

MÓDULO 5

5.2 - ADUTORAS DE ÁGUA E LINHAS DE ESGOTO SOB PRESSÃO

1 – Normas Aplicáveis

- Tubos: NBR 15.561; NTS 194; EN 12.201-2; Módulo 1.2
- Conexões Soldáveis: NBR 15.593; NTS 193; EN 12.201-3; Módulo 1.3
- Diretrizes para Projetos: NBR 15.802; NTS 189
- Conexões Mecânicas: NBR 15.803; NTS 192; ISO 14.236; UNI 9561; Módulo 1.3
- Procedimentos de Instalação: NBR 15.950; NTS 190; Módulos 4.2 e 4.3
- Procedimentos de Reparo: NBR 15.979; NTS 191; Módulo 4.5
- Procedimento para Solda de Topo: NTS 060, DVS 2207; Módulo 4.6 e 3.1
- Procedimento de Solda de Eletrofusão: NBR 14.465; DVS 2207; Módulo 4.7 e 3.1
- Requisitos p/qualificação Soldador, Instalador e Fiscal: NBR 14.472; NTS 059; Módulo 3.1
- Procedimento de Teste de Estanqueidade: NBR 15.952; Módulo 4.8

2 – Seleção dos tubos:

2.1 – Material da Tubulação

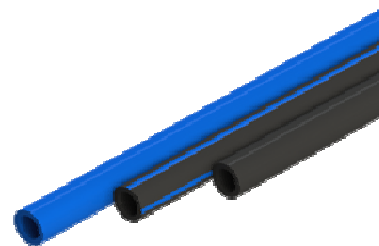
PE 80 (MRS 8) e PE 100 (MRS 10)

PE 80: Mais Flexível. Melhor custo-benefício em ramais.

PE 100: Melhor custo-benefício em adutoras e linhas de esgoto. Menos flexível, mais resistente a cisalhamento (cortes, danos superficiais), maior resistência a propagação de ruptura, maior diâmetro interno e mais leve que tubo PE 80 de PN equivalente.

2.2 – Padronização de Cores:

Água: Preto
Preto com listras Azuis
Azul



Esgoto: Preto
Preto com listras Ocre



2.3 – Dimensões e Forma de Fornecimento

DE 63a DE 125– BOBINA ou BARRAS

DE > 125 – BARRAS

●ADUTORAS E LINHAS DE ESGOTO: NBR 15.561; NTS 194; EN 12.201-2

Ø	SDR 32,25		SDR 26		SDR 21		SDR 17	
	PE80 PE100	PN4 PN5	PE80 PE100	PN5 PN6	PE80 PE100	PN6 PN8	PE80 PE100	PN8 PN 10
DE mm	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m
75							4,5	1,00
90							5,4	1,45
110					5,3	1,76	6,6	2,15
125			4,9	1,86	6,0	2,25	7,5	2,78
140			5,4	2,30	6,7	2,82	8,3	3,45
160	5,0	2,45	6,2	3,02	7,7	3,70	9,5	4,50
180	5,6	3,09	7,0	3,81	8,6	4,64	10,7	5,69
200	6,2	3,81	7,7	4,67	9,6	5,75	11,9	7,02
225	7,0	4,81	8,7	5,93	10,8	7,27	13,4	8,90
250	7,8	5,95	9,7	7,33	11,9	8,90	14,9	10,98
280	8,7	7,44	10,8	9,14	13,4	11,23	16,6	13,71
315	9,8	9,41	12,2	11,63	15,0	14,21	18,7	17,36
355	11,1	12,04	13,7	14,69	16,9	17,91	21,1	22,10
400	12,4	15,13	15,4	18,61	19,1	22,84	23,8	28,03
450	14,0	19,16	17,4	23,64	21,5	28,89	26,7	35,38
500	15,5	23,60	19,3	29,13	23,9	35,64	29,7	43,72
560	17,4	29,66	21,6	36,48	26,7	44,61	33,2	54,77
630	19,6	37,55	24,3	46,18	30,0	56,35	37,4	69,37
710	22,1	47,75	27,4	58,65	33,9	71,75	42,1	88,02
800	24,9	60,51	30,8	74,23	38,1	90,94	47,5	111,82
900	28,0	76,52	34,7	94,07	42,9	115,07	53,4	141,41
1000	31,1	94,54	38,5	115,98	47,7	142,17	59,3	174,48
1200	37,3	135,97	46,2	167,01	57,2	204,62		
1400	43,5	184,91	53,9	227,12				
1600	49,7	241,36	61,6	296,68				

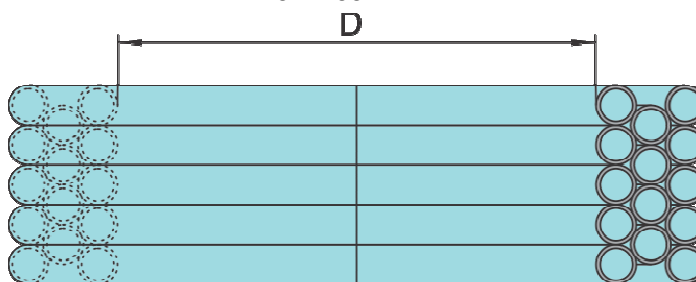
Ø	SDR 13,6		SDR 11		SDR9		SDR 7,25	
	PE80 PE100	PN 10 PN 12,5	PE80 PE100	PN 12,5 PN 16	PE80 PE100	PN 16 PN 20	PE80 PE 100	PN 20 PN 25
DE mm	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m	e mm	Peso kg/m
63	4,7	0,87	5,8	1,04	7,0	1,23	8,7	1,48
75	5,6	1,23	6,9	1,48	8,4	1,76	10,4	2,10
90	6,7	1,76	8,2	2,11	10,0	2,50	12,5	3,03
110	8,2	2,63	10,0	3,13	12,3	3,76	15,2	4,50
125	9,3	3,39	11,4	4,06	13,9	4,83	17,3	5,81
140	10,4	4,24	12,8	5,10	15,6	6,07	19,4	7,30
160	11,9	5,52	14,6	6,65	17,8	7,90	22,1	9,51
180	13,4	7,00	16,4	8,40	20,0	9,99	24,9	12,03
200	14,9	8,64	18,2	10,36	22,3	12,38	27,6	14,82
225	16,7	10,89	20,5	13,11	25,0	15,60	31,1	18,79
250	18,6	13,48	22,8	16,19	27,8	19,27	34,5	23,15
280	20,8	16,87	25,5	20,29	31,2	24,23	38,7	29,07
315	23,4	21,36	28,7	25,67	35,0	30,56	43,5	36,76
355	26,3	27,06	32,3	32,57	39,5	38,87	49,0	46,65
400	29,7	34,39	36,4	41,35	44,5	49,33	55,2	59,24
450	33,4	43,50	41,0	52,34	50,0	62,36	61,7	74,54
500	37,1	53,72	45,5	64,57	55,6	77,03		
560	41,5	67,27	51,0	81,01	-	-		
630	46,7	85,13	57,3	102,45	-	-		
710	52,6	108,05	-	-				
800	59,3	137,27	-	-				
900	-	-	-	-				
1000	-	-	-	-				
1200	-	-	-	-				
1400	-	-	-	-				
1600	-	-	-	-				

- **Comprimento de Barras: 12 m**, mas podem ser fornecidas em outros comprimentos.

- **Dimensões de Bobinas SDR17 a 11:**

- Comprimento: 50 ou 100 m, mas podem ser fornecidas em outros comprimentos.

- Diâmetro Interno Mínimo (D): DE 63: 1300 mm
 DE 90: 1800 mm
 DE 110: 2200 mm



Tubos de SDR > 17 (menor espessura) não devem ser bobinados, causando dobras e sua inutilização. Sua fabricação não é permitida por normas.

3 – Escolha do Método de União, Derivações, Transições e Elementos de Tubulação

3.1 – Métodos de União

- Junta Mecânica de Compressão: Material PP – PN 16: NBR 15.803; NTS192
- Conexões de Eletrofusão: PE 100 – SDR 11 – PN 16: NBR 15.593; NTS193
- Conexões de Ponta por Termofusão: PE 100 – SDR 17 ou SDR 11: NBR 15.593; NTS193

DE	DISPONÍVEL			PREFERENCIAL		
	CP	EF	TP	CP	EF	TP
63	X	X	X	X	X	-
90	X	X	X	-	X	-
110	X	X	X	-	X	X
160	-	X	X	-	X	X
200 - 800	-	X	X	-	-	X
> 800	-	-	X	-	-	X

CP: Junta Mecânica de Compressão; EF: Eletrofusão; TP: Ponta Termofusão



União de Compressão (CP)



Luva de Eletrofusão (EF)



União por Solda de Topo (TP)

Família de Conexões de Compressão (DE 63 a 110)



Família de Conexões de Eletrofusão (DE 63 a 315). Acima DE 315 somente Luva



Família de Conexões de Ponta Polivalentes (DE 63 a 315)

Admitidas somente conexões injetadas monolíticas como NBR 15.593; NTS193; EN 12.201-3. Podem ser unidas por solda de topo por termofusão ou com luva de eletrofusão.

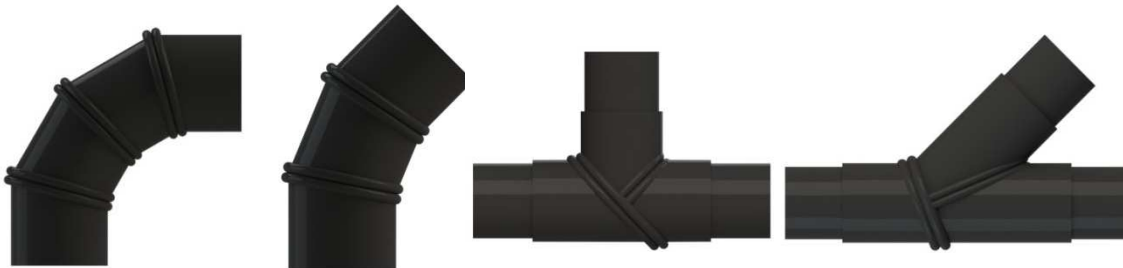
Para colarinhos e reduções podem ser admitidas peças usinadas.



Alguns fabricantes disponibilizam conexões ponta injetadas ou usinadas até DE 630 mm, porém curtas, demandando máquinas de solda de topo com 1 abraçadeira para soldar a barra de tubo, ou um prolongamento de tubo para permitir a solda por eletro fusão de uma luva. Vide Módulo 1.3.

Família de Conexões de Ponta Gomadas/Segmentadas (DE ≥ 315)

Conforme NBR 15.593; NTS193; EN 12.201-3. Vide Módulo 1.3.



Curvas e Tês de 90°, 60°, 45°, e 30°, casos especiais de 22,5 e 11,5°.

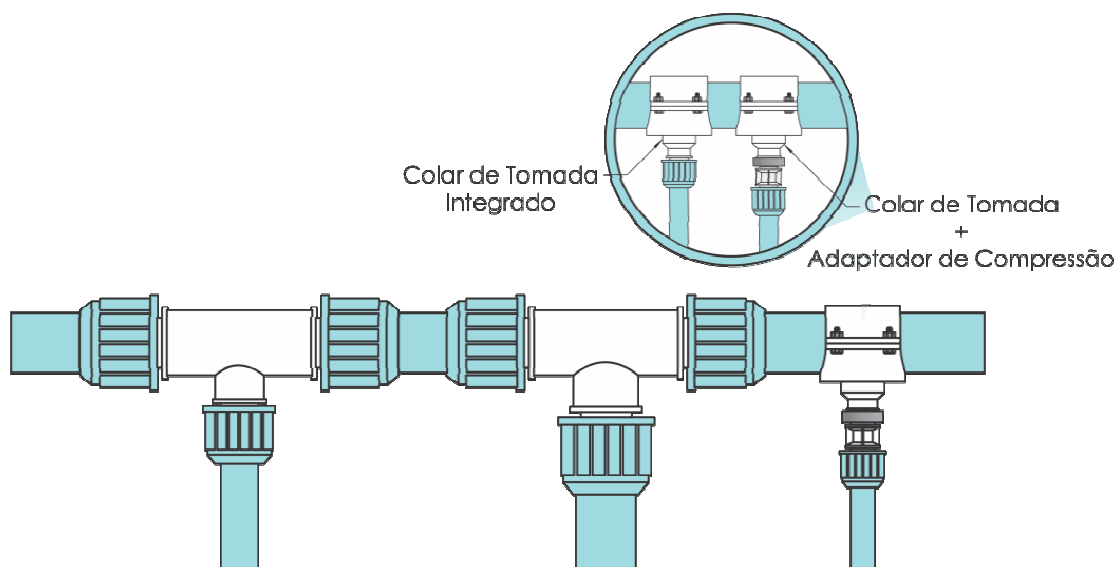
3.2 – Derivações – Possibilidades de Execução de Derivações de Redes

Derivações com Conexões para Juntas Mecânicas (JM)



Tê Igual e Tê de Redução de Compressão (JM-T)
Até DE 110

Colar de Tomada Mecânico (JM-CT)
Até DE 315 com derivação até 110



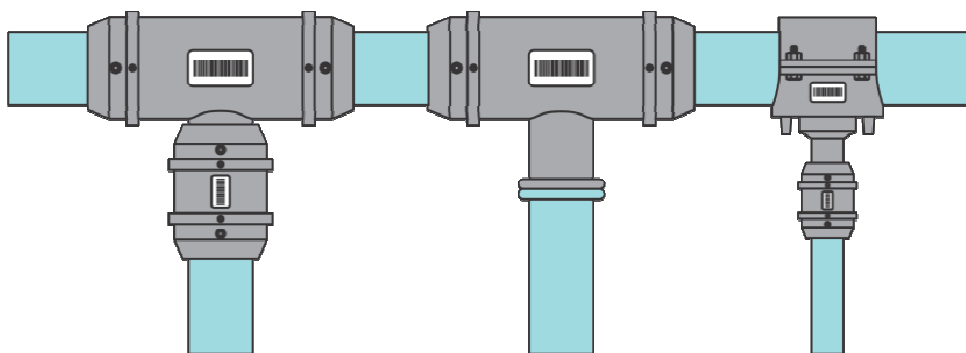
Derivações com Conexões de Eletrofusão (EF)



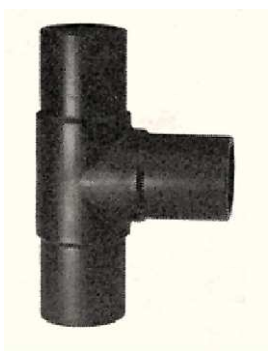
Tê Igual e Tê de Redução de Eletrofusão (EF-T)
Até DE 315



Colar de Tomada de Eletrofusão (EF-CT)
Saída Ponta ou Bolsa – Até DE 315 x 110
Há peças especiais de até DE 800 x 315

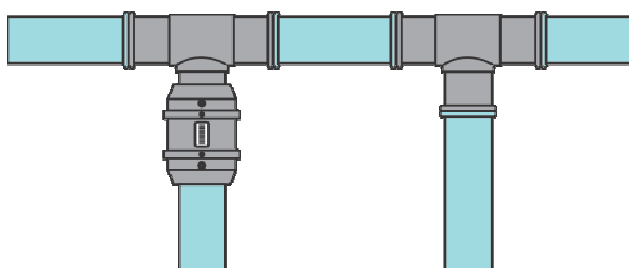


Derivações com Conexões Ponta Polivalentes Injetadas (para Solda de Topo ou Eletrofusão)



Tê Igual ou Tê de Redução 90° de Ponta

Tê Igual 45° de Ponta



Derivações com Conexões Ponta Gomadas DE ≥ 315 (para Solda de Topo ou Eletrofusão)



Tês de 90°, 60°, 45° e 30°

3.3 – Transições para outros elementos de tubulação ou de materiais de tubos

Transições Flangeadas

Rede (DE)	JM PP	JM Fº Dúctil	TP
63	X	X	X
90	X	X	X
110	X	X	X
160	-	X	X
200	-	X	X
250	-	X	X
315	-	X	X
> 315	-	X	X

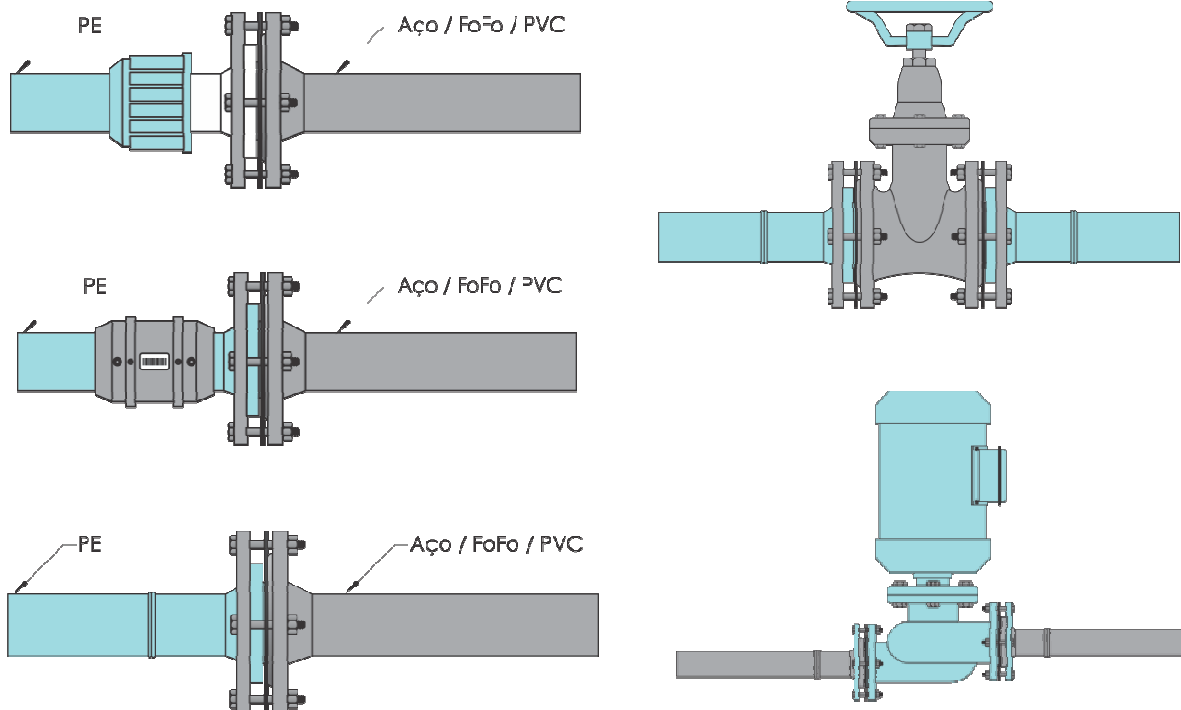
JM: Junta Mecânica; TP: Ponta



(JM) Adaptador p/ Flange de Compressão PP até 110 mm, ou em Ferro Dúctil, até 1200mm

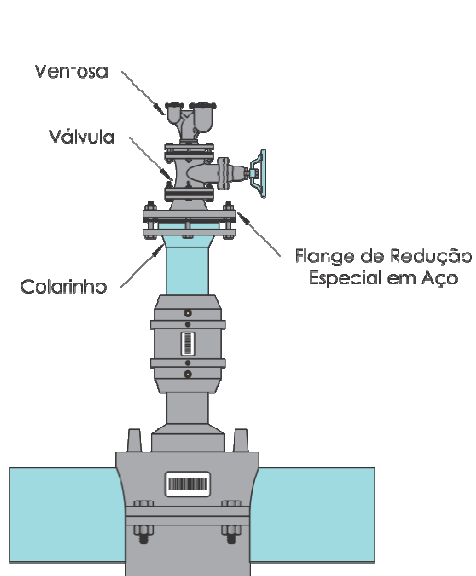


(TP) Colarinho ou Adaptador p/ Flange Ponta p/ Solda de Topo ou Eletrofusão, até 1600 mm

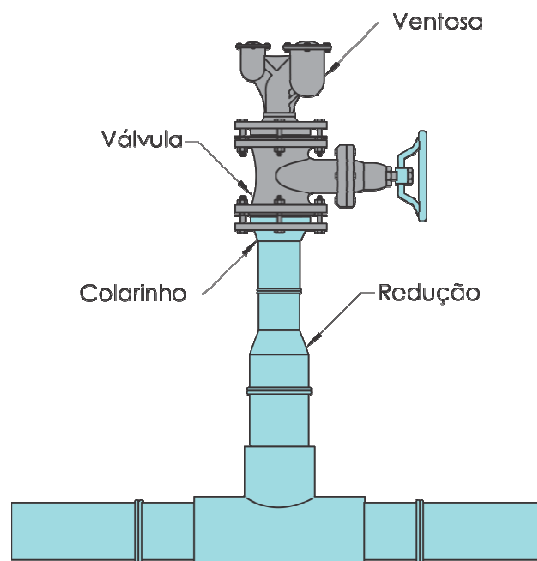


Para transição com outros materiais de tubos, ligações de bombas, válvulas, ventosas, etc.

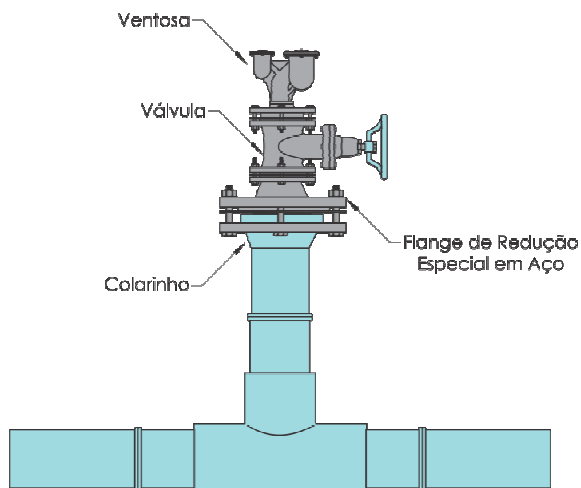
Algumas formas para ligações de Ventosas e Válvulas



CT-EF para ventosas de até 2"



Com Tê ponta ou EF para todas dimensões



Com Tê ponta ou EF para todas dimensões, com redução em aço ou F°F°



Válvula de Gaveta com saída em PE

TRANSIÇÕES ESPECIAIS PARA TUBOS DE OUTROS MATERIAIS

Tubos PE x PVC-PBA

63 x DN50; 90 x DN75; 110 x DN100



PE x PVC/F°F°/AÇO/F.Cimento

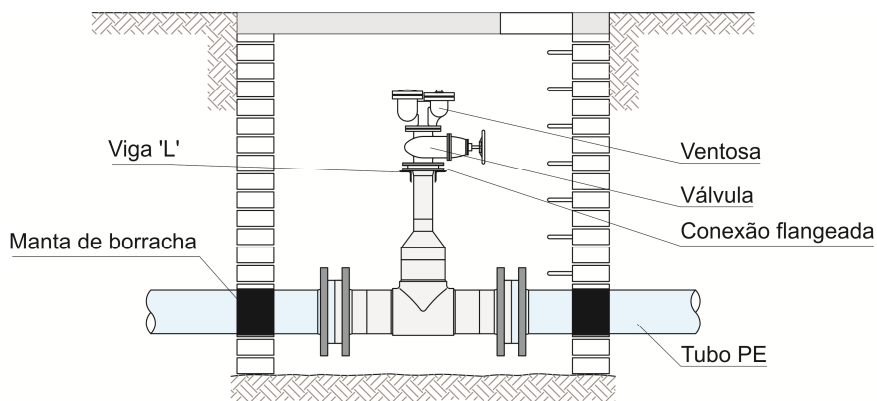
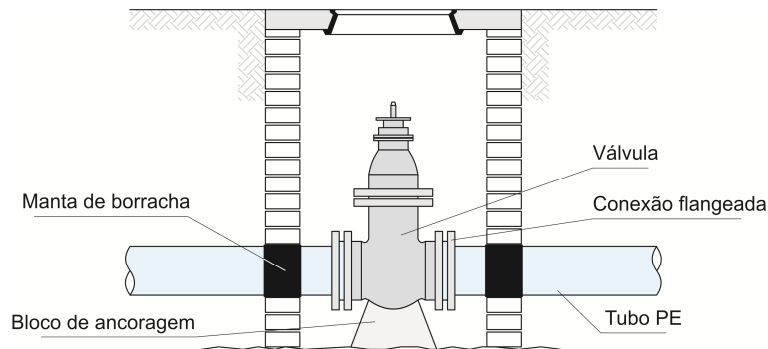
63 (DN 50) a 315 (DN 300)



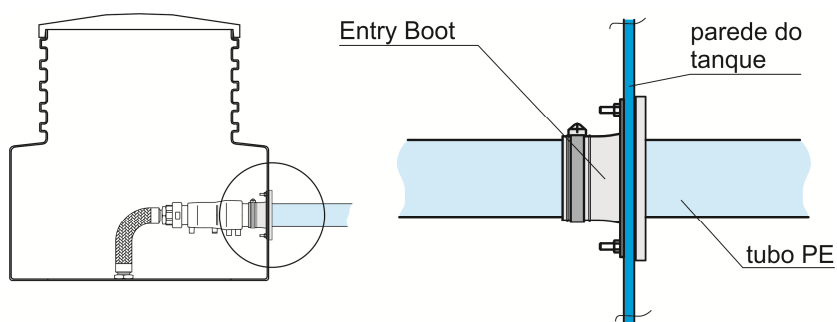
4 – Caixas Estanques para Medição, Válvulas, VRPs e Ventosas

É possível o uso de Caixas em alvenaria ou plásticas.

Caixas em Alvenaria



Caixas Plásticas



As caixas plásticas permitem soluções mais práticas e estanques que as em alvenaria, sendo porém ainda limitadas em dimensões, onde encontram mais alternativas nas caixas de calçada para macromedidores e válvulas redutoras de pressão (VRP).

Obs: todos os desenhos e figuras desse manual são meramente ilustrativos e não restritivos.

5 – Dimensionamento da Tubulação. Conforme NBR 15.802

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

d = diâmetro interno do tubo (m)
 Q = Vazão (m³/s)
 v = velocidade média do fluido (m/s)

5.1 – Vazão

Fórmula Universal (rugosidade k) ou por Hazen-Williams (fator C).

Diâmetro externo (DE)	k (10 ⁻⁶ m)	C
≤ 200 (tubos novos - velhos)	10 - 25	150 - 145
> 200 (tubos novos - velhos)	25 - 50	145 - 140

5.2 – Máxima Pressão de Operação (MPO) ou Pressão de Serviço

$$MPO = PN \cdot f_T$$

f_T = fator devido a temperatura média do fluido/tubo

°C	25	27,5	30	35	40	45*	50*
f_T	1	0,86	0,81	0,72	0,62	0,52	0,43

* limitado a vida útil de 15 anos

5.3 – Transientes Hidráulicos

O cálculo da variação de pressão (ΔH) devido a transientes hidráulicos se faz por:

$$\Delta H = \frac{c \cdot v}{g}$$

ΔH = variação de pressão (+ ou -) (m)
 c = celeridade (velocidade de propagação da onda) (m/s)
 v = velocidade média do fluido (m/s)
 g = aceleração da gravidade (m²/s)

Para água, simplificada:

Para PE 80: $c = 1035/\sqrt{SDR - 1}$

Para PE 100: $c = 1280/\sqrt{SDR - 1}$

5.3.1 – Sobrepressão Máxima Admissível devido a Transientes Hidráulicos (PSO)

$$PSO = 1,5 \cdot MPO$$

Para PSO até 1,5 .MPO não há necessidade de se aumentar a classe de pressão do tubo.

5.3.2 – Subpressão Máxima Admissível devido a Transientes Hidráulicos

Para tubos $SDR \leq 17$ (SDR 17 e 11) a máxima subpressão admissível para o tubo supera as pressões negativas práticas encontradas em redes. Não se faz necessário cuidados especiais.

Para tubos $SDR > 17$ devem ser conduzidos cálculos específicos, conforme NBR 15.802.

Levar em consideração a presença de lençol freático e sua altura sobre a tubulação.

5.4 – Profundidades de Instalação

5.4.1 – Altura máxima de aterro

Para tubos $SDR \leq 17$ (SDR 17 e 11) a máxima altura de aterro admissível supera 6 m, mesmo em condições de aterro sem controle de compactação.

Para tubos $SDR > 17$, as condições de compactação do solo adquirem maior importância, podendo levar o tubo ao colapso. Adotar as premissas da NBR 15.802.

Levar em consideração a presença de lençol freático e sua altura sobre a tubulação. Em instalações subaquáticas é necessário o dimensionamento de ancoragem/poitas e análise de formação de gases internos e correntes subaquáticas, que podem levar à flutuação da tubulação e seu comprometimento. Os cálculos devem ser efetuados por especialistas.

5.4.2 – Alturamínima de aterro

As alturas mínimas recomendadas:

Calçada:	0,8 m a partir da geratriz superior da tubulação
Rua Pavimentada:	1,0 m a partir da geratriz superior da tubulação
Rua sem Pavimento:	1,2 m a partir da geratriz superior da tubulação

6 – Métodos de Instalação

O método de instalação a ser escolhido, MND ou Vala Aberta, depende de fatores econômicos e impactos ambientais avaliados. Vide módulo 4 – Métodos de Instalação e Reparo.

7 – Especificações para Compra dos Materiais

Os materiais de tubos e conexões devem ser especificados conforme as normas aplicáveis (item 1), definindo-se e padronizando-se os materiais (PE 80 ou 100), as dimensões, classes de pressão (SDR), o método de união e os tipos de conexões utilizadas em cada situação, conforme itens 2 e 3, bem como o método de instalação definido (item 6).

Os fabricantes e produtos devem ser pré-qualificados (vide módulo 2 – Controle de Qualidade) e atender aos procedimentos de inspeção aplicáveis para Recebimento de Materiais. Os fabricantes devem fornecer certificados de qualidade por lote de material fornecido acompanhando a Nota Fiscal dos Produtos, para sua rastreabilidade.

8 – Especificações para Contratação do Instalador

A empresa instaladora deve ter instaladores, soldadores e equipamentos de solda/Instalação qualificados conforme Módulo 3 – Qualificação de Soldador e Equipamentos de Instalação.

Devem apresentar os certificados dos profissionais e dos equipamentos dentro da validade antes do início da obra.

A Contratante deve avaliar os certificados de Soldadores e Equipamentos do Instalador e fazer inspeção dos mesmos, se julgar necessário, solicitar demonstração de soldas e de aplicação dos equipamentos para avaliar seu adequado desempenho, ou mesmo solicitar ensaios de ambos conforme normas pertinentes. Vide Módulo 3.

9 – Estocagem e Manuseio de Materiais

Devem se seguir as recomendações no módulo 4.1 – Procedimentos de Estocagem e Manuseio, e os de instalação e Reparo, respectivamente, módulos 4.2, 4.3 e 4.5.

Devem ser levadas em consideração as condições do local, acesso e armazenamento.

10 – Inspeção, Acompanhamento e Recebimento de Obras

A Contratante deve assegurar-se que os materiais nas obras tenham os respectivos certificados de qualidade e aprovação.

A Contratante deve inspecionar a qualidade das soldas e uniões executadas, bem como o correto manuseio dos equipamentos e adequados procedimentos de instalação, conforme Módulo 2–Controle de Qualidade e Módulo 4 – Instalação e Reparo.

A critério da Contratante, podem ser cortadas soldas para ensaios de laboratório, bem como exigir relatórios de todas as soldas executadas com os dados do soldador e equipamento que a realizou.

O recebimento da obra deve ser feito com a execução dos adequados procedimentos de limpeza da rede (higienização), testes de estanqueidade (módulo 4.8), e a entrega de as-built acompanhado dos relatórios de solda.

11 - Reparo

Vide Módulo 4.5 – Procedimento de Reparo