Saneamento enterrado sem pressão PVC 3 KKK

Tubos de parede estruturada EN 13476-2

Tubos cor tijolo com embocadura com o-ring labial reforçado

CARACTERÍSTICAS

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.

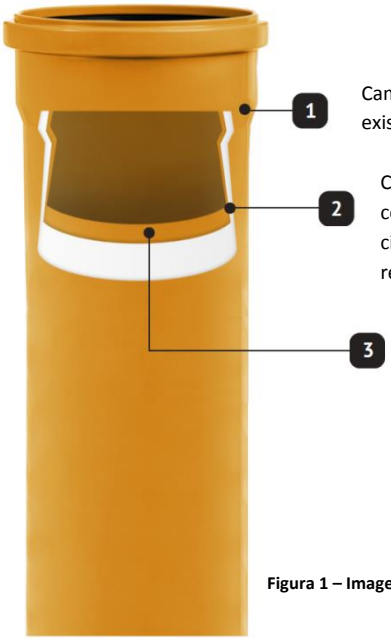
Com uma construção de parede com elevada rigidez circunferencial, uma robustez mecânica adequada ao manuseamento e instalação, este sistema de tubos torna-se indispensável para todo o tipo de redes de saneamento enterrado sem pressão tanto urbano, como doméstico e industrial.

Especificações

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, a uma temperatura conveniente 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 a 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 los 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 3KKK 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 da estrutura do edifício (código de aplicação “U”);
- 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, é resina de PVC-U à qual se adicionam os aditivos necessários para facilitar a produção por processos de co-extrusão.

Características do material dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2		
Característica	Valor	Método de ensaio
Teor de PVC	≥ 75 % em massa nas camadas externa e interna ≥ 60 % em massa na camada intermédia	EN 1905
Carbonato de cálcio dimensão média das partículas D50 classe de granulometria D98	 ≤ 2,5 µm ≤ 20 µm	
Resistência `pressão interna do material das camadas externa e interna [1)] (água em água, 60 °C, σ 10 MPa)	≥ 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.

Aspecto visual

Quando se examinam sem aumento, as superfícies das camadas interna e externa dos tubos devem ser lisas, limpas e isentas fissuras, bolhas, ou de qualquer outro defeito que afecte o bom funcionamento do sistema. As extremidades dos tubos devem-se apresentar com corte perpendicular ao eixo e sem rebarbas.

Cor

Os tubos são coloridos em toda a massa da parede e a cor deve ser Tijolo (tipo RAL 8023) para as camadas interior e exterior e de cor natural (creme) ou cinza claro para la camada intermédia.

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:

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

Os tubos devem ser marcados a intervalos máximos de 2 m, pelo menos um marcação completa por tubo, e de acordo com os exemplos:

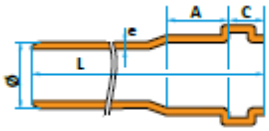
AENOR 001/000533 FERSIL PVC-U 200 x 5,9 SN8 U EN 13476-2 DATA HORA OP 10-…

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 acções 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 são determinadas de acordo com a norma EN ISO 3126 e devem estar conformes com o seguinte.





Dimensões e tolerâncias dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2

d_n	Diâmetro exterior médio $Ø_{ext}$ (mm)	Ovalização $_{máx}$ (mm)	SN4 (SDR 41) Espessura de parede e (mm)	SN8 (SDR 34) Espessura de parede e (mm)	Espessura de parede e_4 (mm)	Comprimento da boca TD		Comprimento total dos tubos com boca TD L (m)
						Cota $A_{méd}$ (mm)	Cota $c_{méd}$ (mm)	
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 utilizam a gama de acessórios em PVC-U de parede compacta da Série U conformes com a norma EN 1401-1.

Os acessórios, em razão da sua geometria, têm uma rigidez superior à do tubo com SDR correspondente. Pelo que:

- acessórios marcados com SDR 51 podem ser usados com os tubos da classe SN2 (SDR 51) e SN4 (SDR 41).
- acessórios marcados com SDR 41 podem ser usados com os tubos da classe SN4 (SDR 41) e SN8 (SDR 34).

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. Estes o-rings são fabricadas em elastómero TPE ou em Borracha/EPDM reforçado com um anel de polipropileno, e cumprem com as normas harmonizadas:

- EN 681-2 “Juntas de estanquidade de elastómero. Requisitos dos materiais para juntas de estanquidade de tubagem usada em abastecimento de água e drenagem de águas residuais. Parte 2: Elastómeros termoplásticos.
- EN 681-1 “Juntas de estanquidade de elastómero. Requisitos dos materiais para juntas de estanquidade de tubagem usada em abastecimento de água e drenagem de águas residuais. Parte 1: Borracha vulcanizada.



O-ring labial (EN 681-2)



O-ring labial reforçado com anel de PP, da “M.O.L.” (EN 681-1)

Características mecânicas

De acordo com a norma EN 13476-2, os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento devem ser classificados e designados numa das seguintes classes de rigidez circunferencial nominal (SN):

- DN ≤ 500: SN 4, SN 8 e SN 16;

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento – EN 13476-2, têm as seguintes características mecânicas.

Características mecânicas dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2		
Característica	Requisito	Método de ensaio
Resistência ao impacto (método do relógio) (ar, 0 °C, massa/altura de queda por d_n)	TIR ≤ 10 %	EN ISO 3127
Rigidez circunferencial (300 mm, 3 % d_i, velocidade por d_n)	≥ 4 kN/m^2 (valor para classificar o SN4) ≥ 8 kN/m^2 (valor para classificar o SN8)	EN ISO 9969
Flexibilidade (compressão) (300 mm, 30 % d_e, 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	≤ 2,5 com extrapolação a 2 anos	EN ISO 9967

Características físicas

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento, têm as seguintes características físicas.

Características físicas 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)]	≥ 79 °C	EN ISO 2507-1
Deformação longitudinal a quente (DLQ) (150 °C, 30 min)	≤ 5 %, sem delaminações, fissuras nem bolhas	EN ISO 2505 (método B)

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. No entanto, esse comportamento dependerá das características da matéria-prima com a qual elas são produzidas, da temperatura e pressão dos fluidos que circulam nos tubos, bem como das cargas estáticas e dinâmicas aplicadas aos tubos enterrados

A FERSIL possui um guia de resistência química para todos os produtos fabricados. Neste documento, é apresentado o comportamento de tubos e acessórios em contacto com diferentes agentes químicos em diferentes concentrações e em diferentes temperaturas, sem pressão interna ou forças axiais. Os dados devem ser utilizados como valor informativo, uma vez que se baseiam em testes de diferentes laboratórios, na experiência e prática de instalações e em informações técnicas, todos resumidos no relatório técnico emitido pela ISO:

- ISO/TR 10358 “Plastics pipes and fittings -- Combined chemical-resistance classification table”

Sistema de união e características de desempenho

Os tubos PVC-U 3KKK Saneamento 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 ≈ 15 ° em ≈ 2/3 da espessura do tubo.

A estanqueidade da união é garantida sempre que o extremo macho pré-lubrificado é inserido numa boca do mesmo diâmetro com o-ring labial posicionado de forma correta.

As uniões dos tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento, tem as seguintes características.

Requisitos de aptidão ao uso das uniões dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento Série U EN 13476-2		
Característica	Requisito	Método de ensaio
Estanquidade com deformação diametral (23 °C, deformação extremo macho 10 %, e embocadura 5 %) água 0,05 bar e água 0,5 bar ar -0,3 bar (vácuo)	 Sem fuga ≤ -0,27 bar	 EN ISO 13259 Condição B
Estanquidade com desvio angular (23 °C, desvio angular na união 2 ° d_n ≤ 315 e 1,5 ° d_n 400) água 0,05 bar e água 0,5 bar ar -0,3 bar (vácuo)	 Sem fuga ≤ -0,27 bar	 EN ISO 13259 Condição C

Embalagem

Os tubos de parede estruturada PVC-U 3KKK Saneamento EN 13476-2 com 6m de comprimento, são embalados em paletes com 2 ou 3 aros de madeira com cintas de plástico.

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

RECOMENDAÇÕES NA UTILIZAÇÃO

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 SN8	SDR 41 SDR 34	0,05 x d_n	0,08 x d_n

Nota: Uma deformação até 15%, causada pelo movimento do solo (exemplo), não afecta o correcto funcionamento do sistema de tubos de PVC-U 3KKK Saneamento.

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, ao escolher a forma de enchimento da vala (por camadas de material) e o seu grau de compactação.

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 classe de rigidez do anel (SN) de um tubo depende das diferentes condições do projeto e deve levar em conta o seguinte:

- O uso de uma classe de rigidez anular que foi demonstrada no passado com bons resultados em situações semelhantes e que são baseadas na experiência local;
- Os requisitos estabelecidos no relatório técnico CEN / TR 1046;
- O uso de uma classe de rigidez anular com base nos coeficientes de projeto do próprio tubo.

Nos Quadros seguintes, apresentam-se os valores de rigidez mínima recomendada de acordo com o documento CEN/TR 1046 para ser utilizados na ausência de experiência ou de cálculos que demonstrem que o valor de SN pode ser menor.

No caso de profundidades inferiores a 1 m e para condutas enterradas sujeitas a cargas de trânsito é aconselhável que os valores do Quadro para a rigidez mínima sejam confirmados através de cálculos (pode ser utilizada a metodologia descrita na norma UNE 5331 que é baseada no CEN/TR 1046).

Rigidez mínima recomendada para zonas com trânsito, segundo o documento CEN/TR 1046							
Grupo do material de enchimento [2]	**Classe de compactação** [1]	**Rigidez mínima recomendada (kN/m²) para uma profundidade ≥ 1 m e ≤ 3 m** **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	-	-	*	*	*	-

* - São necessários cálculos para a determinação da rigidez do tubo
[1] – Ver Quadros 1, 2 e 3
[2] – Ver Quadro 1 – classificação segundo o documento CEN/TR 1046

Rigidez mínima recomendada para zonas com trânsito, segundo o documento CEN/TR 1046 (cont.)							
Grupo do material de enchimento [2)]	**Classe de compactação [1)]**	**Rigidez mínima recomendada (kN/m²) para uma profundidade > 3 m e ≤ 6 m 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 Quadros 1, 2 e 3
[2)] – Ver Quadro 1 – classificação segundo o documento CEN/TR 1046

Rigidez mínima recomendada para zonas sem trânsito, segundo o documento CEN/TR 1046 (cont.)							
Grupo do material de enchimento [2)]	**Classe de compactação [1)]**	**Rigidez mínima recomendada (kN/m²) para uma profundidade ≥ 1 m e ≤ 3 m 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				*	*	*
Grupo do material de enchimento [2)]	**Classe de compactação [1)]**	**Rigidez mínima recomendada (kN/m²) para uma profundidade > 3 m e ≤ 6 m 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 Quadros 1, 2 e 3
[2)] – Ver Quadro 1 – classificação segundo o documento CEN/TR 1046

Quadro 1 - Classificação dos solos segundo o documento CEN/TR 1046

Tipo de solo		Grupo de solo			Uso em enchimento
#	[1]	Designação	Características	Exemplos	
Granular Não coesivo Tipo 1	(GE) [GU]	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
	[GW]	Cascalho de granulom. contínua mist. cascalho e areia	Curva granulom. contínua, diversas granulom.		
	(GI) [GP]	Mist. irregulares cascalho e areia	Curva granulom. em escada		
Granular Não coesivo Tipo 2	(SE) [SU]	Areis de tamanho uniforme	Curva granulom. estreita, predominância de uma granulom.	Areias de dunas, de vales e de bacias	Sim
	[SW]	Areias de granulometria contínua, mist. cascalho e areia	Curva granulom. contínua, diversas granulom.	Areia de moreia de praia e de rio	
	(SI) [SP]	Misturas irregulares de cascalho e areia	Curva granulom. em escada		
Granular Pouco coesivo Tipo 3	(GU) [GM]	Cascalho sedimentado, mist.de granulom. irregular de cascalho	Curva granulom. larga, intermit., sedimento de grão fino	Cascalho alterado pelo tempo, detritos, cascalho argiloso	Sim
	(GC) [GT]	Cascalho argiloso, mistura de granulom. irregular de cascalho, areia e argila	Curva granulom. larga, intermit., argila de grão fino		
	(SU) [SM]	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	
	(ST) [SC]	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	(UL) [ML]	Sedimento orgânico, areias muito finas, areia fina de sedimentos ou argila	Fraca estabilidade, reacção rápida, ligeira ou nula plasticidade	Loesse, terra preta	Sim
	(TA) (TL) (TM) [CL]	Argila inorgânica, argila plástica	Estabilidade média e alta, reacção não muito lenta, plasticidade fraca e média	Marga de aluvião, argila	
Orgânico Tipo 5	(OK)	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
	(OU) [OL]	Sedimento orgânico e argila orgânica sedimentada	Grande estabilidade, reacção lenta a muito rápida, plasticidade média a elevada	Calcário, conquífero, terra	
	(OT) [OH]	Argila orgânica, argila com misturas orgânicas	Grande estabilidade, reacção nula, plasticidade média a elevada	Lama, terra preta	
Orgânico Tipo 6	(HN) (HZ) [PT]	Turfa e outros solos muito orgânicos	Turfas decompostas, fibrosas de cor castanha a preta	Turfa	Não
	[F]	Lamas	Lama e muito mole, depositada debaixo de água com areia, argila ou calcário	Lamas	

[1] Os símbolos apresentados nesta coluna entre parêntesis rectos, [] correspondem à classificação segundo a norma BS 5930, e os entre parêntesis curvos, () à norma DIN 18196.

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 2 - Terminologia utilizada nas classes de compactação

Designação	**Grau de compactação**			
% densidade Proctor [1)]	≤ 80	81 a 90	91 a 94	95 a 100
Grau de compactação esperado	Não (N)			
		Moderado (M)		
			Bem (W)	
Solos granulares	Pouco denso	Medianamente denso	Denso	Muito denso
Solos orgânicos	Mole	Firme	Duro	Muito duro

[1)] Determinado de acordo com a norma DIN 18127

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 (ver Quadro 1) assim como a espessura mínima de cobertura do tubo antes de se proceder à compactação, são indicadas no Quadro 3.

Quadro 3 - 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 da classe de solo (m)**				**Espessura antes da compactação (m)**
	W	**M**	**1**	**2**	**3**	**4**	
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

Armazenamento e manuseamento

Os tubos PVC-U 3KKK Saneamento, embora sendo um material de grande robustez e indicado para a maioria das instalações de saneamento sem pressão, enterrado no exterior de edifícios, são precisos alguns cuidados no seu manuseamento, transporte e armazenamento.

Os tubos devem ser condicionados numa superfície liza e sem objectos cortantes, pedras ou esquinas de forma a evitar deformações ou defeitos que poderiam tornar-se permanentes.

Quando se condicionam os tubos com um dos extremos com embocadura, as bocas devem ficar alternadas na palete e suficientemente projectadas para fora, para que os tubos fiquem correctamente suportados em todo o seu comprimento. Os tubos de diferentes diâmetros e espessuras devem ser armazenados separadamente, no entanto se isto não for possível, os de maior diâmetro e espessura (maior rigidez circunferencial) devem ficar por baixo.

A exposição prolongada à radiação ultravioleta (luz solar) pode provocar a descoloração dos tubos, no entanto isso não afecta a sua resistência à compressão diametral, apenas poderá afectar a resistência ao impacto.

O aquecimento pela acção da luz solar, pode causar deformações que afectem a linearidade do tubo e as dimensões das embocaduras, para evitar isso, é recomendado o seguinte:

- Limitar la altura de armazenamento até 2,5 m (cerca de 3 paletes);
- Proteger os tubos armazenados, da exposição directa à intempérie, com recurso a uma cobertura;
- Distribuir os tubos para que o ar possa circular entre tubos.

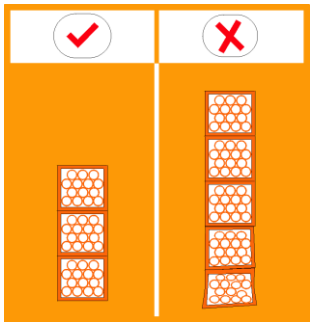


Figura 2 - Exemplo de empilhamento de paletes de tubos PVC-U 3KKK Saneamento

Os tubos devem ser armazenados de forma a ficar protegidos de fontes de calor e não devem contactar com produtos potencialmente perigosos como os combustíveis líquidos, as tintas e os solventes.

Quando manuseados individualmente, devem ser baixados, elevados e transportados de forma controlada sem ser atirados ou arrastados. No caso de ser usados meios mecânicos para a descarga e manuseamento dos tubos ou das paletes, devem ser usados os meios adequados para evitar que os tubos sejam danificados pelo uso indevido de correntes ou apoios metálicos com esquinas vivas.



Figura 3 - Exemplo do manuseamento e transporte dos tubos PVC-U 3KKK Saneamento

No transporte de tubos, os carros deverão apresentar os estrados lisos e sem objectos cortantes ou perfurantes. O carro deve estar equipado com suportes laterais distanciados entre si cerca de 2 m. Todos os suportes deverão ser lisos, sem esquinas salientes.

Manuseamento e instalação a temperaturas baixas

A resistência ao impacto dos tubos fica reduzida com uma diminuição da temperatura ambiente, pelo que se devem ter cuidados acrescidos no manuseamento especialmente quando se instalam a temperaturas ≤ 0 °C.

Como efectuar a união entre tubos

A união entre tubos é feita através de um o-ring labial em elastómero ou em borracha/EPDM reforçado com um anel de polipropileno. 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 escolher um o-ring indicado pela FERSIL e posiciona-lo de forma que o lábio fique voltado para a parte externa da boca;
- O extremo macho do tubo deve ter um corte limpo, perpendicular ao seu eixo e um chanfro de ≈ 15 ° em 2/3 da espessura;
- Confirmar o comprimento útil da boca, retirar 1 cm e sinalizar esse comprimento 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 para evitar danos.

Nota: Como regra, uma folga de ≈ 1 cm deve ser deixada na montagem para permitir movimentos de expansão dentro da união.



Figura 4 - União do tubo 3KKK Saneamento com o-ring labial reforçado

Esta união não suporta esforços axiais pelo que deve avaliar uma eventual necessidade de ancoragem.

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:

- $d_n \leq 200$ mm => raio de curvatura $R \geq 300 \times d_n$
- $d_n > 200$ mm => 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:

- $d_n \leq 315$ mm => desvio angular ≤ 2°
- $d_n > 315$ mm => desvio angular ≤ 1,5°

Ensaios de estanquidade

Os ensaios os tubos PVC-U 3KKK Saneamento devem ser realizados de acordo com o procedimento descrito no ponto 13 da norma EN 1610 "Construção e ensaio de ramais de ligação e colectores de águas residuais", e podem ser realizados com um dos seguintes métodos, com ar (método "L") ou com água (método "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 requere 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.

Ensaios 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 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 e de visita, são equipamentos auxiliares das redes de saneamento destinadas a permitir a inspecção e o acesso para limpeza das canalizações.

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 de inspecção vídeo.

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.

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:

- Identificar e remover todo 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 saneamento em PVC sem a necessidade de abertura de vala, são cada vez mais procuradas pelas empresas gestoras 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 Relining e o Short liner, e só devem ser executadas por empresas especializadas e recomendadas pelo Fabricante.

- Short Liner ou Part Lining: consiste na introdução de um equipamento insuflável revestido com uma manga impregnada em resina, que é introduzido no colector e posicionado no local a reabilitar com a ajuda da câmara de inspeção vídeo, de seguida o equipamento é insuflado com ar e ao endurecer reforça toda a zona ficando a reparação bem executada. Esta tecnica é a solução mais usada para reparar os problemas dos colectores de saneamento, tais como: o afastamento de juntas, fissuras, deformações localizadas, o-rings deslocados, penetração de raízes, etc.
- Relining (reabilitação contínua): consiste na aplicação em todo o comprimento da conduta de mangas de poliéster e resinas adequadas para saneamento,;

~

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