dos seguintes níveis:

- durável durante a sua utilização (marcação no tubo)
- legível até que o sistema ou componente esteja instalado (marcação na embalagem)

A marcação mínima exigida para os tubos devem estar de acordo com o exemplo conforme aplicável, com a frequência de marcação a intervalos máximos de 2 m, pelo menos uma marcação completa por tubo, e de acordo com os exemplos:

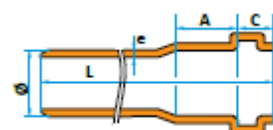
AENOR 001/000533 FERSIL PVC-U 200 x 5,9 SN8 U EN 13476-2 DATA HORA OP 10-...

AENOR 001/000533 FERSIL PVC-U 315 x 7,7 SN4 U EN 13476-2 DATA HORA OP 10-...

Nota: A FERSIL não é responsável se a marcação se tornar ilegível devido a ações efectuadas durante a instalação ou no decurso de utilização, como pintura, riscos, cobertura de componentes ou uso de detergentes, etc., salvo se acordado.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

As dimensões dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 são determinadas de acordo com a norma EN ISO 3126 e devem estar conformes com o seguinte quadro.



Dimensões e tolerâncias dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2								
d_n	Diâmetro exterior médio	Ovalização	SN4 (SDR 41)	SN8 (SDR 34)	Espessura de parede	Comprimento da boca TD		Comprimento total dos tubos com boca TD
	$\varnothing_{\text{ext}}$		Espessura de parede	Espessura de parede		Cota	Cota	
	(mm)		e	e		$A_{\text{méd}}$	$C_{\text{méd}}$	
			e	e	e_4			L
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)
110	110 +0,3 - 0	2,6	3,2 +0,6 – 0	3,2 +0,6 – 0	0,4	50	26	6 +0.06 -0.03
125	125 +0,3 - 0	3,0	3,2 +0,6 – 0	3,7 +0,6 – 0	0,4	50	26	6 +0.06 -0.03
160	160 +0,4 - 0	3,8	4,0 +0,6 – 0	4,7 +0,7 – 0	0,5	68	30	6 +0.06 -0.03
200	200 +0,5 - 0	4,8	4,9 +0,7 – 0	5,9 +0,8 – 0	0,6	60	36	6 +0.06 -0.03
250	250 +0,5 - 0	6,0	6,2 +0,9 – 0	7,3 +1,0 – 0	0,7	65	57	6 +0.06 -0.03
315	315 +0,6 - 0	7,5	7,7 +1,0 – 0	9,2 +1,2 – 0	0,8	81	65	6 +0.06 -0.03
400	400 +0,7 - 0	9,6	9,8 +1,2 – 0	11,7 +1,4 – 0	1,0	> 70	80	6 +0.06 -0.03

TIPOS DE ACESSÓRIOS

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 utilizam a gama de acessórios em PVC-U de parede compacta das Séries U e UD conformes com a norma EN 1401-1. A gama de acessórios, mencionada neste documento técnico, contempla acessórios injectados e acessórios manufacturados com pontas de tubo e de outros acessórios. Ambos os produtos são mencionados na norma EN 1401-1 e têm a embocadura com o-ring labial (TD).

Estes acessórios estão dimensionados para uso em canalizações enterradas de saneamento e drenagem sem pressão, adequadas às zonas com e sem trânsito rodoviário:

- No exterior a mais de 1m da estrutura dos edifícios (Série U) classe SDR 51 para tubos classe SN2.
- No interior e no exterior dos edifícios (Série UD) classe SDR41 para tubos classe SN4 e SN8.

Acessórios PVC-U Saneamento Série U ou UD cinza-claro ou cor tijolo TD (o-ring labial):

- Curvas (45° e 87°30') SDR 41 TD (MF)
- Forquilha simples e de redução (45°) SDR 41 TD (MF)

- Tês simples e de redução (45°) SDR 41 TD (MF)
- Reduções excêntricas (aumentos) SDR 41 TD (MF)
- Uniões Duplas SDR 41 TD (FF)

Nota: MF – macho/fêmea

Os o-rings labiais que são montados nas bocas TD, não afectam as propriedades do tubo ou do acessório FERSIL, assim como não produzem falhas nos ensaios de estanquidade.



CE
EN 681-2

O-ring labial em TPE (EN 681-2)



CE
EN 681-1

O-ring labial em SBR (EN 681-1) reforçado com anel de PP

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

De acordo com a norma EN 13476-2, os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento Série U devem ser classificados e designados numa das seguintes classes de rigidez circunferencial nominal (SN) $\varnothing \leq 500$: SN 4, SN 8 e SN 16.

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 têm excelente resistência ao impacto e à rigidez circunferencial, e propriedades físicas que lhes confere uma boa flexibilidade no manuseamento, instalação e uso em redes enterradas.

Características físicas e mecânicas dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2		
Característica	Requisito	Método de ensaio
Temperatura de amolecimento Vicat (VST) do material da camada interna ¹⁾	$\geq 79 \text{ }^{\circ}\text{C}$	EN ISO 2507-1
Deformação longitudinal a quente (DLQ) (150 °C, 30 min)	$\leq 5 \text{ } \%$, sem delaminações, fissuras nem bolhas	EN ISO 2505 (método B)
Resistência ao impacto (método do relógio) (ar, 0 °C, massa/altura de queda por d_n)	TIR $\leq 10 \text{ } \%$	EN ISO 3127
Rigidez circunferencial (300 mm, 3 % d_n , velocidade por d_n)	$\geq 4 \text{ kN/m}^2$ (valor para classificar o SN4) $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ (valor para classificar o SN8)	EN ISO 9969
Flexibilidade (compressão) (300 mm, 30 % d_n , velocidade por d_n)	Sem diminuição da força medida, sem delaminações ou qualquer outro tipo de rotura e sem deformações permanentes incluindo depressões ou crateras.	EN ISO 13968
Factor de fluência	$\leq 2,5$ com extrapolação a 2 anos	EN ISO 9967
¹⁾ Esta característica não se aplica à camada intermédia. Para comprovar esta característica tem de se fabricar um tubo de parede compacta apenas com o material constituinte da camada interna.		

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento oferecem um bom comportamento quando expostos à maioria dos produtos químicos usados nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR) (um grande número de produtos químicos, incluindo a maioria dos álcalis e ácidos), assim como os produtos químicos presentes na maioria dos tipos de solo

ou estruturas de betão em que sistema de tubos é instalado. A resistência química depende das condições de serviço, tais como a temperatura, a pressão e as cargas aplicadas em cima da instalação. Para informações mais detalhadas, consulte a tabela FERSIL de resistência química.

CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Os tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2, são produzidos por um processo contínuo de co-extrusão. Os tubos são cortados na linha de produção e fornecidos em comprimentos predefinidos, com uma embocadura integrada com o-ring labial em elastómero ou em borracha/EPDM reforçada com um anel de polipropileno, a outra extremidade do tubo tem um corte limpo (sem rebarbas), perpendicular ao eixo e chanfrado com um ângulo de $\approx 15^\circ$ em $\approx 2/3$ da espessura do tubo.

A estanqueidade da junta é garantida sempre que a ponta pré-lubrificada for inserida no encaixe do tubo com o mesmo diâmetro e com o o-ring correctamente posicionado. O ensaio mais importante para avaliar o desempenho do sistema de tubos e acessórios é a estanqueidade ao ar e á água nas ligações entre tubos ou entre tubos e acessórios, com deformação diametral e desvio angular.

Características de desempenho das uniões de tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2		
Característica	Requisito	Método de ensaio
Estanquidade com deformação diametral (23 °C, deformação extrem macho 10%, deformação embocadura 5%)		
água 0,05 bar	Sem fuga	ISO 13259 (Substituiu a EN 1277) Condição B
água 0,5 bar	Sem fuga	
ar -0,3 bar (vácuo)	$\leq -0,27$ bar	
Estanquidade com desvio angular (23 °C, desvio angular na união 2°)		
água 0,05 bar	Sem fuga	ISO 13259 (Substituiu a EN 1277) Condição C
água 0,5 bar	Sem fuga	
ar -0,3 bar (vácuo)	$\leq -0,27$ bar	

EMBALAGEM

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2, são embalados em paletes de tubos soltos com 2 ou 3 aros de madeira e cintas de plástico, conforme o descrito no seguinte quadro.

Embalagem dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2						
d_n (mm)	Tubos por paleta	Comprimento total por paleta (m)		d_n (mm)	Tubos por paleta	Comprimento total por paleta (m)
110	76	456		250	11	66
125	51	306		315	5	30
160	30	180		400	3	18
200	15	90		-	-	-

RECOMENDAÇÕES NO MANUSEAMENTO ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

Os tubos, quando manuseados individualmente, devem ser baixados, erguidos e transportados de forma controlada, sem serem arremessados ou arrastados. Durante o manuseamento devem evitar-se golpes, riscos e outras operações que possam danificar os tubos e acessórios, especialmente se a temperatura ambiente estiver muito baixa. Para evitar danos no tubo, este deve ser carregado e não arrastado para o local de trabalho.



O manuseamento de atados ou de paletes requer o uso de equipamento mecânico apropriado. A técnica escolhida não deverá causar qualquer dano nos tubos.

A área de armazenamento deve ser próxima do local de trabalho e o piso deve ser liso e nivelado. As tubagens devem ser armazenadas ao abrigo de fontes de calor e do contacto com elementos cortantes, de forma a evitar deformações ou defeitos que poderiam tornar-se permanentes. Os acessórios devem ser armazenados nas suas embalagens originais até serem utilizados.

Deve evitar-se o contacto dos tubos e acessórios com óleos, gasolina ou gasóleo.

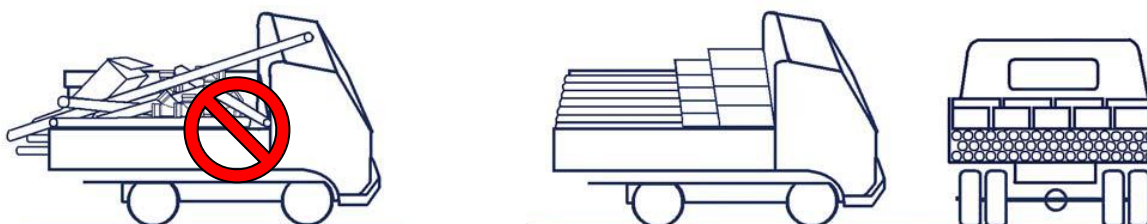
A exposição prolongada à radiação ultravioleta (luz solar) pode reduzir a resistência dos tubos de PVC ao impacto e causar descoloração. Se armazenado ao ar livre, é recomendado alguma forma de protecção contra os raios solares directos.



Os suportes laterais das paletes deverão ser colocados a intervalos máximos de 1,5 m. Os tubos devem ser suportados em todo o seu comprimento. Tubos de diferentes diâmetros e espessuras deverão ser armazenados separadamente. No caso de isto não ser possível, os de maior diâmetro e espessura deverão ser colocados no fundo.

No transporte de tubos, os veículos deverão apresentar os estrados lisos e isentos de pregos e outras saliências. O veículo deverá estar equipado com suportes laterais espaçados entre si de cerca de 2m.

Todos os suportes deverão ser lisos sem arestas salientes. Quando o comprimento dos tubos ultrapassar o do veículo, a parte suspensa não deverá exceder 1m.



RECOMENDAÇÕES NA INSTALAÇÃO

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento são considerados flexíveis, pelo que quando são sujeitos a uma força de compressão perpendicular ao eixo do tubo, este é deformado dentro de determinados limites e vai exercer uma pressão sobre o material que o rodeia. A reacção que se gera e os materiais que rodeiam o tubo, ajudam a controlar a deformação.

Limites de deformação máxima admissível, conforme o documento ISO/TR 7073			
Classe de rigidez do tubo	Série do tubo	Deformação inicial (curto prazo)	Deformação final (longo prazo)
SN4	SDR 41	$0,05 \times d_n$	$0,08 \times d_n$
SN8	SDR 34		

Nota: Uma deformação até 15%, causada pelo movimento do solo (exemplo), não afecta o correcto funcionamento do sistema de tubos.

O aumento da deformação de um tubo é limitado pela forma cuidada que se tem:

- ao escolher a classe de rigidez circunferencial mais adequada ao tipo de solo;
- à forma como é executada a vala e o leito de assentamento;
- ao escolher os materiais de enchimento Tipo 1 ou 2 e a forma de enchimento da vala (por camadas de material) e o seu grau de compactação.

A diferença entre a deflexão inicial média e a máxima varia com o tempo e será maior para os tubos de baixa rigidez (SN2) e menor para os tubos de elevada rigidez (SN4 ou SN8). Uma boa instalação de tubagem e bem supervisionada (fiscalizada) apresenta diferenças de deflexão menores do que uma instalação mal executada. Para tubos da classe de rigidez SN4 ou SN8, é normal que a deflexão máxima seja apenas 1% a 2% maior que a deflexão inicial média.

A deflexão inicial média de tubos flexíveis está frequentemente na faixa de 2% a 4%, dependendo da qualidade da mão-de-obra durante a instalação e as variações nas cargas externas sobre a tubagem. A deflexão de um tubo flexível enterrado aumenta com o passar do tempo, mas tende a estabilizar ao atingir o equilíbrio de forças entre o tubo e o terreno que o envolve. Quase todo o aumento da deflexão ocorre durante o primeiro ano (a dois anos) após a instalação e, a partir daí, a deflexão estabilizará.

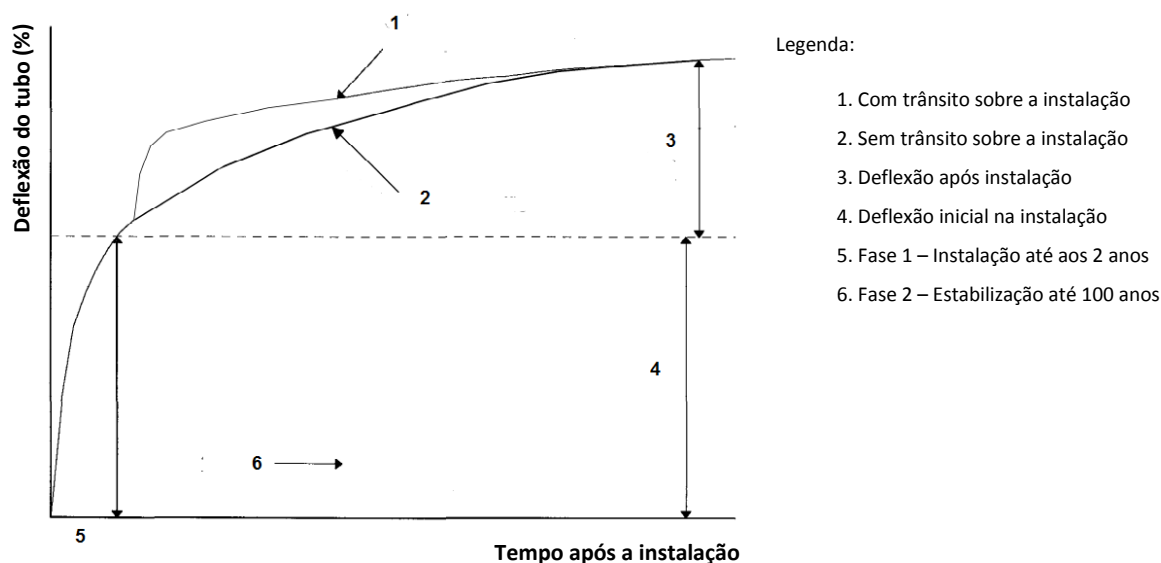


Figura 1 – Deflexão típica de tubo flexível enterrado em função do tempo

A deflexão final será alcançada mais rapidamente se o tubo estiver sujeito a cargas de trânsito. A mudança na deflexão após a instalação depende principalmente do assentamento e consolidação do solo circundante.

As condições técnicas de instalação de um tubo devem ter em conta as indicações do fabricante e devem seguir pelo menos os requisitos descritos nas normas e guias técnicos:

- CEN/TR 1046 – Thermoplastics piping and ducting systems - Systems outside building structures for the conveyance of water or sewage - Practices for underground installation;
- EN 1610 – Construction and testing of drains and sewers;
- ISO/TR 7074 – Performance requirements for plastics pipes and fittings for use in underground drainage and sewage.

Escolher a classe de rigidez circunferencial

A escolha da rigidez do tubo deve ser feita utilizando os Quadros 1 e 2 ou a Figura 2 neste documento ou com base em cálculos de acordo com o programa da FERSIL adaptado a partir da UNE 53331 (baseada na EN 1295-1) ou com base na experiência anterior.

Quando os cálculos mostram que a rigidez necessária para o tubo é menor do que a rigidez recomendada indicada nos Quadros 1 ou 2, então os tubos com essa menor rigidez podem ser usados.

Quando os tubos se destinam a ser utilizados em condições em que, por experiência anterior, se revelaram satisfatórios, não é necessário verificar isto através de cálculos detalhados, embora a sua rigidez possa ser inferior ao valor recomendado indicado nos Quadros 1 ou 2.

Se não houver experiência e não se fizerem cálculos de dimensionamento mecânico, então por defeito a rigidez mínima requerida deve ser seleccionada dos Quadros 1 ou 2.

Estes dois quadros foram preparados para cobrir as seguintes condições:

- áreas sem trânsito com tubos enterrados entre 1 e 3 m e entre 3 e 6 m (ver Quadro 1);
- áreas com trânsito com tubos enterrados entre 1 e 3 m e entre 3 e 6 m (ver Quadro 2).
- Na ausência de experiência satisfatória anterior, em que os tubos estejam enterrados a uma profundidade inferior a 0,6 m ou superior a 6 m, a rigidez do tubo e a instalação devem ser definidos por cálculo.

Nota: Recorde-se que no Regulamento Português 23/95 a profundidade mínima recomendada no extradorso do tubo é de 0,8 m.

Para possibilitar a escolha da rigidez do tubo, os materiais do solo original e os usados no aterro foram classificados em seis grupos principais, conforme descrito no Quadro 3.

Com base no solo nativo, detalhes de aterro e profundidade de cobertura, a rigidez mínima do tubo é seleccionada nos Quadros 1 ou 2. Usando um tubo com a rigidez seleccionada, numa instalação em o solo circundante é feito a partir do material de aterro apropriado, compactado até o grau especificado, são esperadas deflexões inferiores a 5% (1 a 2% se forem respeitadas as boas práticas).

Para valores de deflexão indicados no gráfico de projecto (retirado do CEN/TR 1046), a deformação estará abaixo do valor do projecto.

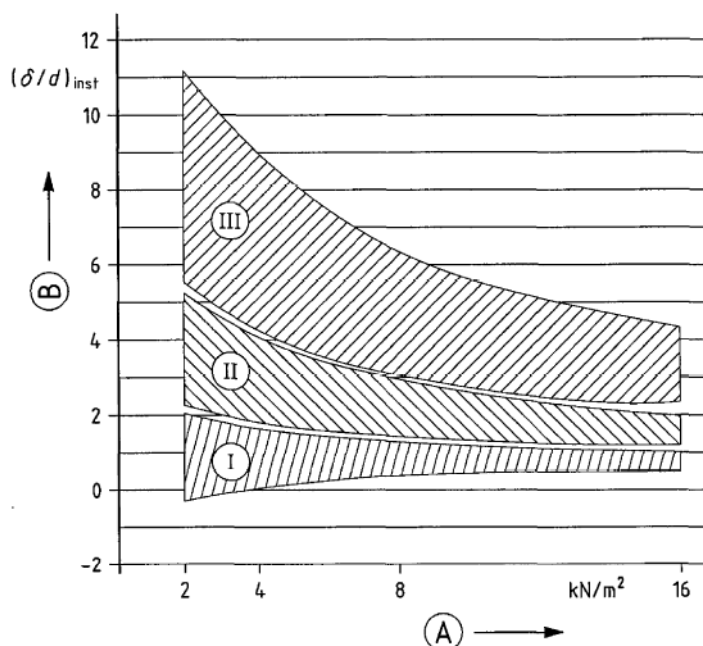


Figura 2 - Gráfico de projeto do CEN / TR 1046 para determinar as deflexões do tubo dependendo do tipo de instalação.

Legenda:

- I. Bem compactado** – Envolver cuidadosamente com solo granular a zona de deformação e compactar lateralmente, recobrindo o tubo entre 15 a 30 cm, após o que cada camada é compactada cuidadosamente. A vala é ainda preenchida com camadas de solo de qualquer tipo e compactada. Valores típicos para a densidade proctor são > 94%.
- II. Moderado** – Envolver cuidadosamente com solo granular a zona de deformação e compactar lateralmente, recobrindo o tubo entre 15 a 50 cm, O enchimento da vala é efectuado com solo de qualquer tipo e compactado. Valores típicos para a densidade proctor estão na faixa de 87% a 94%.
- III. Sem compactação** – Estacas-pranchas de entivação devem ser removidas antes da compactação, de acordo com as recomendações da EN 1610. Se, no entanto, as estacas-pranchas forem removidas após a compactação, deve-se perceber que o nível de compactação “bem” ou “moderado” será reduzido para “sem compactação”.

Quadro 1 – Rigidez mínima recomendada para zonas sem trânsito

Rigidez mínima recomendada (kN/m ²) para uma profundidade ≥ 1 m e ≤ 3 m							
Grupo material enchimento ²⁾	Classe de compact. ¹⁾	Grupo do solo original ²⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	1.25	1.25	2.00	2.00	4.00	5.00
	M	1.25	2.00	2.00	4.00	5.00	6.30
	N	2.00	2.00	2.00	4.00	8.00	10.00
2	W		2.00	2.00	4.00	5.00	5.00
	M		2.00	4.00	5.00	6.30	6.30
	N		4.00	6.30	8.00	8.00	*
3	W			4.00	6.30	8.00	8.00
	M			6.30	8.00	10.00	*
	N			*	*	*	*
4	W				6.30	8.00	8.00
	M				*	*	*
	N				*	*	*
Rigidez mínima recomendada (kN/m ²) para uma profundidade > 3 m e ≤ 6 m							
Grupo material enchimento ²⁾	Classe de compact. ¹⁾	Grupo do solo original ²⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	2.00	2.00	2.50	4.00	5.00	6.30
	M	2.00	4.00	4.00	5.00	6.30	8.00
2	W		4.00	4.00	5.00	8.00	8.00
	M		5.00	5.00	8.00	10.00	*
3	W			6.30	8.00	10.00	*
	M			*	*	*	*
4	W				*	*	*
	M				*	*	*

* São necessários cálculos para a determinação da rigidez do tubo

¹⁾ Ver mais a baixo os Quadros 3, 4, 5 e 6

²⁾ Ver os Quadros 3 e 4 – classificação segundo o documento CEN/TR 1046

Quadro 2 - Rigidez mínima recomendada para zonas com trânsito

Rigidez mínima recomendada (kN/m ²) para uma profundidade ≥ 3 m e ≤ 3 m							
Grupo material enchimento ²⁾	Classe de compact. ¹⁾	Grupo do solo original ²⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	4,00	4,00	6,30	8,00	10,00	-
2	W	-	6,30	8,00	10,00	*	-
3	W	-	-	10,00	*	*	-
4	W	-	-	*	*	*	-

Rigidez mínima recomendada (kN/m ²) para uma profundidade > 3 m e ≤ 6 m							
Grupo material enchimento ²⁾	Classe de compact. ¹⁾	Grupo do solo original ²⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	2,00	2,00	2,50	4,00	5,00	-
2	W	-	4,00	4,00	5,00	8,00	-
3	W	-	-	6,30	8,00	10,00	-
4	W	-	-	*	*	*	-

* São necessários cálculos para a determinação da rigidez do tubo

¹⁾ Ver mais a baixo os Quadros 3, 4, 5 e 6

²⁾ Ver os Quadros 3 e 4 – classificação segundo o documento CEN/TR 1046

Quadro 3 - Classificação dos solos que podem ser usados como material de enchimento - CEN/TR 1046

Tipo de solo	Grupo de solo			Uso em enchimento
#	Designação	Características	Exemplos	
Granular Não coesivo Tipo 1	Cascalho de tamanho uniforme	Curva granulom. estreita, predominância de uma granulom.	Rocha britada, cascalho de parias, de rio e de moreia, escória e cinza vulcânica	Sim
	Cascalho de granulom. contínua mist. cascalho e areia	Curva granulom. contínua, diversas granulom.		
	Mist. irregulares cascalho e areia	Curva granulom. em escada		
Granular Não coesivo Tipo 2	Areis de tamanho uniforme	Curva granulom. estreita, predominância de uma granulom.	Areias de dunas, de vales e de bacias	Sim
	Areias de granulometria contínua, mist. cascalho e areia	Curva granulom. contínua, diversas granulom.	Areia de moreia de praia e de rio	
	Misturas irregulares de cascalho e areia	Curva granulom. em escada		
Granular Pouco coesivo Tipo 3	Cascalho sedimentado, mist.de granulom. irregular de cascalho	Curva granulom. larga, intermit., sedimento de grão fino	Cascalho alterado pelo tempo, detritos, cascalho argiloso	Sim
	Cascalho argiloso, mistura de granulom. irregular de cascalho, areia e argila	Curva granulom. larga, intermit., argila de grão fino		
	Areias sedimentadas, mistura de granulom. irregular de areia e sedimento	Curva granulom. larga, intermit., sedimento de grão fino	Areia saturada, terra preta e areia loesse	
	Areias argilosas, mistura de granulom. irregular de areia e argila	Curva granulom. larga com fios de argila	Areia de terra preta, argila, marga de aluvião	
Coesivo Tipo 4	Sedimento orgânico, areias muito finas, areia fina de sedimentos ou argila	Fraca estabilidade, reacção rápida, ligeira ou nula plasticidade	Loesse, terra preta	Sim
	Argila inorgânica, argila plástica	Estabilidade média e alta, reacção não muito lenta, plasticidade fraca	Marga de aluvião, argila	

Quadro 4 - Classificação dos solos que não podem ser usados como material de enchimento - CEN/TR 1046

Tipo de solo	Grupo de solo			Uso em enchimento
#	Designação	Características	Exemplos	
Orgânico Tipo 5	Mistura de solos de grão diferente com húmus ou grés	Mistura de plantas ou não, cheiro a podre, leves e porosas	Terra, areia calcária, areia de turfa	Não
	Sedimento orgânico e argila orgânica sedimentada	Grande estabilidade, reacção lenta a muito rápida, plasticidade elevada	Calcário, conquífero, terra	
	Argila orgânica, argila com misturas orgânicas	Grande estabilidade, reacção nula, plasticidade elevada	Lama, terra preta	
Orgânico Tipo 6	Turfa e outros solos muito orgânicos	Turfas decompostas, fibrosas de cor castanha a preta	Turfa	Não
	Lamas	Lama e muito mole, depositada debaixo de água com areia, argila ou calcário	Lamas	

Quando o solo é uma mistura de dois ou mais tipos de solos, pode-se utilizar para a sua classificação o solo predominante. Frequentemente a densidade ou grau de consolidação é indicado para o solo sob a forma de letras ou números. No Quadro 5 apresenta-se uma relação aproximada entre as várias designações utilizadas.

Quadro 5 - Terminologia utilizada nas classes de compactação – CEN/TR 1046

Designação	Grau de compactação			
% densidade Proctor ¹⁾	≤ 80	81 a 90	91 a 94	95 a 100
Contagem de golpe	0 a 10	11 a 30	31 a 50	> 50
Grau de compactação esperado em função das classes de compactação	NÃO COMPACTADO (N)			
	MODERADO (M)			
	BEM COMPACTADO (W)			
Solos granulares	Pouco denso	Medianamente denso	Denso	Muito denso
Solos coesivos e orgânicos	Mole	Firme	Duro	Muito duro
¹⁾ Determinado de acordo com a norma EN 13286-2				

Quando não é conhecida informação detalhada sobre o solo original normalmente assume-se como grau de compactação entre 91 e 97% Densidade Proctor.

De acordo com o documento CEN/TR 1046, a espessura máxima das camadas e o número de passagens recomendadas em função de tipo de equipamento utilizado na compactação, classe de compactação e classe de solo assim como a espessura mínima de cobertura do tubo antes de se proceder à compactação, são indicadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Espessura máxima e número de passagens recomendadas em função do tipo de equipamento utilizado

Equipamento	Nº de passagens em função da compactação		Espessura máxima das camadas após compactação em função dos grupos de solo (veja-se Quadros 4 e 5)				Espessura mínima sobre a coroa do tubo antes da compactação
			(m)				
	W	M	1	2	3	4	(m)
Pilão manual:							
Min. 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Martelo vibratório:							
Min. 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Prato vibratório:							
Min. 50 kg	4	1	0,10	-	-	-	0,15
Min. 100 kg	4	1	0,15	0,10	-	-	0,15
Min. 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10	-	0,20
Min. 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
Min. 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Cilindro vibratório							
Min. 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	-	0,60
Min. 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	-	1,20
Min. 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40	-	1,80
Min. 65 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60	-	2,40
Cilindro duplo vibratório							
Min. 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	-	-	0,20
Min. 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	-	0,45
Min. 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	-	0,60
Min. 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	-	0,85
Cilindro triplo pesado							
Min. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	-	1,00

A parte restante do aterro pode ser feita com material escavado com um tamanho máximo de partícula de até 300 mm, desde que haja pelo menos 300 mm de cobertura para o tubo. Se a compactação for necessária, o material deve ser adequado para compactação e deve ter um tamanho máximo de partícula não superior a 2/3 da espessura da camada de compactação.

Em zonas sem trânsito, a classe de compactação N (ver Quadro 5) é considerada suficiente. Nas zonas com trânsito, deve ser usada a classe de compactação W (ver Quadro 5).

Rigidez circunferencial dos acessórios

Devido à sua geometria, os acessórios de PVC-U compacto têm uma rigidez circunferencial superior à rigidez de um tubo com a mesma espessura de parede correspondente à série da razão dimensional normalizada (SDR).

As classes de rigidez recomendadas/séries de espessura de parede (SDR) dos acessórios para uso com tubos de PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 são:

- Acessório PVC-U EN 1401 SDR 41 => Tubo PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 classe SN4 ou SN8

Precauções especiais na instalação

Durante os procedimentos de instalação, tome precauções para evitar a flutuação do tubo. Evite o deslocamento do tubo ao colocar material sob a cama de apoio.

Tome precauções ao remover chapas de entivação, proteções de segurança ou outras proteções para evitar a alteração da compactação do material de enchimento. Ao mover a proteção, faça isso por fases, à medida que é efectuado o enchimento lateral, com o mínimo de alteração da compactação do material de enchimento.

No processo de aterro da vala, proteja o tubo contra a queda de objetos e o impacto direto de equipamentos de compactação ou outras fontes de possíveis danos. Quando o aterro for compactado até a superfície do solo, não use o equipamento de compactação diretamente acima do tubo até que um aterro suficiente tenha sido colocado. Não use equipamentos de laminação ou compactadores pesados para consolidar o aterro final, a menos que seu uso seja recomendado pelos fabricantes de tubos e equipamentos. Deve-se prever pelo menos a espessura mínima sobre a coroa do tubo indicada no Quadro 6.

Quando se instalam numa vala comum sistemas de tubos em paralelo, estes devem ser espaçados o suficiente para permitir que equipamentos de compactação compactem entre os tubos, o material de preenchimento da zona do tubo. Uma folga não inferior a 150 mm superior à largura do equipamento de compactação mais utilizado, pode ser considerada como uma folga prática entre os tubos. Compactar entre tubos o material de reaterro da zona do tubo com a mesma densidade do material entre o tubo e a parede da vala.

Como efectuar a união entre tubos

A união entre tubos é feita através da embocadura do tubo que leva montado um o-ring labial em elastómero ou em borracha/EPDM reforçado com um anel de polipropileno, fornecido pela FERSIL e o terminal macho de outro tubo ou acessório.

Para uma correcta ligação é necessário:

- Limpar a sujidade interior da boca do tubo ou de um acessório;
- Se o o-ring labial não vier montado, deve seleccionar o vedante correcto (apenas o recomendado e/ou fornecido pelo fabricante), deve limpar e posicionar o vedante de forma que o lábio esteja voltado para o lado de fora da embocadura;
- O extremo macho do tubo deve ter um corte limpo, perpendicular ao seu eixo e um chanfro de $\approx 15^\circ$ em 2/3 da espessura;
- Confirmar o comprimento da boca, retirar 1 cm e sinalizar no terminal macho. Alinhar e nivelar os tubos a unir.
- Para facilitar a montagem, aplicar lubrificante na superfície do terminal macho do tubo;

Nota: Para maior garantia de estanquidade e durabilidade das uniões, a FERSIL recomenda na montagem das uniões TD que apenas seja usada massa lubrificante tipo silicone ou vaselina industrial adequada para o-rings de borracha com reforço em PP.

- Apontar e empurrar o terminal macho até à marca e de forma que o o-ring labial fique a fazer vedação da união. Se for necessário usar uma alavanca ou um *tirfor* de apoio à montagem, devendo o tubo ser protegido ao aplicar a alavanca.



Figura 3 - União do tubo 3KKK Saneamento com o-ring labial reforçado

Este tipo de união não aguenta as forças axiais do efeito de fundo, que ocorrem em mudanças de direção ou devido a altas deflexões angulares. Consequentemente, o tubo ou encaixe deve estar adequadamente ancorado de forma a evitar a saída dos tubos nas uniões.

Desvios angulares em instalações rectilíneas

Em condições normais, os tubos deveriam ser instalados em linha recta, no entanto e porque estamos a falar de sistemas de tubos flexíveis são permitidos os seguintes raios de curvatura, sem que comprometam a estanquidade das uniões.

- $d_n \leq 200 \text{ mm} \Rightarrow$ raio de curvatura $R \geq 300 \times d_n$
- $d_n > 200 \text{ mm} \Rightarrow$ raio de curvatura $R \geq 500 \times d_n$

Nestes casos tem que se controlar o aumento da tensão sobre as uniões, pelo que o desvio angular deve ser superior a:

- $d_n \leq 315 \text{ mm} \Rightarrow$ desvio angular $\leq 2^\circ$
- $d_n > 315 \text{ mm} \Rightarrow$ desvio angular $\leq 1,5^\circ$

INSPECÇÃO E ENSAIOS

Os tubos de PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2, devem ser inspeccionados pelo comprador ou pelo seu representante no momento da entrega. As marcações nos tubos devem ser verificadas para garantir que correspondam aos detalhes especificados para o projecto. Tubos danificados devem ser isolados para rectificação ou para devolução ao fornecedor, conforme aplicável.

Inspeção após a instalação

Após a instalação, o sistema de tubagem deve ser inspeccionado de acordo com a norma EN 1610 “Construção e ensaio de ramais de ligação e colectores de águas residuais”, para aplicações sem pressão. A marcação nos componentes deve ser novamente verificada quanto possível, para garantir que correspondam aos detalhes especificados para a instalação. A inspecção visual da conduta pode ser executada por CCTV antes da entrada em serviço. Para a classificação da inspecção CCTV, pode-se recorrer à norma EN 13508 “Investigation and assessment of drain and sewer systems outside buildings”.

A qualidade do trabalho de instalação dos tubos pode ser verificada, no que diz respeito à compactação e ao uso do material correcto para a cama de apoio, o envolvimento do tubo e o material de enchimento, medindo a deflexão vertical. As deflexões permitidas estão detalhadas no *documento ISO/TR 7073*. No caso de um ou mais tubos exceder estes limites, deve ser tomadas medidas de correcção das situações detectadas.

Ensaio de estanquidade após a instalação

Os ensaios os tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2 devem ser realizados de acordo com o procedimento descrito no ponto 13 da norma EN 1610, e podem ser realizados com um dos métodos, com ar (“L”) ou com água (“W”).

Ensaio com ar (método “L” da norma EN 1610)

- Método de ensaio: Método “L”, no caso dos tubos termoplásticos usa-se as condições “LC”;
- Pressão de ensaio: 100 mbar (10kPa);
- Queda de pressão admissível 5 mbar (0,5 kPa);
- Tempo de ensaio 3 min

Este ensaio requiere o uso de equipamentos de tamponamento adequados para as secções sujeitas a ensaio. Por questões de segurança deve-se ter cuidados redobrados nos ensaios de grandes diâmetros. Considera-se o ensaio como ultrapassado se a queda de pressão admissível no tempo de ensaio previsto, não é superada. No caso de um ensaio não satisfatório numa prova com ar, é permitido o recurso ao ensaio com água cujo resultado por si só, é decisivo. Em caso de litígio usa-se o ensaio com água.

Ensaio com água (método “W” da norma EN 1610)

- Método de ensaio: Método “W” ;
- Pressão de ensaio: 100 mbar (10 kPa) a 500 mbar (50 kPa)
- Queda de pressão admissível 10 mbar (1 kPa);
- Reposição de água admissível $0,04 \text{ l/m}^2$ da superfície interna molhada;
- Duração do ensaio 30 min.

A pressão de ensaio é obtida, determinando a pressão equivalente resultante do enchimento de toda a secção do tubo, até que atinja o ponto mais alto da instalação. A pressão medida no ponto mais baixo deve estar situada entre os 100 mbar (10 kPa) e os 500 mbar (50 kPa). A instalação deve ser estabilizada durante pelo menos 1h, a partir da qual se deve repor a pressão e iniciar o ensaio. Considera-se o ensaio como ultrapassado, se o valor da queda de pressão admissível ou a reposição de água admissível no tempo de ensaio previsto, não são ultrapassadas.

MANUTENÇÃO, INSPECÇÃO E REPARAÇÃO

As caixas de inspecção/ramal e de visita, são equipamentos auxiliares das redes de saneamento destinadas a permitir a inspecção e o acesso para limpeza das canalizações. Dado que as caixas de ramal e de inspecção não permitem o acesso humano ao seu interior, a manutenção da rede de saneamento é feita a partir do nível do pavimento, utilizando para isso equipamento apropriado de limpeza por processos mecânicos ou por jacto de água.

A inspecção das redes de saneamento, de forma a garantir o seu correcto funcionamento, pode ser feita a partir das caixas de inspecção ou de visita, utilizando um sistema CCTV (inspecção vídeo).

Quando é necessário efectuar uma intervenção para reparar um ponto qualquer da conduta por substituição directa de componentes ou por reparação localizada sem abertura de vala, deve ter em conta as instruções do fabricante.

Reparação por substituição de componentes

A reparação pode ser efectuada substituindo o componente ou parte de um componente recorrendo por exemplo a uniões telescópicas.

A FERSIL recomenda que sejam usados tubos e/ou acessórios, da classe de rigidez/SDR recomendada para o tubo da conduta a reparar:

- Identificar e remover toda a secção que estiver estragada. Se for necessário cortar uma secção, o corte deve ser perpendicular ao seu eixo, com uma serra de dentes finos, removendo todas as rebarbas.
- Quando executar o chanfro com equipamento apropriado, o ângulo deve ter aproximadamente 15°;
- Limpar a sujidade interior da boca de um tubo, união telescópica ou outro acessório assim como dos oring labiais;
- Para facilitar o deslizamento, aplicar lubrificante (tipo massa de silicone) na superfície do(s) terminal(ais) macho do(s) tubo(s);
- Aplicar uma ponta de tubo e/ou uma união telescópica deslizando-a até ao ponto de união;
- Deve-se ter o cuidado para que a inserção das uniões telescópicas e dos troços de tubo seja efectuada sob um leito adequado.

Reparação por reforço interno da conduta sem abertura de vala

A reparação e/ou reabilitação de condutas de PVC 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2, com recurso a técnicas sem abertura de vala, são cada vez mais procuradas pelas companhias de água, por serem eficazes e com boa durabilidade, por serem economicamente mais vantajosas e com reduzido impacto social (não provocam impedimentos à normal circulação do trânsito, não causam poluição ambiental sonora e têm prazos de execução muito reduzidos).

As técnicas mais usadas na reabilitação de redes de saneamento em PVC são o Short liner e o Relining, e só devem ser executadas por empresas especializadas e recomendadas pelo Fabricante.

FERSIL.
TUBOS PORTUGAL

Apartado 2022
3701-906 Cesar
Portugal
Tel.: +351 256 856 010 | Fax: +351 256 856 011
fersil@fersil.com | www.fersil.com