

MÓDULO 4

4.2 - PROCEDIMENTOS DE INSTALAÇÃO ENTERRADA POR VALA ABERTA

Na instalação de tubulações enterradas, devem ser observadas as características de aterro estabelecidas em projeto definindo altura e o tipo de solo de reaterro, a especificação da compactação, as travessias de ruas e estradas, a presença de lençol freático, válvulas, ventosas, ramais, as curvaturas admissíveis e o adequado manuseio dos tubos e conexões para que não sejam danificados pela má instalação.

● Normas Aplicáveis

- NBR 15.950 – Sistemas para Distribuição de Água e Esgoto sob pressão – Tubos de Polietileno PE 80 e PE 100 – Procedimentos de Instalação
- NBR 14.461– Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas – Tubos de Polietileno PE 80 e PE 100 – Instalação em Obra
- EN 805 - Sistema de Abastecimento de Água – Requisitos para Sistemas e Componentes Externos às Construções
- EN 12.327 - Sistemas de Abastecimento de Gás – Procedimentos de Comissionamento, Descomissionamento e Ensaio de Pressão – Requisitos Operacionais
- EN 12.889 - Construção em Galeria e Ensaio de Ramais de Ligação e Coletores de Águas Residuais
- NP EN 1671 - Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais sob Pressão
- NP EN 1610 - Construção e Ensaio de Ramais de Ligação e Coletores de Águas Residuais

● O que exigir

O Instalador deve comprovar sua capacidade e habilitação para instalar tubos poliolefínicos, com equipamentos adequados e qualificados e soldadores com a qualificação em vigor na data da obra.

● A Vala

É desejável que a largura da vala para assentamento da tubulação seja a menor possível, entretanto devendo ser no mínimo suficiente para permitir a compactação mecânica ou manual entre o tubo e a parede da vala.

Larguras de valas sugeridas:

DE	Largura Vala (mm)
≤ 160	300
200 a 400	600
> 400	DE + 300 mm

Quando inevitável que a solda seja feita dentro da vala, no local deverá proceder-se a escavação adicional tanto na lateral como na profundidade (cachimbo), de tal forma que permita o manuseio do equipamento bem como da tubulação e a execução da soldagem com segurança.

As valas profundas, para maior estabilidade, devem ter uma seção transversal trapezoidal, devendo ainda ser escoradas nos seguintes casos:

- a) valas com mais de 1,25m de profundidade em terrenos instáveis;
- b) valas com mais de 1,75m de profundidade em qualquer tipo de terreno;
- c) terrenos de consistência inadequada, independente da profundidade;
- d) proximidades de locais onde se colocam equipamentos que provoquem vibrações no terreno, tais como, compressores, bombas, tráfego pesado, etc.

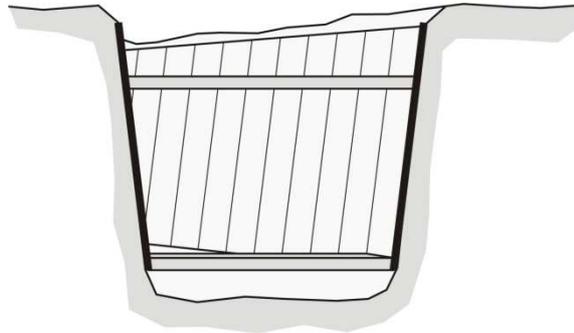


Fig.1- Escoramento da vala

No início da escavação da vala, quer por processo manual ou mecânico, é necessário afastar o entulho resultante da quebra do pavimento, ou eventual base de revestimento do solo (subleito), para longe da borda da vala, evitando-se com isso seu uso indevido no envolvimento da tubulação. Os materiais não aproveitáveis, resultantes da escavação, devem ser imediatamente removidos para locais aprovados pela fiscalização, ou contidos em recipientes apropriados para evitar espalhamento sobre a pista.

Em locais onde o fundo da vala apresente pedras ou formações rochosas deve-se promover uma escavação adicional de 0,15 a 0,20 m, cobrir o fundo da vala com uma camada de terra isenta de pedras e entulhos, ou, alternativamente, uma escavação adicional de 0,10 m para formar um berço de areia desta espessura. Esta camada de terra ou de areia deve ser devidamente compactada;

Quando o fundo da vala for constituído de material sem condições mínimas de suporte para o assentamento da tubulação, deve-se executar o assentamento conforme recomendações de projeto e na inexistência destas recomendações utilizar uma base de brita (cascalho) ou concreto. A tubulação sobre tais bases deve ser assentada sobre colchão de areia de 0,10 m ou material escolhido de 0,15 a 0,20 m;

O fundo da vala deve ser uniforme, devendo-se evitar os calos e ressaltos. Para tanto, se necessário, deve ser regularizado utilizando-se areia ou outro material adequado.

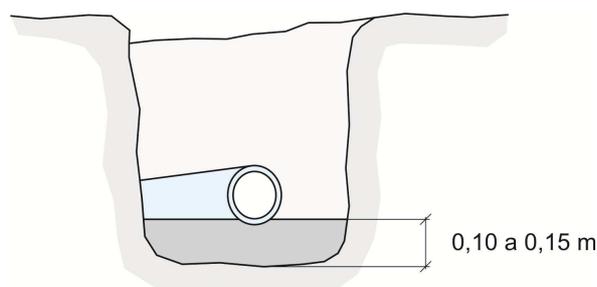


Fig.2 - Camada adicional de solo para cobrir fundo de vala

● Manuseio de tubos e conexões em obra

Utilizar sempre os tubos e conexões estocados por mais tempo.

Bobinas de grandes dimensões (normalmente de DE > 63) devem ser desbobinadas com auxílio de um carretel montado no local da instalação, de forma que o carretel gire livremente sobre um eixo e tenha algum tipo de contenção externa, tal que mesmo que a amarração da bobina se solte, esta permaneça contida dentro do carretel, sem desfazer-se por completo, permitindo seu uso normalmente.

As bobinas somente devem ser desamarradas imediatamente antes de serem utilizadas.

As bobinas devem possuir amarrações em camadas intermediárias e externa. Ao desbobinar só retire as amarrações necessárias, o que facilitará muito o trabalho.

Ao se utilizar tubos bobinados, tome o cuidado de prender a extremidade do tubo antes de cortá-lo, ou a bobina poderá desfazer-se, criando dificuldades e podendo curvar o tubo em excesso.

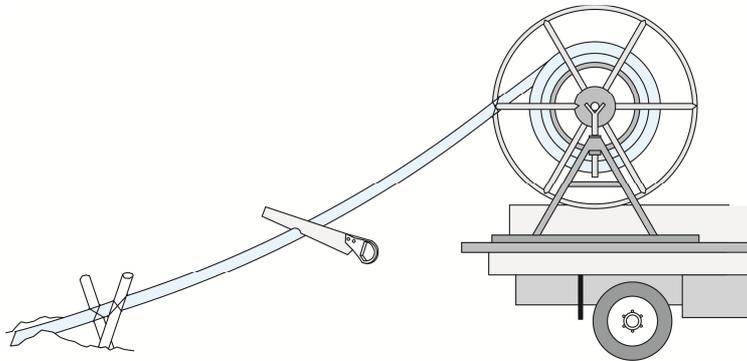


Fig.3– carretel para aplicação de tubos em bobinas

Sempre que possível, os tubos em bobinas devem ser lançados diretamente do carretel para a vala, sem limitação de extensão, até encontrar mudança de direção acentuada que obrigue a utilização de conexões.

Ao puxar os tubos para dentro das valas, deve-se **cuidar para não arrastá-los sobre superfícies e pedras cortantes.**

Não se deve utilizar tubos que apresentem ranhuras, riscos ou cortes com profundidades superiores a 10% da espessura de parede.

Sempre que possível, os tubos devem ser soldados fora da vala, em extensões máximas possíveis, sem prejuízo do lançamento ou provocar deformações.

Deve ser dado o tempo de resfriamento da solda estipulado no procedimento de soldagem, antes de movimentar a tubulação soldada.

Deve ser dado o tempo mínimo para aplicar pressão após a solda, antes de submeter a tubulação à pressão ou grandes esforços.

Se a instalação for interrompida, o tubo deve ser tamponado para evitar entrada de objetosestranhos e animais.

● **Força Máxima de Puxamento**

Se forem utilizados dispositivos mecânicos ou hidráulicos para puxar os tubos, como no caso de instalação por **INSERÇÃO** e **FURO DIRIGIDO**, transporte/movimentação de tubos em instalações subaquáticas, os mesmos devem ser providos de **ELEMENTOS FUSÍVEIS**, que se rompem ao atingir a força especificada, ou **INSTRUMENTOS** (manômetros, dinamômetros, etc.) que possibilitem monitorar a força de puxamento. A força de puxamento não deve ultrapassar a máxima sugerida na Tabela seguinte.

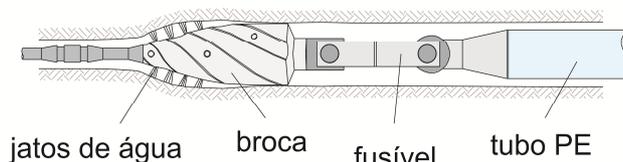


Fig.4 – Fusível mecânico para tração de tubulação

Tabela- Máxima força de puxamento de tubos (kgf)

DE	SDR 32,25	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,25
20						96	96	114
25						123	147	177
32				161	167	205	241	292
40			204	212	261	316	376	454
50		258	269	332	404	492	586	701
63		356	424	530	645	782	924	1.113
75		493	606	748	916	1.108	1.319	1.584
90		713	868	1.076	1.315	1.580	1.885	2.283
110		1.070	1.307	1.608	1.967	2.356	2.832	3.395
125		1.386	1.682	2.076	2.353	3.051	3.638	4.390
140		1.714	2.106	2.578	3.179	3.840	4.577	5.518
160		2.246	2.763	3.369	4.153	5.002	5.964	7.181
180		2.853	3.473	4.268	5.260	6.322	7.540	9.100
200		3.488	4.306	5.274	6.498	7.796	9.337	11.211
225		4.434	5.450	6.681	8.196	9.878	11.781	14.209
250	4.451	5.492	6.676	8.254	10.141	12.206	14.555	17.518
280	5.561	6.850	8.417	10.302	12.703	15.291	18.290	22.003
315	7.047	8.704	10.603	13.055	16.077	19.360	23.091	27.827
355	8.994	11.017	13.463	16.600	20.369	24.559	29.364	35.329
400	11.324	13.955	17.142	21.096	25.913	31.184	37.274	44.845
450	14.382	17.736	21.707	26.630	32.785	39.511	47.124	
500	17.694	21.860	26.811	32.911	40.464	48.726	58.218	
560	22.245	27.401	33.550	41.209	50.700	61.165		
630	28.189	34.680	42.412	52.221	64.183	77.320		
710	35.820	44.069	54.004	66.253	81.475			
800	45.475	55.822	68.397	84.219	103.490			
900	57.529	70.747	86.636	106.52				
1000	70.999	87.221	107.030	131.430				
1200	102.190	125.60	154.020					
1400	139.030	170.950						
1600	181.550	223.290						

Para temperaturas maiores que 25°C, multiplicar a força de puxamento pelo fator de redução apresentado na tabela abaixo.

Tabela - Fator de redução da força de puxamento

Temp °C	25	27,5	30	35	40
fator	1.00	0.86	0.81	0.72	0.62

Esta tabela foi montada baseando-se em tubos PE 80, adotando-se uma tensão máxima de tração de 75 kgf/cm² (7,5 MPa), o que equivale aproximadamente à tensão circunferencial mínima admitida de 6,3 MPa multiplicada por 1,5 para um esforço contínuo de 1h, multiplicada pelo fator de solda de 0,8.

$$F = \sigma_t \cdot A = \sigma_t \cdot 1,5 \cdot f \cdot A = 63 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot A$$

$$F = 75 \cdot A$$

Não havendo soldas no trecho puxado, a força pode se multiplicada por 1,25.

Para tubos de PE 100 a força também pode ser multiplicada por 1,25.

● Assentamento e Recobrimento da Tubulação

A tubulação deve ser instalada a uma distância segura de redes elétricas ou outra fonte de calor, de forma que não haja temperaturas circundantes que excedam a 40°C.

Quando a temperatura ambiente estiver elevada no momento da instalação, deve-se assentar a tubulação de forma sinuosa, serpenteando na vala, para compensar a retração que ocorrerá quando do reaterro, devido à diminuição da temperatura.

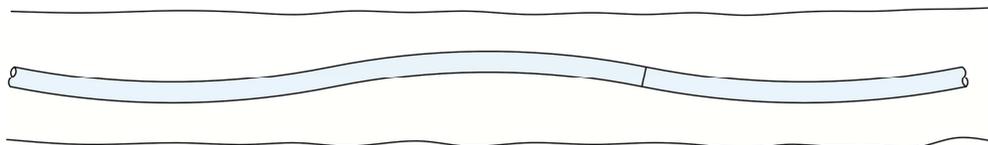


Fig.5– Assentamento sob temperatura elevada

Deve-se tomar precauções para não embutir, apoiar ou sustentar a tubulação em outras tubulações.

A tubulação deve estar a uma distância mínima de 30 cm de outras tubulações, como redes de água, esgoto, linhas telefônicas e elétricas (até a tensão de 1 kV) ou outros obstáculos. Em relação às linhas elétricas com tensão superior a 1 kV, a tubulação deve estar a uma distância mínima de 50 cm ou suficientemente protegida com uma tela. Em cruzamentos onde for difícil manter a distância de 30 cm, admite-se uma separação de 7,5 cm desde que seja providenciada a inserção de uma manta de borracha (neoprene ou equivalente), com no mínimo 6 mm de espessura, entre o tubo e a interferência encontrada.

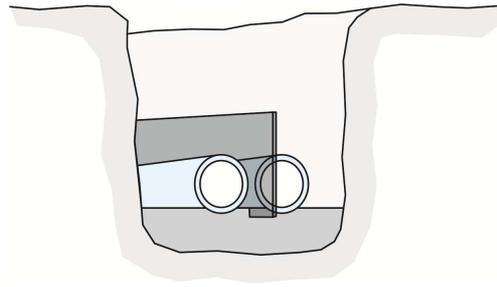


Fig.6– Proteção da tubulação

Sempre que possível deve-se utilizar a flexibilidade dos tubos poliolefinicos para fazer curvas, obedecendo-se aos limites definidos na Tabela abaixo. Para a instalação deve-se adotar o raio de curvatura permanente. O raio de curvatura provisório pode ser adotado durante movimentação para a instalação dos tubos, como quando na descida de valas.

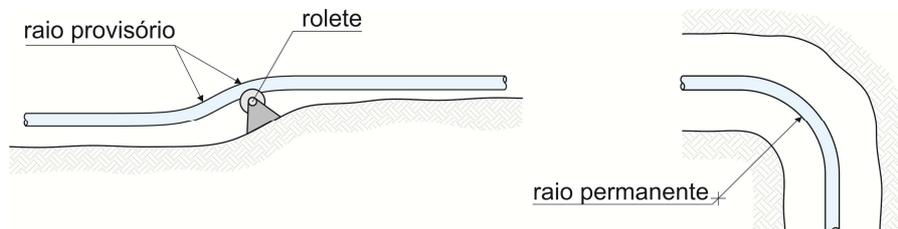


Fig.7– raio de curvatura de tubos

Raios de curvatura admissíveis em função do SDR

SDR	Raio Permanente (mm)	Raio Provisório (mm)
≤ 17	30 . DE	15.DE
21	33 . DE	20.DE
26 a32,25	40 . DE	30.DE
41	50 . DE	35.DE

Quando forem necessárias curvaturas com raios menores aos especificados, deve-se adotar curvas injetadas ou gomadas produzidas em fábrica.

Toda água existente na vala deve ser removida antes do assentamento da tubulação. No caso de assentamento sob lençol freático, devem ser obedecidas as definições do projetista para se evitar pressões de colapso na tubulação, em especial nos tubos de SDR > 17.

•Tubos SDR ≤ 17

Os tubos de SDR ≤ 17 suportam bem a grande maioria das situações práticas de instalação. Quanto menor o SDR (maior a espessura) seu comportamento tende a se aproximar dos tubos rígidos (p. ex. F°F°, concreto). Para esses tubos, a importância do solo e do aterro é minimizada, entretanto não deve ser desprezada.

O recobrimento da tubulação deve ser feito em camadas compactadas a até 20 cm acima da geratriz superior do tubo, com material escolhido, isento de pedras e corpos estranhos cortantes ou perfurantes, do tipo granular, granular/coesivo, ou misto. O restante do recobrimento pode ser feito com material oriundo da própria escavação, compactado em camadas de espessuras não superiores a 20 cm. Caso este material não atinja o grau de

compactação necessário, o reaterro poderá ser efetuado com outro material de melhor qualidade.

Para profundidades de até 2,5 m e solo de boa qualidade, pode-se aceitar o procedimento de compactação direta na altura total da vala, como normalmente utilizado para os tubos rígidos.

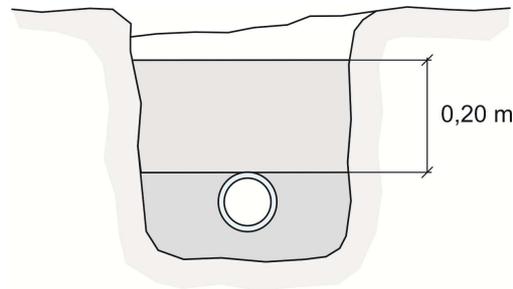


Fig. 8- Envolvimento da tubulação de polietileno PE

•Tubos SDR> 17

Nesses casos, a escolha do material de reaterro é muito importante, devendo-se priorizar materiais granulares, como areia grossa lavada, respeitando-se as premissas do projeto da tubulação, como tipo de solo, grau de compactação, alturas de reaterro, etc.

As boas técnicas de assentamento de tubos flexíveis são fundamentais, devendo contemplar as seguintes etapas:

- a) Berço e Zona de Suporte: executar uma zona de suporte lateral, adequadamente compactada, em toda extensão do tubo, de tal forma a criar um berço de assentamento envolvendo de 120° a 180° da superfície inferior do tubo, como mostrado na Fig. abaixo;
- b) Reaterro Inicial: compactar vigorosamente por meios mecânicos ou manuais em camadas de aprox. 20 cm, até a geratriz superior do tubo;
- c) Camada de Proteção (Trincheira falsa): reaterrar até aprox. 30 cm acima da geratriz superior do tubo, sem compactação, apenas com leve adensamento hidráulico ou soquetes leves (o solo não deve conter pedras grandes);
- d) Recobrimento Final: completar o reaterro com compactação vigorosa. Nessa camada pode-se usar material da própria escavação, desde que de boa qualidade.

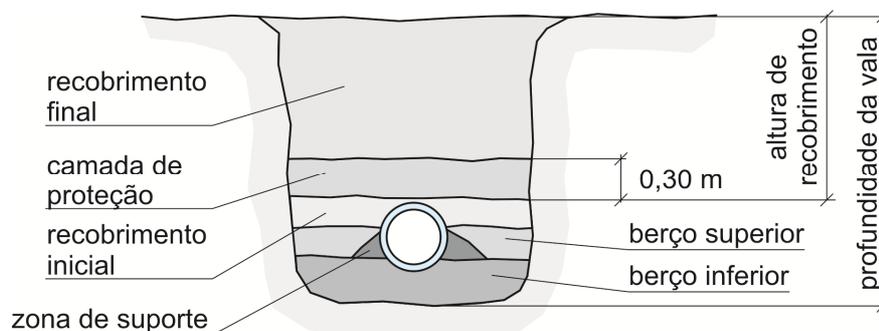


Fig.9- Envolvimento da tubulação de SDR> 17

● Derivações e Ramais

Deve-se assegurar que o tubo, bem como as derivações e conexões, estejam completamente assentados e apoiados no leito de terra compactado ou areia adensada, evitando-se momentos fletores que possam estrangular o tubo ou romper a derivação, especialmente reduções concêntricas, derivações de ramais prediais e tês de redução. Para tanto se recomenda recobrir a região da derivação ou conexão com areia, promovendo o adensamento hidráulico (molhando com água), cuidando-se para que a região sob a derivação fique completamente preenchida e adensada, conforme ilustra a Fig. 10, completando-se o reaterro como descrito anteriormente.

Os ramais podem ser aterrados com compactação direta na altura total **da vala**.

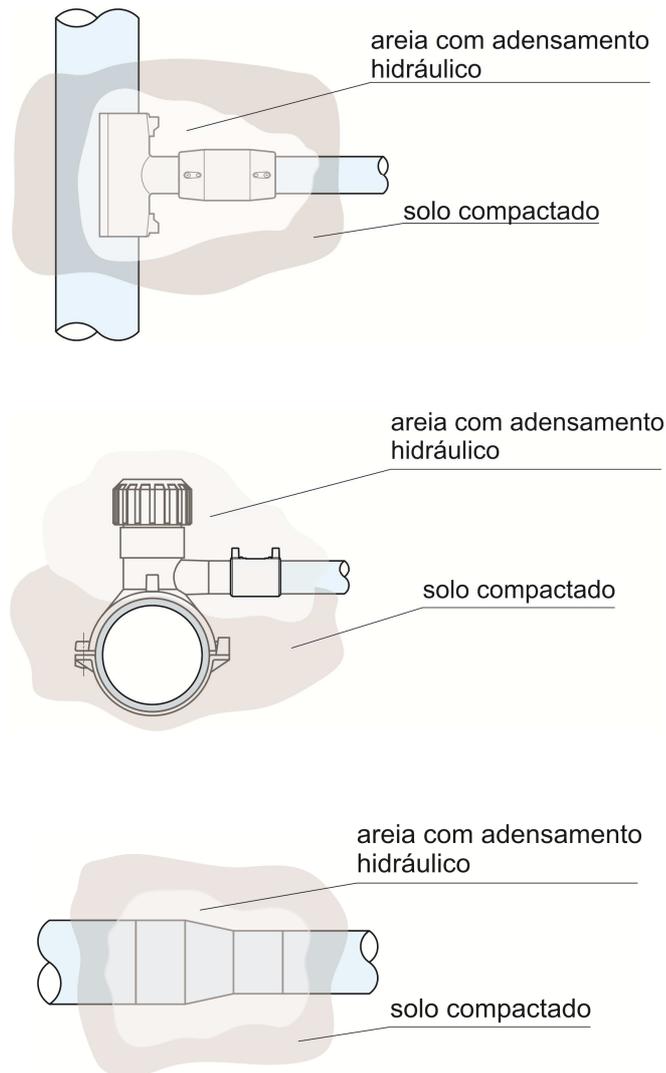


Fig.10- Assentamento e compactação de derivação

● Instalação em Jardins e Áreas Sem Pavimento

Quando atravessar jardins e/ou canteiros, ou ainda áreas com pouca profundidade de aterro onde a tubulação possa ser danificada por escavações indevidas, ou mesmo o plantio de árvores, a tubulação deve ser protegida por placas de concreto colocadas próximas à superfície, por exemplo a 0,10 m.

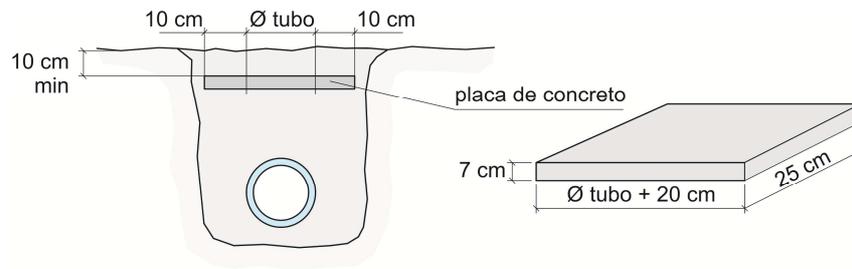


Fig.11- Placa de Concreto para proteção de tubulação

● Cruzamentos e Travessias de Ruas e Rodovias

Nas travessias de ruas e rodovias, a grande resistência ao impacto e flexibilidades dos tubos poliolefínicos dispensa maiores cuidados, que aqueles já mencionados para os tubos enterrados em geral.

Em especial, quando se tratar de tubos finos e ruas não pavimentadas, o cálculo da carga de tráfego deve ser preponderante para avaliação da resistência ao colapso.

Assim, a adoção de tubo-luva normalmente é desnecessária e até um complicador, pois na eventual necessidade de substituição da tubulação, os métodos de instalação não destrutivos são de fácil aplicação e relativamente econômicos.

Entretanto, se por razões normativas de alguma concessionária, for adotada a travessia com tubo-luva, este deve ter o diâmetro de no mínimo 1,5 vezes o DE do tubo a inserir e deve ter suas extremidades protegidas a fim de não cortarem o tubo plástico.

● Instalação de Válvulas, Ventosas e Drenos

As válvulas de manobra utilizadas para bloqueio, bem como as válvulas de fecho, ventosas, redutoras, retenção e hidrantes quando de ferro fundido ou aço, ou outro material qualificado pelo contratante, devem ser conectadas à tubulação através de conexão colarinho/flange, também conhecida por adaptador para flange, ou ainda por meio de juntas de transição de aço ou latão, como apresentado no módulo 1.3.

Em tubulações para água e outros líquidos, normalmente as válvulas e hidrantes são instalados em caixas de alvenaria ou concreto.

As ligações de válvulas, ventosas ou drenos nessas caixas devem ser feitas como exemplificado nas Figuras abaixo e tendo as válvulas adequadamente ancoradas para evitar transmitir o esforço da sua abertura e fechamento à tubulação. A ancoragem pode ser feita providenciando-se um berço de concreto adequado. A área do tubo a ser envolvida pela parede da caixa deve ser protegida com uma manta de borracha de 2 a 3 mm de espessura de forma a evitar que a movimentação ou expansão do tubo provoque danos ao mesmo.

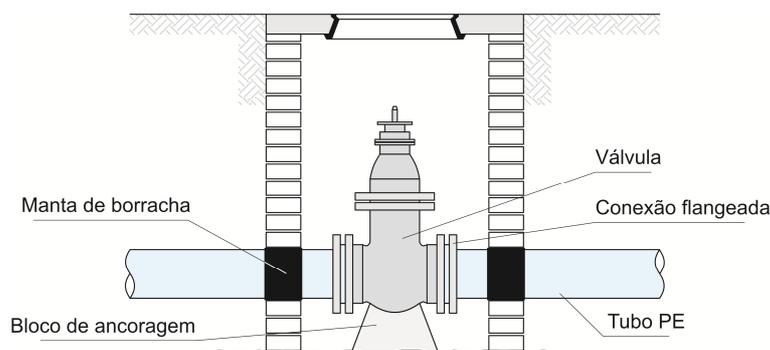


Fig.12- Ligações de válvulas em caixas

As válvulas de linhas de gás combustível devem ser enterradas, de maneira a evitar a possível formação de um represamento de gás, em caso de vazamento. Nesses casos, as válvulas devem ser acopladas a um tubo de manobra que permita o acoplamento da haste para o acionamento manual a partir da superfície. As válvulas devem ser adequadamente ancoradas, através da compactação do solo que a envolve, preferencialmente com areia adensada, como na Fig. 10 ou através de bloco de concreto, como na Fig. 12. Opcionalmente, pode-se utilizar válvulas de PE diretamente soldadas no tubo, como na Fig. 13.

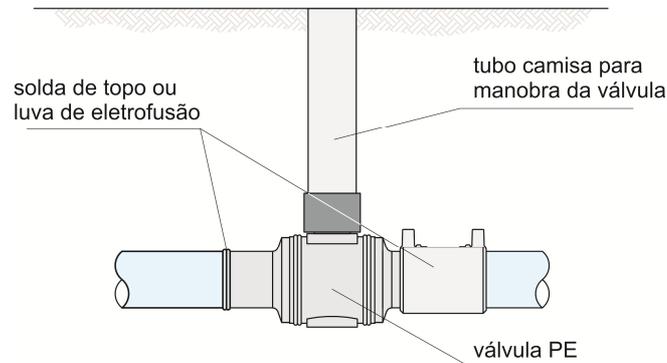


Fig. 13 – válvulas enterradas

A instalação de Drenos e Ventosas deve ser feita utilizando-se Tês de redução com saída flangeada, como mostrados na Figura abaixo. Para ventosas e drenos de até 2" pode-se utilizar peças de transição ou adaptadores de roscas metálicas.

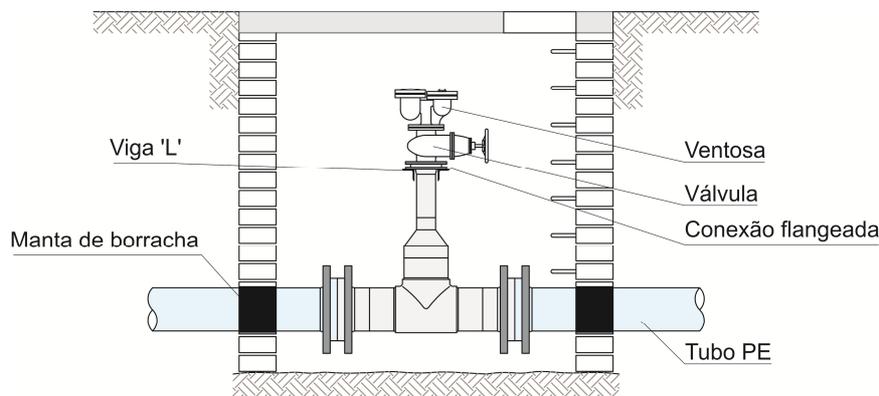


Fig.14 – Instalação de ventosas

● Caixas de Passagem ou Distribuição Estanques

Devido a não ocorrer aderência entre o concreto, ou alvenaria, aos tubos de polietileno ou polipropileno, quando há a necessidade de estanqueidade nas caixas de passagem, inspeção ou distribuição, ou mesmo ancorar a tubulação nessas caixas, deve-se recorrer a peças especiais soldadas à tubulação, ou a juntas de borracha especiais, como as apresentadas na Fig. 15.

As peças devem ser adequadamente dimensionadas para resistir aos esforços de dilatação/contração da tubulação. Normalmente, as dimensões dos colarinhos (adaptador para flange) são adequadas para resistir aos esforços de ancoragem.

As juntas especiais de borracha, do tipo *entry boot*, apresentam-se como boa solução à estanqueidade, entretanto em alguns casos pode ser necessária ancoragem suplementar.

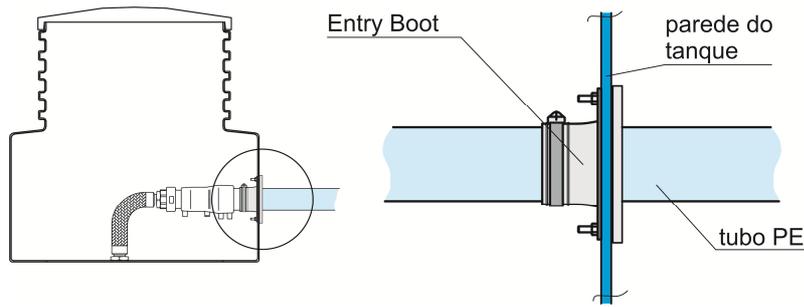


Fig.15- Entry boot de borracha

● Ramal Predial

Os ramais prediais podem ser ligados à rede principal quando esta estiver com ou sem carga, conforme os procedimentos do fabricante das conexões.

A largura da vala deve ser a menor possível, normalmente delimitada a 30 cm.

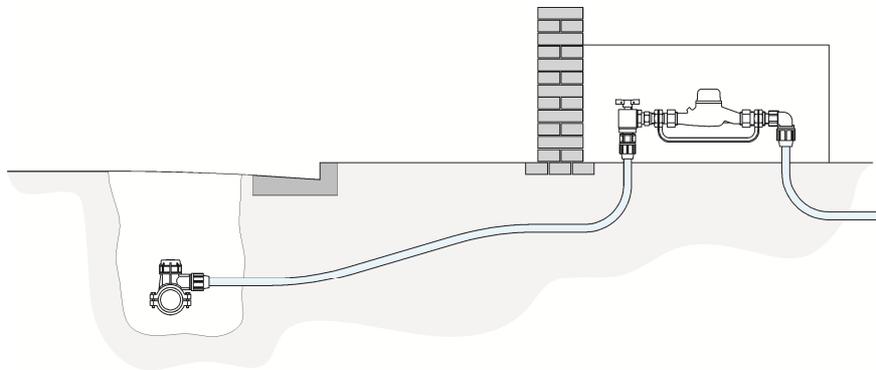


Fig.16 - Passagem do tubo de ramal sob o meio-fio

Ao se assentar o tubo do ramal predial, antes de conectá-lo à entrada predial/medidor, deve-se atentar que o tubo não fique estrangulado ou tracionado.

O estrangulamento da parede do tubo pode ocorrer quando a distância entre a rede e o medidor for muito pequena, exigindo raios de curvatura menores que os admitidos. Nesse caso deve-se promover uma volta do tubo de polietileno em torno da derivação (pescoço de ganso), com raio maior ou igual ao mínimo admitido, de forma a obter seu posicionamento adequado em relação à entrada do medidor, evitando o estrangulamento.

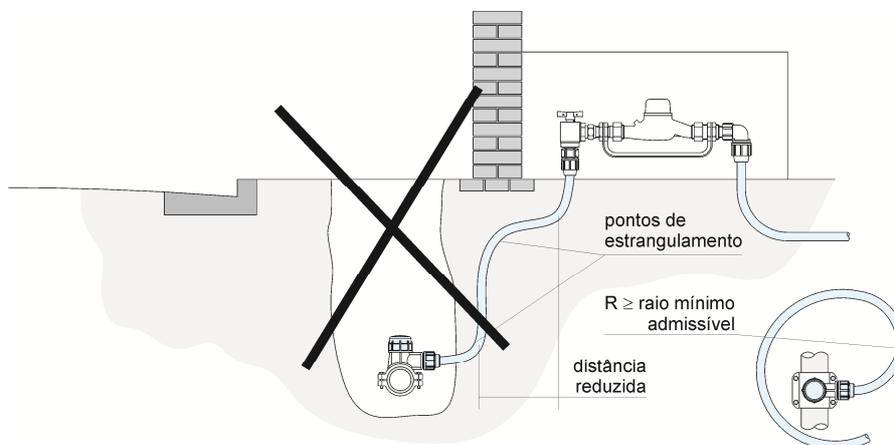


Fig.17 - Assentamento do tubo em distâncias reduzidas

● Válvula Automática de Segurança para Gás

Esses dispositivos, mais conhecidos por válvulas tipo *gas stopou flow stop*, têm aplicação crescente em redes e principalmente em ramais de linhas de distribuição de gás combustível.

Alguns já vêm incorporados à saída de derivação dos Tês de Serviço, outros são fornecidos na forma de uma luva de união, para serem soldados aos tubos dos ramais ou mesmos em pequenas redes (DE 20 à 63).

Atuam quando ocorre um corte ou rompimento do tubo em que estão instalados, devido ao diferencial de pressão que assim se origina a montante e a jusante da válvula, fazendo com que o pequeno elemento de vedação, na forma de um torpedo, se desloque estancando a fuga do gás, como um tampão.

Também são úteis nas manutenções, tornando eventualmente desnecessário fechar válvulas para a execução de serviços.

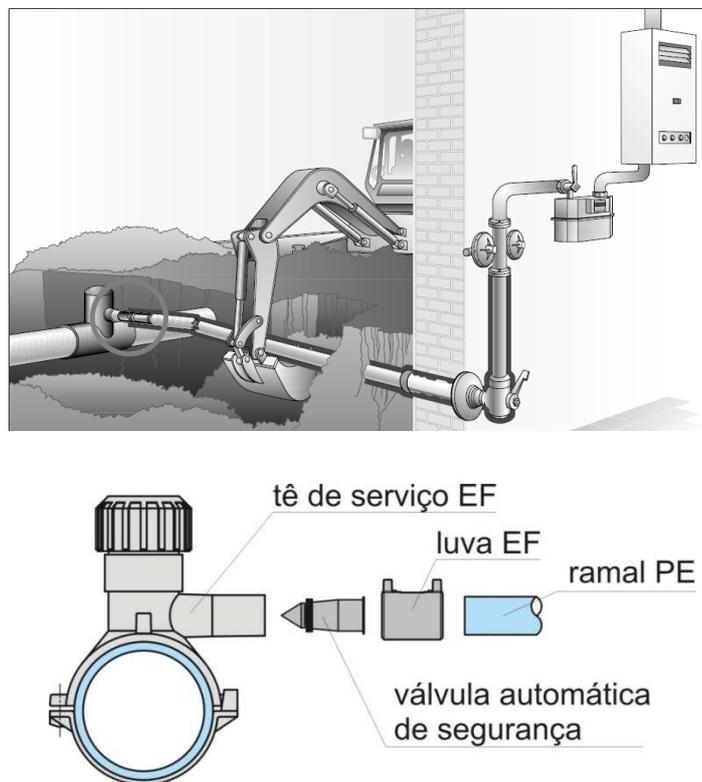


Fig.18 – Válvula Automática de Segurança

● Inspeção

Compete ao contratante inspecionar, ou contratar empresas de inspeção para execução dos trabalhos e assistir a realização dos testes para o recebimento da obra.

A inspeção dos trabalhos deve ser feita objetivando verificar se o executor observa as condições gerais recomendadas para as diversas fases dos trabalhos e as condições especificadas para os diversos tipos de tubulações a serem assentadas.

O inspetor da obra pode solicitar a retirada de um pequeno trecho soldado para ensaios.

O inspetor da obra pode solicitar a reavaliação de um procedimento, equipamento ou soldador, quando os serviços executados justificarem tal medida.

● Documentação

O executor, ao realizar as soldagens (seja por eletrofusão, seja por termofusão), deve apresentar a credencial de qualificação do soldador dentro do prazo de validade.

Todas as soldas devem possuir um “relatório de solda”.

O executor deve apresentar, para cada trecho assentado, um “cadastro de instalação do trecho”. Este cadastro deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Localização completa do local e trecho da obra, incluindo as interferências encontradas no trecho;
- b) Descrição completa da tubulação, tais como Diâmetro Externo (DE), classe de pressão, códigos que permitam rastrear as produções dos tubos, classificação do tipo de composto, nome do fabricante, extensões, profundidades e material de recobrimento da tubulação;
- c) Descrição completa das conexões, tais como: Diâmetros, classes de pressão, tipo do material da conexão e fabricante;
- d) Descrição do terreno onde a tubulação está assentada, incluindo as condições do fundo da vala,
- e) Presença ou não de água, solo com que foi realizado o reaterro, e procedimentos de compactação;
- f) Relatórios das soldas;
- g) Data da instalação.