TIGRE

Linha Água Quente

Catálogo Técnico e Produtos

Grupo TIGRE

Um mundo melhor está em obra.

UM AMANHÃ MELHOR PARA TODOS. ESSA É A NOSSA MARCA NO MUNDO.

Cada uma das nossas ações ou dos nossos produtos têm um único objetivo: construir um mundo melhor para todos.

Melhor para os nossos profissionais que, unidos e guiados por valores sólidos, criam soluções inovadoras para transformar a realidade e a vida das pessoas.

Melhor para os nossos clientes, que recebem a tecnologia e a confiança que só uma marca líder de mercado há décadas pode oferecer.

E melhor para o planeta, que tem cada gota do seu recurso natural mais precioso respeitada e preservada com todo carinho.

Hoje, somos uma multinacional admirada em todo o planeta, com 24 unidades fabris (10 no Brasil e 14 no exterior), presente em mais de 40 países. Tudo isso feito por mais de 5.000 colaboradores dedicados e apaixonados.

Esses números nos enchem de orgulho, mas o que nos inspira de verdade é saber que um mundo melhor está em obra.

E se depender da Tigre, ele será cada vez melhor para todos.

Nossas soluções

Na hora de construir ou reformar, conte com a Tigre! São mais de 75 anos de história e inovação com uma linha completa de produtos para cada etapa do seu projeto. Afinal, tão importante quanto uma postura pioneira e transformadora, é levar até a casa de milhões de brasileiros soluções que são garantia de tranquilidade e conforto. Seja para reforma de casas, obras coletivas, industriais e prediais, pintura imobiliária e artística, metais sanitários, projetos de drenagem, saneamento básico, agropecuária, mineração, entre outras aplicações, os produtos Tigre garantem soluções inovadoras que vão da infraestrutura até o acabamento. E o melhor: são fáceis de instalar e muito seguras.

- Água
- Esgoto
- Drenagem
- Acessórios
- Elétrica
- Ferramentas para Pintura - Imobiliária
- Ferramentas para Pintura - Artística
- Indústria
- Irrigação
- Infraestrutura
- Sistema de Combate a Incêndio
- Gás Residencial
- Tigre Metais

Sumário

07 1. AQUATHERM®
07 1.1. Função/Aplicação
08 1.2. Benefícios e Diferenciais
09 1.3. Características Técnicas
10 1.4. Instruções
10 1.4.1. Execução de Juntas Soldáveis
11 1.4.2. Execução de Juntas Roscáveis
11 1.4.3. Misturadores Aquatherm®
12 1.4.4. Esquema de Montagem/Instalação
13 1.4.5. Junta de Expansão Aquatherm®
16 1.4.5.1. Instalação da Junta de Expansão Aquatherm®
17 1.4.6. Utilização de Liras
20 1.4.7. Instalações Aparentes Verticais e Horizontais
21 1.4.8. Instalações Embutidas
22 1.4.9. Instalações Enterradas
23 1.4.10. Proteção da Instalação
24 1.4.11. Instalação de Aquecedores
25 1.4.12. Durabilidade do Aquatherm®
26 1.4.13. Manutenção
27 1.5. Perda de Carga em Tubos Aquatherm®
29 1.6. Informações Gerais sobre Aquatherm®
30 1.7. Itens da Linha Aquatherm®
38 1.8. Certificado de Garantia
41 2. PPR TERMOFUSÃO
41 2.1. Função/Aplicação
42 2.2. Benefícios e Diferenciais
42 2.3. Características Técnicas
43 2.3.1. A Estrutura Molecular do PPR
44 2.3.2. Comparativo de Diâmetros
44 2.4. Instruções
44 2.4.1. Execução de Juntas
46 2.4.2. Execução de Juntas com Bocais Ranhurados
47 2.4.3. Instalação do Selim de Derivação
48 2.4.4. Utilização do Termofusor
49 2.4.4.1. Características Técnicas
50 2.4.5. Instalações Embutidas
51 2.4.6. Instalações Aparentes
54 2.4.7. Execução de Reparos
54 2.4.8 Execução de Braço Elástico
55 2.4.9 Transporte/Armazenamento
57 2.4.10 Informações Gerais
57 2.5. Perda de Carga para Tubos PPR
61 2.6. Perda de Carga Localizada
67 2.7. Pressão de Trabalho do PPR
69 2.8. Perda Térmica nos Tubos PPR
69 2.9. Propriedades Físicas, Químicas e Térmicas no PPR
70 2.10. Itens da Linha PPR Termofusão

Aquatherm®

ÁGUA QUENTE

1. Aquatherm®

A linha Aquatherm® garante ao usuário o conforto e eficiência desejados quando se pensa em água quente. A linha é ideal para projetos que visam performance durante o uso e praticidade durante a instalação. Dispensa isolamento térmico e o uso de ferramentas, proporcionando maior rapidez e economia na obra.

1.1. Função/Aplicação

Condução de água quente e água fria em diferentes modelos de obras, garantindo a menor perda de temperatura na instalação e utilizando método simples de soldagem por adesivo.

1.2. Benefícios e Diferenciais

Simplicidade de instalação
A linha dispensa o uso de ferramentas para unir o tubo à conexão. A instalação é realizada em poucas etapas, com o uso de Adesivo.

Maior durabilidade e performance
Por ser fabricada em CPVC, a linha não sofre com oxidações e fica livre de incrustações no interior do tubo e das conexões, melhorando a performance do fluxo da água.

Linha completa de tubos e conexões
Permite atender a qualquer projeto/obra de instalações prediais de água quente, tanto para aquecimentos individuais como coletivos.

Maior segurança
A linha conta com juntas de expansão que garantem maior segurança na instalação para suportar as dilatações térmicas da rede.

Máximo conforto a altas temperaturas
Recomendado para operar na temperatura de serviço de 80°C, conduzindo água sob pressão de 60 m.c.a.

Maior eficiência térmica
Os Tubos e Conexões de CPVC Aquatherm® tem baixa perda de calor em instalações prediais de água quente, mantendo a temperatura da água por muito mais tempo. Dispensa qualquer tipo de isolante térmico em trechos de tubulação de até 20 metros de extensão.

1.3. Características Técnicas

Material: A matéria-prima utilizada para a fabricação do Sistema Aquatherm® é o CPVC Poli(cloreto de vinila clorado), que é um material com todas as propriedades inerentes ao PVC, somando-se a resistência à condução de líquidos sob pressões a altas temperaturas.

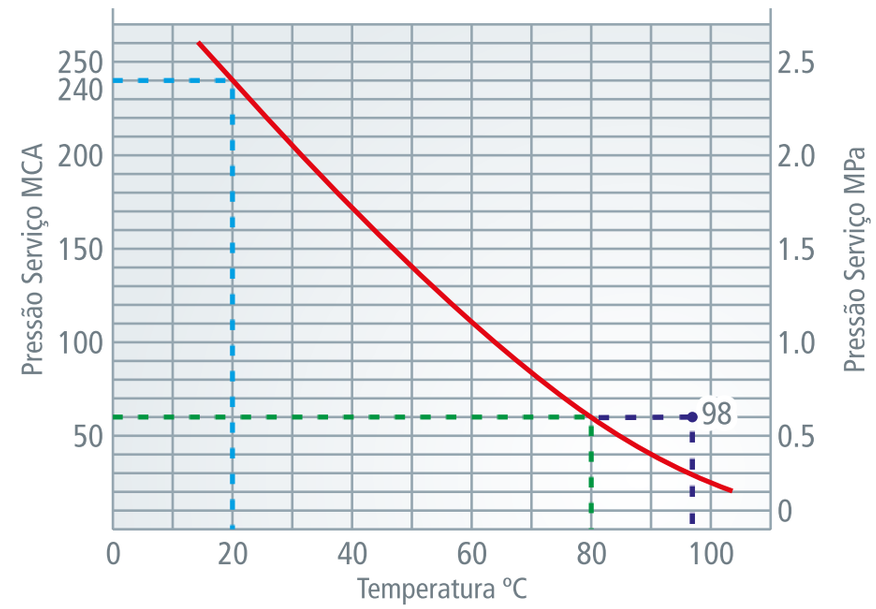
Cor: bege.

Dimensionamento: o Sistema Aquatherm® obedece a um critério racional, com base nas exigências da norma internacional ASTM (American Society for Testing and Materials) D-2846, proporcionando um alto grau de segurança às instalações, mesmo quando sujeitas a condições extremas de pressão e temperatura.

Bitolas: O Sistema Aquatherm® está disponível nos diâmetros de 15, 22, 28, 35, 42, 54, 73, 89 e 114 mm.

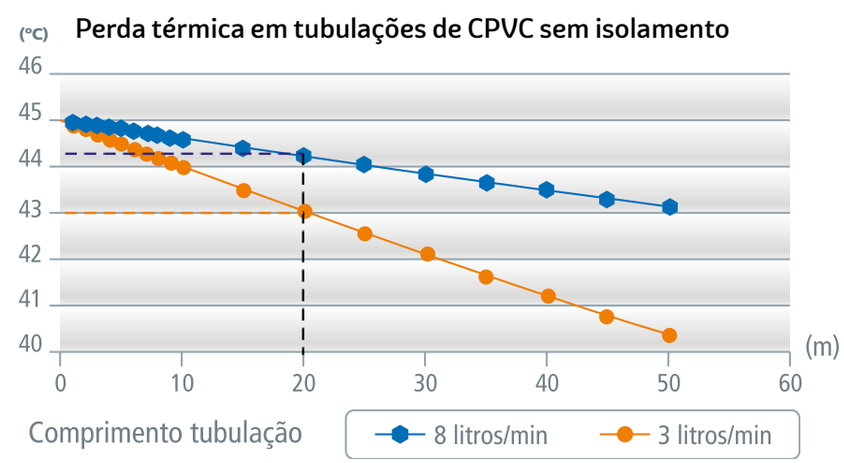
Pressão de serviço:
- 6,0 kgf/cm² ou 60 m.c.a. conduzindo água a 80°C.
- 24,0 kgf/cm² ou 240 m.c.a. conduzindo água a 20°C.

O gráfico a seguir apresenta a variação de pressão de serviço do Sistema Aquatherm® em função da temperatura, e poderá também ser consultado para outras faixas de trabalho.



Obs.:Recomendado para linhas de recalque em edifícios de grande porte. Suporta até 240 m.c.a. a 20°C.

O texto a seguir apresenta a perda térmica em tubulações de CPVC sem isolamento.



Veja no gráfico que a perda de temperatura em uma tubulação de 20 metros com uma vazão de 8 litros/minutos é de apenas 0,7 °C. Para a avaliação das perdas térmicas das tubulações de CPVC, foram realizados ensaios no Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica (GREEN Solar), com sede na PUC Minas.

A seguir, veja a relação de normas de referência que regem a fabricação do Sistema Aquatherm® e que asseguram excelente desempenho, proporcionando um alto grau de segurança às instalações.

NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA	
ABNT NBR 15884/2010	Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Policloreto de vinila clorado (CPVC).
ASTM D2846	Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Hot- and Cold-Water Distribution Systems.
ASTM F439	Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80. (Para os diâmetros de 73 a 114 - para conexões).
ASTM F442	Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe (SDR–PR). (Para os diâmetros de 73 a 114 - para tubos).
ABNT NBR 7198	Projeto e execução de instalações prediais de água quente.

1.4. Instruções

1.4.1. Execução de Juntas Soldáveis

Faça uma rápida verificação antes de iniciar a operação de solda e observe o ajuste entre a ponta do tubo e a bolsa da conexão. É necessário que exista uma interferência entre as peças, pois não se estabelece a soldagem se não ocorrer pressão entre as superfícies que estão sendo unidas.

1 Com o auxílio de um pincel, aplique o Adesivo Aquatherm® na conexão e em seguida na ponta do tubo.

2 Encaixe de uma vez as extremidades a serem soldadas, dê ¼ de volta e mantenha a junta sob pressão manual por aproximadamente 30 segundos, até que o adesivo adquira resistência.

Notas

1) Eventuais excessos de adesivo devem ser retirados com uma estopa.

2) Não interfira na junta soldada nos primeiros 15 minutos. Espere por 24 horas para fazer o teste de pressão.

1.4.2. Execução de Juntas Roscáveis

Numa instalação de água quente com o Sistema Aquatherm® será necessário fazer a interligação com peças metálicas, como registros de gaveta, de pressão, de esfera, pontos terminais de utilização, entradas e saídas de aquecedores, etc. Nesses casos será necessário realizar juntas roscáveis.

Veja o exemplo de instalação a seguir, onde estão sendo acoplados o Conector Aquatherm®, um Registro Base de Pressão e o Tê Misturador de Transição Aquatherm®:

1 Aplique a fita no sentido da rosca.

2 Após a aplicação do material vedante, rosqueie as peças.

Importante:

- Sempre limpe as superfícies das roscas antes de aplicar o produto, deixando-as secas e isentas de gorduras e oxidações.
- A Fita Veda Rosca TIGRE suporta a temperatura máxima de 250ºC, portanto pode ser utilizada tanto para água fria quanto para água quente, em roscas de PVC ou metálicas.

1.4.3. Misturadores Aquatherm®

Para ligações onde seja necessário promover a mistura de água quente e fria, deve ser usado o Tê Misturador de Transição ou o Tê Misturador de CPVC Soldável.

O Tê Misturador de Transição deve ser instalado entre os registros de pressão de água fria e quente para promover a mistura da água, utilizando-se Fita Veda Rosca nas roscas de metal.

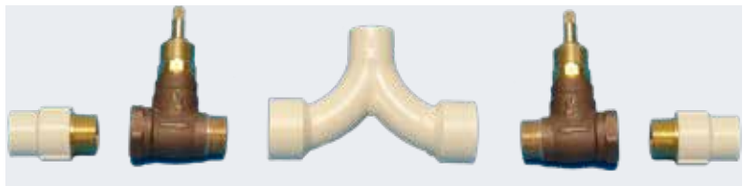
O Tê Misturador de CPVC Soldável apenas leva adesivo nas juntas para fazer a soldagem, contudo em ambos os lados do Tê Misturador Soldável de CPVC deve ser utilizado o registro de CPVC para água quente.

No ponto de entrada de água fria do Tê Misturador (ambos) deve existir um trecho de pelo menos um metro de comprimento de tubo de CPVC.

Nota
O trecho de CPVC instalado antes do Tê Misturador visa proteger a instalação de água fria de um eventual retorno de água quente.

1.4.4. Esquema de Montagem/Instalação

Com Tê Misturador de Transição



Com Tê Misturador de CPVC Soldável

Isolamento térmico

- O uso de isolamento térmico em outros tipos de tubulação se faz necessário para diminuir o efeito de troca de calor das tubulações com o meio ambiente, mantendo, consequentemente, e por maior tempo, a temperatura da água aquecida.
- No caso dos produtos Aquatherm® essas trocas de calor atingem valores mínimos, tendo como causa a baixa condutividade térmica* do CPVC.
- Nas instalações executadas com tubos e conexões Aquatherm®, a água quente chega mais rápido ao ponto considerado, em função da pequena perda de calor ao longo da tubulação.

Para residências:

- O uso do isolamento térmico no CPVC é geralmente recomendado nos casos em que as distâncias entre o aquecedor e o ponto de consumo estiverem acima de 20 metros "especialmente" ao ar livre ou aparente e em situações que a perda possa ser mais significativa (ex.: passagem por câmaras de resfriamento), porém sempre a critério do projetista responsável.
- Para utilização com aquecimento central, deve-se isolar toda a linha, evitando a perda de calor.

***Condutividade Térmica do CPVC = 9,6 x 10^{-5} cm² x s x °C (número de calorias por segundo que atravessa uma placa de 1 cm de espessura e 1 cm² de área, quando a diferença de temperatura entre as faces é de 1°C).

A seguir apresentamos a fórmula para o cálculo de Perda de Temperatura em Tubulação de CPVC sem isolamento:

$$T = \frac{(69{,}67 \times Q \times Ti) - [F/2 \times L \times (Ti - 2 \times Tamb.)]}{F/2 \times L + 69{,}67 \times Q}$$

Onde:

T (°C) = Temperatura ponto de consumo

Ti (°C) = Temperatura do aquecedor

Tamb. (°C) = Temperatura ambiente

Q (l/min) = Vazão

F m-1 = Fator do diâmetro

L (m) = Comprimento da tubulação

Tabela 1 - Fator do diâmetro

Diâmetro	Fator do Diâmetro
15 (½")	0,60
22 (¾")	0,77
28 (1")	0,89
35 (1 ¼")	1,04
42 (1 ½")	1,17
54 (2")	1,35
73 (2 ½")	1,63
89 (3")	1,86
114 (4")	2,16

Dilatação e contração térmica
Todos os materiais estão sujeitos aos efeitos da dilatação térmica, expandindo-se quando aquecidos e contraindo-se quando resfriados.

Na maioria das instalações embutidas essa movimentação é absorvida pelo traçado da tubulação devido ao grande número de conexões utilizadas.

Em instalações aparentes, deve-se evitar trechos longos retilíneos entre pontos fixos. Onde isso não for possível recomenda-se a utilização da exclusiva Junta de Expansão Aquatherm® ou liras.

1.4.5. Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE

A Junta de Expansão Aquatherm® foi desenvolvida para absorver variações do comprimento dos tubos (dilatação e contração) provocadas por variações de temperatura, minimizando tensionamentos devido à transmissão de esforços ao sistema de tubos e conexões.

Cálculo das Juntas de Expansão Aquatherm®
A seguir apresentamos a seqüência para cálculo da dilatação térmica da tubulação, do número de juntas de expansão e da posição de montagem do pistão.

Exemplo:
Dada uma instalação de água quente em um prédio abastecido por sistema central de aquecimento, localizado na parte inferior da construção, com altura de 43m, calcular o número de juntas de expansão necessárias para absorver a dilatação da tubulação vertical, bem como o comprimento da posição inicial do pistão.

Sabe-se que a temperatura ambiente durante a instalação é de 28°C e que a temperatura máxima e mínima que alcançará a água conduzida no interior do tubo é de, respectivamente, 68°C e 20°C.

Passo 1: cálculo da dilatação térmica do CPVC
Para cálculo da variação de comprimento da tubulação em função da dilatação térmica do CPVC, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$e = 0{,}06 \times \Delta T \times L$$

Onde:

e = expansão térmica (deslocamento axial em mm)

ΔT = diferença entre a maior e a menor temperatura da tubulação (ºC)

L = comprimento da tubulação (m)

Obs.: A variação da temperatura (ΔT) é a diferença entre a máxima temperatura da água quente fornecida pelo aquecedor e a mínima temperatura que a tubulação atingirá.

Exemplo:

e = 0,06 x ΔT x L **ΔT = 68°C - 20°C = 48°C**

e = 0,06 x 48 x 43 → **L = 43 m**

e = 123,84 mm 12,38 cm de variação de comprimento da tubulação para as condições estabelecidas

Passo 2: cálculo do número de Juntas de Expansão Aquatherm® TIGRE

$$N = \frac{e}{90}$$

Onde:

N = número de juntas de expansão

e = expansão térmica (deslocamento axial em mm)

90 = comprimento máximo do pistão (mm)

Exemplo:

$$N = \frac{e}{90}$$

$$N = \frac{123{,}84}{90}$$

N= 1,376 juntas arredondar para 2 juntas

Passo 3: posição de montagem do pistão
O pistão da Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE é instalado parcialmente estendido, dependendo da temperatura ambiente no momento da instalação. A posição inicial de montagem do pistão é calculada através da seguinte fórmula:

$$P = \frac{(Tmax. - Tamb.) \times 90}{Tmax. - Tmin.}$$

Onde:

P = posição inicial de instalação do pistão da junta de expansão (mm)

Tmax. = temperatura máxima que a tubulação atingirá

Tamb. = temperatura ambiente durante a instalação

Tmin. = temperatura mínima que a tubulação atingirá

Com a finalidade de facilitar a tarefa do projetista, fornecemos na tabela abaixo os valores de P (posição de montagem do pistão), calculado considerando-se que a tubulação estará submetida à temperatura máxima de 80°C e à temperatura mínima de 10°C, ou seja, um DT de 70°C.

Exemplo:

$$P = \frac{(Tmax. - Tamb.) \times 90}{Tmax. - Tmin.}$$

P= 75 mm

Conclusão
Para a situação apresentada, teremos:
- Dilatação térmica (e) = 123,84 mm
- Número de juntas de expansão (N) = 2
- Posição de montagem do pistão (P) = 75 mm

1.4.5.1. Instalação da Junta de Expansão Aquatherm®

1 A Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE já sai lubrificada de fábrica. Antes de instalá-la, faça a movimentação de todo o curso do pistão para distribuir o lubrificante.

2 A Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE deve ser instalada com o pistão parcialmente estendido. Faça a marcação do comprimento de acordo com a ilustração da posição do pistão e a tabela 3 (também constantes na Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE.)

3 Posicione a Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE com o pistão devidamente estendido no local onde será instalada. Faça as marcações de corte da tubulação nos locais coincidentes com o fundo das bolsas da Junta de Expansão Aquatherm® TIGRE.

4 Aplique o Adesivo Aquatherm® nas bolsas da Junta de Expansão Aquatherm® e instale-a no trecho da tubulação horizontal ou vertical.

5 Solde as duas extremidades da Junta de Expansão Aquatherm® na tubulação. Instale dois apoios próximos da junta para facilitar o livre deslocamento do pistão.

1.4.6. Utilização de Liras

Se preferir usar liras ou mudanças de direção, execute-as conforme tabela 2:

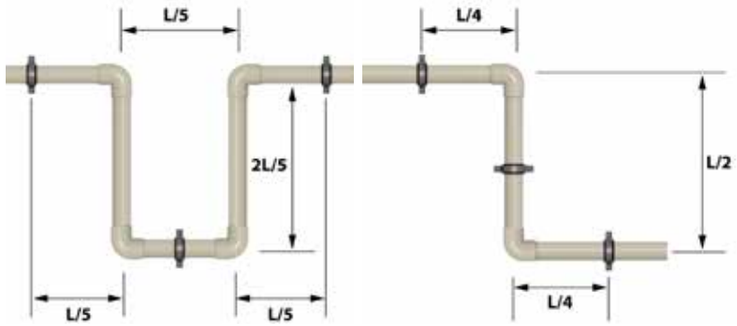


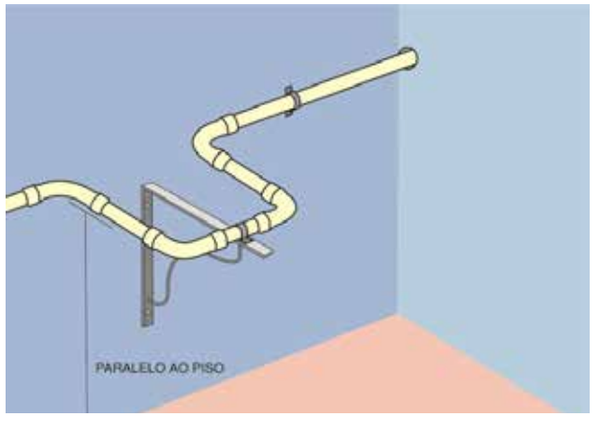
Tabela 2 - Comprimento Toral da Lira

DN (m/m)	Comprimento do Trecho (m)				
	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0
	Comprimento Total da Lira "L" (m)				
15	0,56	0,79	0,97	1,12	1,30
22	0,66	0,94	1,17	1,32	1,48
28	0,76	1,07	1,32	1,52	1,78
35	0,84	1,19	1,45	1,68	1,88
42	0,91	1,30	1,57	1,84	2,05
54	1,04	1,47	1,80	2,10	2,31
73	1,11	1,56	1,92	2,21	2,47
89	1,22	1,73	2,12	2,44	2,73
114	1,38	1,95	2,39	2,76	3,09

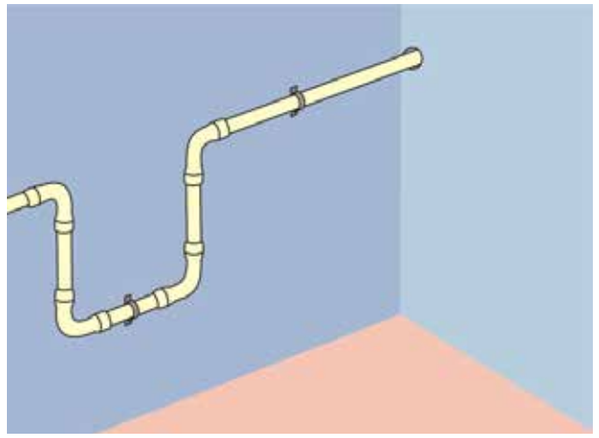
Nota

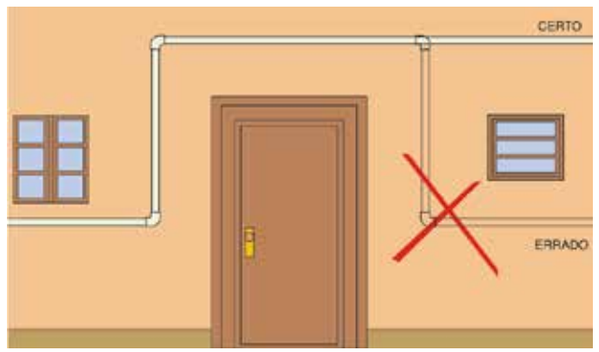
Nas tubulações horizontais, as liras devem ser instaladas preferencialmente no plano horizontal, isto é, paralelamente ao piso. Caso tenham que ser instaladas no plano vertical (plano da parede), recomenda-se posicioná-las como U. Nunca instale com U de cabeça para baixo, ou seja, como um sifão invertido. Isso favoreceria o acúmulo de ar no ponto mais alto, dificultando o fluxo d'água. Veja as ilustrações:

Plano horizontal



Plano vertical





A tabela 2 foi calculada para um diferencial médio de temperatura de 40ºC e um coeficiente de dilatação do CPVC = 6,12 x 10^{-5}/ ºC (médio).

Cálculo das Liras

Equação 1: expansão térmica (e)

$$e = Lp \times C \times \Delta T$$

Onde:

Lp = comprimento do tubo, em m

C = coeficiente de expansão térmica, em m/m ºC

ΔT = variação de temperatura, em ºC

Para o CPVC, C = 6,12 x 10^{-5} / ºC

Equação 2: comprimento desenvolvido (L)

$$L = \sqrt{\left[\frac{3 \times E \times DE \times e}{S}\right]}$$

Onde:

E = módulo de elasticidade (da tabela 5), em Pa

DE = diâmetro externo do tubo (da pág. 23), em mm

e = expansão térmica (da equação 1), em m

S = tensão admissível (da tabela 5), em Pa

Módulo de elasticidade e tensão admissível para CPVC

Tabela 3 - Valores de Módulo de Elasticidade e Tensão Admissível de Acordo com a Temperatura

Temperatura (ºC)	Módulo de Elasticidade (Pa)	Tensão Admissível (Pa)
20	2.982.238.410	14.352.920
30	2.796.931.910	12.564.127
40	2.611.625.410	10.775.333
50	2.426.318.910	8.986.540
60	2.241.012.409	7.197.746
70	2.055.705.909	5.408.953
80	1.870.399.409	3.620.159

Exemplo:
Calcular o comprimento da lira para um tubo de CPVC de 20 m de comprimento com um tubo de 22 mm de diâmetro para um aumento de temperatura de 25ºC para 70ºC.

Da equação 1:

e = Lp x C x ΔT

e = 20 x (6,12 x 10-5) x (70 – 25)

e = 0, 05508 m

Da equação 2:

$$L = \sqrt{\left[\frac{3 \times E \times DE \times e}{S}\right]}$$

$$L = \sqrt{\left[\frac{3 \times (2.055.705.909) \times 0,022 \times 0,05508}{5.408.953}\right]}$$

L = 1,38 m, recomenda-se arredondar para 1,40 para ser múltiplo exato de 5

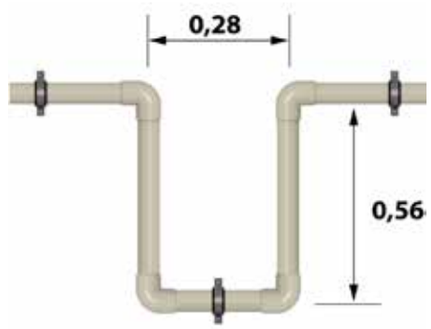
- O comprimento da lira (L) de 1,20 m aqui calculado é consistente com os valores de L informados na tabela.
- Como a lira é composta de 3 segmentos de tubo e quatro joelhos 90°, teremos:

2 segmentos de tubo:

$$\frac{L}{5} = \frac{1{,}40}{5} = 0{,}28 \text{ m}$$

1 segmento de tubo:

$$\frac{2L}{5} = \frac{(2x1{,}40)}{5} = 0{,}56 \text{ m}$$

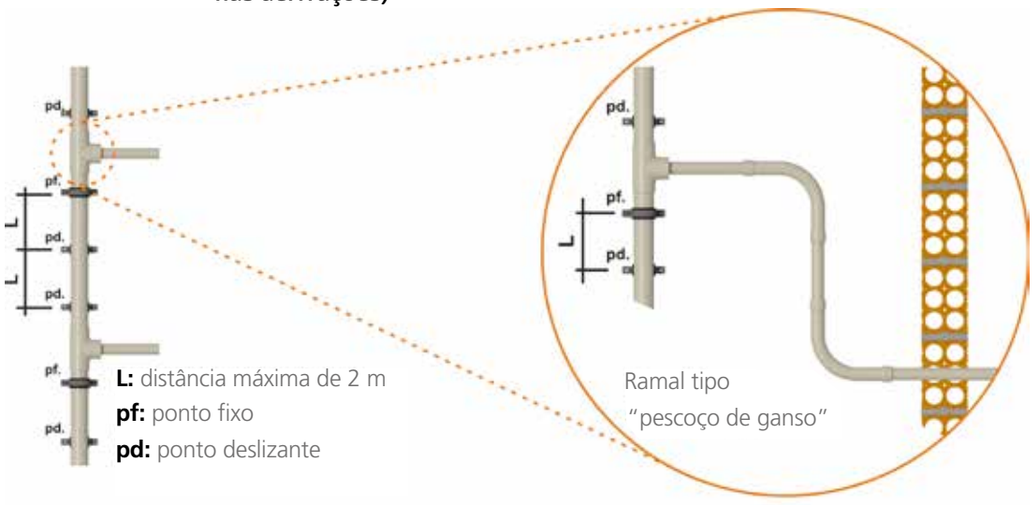


1.4.7. Instalações aparentes verticais e horizontais

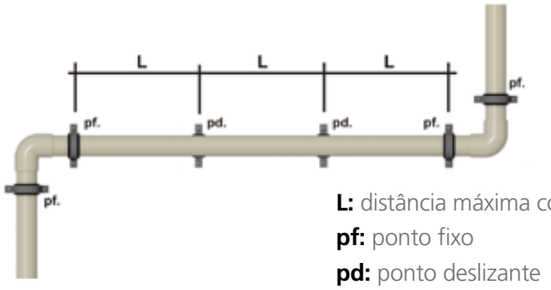
- A fixação da tubulação deve ser feita através de suportes, braçadeiras ou fita perfurada.
- Os apoios utilizados para a fixação dos tubos deverão ter formato circular, com uma largura mínima de 0,75 x D (D = diâmetro).
- Apenas um deles poderá ser fixo, os demais apoios deverão permitir a movimentação livre da tubulação, provocada pela dilatação térmica.
- Quando ocorrerem mudanças de direção, as conexões utilizadas deverão ser ancoradas a fim de se evitar deslocamentos indesejados da instalação.
- De acordo com o comprimento do trecho entre 2 conexões, deverá existir junta de expansão ou liras para absorver a dilatação térmica desse trecho.
- Quando houver pesos concentrados devido à presença de registros ou conexões de 114 mm, estes deverão ser apoiados e ancorados independentemente do sistema de tubos.
- No caso de tubulações verticais, deve-se adotar um espaçamento máximo de 2 metros entre suportes. No caso de edifícios, o ideal é adotar 1 suporte a cada pavimento.

Na derivação onde a coluna não estiver com o ponto fixo junto à conexão de derivação, o alívio de tensionamento nessa conexão pode ser conseguido utilizando-se o artifício tipo "pescoço de ganso", conforme esquema abaixo.

Espaçamento entre suportes na vertical (com pontos deslizantes nas derivações)



Espaçamento entre suportes na horizontal (com pontos fixos nas derivações)



L: distância máxima conforme tabela 4
pf: ponto fixo
pd: ponto deslizante

Tabela 4 - Espaçamento Máximo entre Suportes na Horizontal

Espaçamento Entre Suportes - Horizontal (metros)				
Temperatura Máxima da Água				
DN	20°C	38°C	60°C	80°C
½")	1,2	1,2	1,1	0,9
22 (3/4")	1,5	1,4	1,2	0,9
28 (1")	1,7	1,5	1,4	0,9
35 (1 ¼")	1,8	1,6	1,5	1,2
42 (1 ½")	2,0	1,8	1,7	1,2
54 (2")	2,3	2,1	2,0	1,2
73 (2 ½")	2,4	2,3	2,0	1,2
89 (3")	2,4	2,4	2,1	1,2
114	2,7	2,7	2,3	1.4

Nota
Para água quente, considere sempre a máxima temperatura de 80ºC.

1.4.8. Instalações embutidas

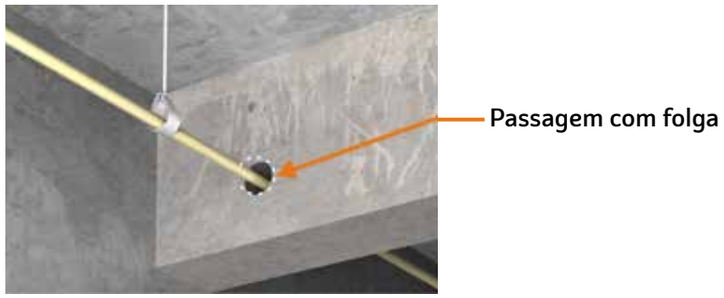
Paredes de alvenaria
No caso das tubulações Aquatherm® embutidas em alvenaria, as aberturas nas paredes devem ser feitas de forma a permitir a colocação de tubos e conexões livres de tensões. Não se deve curvar ou forçar os tubos para uma nova posição após a montagem. Isso pode ocasionar esforços extras sobre as conexões, levando-as ao rompimento.

Elementos estruturais

1- No caso de embutimentos em estruturas de concreto, deverão ser previstos espaços livres para sua instalação. Nas passagens de vigas e lajes, já devem ser previstos espaços para as tubulações. Dessa forma garante-se a sua livre movimentação.

2- A tubulação Aquatherm® não apresenta complicação para o uso de forma embutida, mas a utilização de algum material que tenha capacidade de absorver eventuais dilatações térmicas ou até mesmo o encamisamento do tubo, principalmente junto às conexões, é uma boa técnica para melhorar as condições da tubulação dentro da alvenaria.

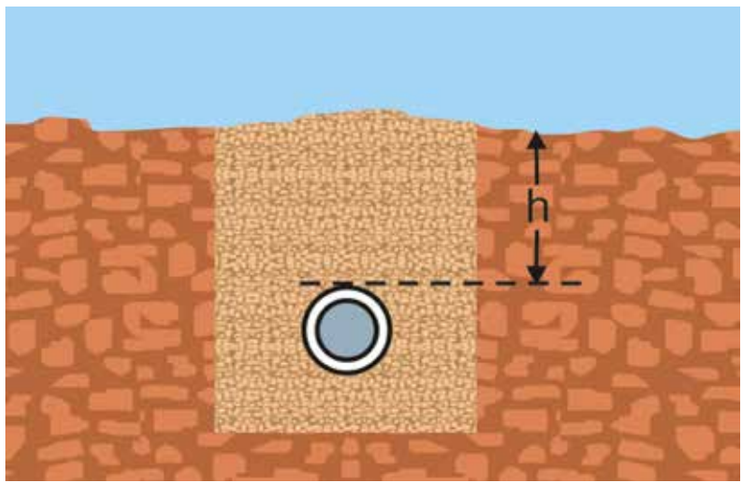
3- O ideal é instalar os tubos Aquatherm® passando pelas paredes, mas, se for inevitável a sua passagem pelo contrapiso (argamassa aplicada sobre a laje), a tubulação deve ter um pequeno espaço para "trabalhar", não ficando solidária à estrutura.



1.4.9. Instalações Enterradas

Nas situações em que o Sistema Aquatherm® tiver que ser enterrado, seguir as recomendações abaixo:

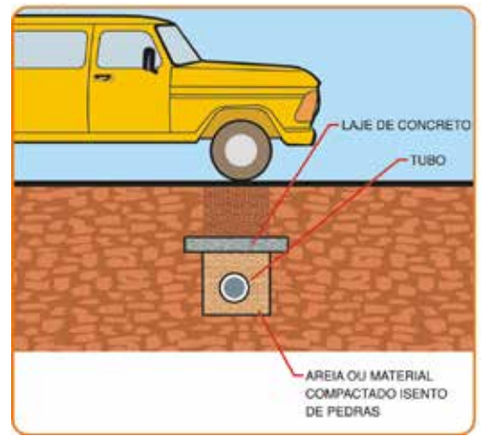
Os tubos Aquatherm® enterrados devem ser assentados em terreno resistente ou sobre base apropriada, livre de detritos ou materiais pontiagudos. O recobrimento mínimo deverá ser de 30 cm.

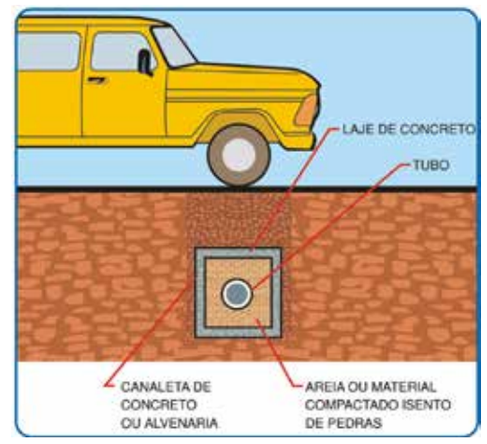


Profundidade mínima de assentamento

- Sob tráfego de ferrovias = 150 cm
- Sob tráfego pesado = 120 cm
- Sob tráfego de veículos em leitos de ruas = 80 cm
- Sob passeios = 60 cm
- Sem tráfego = 30 cm

Caso não seja possível executar esse recobrimento mínimo de 30 cm, ou se os tubos estiverem sujeitos a carga de rodas, fortes compressões ou ainda situados em área edificada, deverá existir uma proteção adequada com uso de lajes ou canaletas que impeçam a ação desses esforços sobre a canalização. Veja as figuras a seguir.





1.4.10. Proteção da Instalação

Para tubulações Aquatherm® instaladas aparentes e expostas às intempéries, mesmo que o composto de CPVC tenha incorporado aditivos anti UV, é recomendado utilizar isolantes expandidos ou fita de borracha para proteção e manutenção das suas propriedades mecânicas. Nesses casos podem ser utilizados materiais como: poliuretano expandido, EPS e lã de vidro.

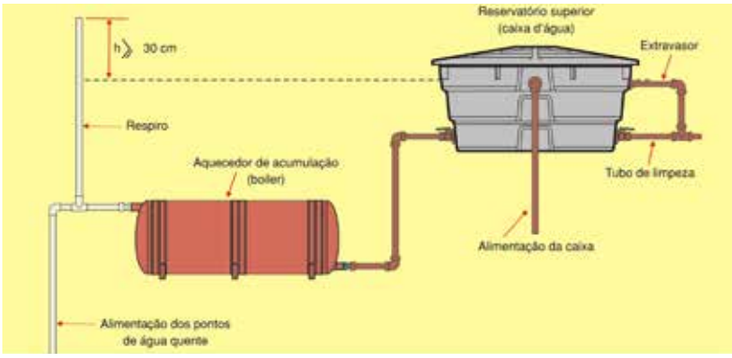
1.4.11. Instalação de Aquecedores

A seguir apresentamos alguns comentários sobre a norma brasileira NBR 7198 (Projeto e execução de instalações prediais de água quente):

Item 5.1.3 - Retirado da norma NBR 7198
A instalação dos aquecedores de acumulação deve observar as seguintes condições:

Alínea c: "a saída da tubulação de água quente deve ser provida de respiro". Essa solução é indicada em residências onde a alimentação da rede de distribuição é feita através de reservatório superior (por gravidade).

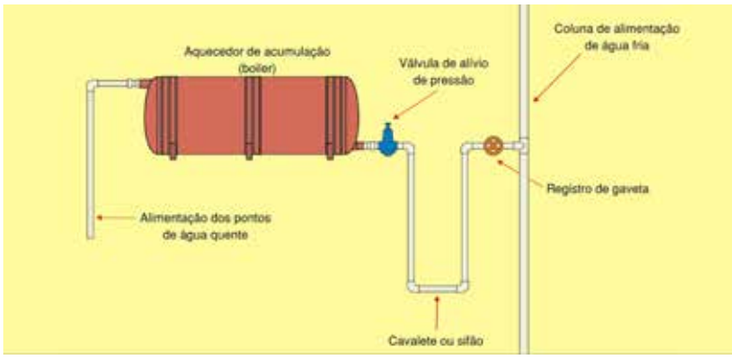
Exemplo: obra horizontal



Alínea d: "quando o respiro não for de execução prática, deve ser substituído por dispositivo de idêntico desempenho".

Isso significa dizer que, em edifícios, é vedado o uso de respiro coletivo (alínea h). Neste caso, recomenda-se o uso de válvula de alívio de pressão. Vários fabricantes de aquecedores de acumulação recomendam o uso dessa válvula de alívio de pressão na entrada de água fria e um sifão para dificultar o retorno da água quente para o ramal de água fria e facilitar a abertura da válvula.

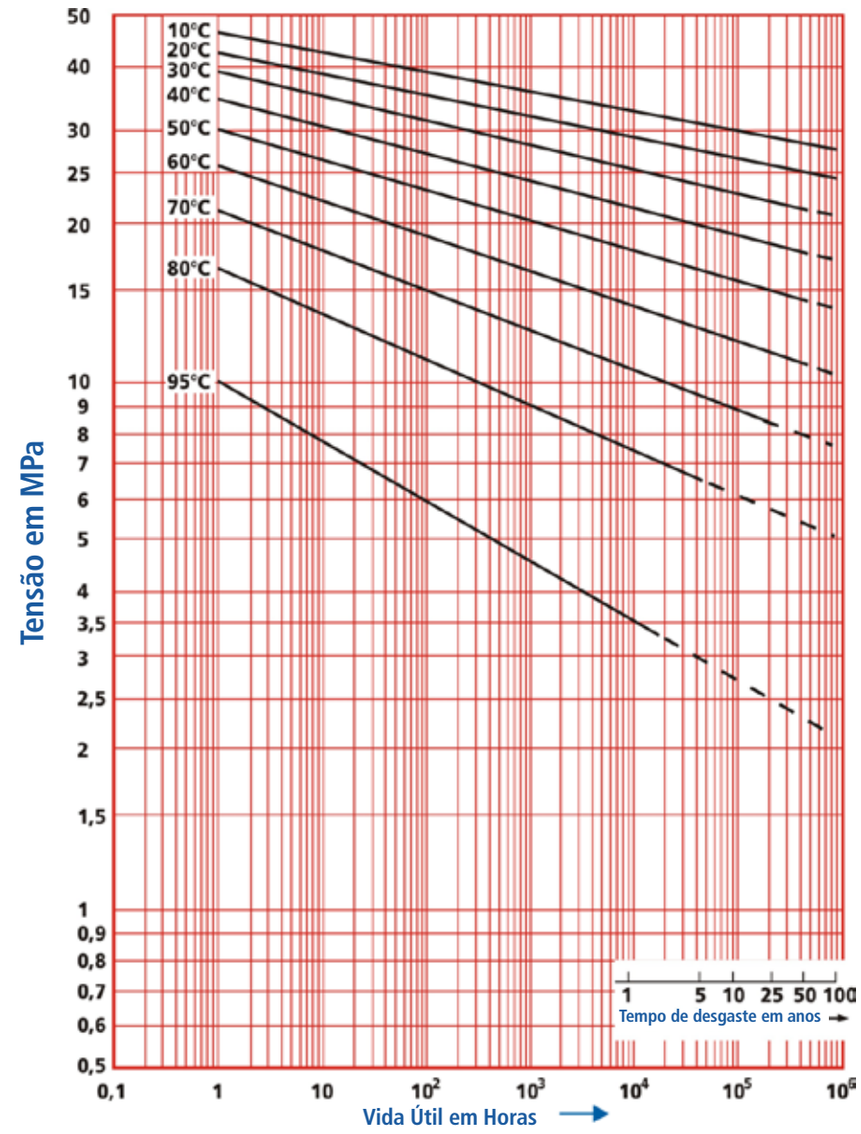
Exemplo: obra vertical



Alínea f: "a tubulação de alimentação da água fria deve ser feita com material resistente à temperatura máxima admissível da água quente".

1.4.12. Durabilidade do Aquatherm®

O gráfico da curva de regressão demonstra que, ao longo de 50 anos, o CPVC mantém suas características de resistência à temperatura e pressão em níveis excelentes para uso nos sistemas de condução de água quente.



Exemplo de utilização da curva de regressão
Consideremos a tubulação da linha Aquatherm® DN 54, uma durabilidade prevista do tubo em 50 anos e uma temperatura de operação de 80°C. Através do gráfico da curva de regressão podemos obter o valor da tensão (δ) do tubo, por meio da interseção da linha vertical da durabilidade de 50 anos com a curva de regressão que indica a temperatura, que nesse caso é de 80°C.

Neste exemplo o valor obtido é 6,0 MPa. Consegue-se essa especificação trazendo uma linha horizontal que parte do ponto de interseção já referido, prosseguindo até o valor da tensão (δ) do tubo.

Com esse valor, podemos obter a pressão máxima admissível (Pmáx.) utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Pmáx.} = \frac{2 \times e \times \delta}{DE - e}$$

Onde:
δ = tensão tangencial (da curva de regressão)
e = espessura de parede do tubo Aquatherm®
DE = diâmetro externo do tubo Aquatherm®
t = temperatura de operação

Sendo:
δ = 5,3 Mpa
e = 4,9 mm
DE = 54 mm
t = 80°C

Então:

$$\text{Pmáx.} = \frac{2 \times 4{,}9 \times 5{,}3}{54 - 4{,}9} = \frac{58{,}8}{49{,}1} = 1{,}06 \text{ MPa}$$

Transformando-se para metros de coluna d'água, teremos 120 m.c.a. Esse resultado obtido corresponde à pressão máxima admissível. Para obter-se o valor de pressão máxima de serviço (Pms), é necessário dividir essa pressão calculada pelo coeficiente de segurança (f) do Aquatherm®:

$$\text{Pms} = \frac{\text{Pmáx.}}{f}$$

Onde:
Pmáx. = pressão máxima admissível
f = coeficiente de segurança

Sendo:
Pmáx. = 120 m.c.a.
f = 1,7

Então:

$$\text{Pms} = \frac{120}{2{,}0} = 62 \text{ m.c.a. ou } 6{,}2 \text{ kgf/m}^2$$

Conclusão:
Este cálculo comprova que o Aquatherm® pode ser perfeitamente utilizado a uma pressão de 60 m.c.a., à temperatura de 80°C por um período de 50 anos.
Obs.: O fator de segurança aplicado é de 1,7, conforme norma DIN 8079.3.

1.4.13. Manutenção

O Sistema Aquatherm® não requer plano de manutenção desde que utilizado corretamente conforme norma.

Em caso de furo acidental na tubulação, deve-se fazer uso das luvas soldáveis, ou ainda da Luva de Correr Aquatherm® TIGRE.

1 Localizado o local do furo, retire o trecho danificado num comprimento correspondente ao das Luvas de Correr Aquatherm® TIGRE.

2 Corte um novo segmento de tubo no mesmo tamanho do trecho danificado que foi retirado.

3 Utilize duas Luvas de Correr Aquatherm® TIGRE e instale-as nas extremidades do novo trecho de tubo. Complete o reparo deslizando as Luvas de Correr Aquatherm® TIGRE e unindo-as ao restante da tubulação.

1.5. Perda de Carga em Tubos Aquatherm®

A circulação da água ou de outros fluidos por uma tubulação sofre perda de pressão por atrito denominada de Perda de Carga. Os principais fatores são:

- Comprimento da tubulação
- Rugosidade da superfície interna do material
- Quantidade e formas de mudanças de direção
- Diâmetros das tubulações
- Viscosidade da água
- Densidade da água
- Tipo de escoamento (laminar ou turbulento)

$$h = 10{,}643 \times Q^{1{,}85} \times C^{-1{,}85} \times D^{-4{,}87}$$

Onde:
h = perda de carga (m/m)
Q = vazão (m^3/s)
C = 150
D = diâmetro interno do tubo (m)

Esta equação foi utilizada para calcular as velocidades da água, perdas de carga e quedas de pressão como função de fluxos de água para 9 diâmetros dos tubos de CPVC (CTS)*. Os resultados são dados na tabela 5. O procedimento para estabelecer um fluxo limitante ou máximo, que é aplicável para qualquer material, não é bem definido. Para alguns materiais, podem existir velocidades que podem criar abrasão ou erosão, mas não há evidência que isso ocorra com o CPVC sob qualquer condição de operação.

Uma investigação de alguns sistemas de CPVC revelou que velocidades de 2 a 5 m/s poderiam ser desenvolvidas sob as condições máximas de fluxo. Baseando-se tanto em experiências práticas como em estudos de laboratório, uma velocidade máxima do fluido de 3 m/s pode ser usada em projetos de sistemas de CPVC.

*Copper Tube Size

Tabela 5 - Perda de Carga em Tubulações de CPVC

Vazão (m3/s)	Vazão l/s	15 V (m/s)	1/2" PL (m.ca./m)	22 V (m/s)	3/4" PL (m.ca./m)	28 V (m/s)	1" PL (m.ca/m)	35 V (m/s)	1 1/4" PL (m.ca/m)	42 V (m/s)	1 1/2" PL (m.ca/m)	54 V (m/s)	2" PL (m.ca/s)	73 V (m/s)	2 1/2" PL (m.ca/m)	89 V (m/s)	3" PL (m.ca/m)	114 V (m/s)	4" PL (m.ca/m)
0,00005	0,05	0,46	0,027	0,20	0,003	0,12	0,001	0,08	0,000	0,06	0,000	0,03	0,000	0,02	0,000	0,01	0,000	0,01	0,000
0,00010	0,10	0,91	0,098	0,39	0,013	0,24	0,004	0,16	0,001	0,11	0,001	0,07	0,000	0,04	0,000	0,02	0,000	0,01	0,000
0,00015	0,15	1,37	0,207	0,59	0,027	0,36	0,008	0,24	0,003	0,17	0,001	0,10	0,000	0,05	0,000	0,04	0,000	0,02	0,000
0,00020	0,20	1,83	0,353	0,79	0,045	0,48	0,014	0,31	0,005	0,22	0,002	0,13	0,001	0,07	0,000	0,05	0,000	0,03	0,000
0,00030	0,30	2,74	0,748	1,18	0,096	0,72	0,029	0,47	0,010	0,34	0,005	0,20	0,001	0,11	0,000	0,07	0,000	0,04	0,000
0,00040	0,40	3,66	1,274	1,57	0,163	0,96	0,049	0,63	0,017	0,45	0,008	0,26	0,002	0,14	0,000	0,10	0,000	0,06	0,000
0,00050	0,50	4,57	1,925	1,96	0,246	1,20	0,075	0,78	0,026	0,56	0,012	0,33	0,003	0,18	0,001	0,12	0,000	0,07	0,000
0,00060	0,60	5,49	2,697	2,36	0,345	1,44	0,105	0,94	0,037	0,67	0,016	0,39	0,004	0,21	0,001	0,14	0,000	0,09	0,000
0,00070	0,70			2,75	0,459	1,68	0,139	1,10	0,049	0,78	0,022	0,46	0,006	0,25	0,001	0,17	0,000	0,10	0,000
0,00080	0,80			3,14	0,587	1,93	0,178	1,25	0,063	0,90	0,028	0,52	0,007	0,28	0,002	0,19	0,001	0,12	0,000
0,00090	0,90			3,54	0,730	2,17	0,221	1,41	0,078	1,01	0,034	0,59	0,009	0,32	0,002	0,21	0,001	0,13	0,000
0,00100	1,00			3,93	0,887	2,41	0,269	1,57	0,095	1,12	0,042	0,65	0,011	0,35	0,003	0,24	0,001	0,14	0,000
0,00120	1,20			4,72	1,243	2,89	0,377	1,88	0,133	1,35	0,059	0,78	0,016	0,42	0,004	0,29	0,001	0,17	0,000
0,00140	1,40			5,50	1,654	3,37	0,501	2,19	0,176	1,57	0,078	0,91	0,021	0,49	0,005	0,33	0,002	0,20	0,001
0,00160	1,60					3,85	0,642	2,51	0,226	1,79	0,100	1,04	0,027	0,56	0,006	0,38	0,002	0,23	0,001
0,00180	1,80					4,33	0,798	2,82	0,281	2,02	0,124	1,17	0,033	0,63	0,007	0,43	0,003	0,26	0,001
0,00200	2,00					4,81	0,970	3,14	0,341	2,24	0,151	1,30	0,040	0,71	0,009	0,48	0,003	0,29	0,001
0,00220	2,20					5,30	1,157	3,45	0,407	2,47	0,180	1,43	0,048	0,78	0,011	0,52	0,004	0,32	0,001
0,00240	2,40							3,76	0,478	2,69	0,211	1,56	0,056	0,85	0,013	0,57	0,005	0,35	0,001
0,00260	2,60							4,08	0,554	3,91	0,245	1,69	0,065	0,92	0,015	0,62	0,006	0,37	0,002
0,00280	2,80							4,39	0,636	3,14	0,281	1,82	0,075	0,99	0,017	0,67	0,006	0,40	0,002
0,00300	3,00							4,70	0,723	3,36	0,319	1,96	0,085	1,06	0,019	0,71	0,007	0,43	0,002
0,00325	3,25							5,09	0,838	3,64	0,370	2,12	0,099	1,15	0,022	0,77	0,008	0,47	0,003
0,00350	3,50							5,49	0,961	3,92	0,425	2,28	0,113	1,23	0,025	0,83	0,010	0,50	0,003
0,00375	3,75									4,2	0,483	2,44	0,139	1,32	0,029	0,89	0,011	0,54	0,003
0,00400	4,00									4,48	0,544	2,61	0,145	1,14	0,033	0,95	0,012	0,58	0,004

1.6. Informações Gerais sobre Aquatherm®

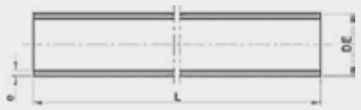
O Sistema Aquatherm® de tubos e conexões de CPVC é mais eficiente do que os outros materiais usados para instalações prediais de água quente. Veja por quê:

Tabela 6 - Informações Gerais Aquatherm®

CARACTERÍSTICAS	AQUATHERM® TIGRE (CPVC)
Presença na maioria das revendas de materiais de construção do país	Mais de 18.000 revendas espalhadas pelo Brasil
Solução completa de tubos e conexões	Sim
Necessidade de equipamentos e ferramentas especiais	Não necessita de equipamentos e ferramentas especiais
Custo	Menor custo entre todas as soluções (aquisição, instalação e manutenção)
Possibilidade de furtos na obra	Mínima
Processo de instalação	O mais simples e fácil de instalar e amplamente conhecido pelos profissionais
Gerador de energia	Não requer qualquer tipo de energia, pois a execução das juntas é por simples encaixe com o Adesivo Aquatherm®
Possibilidade de falhas de execução das juntas	Praticamente nula, pois a junta soldável através de adesivo realiza uma fusão altamente resistente e estanque
Resistência aos efeitos do golpe de aríete	Baixa, característica inerente ao plástico
Resistência à corrosão de reagentes químicos e por águas cloradas	Alta resistência, característica própria do material (ver tabela de resistência química)
Agressão pelo PH baixo da água	Nenhuma, independentemente do PH da água
Resistência à temperatura	Atende às normas da ABNT
Retenção do calor da água quente	Elevada capacidade de reter calor, devido à baixa condutividade térmica do CPVC: 0,14 W/mK
Necessidade de isolamento térmico	Até 20 metros é dispensável. Estudos realizados pela PUC de Minas Gerais (Grupo de Estudos em Energia) comprovam que, em uma tubulação de 20 metros a uma vazão de 8 l/min, a perda de temperatura é de apenas 0,7°C
Manutenção corretiva	Facilitada graças à junta soldável adesivada e à luva de correr
Assistência técnica com abrangência nacional	Sim, para orientação técnica e atendimento à reclamação via 0800 e presencial através dos ATs e TRs

1.7. Itens da Linha Aquatherm®

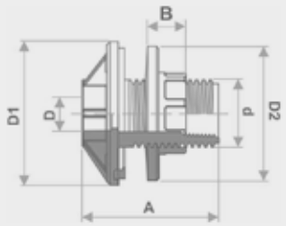
• Tubo Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	DE	e	L
17000152	DN 15	15	1,6	3000
17000225	DN 22	22	2,0	3000
17000284	DN 28	28	2,5	3000
17001086	DN 35	34,9	3,2	3000
17001108	DN 42	41,3	3,8	3000
17001132	DN 54	54	4,9	3000
17001515	DN 73	73	6,5	3000
17001531	DN 89	88,9	7,9	3000
17001558	DN 114	114,3	10,2	3000

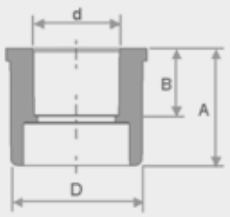
• Adaptador para Caixa D'Água Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	D	D1	D2	d
22855816	22	61,2	18	15,25	64,3	60	30
22855824	28	64	21	28,3	79,4	74	44

• Bucha de Redução Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

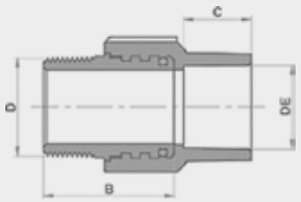
CÓDIGO	BITOLA	A	B	D	d
22850300	DN 22 x 15	18	13	22	15
22850202	DN 28 x 15	27	13,2	28,1	15
22850350	DN 28 x 22	23	18	28	22
22850210	DN 35 x 15	32	13,2	34,9	15
22850229	DN 35 x 22	32	18,2	34,9	22
37420840	DN 35 x 28	31	23	35	28
22850237	DN 42 x 22	37	18,2	41,3	22
22850245	DN 42 x 28	37	23,2	41,3	28
37420646	DN 42 x 35	36	28	42	35
22850253	DN 54 x 28	47,3	23,2	54	28
22850385	DN 54 x 35	48	28	54	35,2
37420654	DN 54 x 42	46	33	54	42
22850270	DN 73 x 35	50,8	28,2	73,1	35
37424668	DN 73 x 54	65,3	38,1	73	54
22850288	DN 89 x 54	53,4	43,8	89	54
37424676	DN 89 x 73	60,1	44,4	89,3	73,4
37424684	DN 114 x 73	74,6	44,4	114,8	73,4
37424692	DN 114 x 89	74,6	47,6	114,8	89,31

• Cap Aquatherm®

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	DE
22850504	DN 15	13	15
22850555	DN 22	18	22
22850601	DN 28	23	28
37420662	DN 35	28	35
37420670	DN 42	33	42
37420689	DN 54	43	54
37424706	DN 73	44,4	73,4

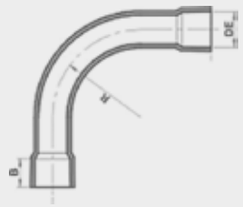
• Conector Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	B	C	D	DE
22850610	DN 15 x 1/2"	32	12,6	1/2"	15,25
22850628	DN 22 x 1/2"	32,6	18	1/2"	22,25
22850636	DN 22 x 3/4"	35	18	3/4"	22,25
100021062	DN 28 x 1"	39,5	23	1"	28,3
100021061	DN 35 x 1.1/4"	47,25	26,4	1.1/4"	35,2
100021058	DN 42 x 1.1/2"	49,7	33,5	1.1/2"	41,64
100021059	DN 54 x 2"	62,7	43,5	2"	54,3
100021060	DN 73 x 2.1/2"	75,7	44,5	2.1/2"	73,3
100021069	DN 89 x 3"	87,8	47,6	3"	89,3
100021070	DN 114 x 4"	99,0	55,2	4"	114,6

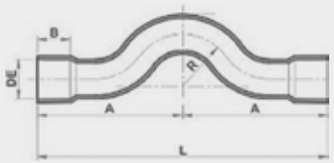
• Curva 90° Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	B	DE	R
22852701	DN 15	13	15,25	38,00
22852728	DN 22	18	22,25	53,00
22852744	DN 28	23	28,30	70,00

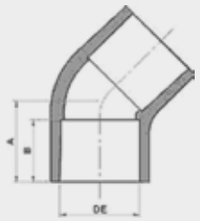
• Curva de Transposição Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	DE	L	R
22852850	DN 15	66,90	13,00	15,25	133,80	16
22852876	DN 22	79,50	18,00	22,25	159,00	18

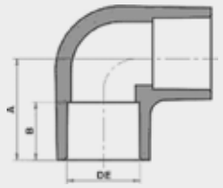
• Joelho 45° Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	DE
22850709	DN 15	23	13	15
22850750	DN 22	31	18	22
22850806	DN 28	39	23	28
37420727	DN 35	47	28	35
37420735	DN 42	55	33	42
37420743	DN 54	72	43	54
37424730	DN 73	82,6	44,4	73,4
37424749	DN 89	93,6	47,6	89,3
37424755	DN 114	115,8	58,7	114,8

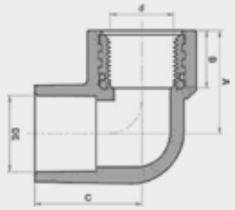
• Joelho 90° Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	DE
22850903	DN 15	23	13	15
22850954	DN 22	31	18	22
22851004	DN 28	39	23	28
37420751	DN 35	47	28	35
37420760	DN 42	55	33	42
37420778	DN 54	72	43	54
37424765	DN 73	82,6	44,4	73,4
37424773	DN 89	93,6	47,6	89,3
37424781	DN 114	115,8	58,7	114,8

• Joelho 90° de Transição Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

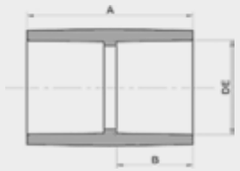
CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	d	DE
22851187	DN 15 x 1/2"	27	17,2	26,5	1/2"	15
22851209	DN 22 x 1/2"	30,5	18	31,5	1/2"	22
22851225	DN 22 x 3/4"	32	18,5	31,5	3/4"	22
100021071	DN 28 x 1"	38,2	21,1	37	1"	28

• Junta de Expansão Aquatherm®

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L
22853716	DN 28	28,3	329
22853732	DN 35	35	348
22853759	DN 42	41,7	363
22853775	DN 54	54,4	403

• Luva Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

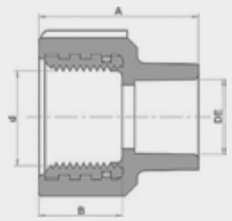
CÓDIGO	BITOLA	B	C	D
22851403	DN 15	29	13	15
22851454	DN 22	39	18	22
22851500	DN 28	49	23	28
37420786	DN 35	59	28	35
37420794	DN 42	69	33	42
37420808	DN 54	89	43	54
37424790	DN 73	93,7	44,4	73,4
37424803	DN 89	100,1	47,6	89,3
37424811	DN 114	122,2	58,7	114,8

• Luva de Correr Aquatherm®

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	de	DE1	DE2
22851314	DN 15	50	15,4	27,2	22,8
22851330	DN 22	55	22,4	33,6	29,1
22851357	DN 28	60	28,4	40,0	35,5

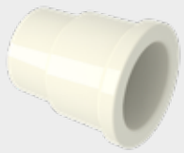
• Luva de Transição Aquatherm®

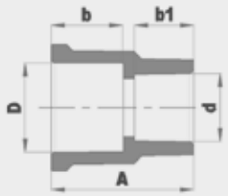


DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	B	C	D	DE
22851608	DN 15 x 1/2"	33	17	1/2"	15
22851632	DN 22 x 1/2"	37,5	17	1/2"	22
22851659	DN 22 x 3/4"	40	19	3/4"	22
22851675	DN 28 x 3/4"	44,5	21,5	3/4"	28
100021057	DN 28 x 1"	64	39	1"	28
100021064	DN 35 x 1 1/4"	78	25	1.1/4"	35
100021065	DN 42 x 1.1/2"	83	25	1.1/2"	42
100021066	DN 54 x 2"	93	25	2"	54

• Luva de Transição Aquatherm® x Soldável

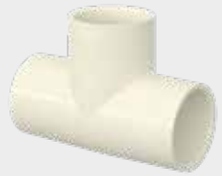


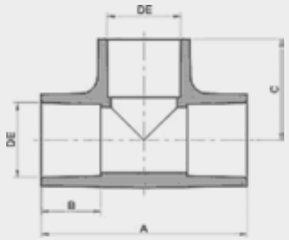


DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	b	b1	D	d
22854020	15 x 20	31,95	16,2	13,25	19,95	15,35
22854062	22 x 25	39	18,25	18,25	24,95	22,35

• Tê Aquatherm®

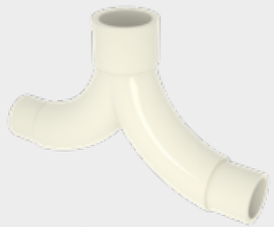


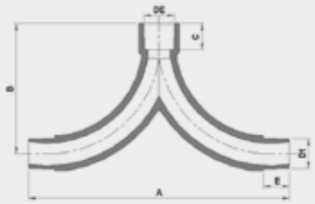


DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	de	DE1	DE2
22851900	DN 15	46	13	23	15
22851950	DN 22	62	18	31	22
22852000	DN 28	79	23	39	28
37420816	DN 35	95	28	47	35
37420824	DN 42	111	33	55	42
37420832	DN 54	144	43	72	54
37424820	DN 73	165	44,4	82,5	73,4
37424838	DN 89	187.3	47,6	93,6	93,6
37424846	DN 114	234,8	58,7	117,4	114,8

• Tê Misturador Aquatherm®

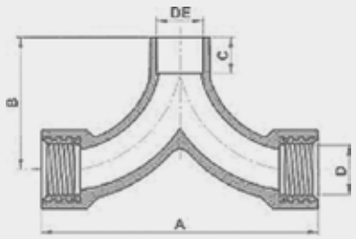




DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D1	DE	E
22855018	DN 15	132	65,8	13,25	15,1	15,35	13,25
22855026	DN 22	132	65,75	18,25	22,1	22,35	18,25

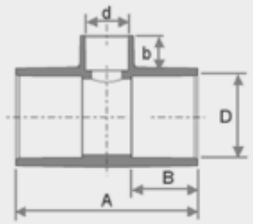
• Tê Misturador de Transição Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D	DE
22852078	DN 15 x 1/2"	132	65,5	13	1/2"	15,25
22852043	DN 22 x 3/4"	132	65,5	18	3/4"	22,25

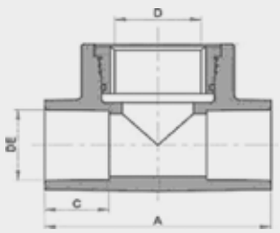
• Tê 90° de Redução Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	b	D	d
22854526	DN 22 x 15	58	18,2	13,2	22,3	15,3
22854542	DN 28 x 15	68	23,2	13,2	28,4	21,2
22854550	DN 28 x 22	74	23,2	18,2	28,4	22,3
22854577	DN 35 x 22	84,5	28,2	18,2	35,2	22,3
22852205	DN 35 x 28	89	26	23	35,2	28,3
22854615	DN 42 x 22	96	33,7	18,2	41,6	22,3
22852221	DN 42 x 28	101	33,5	23	41,64	28,3
22854623	DN 42 x 35	107	33,7	28,2	41,6	35,2
22854640	DN 54 x 22	117,6	43,8	18,2	54,4	22,3
22852248	DN 54 x 28	123	43,5	23	54,36	28,3
22854674	DN 73 x 54	152,6	47,3	43,8	73,3	54,4

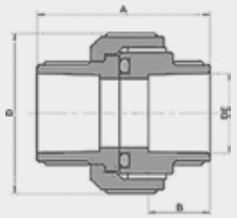
• Tê de Transição Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	C	DE	D
22851780	DN 15 x 1/2"	52	13,2	15,3	18,6
22851810	DN 22 x 1/2'	63	18	22,25	18,63
22851837	DN 22 x 3/4"	63	18	22,25	24,2

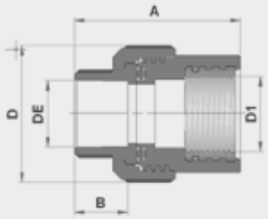
• União Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	D	DE
22852400	DN 15	42	13	53,5	15
22852450	DN 22	46	18	44,2	22
22852507	DN 28	56	23	37,5	28
22852515	DN 35	68,6	28	69,5	35,2
22852523	DN 42	85	33,5	79,5	41,64
22852531	DN 54	101	43,5	101	54,36
37424854	DN 73	110,8	44,4	73,4	103,9
37424862	DN 89	127,5	47,6	156,5	89,3

• União Mista Aquatherm®



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	D	D1	DE
22854836	DN 22 x 25"	55,6	18	46,2	3/4"	22,25

• Adesivo Aquatherm® Bisnaga

INFORMAÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
53010423	Adesivo Aquatherm® Bisnaga 17g
53010431	AdesivoAquatherm® Bisnaga 75g

• Adesivo Aquatherm® Frasco

INFORMAÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
53010407	Adesivo Aquatherm® Frasco 175g
53010415	Adesivo Aquatherm® Frasco 850g

• Fita Veda Rosca

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	COTAS
54501854	18 mm x 10 m
54501900	18 mm x 25 m
54501951	18 mm x 50 m

1.8. Certificado de Garantia

CERTIFICADO DE GARANTIA TIGRE

AQUATHERM® TIGRE

À (Nome da Construtora)

A TIGRE S.A. Tubos e Conexões, fabricante de tubos e conexões para uso em água quente em CPVC, fornece a presente Garantia aos seus produtos das linhas Aquatherm® e DryFix® Água Quente de acordo com os termos estabelecidos neste Certificado.

Os produtos Aquatherm® TIGRE e DryFix® Água Quente TIGRE são fabricados de acordo com as normas ABNT NBR 15884/2010 e ASTM 2846 (American Society for Testing and Materials), além de possuírem o padrão de qualidade TIGRE.

A TIGRE garante seus produtos Aquatherm® e DryFix® Água Quente pelo prazo de 50 anos, contados a partir da data de aquisição do produto, decorrentes de falhas de fabricação dele. A validade da presente garantia é vinculada ao correto manuseio, instalação e uso do produto, de acordo com as normas brasileiras.

A TIGRE reserva-se o direito de introduzir melhoramentos e/ou alterar especificação de seus produtos, a qualquer tempo, não incorrendo tal procedimento em responsabilidade ou obrigação para com o cliente, revendedor ou terceiros.

TIGRE

Qualidade, inovação, atendimento e Assistência Técnica eficazes são características que fazem parte da história da TIGRE e que a tornaram líder absoluta em todos os mercados onde atua.

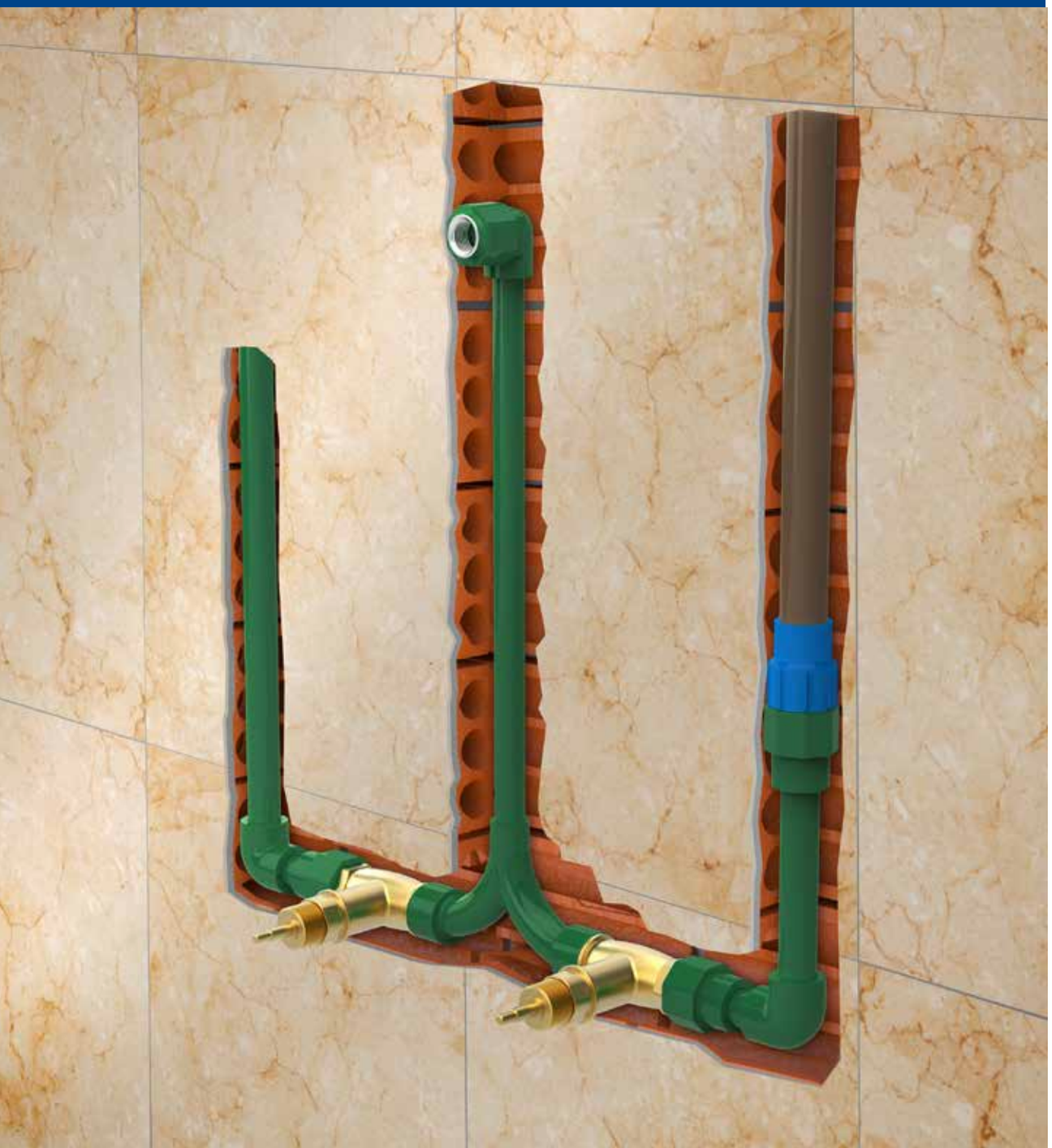
Além dos serviços já prestados através das equipes de Assistência Técnica, TeleTigre, Tigre Resolve e Portal Tigre, oferecemos a você um Certificado de Garantia, que assegura o perfeito funcionamento do Sistema Aquatherm® por 50 anos, desde que esteja instalado de acordo com as especificações técnicas da norma NBR 7198.

Garantir por meio século serve para comprovar que "Quem faz com TIGRE faz para sempre".

Anotações

PPR TERMOFUSÃO

ÁGUA QUENTE



2. PPR Termofusão

A linha PPR Termofusão da Tigre oferece ao cliente toda a confiança e garantia de um produto de alta qualidade, que já está presente nos mais diferentes países. Com elevada resistência à temperatura e pressão, confere o melhor custo benefício para obras compactas.

2.1. Função/Aplicação

Condução de água fria e quente com alta exigência de desempenho e durabilidade. A linha é utilizada em residências, hotéis, clubes, hospitais, em sistemas de calefação e em instalações navais e industriais.

2.2. Benefícios e Diferenciais

Custo benefício
A linha fabricada em polipropileno oferece melhor custo benefício para obras de pequeno porte.

Segurança contra vazamentos
A solda por termofusão entre o tubo e a conexão confere a proteção contra vazamentos.

Alta durabilidade
Fabricado em PP a linha não sofre com oxidações no interior do tubo e das conexões, reduzindo o índice de manutenção e incrustações na rede.

Fácil operação e deslocamento
Produtos mais leves que facilitam a instalação e transporte das peças.

Excelente isolamento térmico
Melhor perda de calor em comparação com materiais metálicos, garantindo a temperatura ideal para o usuário.

2.3. Características Técnicas

Matéria-prima: A matéria-prima utilizada para a fabricação do Sistema é o PPR (Polipropileno Copolímero Random).

Cor: verde.

Diâmetros: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75 e 90 mm.

Classe de pressão: PN 12 (12 kgf/cm2), PN 20 (20 kgf/cm2) e PN 25 (25 kgf/cm2).

Características	Método de Medição	Unidades	Valores
Índice de Fluidez (230°C/2.16kg)	ISO 1133	G / 10 MIN	0,3
Densidade	ISO 1183	g/cm^3	0,9
Temperatura de Fusão	Microscópio de polarização	°C	140 - 150
Módulo de Elasticidade e Flexão 23°C	ISO 178	Mpa	830
Resistência à Tração no Limite Elástico	ISO 527-2	Mpa	25
Alongamento no Limite Elástico	ISO 527-2	%	11
Dureza Short D	ASTM D2240	—	70
Resistência ao Impacto Charpy c/e a 23°C	ISO179	KJ/m^2	50
Resistência ao Impacto Charpy c/e a 0°C	ISO179	KJ/m^2	5
Ponto de Fusão	Método interno	°C	136,5 - 142,5
Condutividade Térmica a 23°C	DIN 8078	W/mk	0,23
Resistividade de Volume a 20ºC	—	Ω cm	>1x1016

A seguir, veja a relação de normas de referência que regem a fabricação do Sistema PPR Termofusão e que asseguram excelente desempenho, proporcionando um alto grau de segurança às instalações.

NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA	
IRAM 13470	Sistemas de tubos de polipropileno para união por termofusão. Tubos de polipropileno para transporte de líquidos sob pressão. Medidas e pressões nominais.
IRAM 13471	Tubos de polipropileno para união por termofusão destinados ao transporte de líquidos à baixa pressão. Requisitos.
IRAM 13472	Tubos de polipropileno. Conexões de polipropileno, para união por termofusão, com tubos de mesmo material, para a condução de líquidos à baixa pressão (partes 1 e 2).
DIN 2000	Diretivas e requisitos de água potável. Estudo, construção e funcionamento das instalações.
DL/S 2203	Prova das conexões a fundir em materiais termoplásticos.
DVS 2207	Soldagem para materiais termoplásticos.
DVS 2208	Máquinas e equipamentos adequados para termofusão.
DIN 2999	Conexão com junta metálica.
DIN 8076	Tubos termoplásticos sob pressão.
DIN 8077	Tubos em polipropileno PP, dimensões.
DIN 8078	Tubos em polipropileno. Requisitos gerais de qualidade - provas, especificações e métodos de ensaio.
UNI 9182	Sistema de alimentação e sistema de engenharia para distribuição de água quente e água fria.
DIN 16960	Soldagem de materiais termoplásticos - princípios.
DIN 16962	Tubos e conexões de polipropileno (PP) - dimensões e ensaios para conexões.
DIN 16774	Massa termoplástica: polipropileno (PP).
DIN 53735	Provas dos materiais plásticos: determinação do índice de fusão dos termoplásticos.

2.3.1. A Estrutura Molecular do PPR

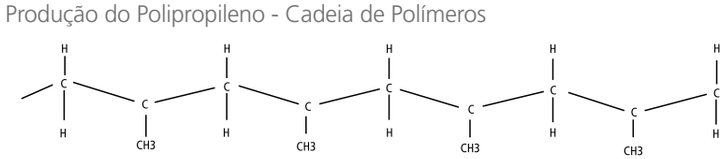
O polipropileno é uma resina poliolefinica, composta principalmente por petróleo, e foi desenvolvida pelos europeus em 1954. Derivações químicas, conforme abaixo, geram a ruptura das cadeias moleculares originando o polipropileno. Para que se chegasse à última geração de polipropilenos, foi necessário um profundo desenvolvimento, como abaixo:

Tipo 01 - Polipropileno homopolímero
-P-P-P-P-P-P-P-....-P-P-P-P-P-P-P-P

Tipo 02 - Polipropileno block
(P-P-P-...P) + (P-P-E-E-E-E-P-P-E-E-E-P-P-)

Tipo 03 - Polipropileno Copolímero Random
-P-P-P-E-P-P-P-E-P-...-P-P-P-E-P-P-P

Produção do Polipropileno - Cadeia de Polímeros



O Polipropileno Copolímero Random – Tipo 3 – precisa agregar elevada resistência à temperatura à alta resistência à pressão. Por isso, atualmente poucas empresas petroquímicas mundiais possuem tecnologia para fabricá-lo. Essa matéria-prima de cor verde em pequenos grânulos é submetida a diversos testes, de acordo com as normas:

ISO/R 527 - Tensão de ruptura
ISO 1133 - Índice de fluência
ISO/R 1183 - Densidade e massa volumétrica
ISO 1191 - Coeficiente de viscosidade
ISO 2039 - Dureza à penetração

Países como Alemanha, Turquia, Itália e Argentina utilizam essa solução para condução de água quente com sucesso há mais de 30 anos, comprovando sua aplicabilidade depois de ser submetida às mais severas condições de utilização e a testes em renomados laboratórios.

2.3.2. Comparativo de Diâmetros

Tabela 7 - Comparativo de Diâmetros PPR, Soldável, Roscável e Aquatherm®

PPR PN 12		PPR PN 20		PPR PN 25		Soldável		Roscável		Aquatherm®	
DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI	DN	DI
20	16,2	20	14,4	20	13,2	20	17	1/2''	7,5	15	12,2
25	20,4	25	18	25	16,6	25	21,6	3/4''	13,25	22	18
32	26,2	32	23,2	32	21,2	32	27,8	1''	18,4	28	23,4
40	32,6	40	29	40	24,6	40	35,2	1 1/4''	24,35	35	28,5
50	40,8	50	36,2	50	33,2	50	44	1 1/2''	30,1	42	33,7
60	48,4	60	45	60	42	60	53,4	2''	41,4	54	44,2
75	61,4	75	54,4	75	50	75	66,6	2 1/2''	54,1	73	60
90	73,6	90	65,4	90	60	90	80,6	3''	66,6	89	74,1
110	90	110	79,8	110	73,4	110	97,8	4''	91,6	114	93,9

2.4. Instruções

2.4.1. Execução de Juntas

1 Antes de iniciar o processo de termofusão, é fundamental realizar a limpeza dos bocais da termofusora com um pano embebido em álcool e verificar o seu correto ajuste sobre a placa do equipamento.

2 Recomenda-se o corte dos tubos com tesoura para evitar rebarbas.

3 Limpe a ponta do tubo e o interior do bocal com um pano embebido em álcool.

4 Marque a profundidade de inserção na ponta do tubo, conforme a medida especificada na tabela 8, de acordo com o diâmetro.

5 Introduza simultaneamente o tubo e a conexão em seus respectivos bocais, de forma perpendicular à placa termofusora.

Obs.: A conexão deve ser encaixada até o final do bocal macho. O tubo não deverá ultrapassar a marca da profundidade anteriormente feita.

6 Retire o tubo e a conexão da termofusora após passado o tempo mínimo determinado para a fusão, conforme tabela 9.

7 Imediatamente proceda à união. Pare a introdução do tubo na conexão quando os dois anéis visíveis que se formam em função do movimento do material estiverem unidos.

Obs.: Durante 3 segundos, é possível alinhar a conexão ou girá-la não mais que 15°.

8 Recomenda-se deixar a junta em repouso até atingir esfriamento total, conforme especificado na tabela 9.

9 Uma vez concluída a instalação, armazene corretamente a termofusora após o esfriamento da placa.

Tabela 8 - Profundidades de Inserção

Diâmetro (tubo e conexão)	Profundidade de Inserção no Bocal - P(MM)
20	12
25	13
32	14,5
40	16
50	18
63	24
75	26
90	29

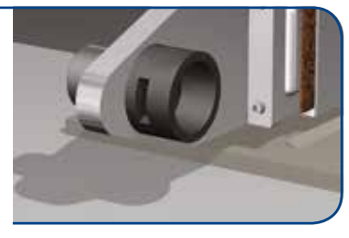
Tabela 9 - Tempos para Termofusão

Diâmetro (tubo e conexão)	Tempo mínimo de Aquecimento (segundos)	Intervalo máximo para acoplamento (segundos)	Tempo de esfriamento (minutos)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6

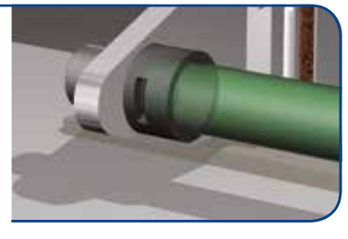
Obs.: Aumentar em 50% quando a temperatura ambiente for menor que 10°C.

2.4.2. Execução de Juntas com Bocais Ranhurados

1 Caso sejam utilizados bocais ranhurados, não é necessário fazer a marcação da profundidade nos tubos, já que a ranhura serve como marca visual para a correta inserção do tubo.

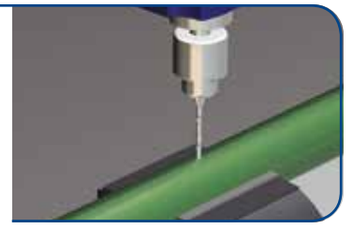


2 Introduza o tubo até que este atinja o início da ranhura do bocal.

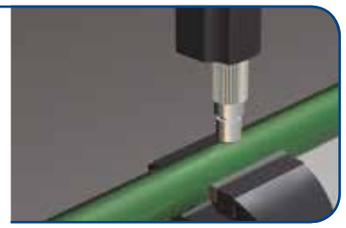


2.4.3. Instalação do Selim de Derivação

1 Perfure o tubo com uma broca de 12 mm no lugar onde se fará a derivação.



2 Utilize a furadeira com perfurador para selim de derivação.



3 Coloque na termofusora os bocais para selins de derivação. Utilize o bocal côncavo para aquecer o tubo, e o convexo para a derivação. Aqueça o tubo durante 30 segundos até que se forme um anel ao redor do bocal.

4 A seguir, aqueça o selim durante 20 segundos, mas sem retirar o bocal do tubo (aquecimento total do tubo: 50 segundos).

5 Rapidamente, retire a termofusora e pressione o selim durante 30 segundos. A seguir, deixe esfriar a união durante 10 minutos.

Importante:
Esse procedimento deve ser respeitado em cada um dos seus passos e deve ser feito com o ferramental indicado a fim de assegurar o sucesso da fusão.

Os selins de derivação do sistema de Termofusão TIGRE são conexões desenvolvidas especificamente para acompanhar e completar a linha de "têS" de redução. A sua utilização é simples e com excelentes resultados se forem seguidas as indicações e usadas as ferramentas correspondentes. O tubo onde for efetuada a fusão do selim deve estar perfeitamente limpo e seco. No caso de adicionar um selim a uma tubulação existente, verifique se esta se encontra sem água e seca no local onde se fará a fusão. Realize as operações com a máquina perfuradora na posição perpendicular em relação ao tubo para evitar que o furo fique descentralizado.

2.4.4 .Utilização do Termofusor

O Termofusor é um equipamento de utilização manual com elemento térmico de contato, utilizado em soldagens por termofusão entre tubos e conexões de Polipropileno Random - Tipo 3.
Esse equipamento possui um dispositivo de regulagem de temperatura para atingir o ponto de fusão (260ºC) do material. Antes de instalar o Termofusor, leia com atenção as instruções contidas no manual que acompanha o produto e as informações abaixo.

Importante:

- O operador do termofusor deve ler o manual antes de começar a operar o equipamento.
- Certifique-se do comprimento das medidas de segurança informadas no manual e nos catálogos técnicos para evitar acidentes como choques elétricos, ferimentos e incêndios.
- Utilize o termofusor somente para as finalidades descritas neste manual.
- O conteúdo do equipamento, as imagens e as ilustrações, bem como as informações contidas neste manual, podem sofrer alterações sem aviso prévio, com o objetivo de melhorar a qualidade e o funcionamento do produto, ou até mesmo devido às alterações nas regras de segurança.

Cuidado

Veja a seguir alguns procedimentos que devem ser respeitados durante o manuseio do termofusor. Tais situações podem apresentar perigos de morte, ferimentos graves ou danos materiais ao usuário.

1 - Certifique-se de que utilizará a tensão correta para o equipamento (110 V ou 220 V). Se a tensão for diferente, pode queimar o equipamento, além de facilitar a formação de fogo ou incêndio.

2 - Somente conecte o termofusor à rede elétrica após tê-lo fixado ao suporte.

3 - Não manuseie o equipamento com as mãos molhadas.

4 - Não utilize o termofusor em condições de contato com água, sob chuva, em ambientes úmidos ou molhados.

5 - Não utilize o equipamento próximo de gases ou fluidos inflamáveis, como gasolina ou aguarrás, pois poderá provocar explosões ou incêndios.

6 - Mantenha limpo e iluminado o local onde utilizará o termofusor.

7 - Não sobrecarregue o termofusor, apenas utilize-o nas condições para o qual foi fabricado.

8 - Não manipule o cabo de alimentação elétrica de forma perigosa e jamais o desconecte da tomada puxando pelo cabo.

9 - Inspecione regularmente o cabo de alimentação elétrica. Caso esteja danificado, solicite o reparo a fim de evitar choques elétricos e acidentes.

10 - Diante de odor não habitual, vibrações ou ruídos no equipamento, desligue-o imediatamente e entre em contato com o representante ou distribuidor local.

Descrição do Equipamento

Aplicação: Destinado a realizar a soldagem por termofusão entre tubos e conexões de PPR.
Modelos: T-63 (para tubos até DN 63 mm) e T-110 (para tubos até DN 110 mm)

Nomenclatura das peças:

1 - Maleta de metal
2 - Chave Allen
3 - Chave reforçada
4 - Parafusos
5 - Suporte de mesa
6 - Suporte manual
7 - Jogo de bocais (não acompanha o produto)

2.4.4.1. Características Técnicas

Modelo T-63

Tensão: 230 V
Potência Nominal: 800 W
Frequência: 50/60 Hz
Amplitude de trabalho:
20 mm a 63 mm
Temperatura de trabalho:
260º
Dimensões: 37 x 5 x 13,5 cm
Peso: 1,8 Kg

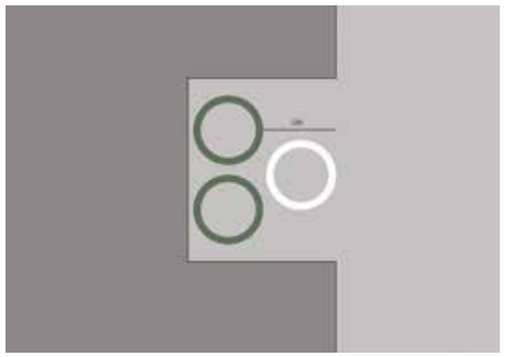
Modelo T-110

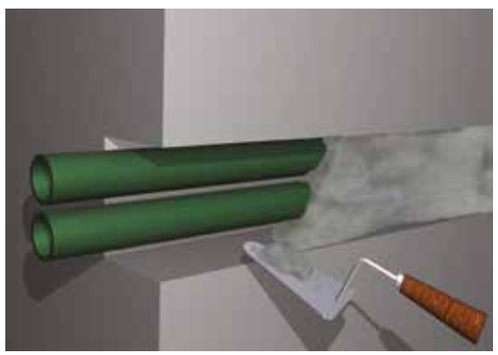
Tensão: 230 V
Potência Nominal: 1200 W
Frequência: 50/60 Hz
Amplitude de trabalho:
20 mm a 110 mm
Temperatura de trabalho:
260º
Dimensões: 38 x 6 x 15,5 cm
Peso: 2,0 Kg

Obs.: Produtos com garantia de 1 ano a partir da data de aquisicão.

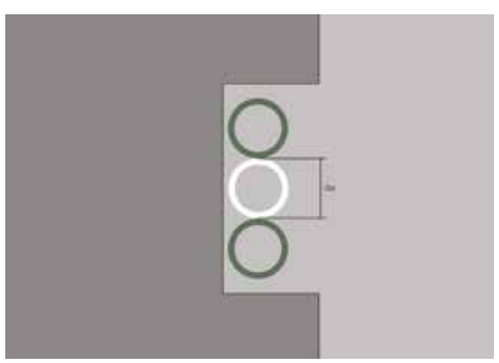
2.4.5. Instalações Embutidas

Para embutir o sistema de Termofusão TIGRE, no caso de uma parede profunda, a tubulação deverá ficar a uma profundidade mínima igual ao diâmetro da tubulação, fazendo-se o recobrimento com argamassa como apresentado nas figuras abaixo. Não é necessário argamassa de grande resistência para fechamento da canaleta.





Em caso de paredes estreitas e passagem de tubulação de água fria e quente pela mesma canaleta, deve-se aumentar a sua largura de forma a separar ambas as tubulações a uma distância equivalente ao diâmetro da tubulação como mostra a imagem a seguir.



2.4.6. Instalações Aparentes

As tubulações aparentes devem ser instaladas de forma a permitir a dilatação térmica natural do sistema. Devem ser instaladas por meio de braçadeiras, intercaladas entre pontos fixos e pontos deslizantes.

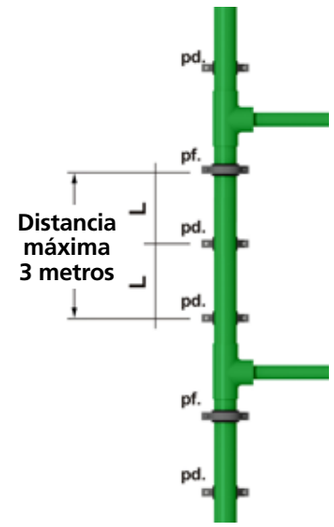
Pontos Fixos

Devem estar posicionados em todas as mudanças de direção da instalação hidráulica (tês, joelhos, etc.), impedindo que os esforços de dilatação térmica da tubulação sejam descarregados sobre as tubulações aparentes. A distância entre apoios fixos não deve ser maior do que 3 metros.

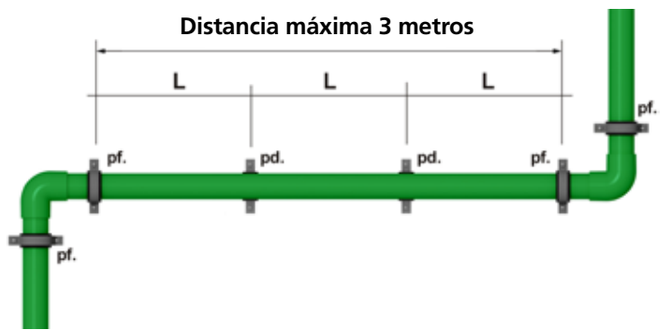
Pontos Deslizantes

São suportes que permitem o deslocamento axial da tubulação, devendo ser instalados conforme tabela de distância máxima entre pontos fixos:

Instalação Vertical – distância entre pontos fixos e deslizantes:



Instalação Horizontal – distância entre pontos fixos e deslizantes:



Especificações para Braçadeiras

As braçadeiras normalmente usadas são metálicas, revestidas com material que impede seu contato direto com os tubos (borracha), evitando avarias à superfície da tubulação.

Deve-se considerar os seguintes valores de distância máxima entre suportes:

Tabela 10 - Distância Máxima Entre Apoios

Distância Máxima Entre Apoios (em cm) para PN 12, PN 20 e PN 25										
Tipo de tubo		Temperatura de Serviço C°								
		0 C	10 C	20 C	30 C	40 C	50 C	60 C	70 C	80 C
PN 12	20	65	60	50	50	45				
	25	75	70	60	60	50				
	32	90	85	80	70	65				
	40	100	100	90	80	75				
	50	125	110	100	95	85				
	63	145	130	120	100	100				
	75	160	150	135	120	115				
	90	180	170	150	140	130				
PN 20	20	75	70	60	55	50	50	45	40	40
	25	85	80	70	65	60	55	50	50	40
	32	100	90	80	75	70	65	60	55	50
	40	120	100	100	90	80	75	70	65	60
	50	135	120	110	100	95	90	80	75	70
	63	160	140	130	120	110	100	95	85	80
	75	180	160	150	130	125	115	100	100	90
	90	200	180	165	150	140	130	120	110	100
PN 25	20	80	70	60	60	50	50	45	40	40
	25	90	80	70	70	60	60	50	50	45
	32	100	90	90	80	70	70	60	60	50
	40	120	110	100	90	85	80	70	65	60
	50	140	130	120	100	100	90	80	80	70
	63	160	150	135	120	115	100	100	90	80
	75	180	170	150	140	130	120	110	100	90
	90	200	190	170	160	150	130	125	115	100

Essa tabela indica as distâncias máximas admissíveis entre apoios consecutivos horizontais. Para instalações verticais, pode-se aumentar a distância em 30%.

Dilatação Térmica

Da mesma forma que todos os materiais da obra, os tubos de Termofusão TIGRE sofrem os efeitos de contração e dilatação. As características de resistência dos tubos e das conexões não requerem nenhum tipo de proteção especial para esse fim, porém é conveniente criar um espaço livre entre a tubulação e o reboco, o que pode ser obtido através do envolvimento da tubulação em material como papelão, com o objetivo de impedir a formação de trincas na alvenaria.

Em instalações aparentes maiores que 40 metros de comprimento, deve-se considerar a dilatação linear antes de iniciar o projeto. O traçado da tubulação deve ser de forma a permitir a livre movimentação da tubulação.

A dilatação linear se calcula com a seguinte fórmula:

$$\Delta L = \Delta T \times L \times \alpha$$

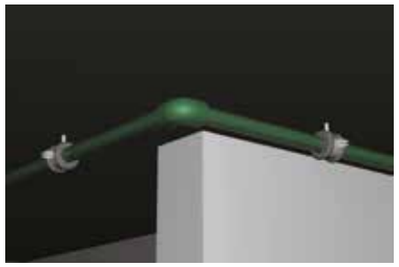
Onde:
ΔL = dilatação linear - variação do comprimento da tubulação (mm)
α = coeficiente de dilatação linear do tubo (0,15 mm/m°C)
L = comprimento do tubo (m)
ΔT = variação de temperatura (Tt -Tm): °C

Cálculo do T:

$$T = Tt - Tm$$

Onde:
Tt = temperatura de trabalho (°C)
Tm = temperatura de montagem (°C)

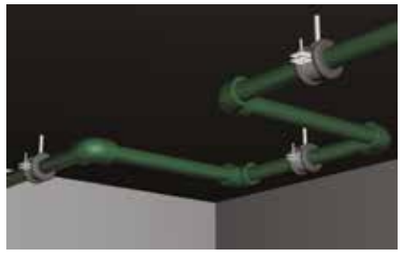
Para compensar as variações de comprimento causadas pela dilatação térmica, pode-se utilizar mudanças de direção ou liras, conforme abaixo:



A) Mudanças de direção
Fórmula para cálculo do comprimento do braço flector:

$$LB = \sqrt{C \times DE \times \Delta L}$$

Onde:
LB = comprimento do braço (mm)
C = constante específica do PPR (15)
DE = diâmetro externo do tubo (mm)
ΔL = dilatação linear da tubulação (mm)



B) Liras de dilatação, formadas por 4 curvas a 90°, funcionam como um duplo braço deslizante. O comprimento da lira (LC) deve ser pelo menos 10 vezes o diâmetro do tubo. Já o comprimento do braço deslizante (L_B) se calcula pela fórmula anterior.

Isolamento Térmico

No caso de instalações de água quente central para os montantes, retornos e tubulações de distribuição e em instalações de água quente individuais com tubulação de grande extensão, recomenda-se recobrir a tubulação com proteções térmicas a fim de otimizar o rendimento dos equipamentos.

2.4.7. Execução de Reparos

1 Faça um corte perpendicular no trecho danificado do tubo. Puxe as extremidades para fora da abertura da parede, apoiando-as em calços de madeira.

2 Aqueça as extremidades dos tubos e da luva.

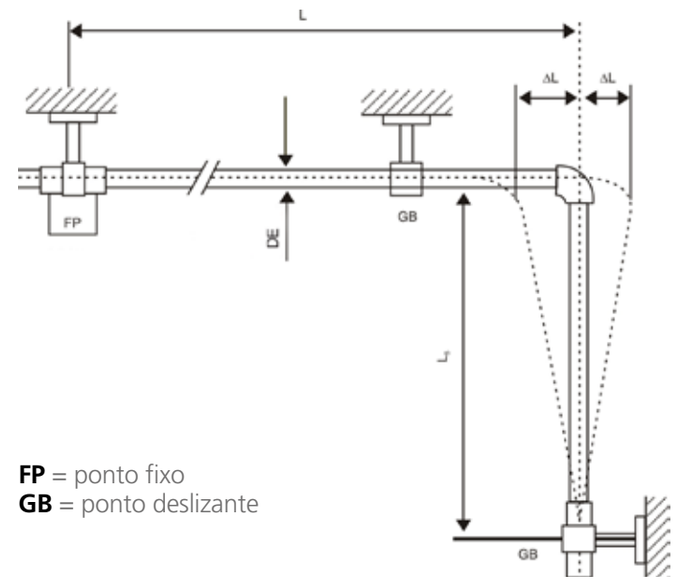
Obs.: O tempo de aquecimento da luva deverá ser o dobro do tempo usado para o tubo.

3 Imediatamente proceda à união, retirando os calços para que a tubulação volte à sua posição normal.

2.4.8. Execução de Braços Elásticos

$$L_s = \sqrt{C \times DE \times \Delta L}$$

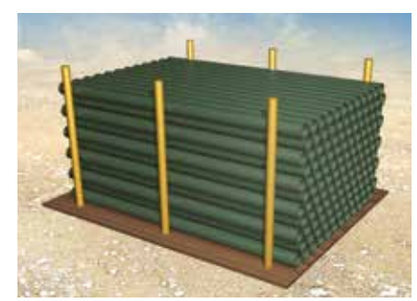
Onde:
L_s = comprimento do braço elástico (mm)
DE = diâmetro externo do tubo (mm)
ΔL = dilatação linear do tubo (mm)
C = constante para o PPR (30)



FP = ponto fixo
GB = ponto deslizante

2.4.9. Transporte/Armazenamento

- Transportar as tubulações cuidadosamente empilhadas.



- Não armazenar as tubulações ao ar livre nem em pilhas com mais de 1,50 metro.

- Não submeter a termofusão a movimentações durante a fase de resfriamento.
- Não interromper o processo de termofusão por erro na escolha das peças. Ao terminar a termofusão errada, deve-se cortar e guardar o segmento para voltar a utilizá-lo.

- Não trocar os bocais quentes com qualquer ferramenta – utilize pinça especial fornecida pelo fabricante do equipamento.
- Não deixar exposto ao sol nenhum trecho da instalação sem proteção (nem em regiões de temperatura muito baixa).
- Não executar termofusão na presença de água.
- Não utilizar brocas comuns no lugar dos perfuradores para selim de derivação.
- Proteja os tubos dos impactos na obra.

Proteção contra a Radiação do Sol
Todos os materiais sintéticos são atacados, em maior ou menor grau, pelos raios solares (principalmente a radiação ultravioleta). Esse ataque se manifesta como uma degradação paulatina do produto de fora para dentro, que se observa como uma casca.

Para que esse problema não surja nos tubos, a recomendação é proteger a instalação exposta ao sol desde o momento do transporte até sua montagem.

Para isso, o mercado conta com a oferta de bainhas de polietileno expandido, muito aconselháveis como proteção contra os raios UV, e também conta com fitas engomadas de diferentes procedências, que devem ser fortes para resistir em si mesmas à ação degradante dos UV e também fitas de alumínio que atuam como proteção contra os raios UV.

Teste Hidráulico
O teste hidráulico de pressão e estanqueidade para os Tubos PPR Termofusão TIGRE deve ser realizado a uma pressão de 1,5 vezes a pressão de trabalho, para tubulações de até 100 m de distância. Para trechos maiores, recomendamos subdividir em setores menores, com no máximo 100 metros.

Nas instalações prediais, o teste hidráulico deve ser realizado somente 1 hora após a última termofusão. Caso a pressão manométrica supere 40 m.c.a., deve-se instalar uma Válvula Redutora de Pressão. Deve ser utilizado um manômetro aferido próximo ao ponto a ser testado.

O manômetro informará a pressão estática normal da tubulação pressurizada. Com o auxílio da Válvula Redutora de Pressão, aumente a pressão estática em um intervalo de 10 minutos. Após o teste, regule a Válvula Redutora de Pressão, voltando à situação original.

2.4.10. Informações Gerais

Soldagem
Os tubos e conexões a serem soldados devem estar sempre bem limpos, e o termostato do Termofusor deve indicar a temperatura adequada (luz verde).

Evite torcer as partes soldadas durante a soldagem, bem como após o procedimento.

Conexões com Inserto Metálico
Quando forem utilizadas conexões PPR que possuam insertos metálicos, deve-se evitar forçar apertos na realização das uniões e não usar quantidades excessivas de Fita Veda Rosca.

Contato com Corpos Cortantes
O contato involuntário com produtos cortantes pode provocar danos sobre a superfície externa dos tubos, podendo causar rupturas posteriormente. É imprescindível atentar quanto a isso durante o armazenamento, o transporte ou a instalação.

Condensação
Em instalações de sistemas de refrigeração, ocorre o fenômeno da condensação, onde a temperatura interna da tubulação é menor em relação à pressão atmosférica e umidade relativa do ar no local. Para isso, recomenda-se cobrir a tubulação com um isolante térmico, como poliuretano expandido, lã de vidro ou EPS.

2.5. Perda de Carga para Tubos PPR

Tabela 11 - Perda de Carga para Tubos PPR - PN20

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	0,4	234,5	0,07	19,23	192,35	1,92
25	3,5	18	0,4	366,4	0,1	14,34	143,45	1,43
32	4,5	23	0,4	598,3	0,17	10,42	104,22	1,04
40	5,6	28,8	0,4	938,1	0,26	7,79	77,92	0,78
50	6,9	36,2	0,4	1482,1	0,41	5,81	58,1	0,58
63	8,7	45,6	0,4	2351,7	0,65	4,33	43,29	0,43
75	10,4	54,2	0,4	3322,4	0,92	3,48	34,78	0,35
90	12,5	65	0,4	4778,4	1,33	2,77	27,66	0,28
20	2,8	14,4	0,6	351,8	0,1	38,55	385,48	3,85
25	3,5	18	0,6	549,7	0,15	28,86	288,6	2,89
32	4,5	23	0,6	897,4	0,25	21,05	210,51	2,11
40	5,6	28,8	0,6	1407,1	0,39	15,79	157,93	1,58
50	6,9	36,2	0,6	2223,1	0,62	11,81	118,14	1,18
63	8,7	45,6	0,6	3527,6	0,98	8,83	88,3	0,88
75	10,4	54,2	0,6	4983,6	1,38	7,11	71,09	0,71
90	12,5	65	0,6	7167,5	1,99	5,67	56,66	0,57
20	2,8	14,4	0,8	469	0,13	63,53	635,31	6,35
25	3,5	18	0,8	732,9	0,2	47,68	476,79	4,77
32	4,5	23	0,8	1196,6	0,33	34,86	348,64	3,49
40	5,6	28,8	0,8	1876,1	0,52	26,21	262,13	2,62
50	6,9	36,2	0,8	2964,1	0,82	19,65	196,49	1,96
63	8,7	45,6	0,8	4703,4	1,31	14,71	147,14	1,47
75	10,4	54,2	0,8	6644,8	1,85	11,86	118,63	1,19
90	12,5	65	0,8	9556,7	2,65	9,47	94,68	0,95

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	1	586,3	0,16	93,95	939,47	9,39
25	3,5	18	1	916,1	0,25	70,63	706,27	7,06
32	4,5	23	1	1495,7	0,42	51,74	517,36	5,17
40	5,6	28,8	1	2345,2	0,65	38,96	389,57	3,9
50	6,9	36,2	1	3705,2	1,03	29,24	292,44	2,92
63	8,7	45,6	1	5879,3	1,63	21,93	219,3	2,19
75	10,4	54,2	1	8306	2,31	17,7	176,98	1,77
90	12,5	65	1	11945,9	3,32	14,14	141,39	1,41
20	2,8	14,4	1,2	703,6	0,2	129,64	1296,45	12,96
25	3,5	18	1,2	1099,3	0,31	97,59	975,89	9,76
32	4,5	23	1,2	1794,9	0,5	71,58	715,81	7,16
40	5,6	28,8	1,2	2814,2	0,78	53,96	539,62	5,4
50	6,9	36,2	1,2	4446,2	1,24	40,55	405,53	4,06
63	8,7	45,6	1,2	7055,1	1,96	30,44	304,42	3,04
75	10,4	54,2	1,2	9967,2	2,77	24,59	245,87	2,46
90	12,5	65	1,2	14335,1	3,98	19,66	196,56	1,97
20	2,8	14,4	1,4	820,8	0,23	170,51	1705,15	17,05
25	3,5	18	1,4	1282,5	0,36	128,48	1284,85	12,85
32	4,5	23	1,4	2094	0,58	94,34	943,42	9,43
40	5,6	28,8	1,4	3283,3	0,91	71,18	711,85	7,12
50	6,9	36,2	1,4	5187,3	1,44	53,54	535,43	5,35
63	8,7	45,6	1,4	8231	2,29	40,23	402,27	4,02
75	10,4	54,2	1,4	11628,4	3,23	32,51	325,09	3,25
90	12,5	65	1,4	16724,3	4,65	26,01	260,06	2,6
20	2,8	14,4	1,6	938,1	0,26	216,48	2164,78	21,65
25	3,5	18	1,6	1465,7	0,41	163,25	1632,54	16,33
32	4,5	23	1,6	2393,1	0,66	119,98	1199,75	12
40	5,6	28,8	1,6	3752,3	1,04	90,59	905,94	9,06
50	6,9	36,2	1,6	5928,3	1,65	68,19	681,9	6,82
63	8,7	45,6	1,6	9406,8	2,61	51,27	512,66	5,13
75	10,4	54,2	1,6	13289,6	3,69	41,45	414,5	4,14
90	12,5	65	1,6	19113,4	5,31	33,17	331,75	3,32
20	2,8	14,4	1,8	1055,3	0,29	267,47	2674,74	26,75
25	3,5	18	1,8	1649	0,46	201,85	2018,53	20,19
32	4,5	23	1,8	2692,3	0,75	148,45	1484,47	14,84
40	5,6	28,8	1,8	4221,3	1,17	112,16	1121,63	11,2
50	6,9	36,2	1,8	6669,3	1,85	84,48	844,76	8,45
63	8,7	45,6	1,8	10582,7	2,94	63,55	635,47	6,35
75	10,4	54,2	1,8	14950,8	4,15	51,4	514	5,14
90	12,5	65	1,8	21502,6	5,97	41,15	411,55	4,12
20	2,8	14,4	2	1172,6	0,33	323,45	3234,55	32,35
25	3,5	18	2	1832,2	0,51	244,24	2442,43	24,42
32	4,5	23	2	2991,4	0,83	179,73	1797,33	17,97
40	5,6	28,8	2	4690,4	1,3	135,87	1358,73	13,59
50	6,9	36,2	2	7410,4	2,06	102,39	1023,85	10,24
63	8,7	45,6	2	11758,5	3,27	77,06	770,57	7,71
75	10,4	54,2	2	16612	4,61	62,35	623,49	6,23
90	12,5	65	2	23891,8	6,64	49,94	499,39	4,99

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	2,8	14,4	2,5	1465,7	0,41	484,98	4849,79	48,5
25	3,5	18	2,5	2290,2	0,64	366,64	3666,37	36,66
32	4,5	23	2,5	3739,3	1,04	270,12	2701,24	27,1
40	5,6	28,8	2,5	5863	1,63	204,42	2044,19	20,44
50	6,9	36,2	2,5	9263	2,57	154,19	1541,92	15,42
63	8,7	45,6	2,5	14698,1	4,08	116,16	1161,59	11,62
75	10,4	54,2	2,5	20765	5,77	94,05	940,52	9,41
90	12,5	65	2,5	29864,8	8,3	75,39	753,85	7,54
20	2,8	14,4	3	1758,9	0,49	677	6769,98	67,7
25	3,5	18	3	2748,3	0,76	512,24	5122,42	51,22
32	4,5	23	3	4487,1	1,25	377,74	3777,36	37,77
40	5,6	28,8	3	7035,6	1,95	286,08	2860,77	28,61
50	6,9	36,2	3	11115,5	3,09	215,95	2159,47	21,59
63	8,7	45,6	3	17637,8	4,9	162,8	1627,98	16,28
75	10,4	54,2	3	24917,9	6,92	131,88	1318,83	13,19
90	12,5	65	3	35837,7	9,95	105,76	1057,61	10,58
20	2,8	14,4	3,5	2052	0,57	899,23	8992,29	89,92
25	3,5	18	3,5	3206,3	0,89	680,84	6808,45	68,08
32	4,5	23	3,5	5235	1,45	502,41	5024,15	50,24
40	5,6	28,8	3,5	8208,2	2,28	380,73	3807,31	38,07
50	6,9	36,2	3,5	12968,1	3,6	287,56	2875,64	28,76
63	8,7	45,6	3,5	20577,4	5,72	216,91	2169,08	21,69
75	10,4	54,2	3,5	29070,9	8,08	175,79	1757,87	17,58
90	12,5	65	3,5	41810,7	11,61	141,03	1410,27	14,1

Tabela 12 - Perda de Carga para Tubos PPR - PN25

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	0,4	197,1	0,05	21,58	215,8	2,16
25	4,2	16,6	0,4	311,7	0,09	15,95	159,51	1,6
32	5,4	21,2	0,4	508,3	0,14	11,59	115,86	1,16
40	6,7	26,6	0,4	800,2	0,22	8,63	86,33	0,86
50	8,4	33,2	0,4	1246,6	0,35	6,49	64,91	0,65
63	10,5	42	0,4	1995	0,55	4,81	48,06	0,48
75	12,5	50	0,4	2827,4	0,79	3,85	38,52	0,39
90	15	60	0,4	4071,5	1,13	3,06	30,59	0,31
20	3,4	13,2	0,6	295,6	0,08	43,18	431,8	4,32
25	4,2	16,6	0,6	467,5	0,13	32,05	320,48	3,2
32	5,4	21,2	0,6	762,5	0,21	23,37	233,72	2,34
40	6,7	26,6	0,6	1200,3	0,33	17,48	174,77	1,75
50	8,4	33,2	0,6	1869,9	0,52	13,18	131,82	1,32
63	10,5	42	0,6	2992,6	0,83	9,79	97,93	0,98
75	12,5	50	0,6	4241,2	1,18	7,87	78,65	0,79
90	15	60	0,6	6107,3	1,7	6,26	62,61	0,63

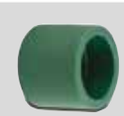
De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	0,8	394,1	0,11	71,09	710,95	7,11
25	4,2	16,6	0,8	623,3	0,17	52,9	529	5,29
32	5,4	21,2	0,8	1016,6	0,28	38,68	386,78	3,87
40	6,7	26,6	0,8	1600,5	0,44	28,99	289,87	2,9
50	8,4	33,2	0,8	2493,2	0,69	21,91	219,08	2,19
63	10,5	42	0,8	3990,1	1,11	16,31	163,08	1,63
75	12,5	50	0,8	5654,9	1,57	13,12	131,17	1,31
90	15	60	0,8	8143	2,26	10,46	104,56	1,05
20	3,4	13,2	1	492,7	0,14	105,06	1,050,59	10,51
25	4,2	16,6	1	779,1	0,21	78,31	783,14	7,83
32	5,4	21,2	1	1270,8	0,35	57,36	573,62	5,74
40	6,7	26,6	1	2000,6	0,55	43,06	430,56	4,31
50	8,4	33,2	1	3116,5	0,86	32,59	325,89	3,26
63	10,5	42	1	4987,6	1,39	24,29	242,93	2,43
75	12,5	50	1	7068,6	1,96	19,56	195,59	1,96
90	15	60	1	10178,8	2,82	15,61	156,07	1,56
20	3,4	13,2	1,2	591,2	0,17	144,9	1449,03	14,49
25	4,2	16,6	1,2	935	0,25	108,16	1081,6	10,82
32	5,4	21,2	1,2	1524,9	0,42	79,33	793,32	7,93
40	6,7	26,6	1,2	2400,7	0,66	59,62	596,16	5,96
50	8,4	33,2	1,2	3739,8	1,03	45,17	451,72	4,52
63	10,5	42	1,2	5985,1	1,67	33,71	337,11	3,37
75	12,5	50	1,2	8482,3	2,35	27,16	217,62	2,18
90	15	60	1,2	12214,5	3,38	21,69	216,91	2,17
20	3,4	13,2	1,4	689,7	0,18	190,5	1905,04	19,05
25	4,2	16,6	1,4	1090,8	0,3	142,35	1423,51	14,24
32	5,4	21,2	1,4	1779,1	0,49	104,52	1045,21	10,45
40	6,7	26,6	1,4	2800,8	0,78	78,62	786,16	7,86
50	8,4	33,2	1,4	4363,1	1,21	59,6	596,23	5,96
63	10,5	42	1,4	6982,6	1,94	44,53	445,33	4,45
75	12,5	50	1,4	9896	2,75	35,9	359,04	3,59
90	15	60	1,4	14250,3	3,96	28,69	286,89	2,87
20	3,4	13,2	1,6	788,2	0,22	241,77	2417,74	24,18
25	4,2	16,6	1,6	1246,6	0,35	180,82	1808,2	18,08
32	5,4	21,2	1,6	2033,2	0,56	132,88	1328,83	13,29
40	6,7	26,6	1,6	3200,9	0,89	100,03	1000,29	10
50	8,4	33,2	1,6	4986,4	1,39	75,91	759,13	7,59
63	10,5	42	1,6	7980,1	2,22	56,74	567,41	5,67
75	12,5	50	1,6	11309,7	3,14	45,77	457,69	4,58
90	15	60	1,6	16286	4,52	36,59	365,9	3,66
20	3,4	13,2	1,8	886,8	0,25	298,64	2986,44	29,86
25	4,2	16,6	1,8	1402,4	0,39	223,52	2235,15	22,35
32	5,4	21,2	1,8	2287,4	0,64	164,38	1643,8	16,44
40	6,7	26,6	1,8	3601	1	123,82	1238,18	12,38
50	8,4	33,2	1,8	5609,7	1,56	94,02	940,22	9,4
63	10,5	42	1,8	8977,7	2,49	70,32	703,18	7,03
75	12,5	50	1,8	12723,5	3,53	56,75	567,45	5,67
90	15	60	1,8	18321,8	5,09	45,38	453,84	4,54

De	Espessura	Di	Vel (m/s)	Vazão		Perda de Carga		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
20	3,4	13,2	2	985,3	0,27	361,06	3610,62	36,11
25	4,2	16,6	2	1557,3	0,43	270,4	2703,99	27,04
32	5,4	21,2	2	2541,5	0,71	198,98	1989,84	19,9
40	6,7	26,6	2	4001,2	1,11	149,96	1499,65	15
50	8,4	33,2	2	6233	1,73	113,93	1139,34	11,39
63	10,5	42	2	9975,2	2,77	85,25	852,53	8,53
75	12,5	50	2	14137,2	3,93	68,82	688,22	6,88
90	15	60	2	20357,5	5,65	55,06	550,63	5,51
20	3,4	13,2	2,5	1234,6	0,34	541,11	5411,1	54,11
25	4,2	16,6	2,5	1947,8	0,54	405,73	4057,31	40,57
32	5,4	21,2	2,5	31769	0,88	298,94	2989,4	29,89
40	6,7	26,6	2,5	5001,4	1,39	225,54	2255,39	22,55
50	8,4	33,2	2,5	7791,3	2,16	171,52	1715,2	17,15
63	10,5	42	2,5	12469	3,46	128,47	1284,71	12,85
75	12,5	50	2,5	17671,5	4,91	103,78	1037,84	10,38
90	15	60	2,5	25446,9	7,07	83,09	830,94	8,31
20	3,4	13,2	3	1478	0,41	755,09	7550,9	75,51
25	4,2	16,6	3	2337,4	0,65	566,69	5666,88	56,67
32	5,4	21,2	3	3812,3	1,06	417,91	4179,11	41,79
40	6,7	26,6	3	6001,7	1,67	315,55	3155,49	31,55
50	8,4	33,2	3	9349,5	2,6	240,15	2401,49	24,01
63	10,5	42	3	14962,8	4,16	180,01	1800,08	18
75	12,5	50	3	21205,8	5,89	145,49	1454,95	14,55
90	15	60	3	30536,3	8,48	116,55	1165,5	11,66
20	3,4	13,2	3,5	1724,3	0,48	1002,69	10026,85	100,27
25	4,2	16,6	3,5	2726,9	0,76	753,03	7530,32	75,3
32	5,4	21,2	3,5	4447,7	1,24	555,72	5557,24	55,57
40	6,7	26,6	3,5	7002	1,95	419,87	4198,66	41,99
50	8,4	33,2	3,5	10907,8	3,03	319,72	3197,22	31,97
63	10,5	42	3,5	17456,6	4,86	239,79	2397,92	23,98
75	12,5	50	3,5	24740	6,87	193,9	1938,95	19,39
90	15	60	3,5	35625,7	9,9	155,86	1553,86	15,54

2.6. Perda de Carga Localizada

As perdas de carga localizadas são ocasionadas pelas conexões, válvulas, medidores, etc., que, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocando, assim, atrito e choques de partículas.

Tabela 13 - Coeficiente de Resistência Localizada (R)

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coeficiente
—		Luva Simples F/F – PPR	0,25

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coeficiente
		Bucha de Redução M/F – PPR (até 2”)	0,55
		Joelho 90º F/F – PPR	2
		Joelho 45º F/F – PPR	0,6
		Tê F/F/F – PPR	1,8
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	3,6
		Tê F/F/F – PPR	1,3
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	2,6
		Tê F/F/F – PPR	4,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	9
		Tê F/F/F – PPR	2,2
		Tê F/F/F de Redução Central – PPR	5

Símbolo	Ilustrações	Descrição	Coeficiente
		Tê F/F/F com Rosca Central Metálica – PPR	0,8
		Conector Macho	0,4
		Joelho 90º com Inserto Metálico – PPR	2,2
		Joelho 90º Inserto Metálico e Redução – PPR	3,5

Cálculo de Perda de Carga Total (Jt):

Jt = Lt . Ju

Onde:

Jt = perda de carga total em (m)
Lt = comprimento total em (m)
Ju = perda de carga unitária em m.c.a./m*

Lt = Lr + Leq

Onde:

Lr = comprimento real da tubulação (m)
Leq = comprimento equivalente das conexões (m)

Leq = SR. V² / 2.g

Onde:

SR = somatório do coeficiente de resistência para conexão PPR (Tabela de Coeficiente de Resistência Localizada - R)
V = velocidade média do fluido em m/s

***** Retiramos da tabela (Perda de Carga por Metro de Tubulação) a perda de carga unitária em função do diâmetro, da velocidade de escoamento e temperatura de serviço.

Exemplo:

- Tubulação PN 25 com diâmetro de 50 mm.
- Velocidade escolhida para cálculo: 2,0 m/s.
- Temperatura da água: 80ºC.
- Comprimento real da tubulação: 60 m.
- Conexões existentes no trecho:

  10 luvas
  2 joelhos 90º
  3 tês 90º

$$Jt = Lt \cdot Ju$$

$$Lt = Lr + Leq$$
$$Lr = 60\ m$$

$$Leq = SR.\left(\frac{V2}{2g}\right)$$

$$SR = 10\ luvas = 10 \times 0{,}25 = 2{,}50$$
$$2\ joelhos\ 90^0 = 2 \times 2{,}200 = 4{,}00$$
$$3\ tês\ 90^0 = 3 \times 1{,}80 = 5{,}40$$

Então:

$$SR = 11{,}90$$

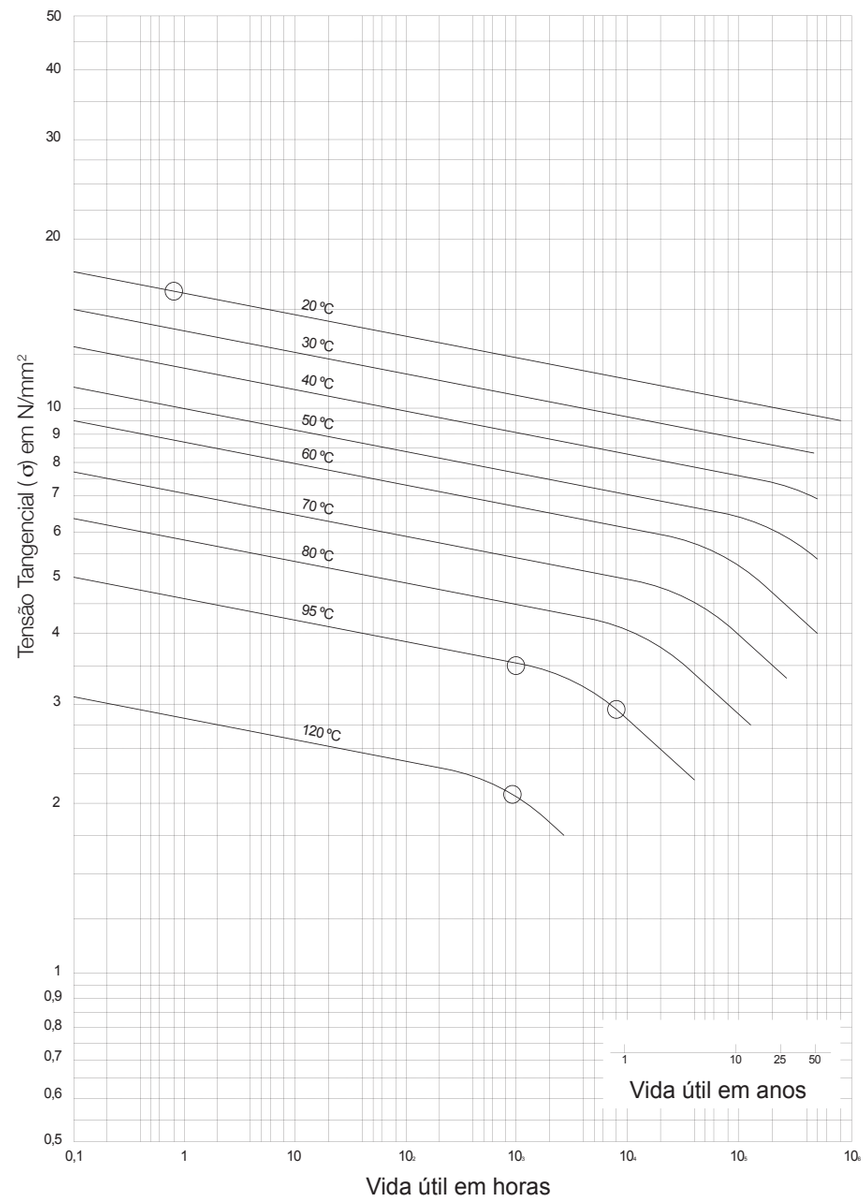
$$Leq = 11{,}90.\left(\frac{2{,}0^2}{2.9{,}81}\right)$$

Sendo:

Leq = 2,43 m de tubulação
Lt = 60 + 2,43
Lt = 62,43 m
Ju = 0,112 m.c.a./m
Jt = 62,43 m . 0,112 m.c.a./m

Curva de Regressão segundo DIN 8078

A curva de regressão relaciona a tensão tangencial, a temperatura e a durabilidade da tubulação. Essa curva de regressão é obtida com base em ensaios realizados em laboratórios especializados e que fazem parte de normas internacionais. Permitem relacionar as condições de utilização da tubulação (pressão e temperatura) à durabilidade.



Atenção: as curvas de regressão se referem à matéria-prima polipropileno, independentemente da classe de pressão.

Indicações para a Leitura das Curvas de Regressão:

Exemplo:
Consideremos a durabilidade prevista do tubo em 50 anos e da temperatura de exercício de 70ºC. Podemos calcular a solicitação equivalente a = δ, que será obtida através da interseção da linha vertical que representa a durabilidade e a curva de regressão que indica a temperatura (neste exemplo, o valor obtido é 3,23). Essa especificação obtém-se trazendo uma linha horizontal que parte do ponto de interseção já referido, prosseguindo até o valor da solicitação. Conforme Ábaco acima, Curva de Regressão.

Para obtermos a pressão máxima admissível (Pmáx), tomamos a seguinte fórmula:

$$\text{Pmáx} = \frac{20 \times e \times \delta}{de - e}$$

Onde:

δ = Tensão tangencial (curva de regressão)
e = Espessura da parede do tubo PPR
de = Diâmetro externo do tubo PPR
t = Temperatura de exercício

Sendo:

δ = 3,2 kgf/cm²
e = 3,4 mm
de = 20 mm
t = 70ºC

Então:

$$\text{Pmáx} = \frac{20 \times 3{,}4 \times 3{,}2}{20 - 3{,}4} = 13{,}1 \text{ kgf/cm2}$$

O resultado obtido corresponde à pressão máxima admissível. Para obter-se o valor da pressão máxima de serviço, divide-se o valor da pressão máxima admissível pelo coeficiente de segurança que, no caso, é 1,5. Portanto, seguindo o exemplo mencionado, o valor da pressão máxima de serviço é igual a:

$$\text{Pe máx} = \frac{\text{Pmáx}}{f}$$

Onde:

Pmáx = Pressão máxima admissível
f = Coeficiente de segurança

Sendo:

Pmáx = 13,1 kgf/cm²
f = 1,5

Então:

$$\text{Pe máx} = \frac{13{,}1}{1{,}5} = 8{,}7 \text{ kgf/cm2}$$

Conclusão: o tubo PPR classe PN 25 admite operar a pressão máxima de serviço de 8,7 kgf/cm² à temperatura constante de 70ºC por 50 anos, já considerando o coeficiente de segurança de 1,5, conforme previsto na norma europeia DIN 8078.

Tabela 14 - Pressão Máxima Admissível e de Serviço em Diferentes Temperaturas

TEMPERATURA (°C)	TEMPO DE SERVIÇO (ANOS)	PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL (kgf/cm²)	COEFICIENTE DE SEGURANÇA	PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO (PN 25 kgf/cm²)
10	10	48,8	1,5	32,5
	25	47,1	1,5	31,4
	50	46	1,5	30,6
	100	47,2	1,5	31,5
20	10	41,3	1,5	27,6
	25	39,9	1,5	26,6
	50	38,9	1,5	25
	100	37,9	1,5	29,3
40	10	29,7	1,5	19,8
	25	28,5	1,5	19
	50	27,8	1,5	18,5
60	10	25	1,5	16,6
	25	24,1	1,5	16
	50	23,3	1,5	15,5
70	10	17,7	1,5	11,8
	25	15,4	1,5	10,2
	50	13,1	1,5	8,7
80	10	12,3	1,5	8,2
	25	9,9	1,5	6,6
	50	9	1,5	6
95	5	11,6	1,5	5,3
	10	7,8	1,5	4,4
	20	6,7	1,5	3,8

A pressão máxima admissível não deve ser considerada para projeto, por não incluir o coeficiente de segurança de 1,5, conforme previsto na norma europeia DIN 8078.

2.7. Pressão de Trabalho do PPR

Com o objetivo de simplificar os cálculos da curva de regressão, pode-se tomar os valores de resistência à pressão interna das tubulações PPR da tabela a seguir:

Tabela 15 - Pressão de Trabalho em Diferentes Temperaturas

Temperatura (C°)	Duração (anos)	PPR (bar)
10	1	27.8
10	5	26.4
10	10	25.5
10	25	24.7
10	50	24.0
20	1	23.8
20	5	22.3
20	10	21.7
20	25	21.1
20	50	20.4
30	1	20.2
30	5	19.0
30	10	18.3
30	25	17.7
30	50	17.3
40	1	17.1
40	5	16.0
40	10	15.6
40	25	15.0
40	50	14.5
50	1	14.5
50	5	13.5
50	10	13.1
50	25	12.6
50	50	12.2
60	1	12.2
60	5	11.4
60	10	11.0
60	25	10.5
60	50	10.1
70	1	10.3
70	5	9.5
70	10	9.3
70	25	8.0
70	50	6.7
80	1	8.6
80	5	7.6
80	10	6.3
80	25	5.1
95	1	6.1
95	5	4.0

Segundo a norma DIN 8078, com um coeficiente de segurança de 1,25.

2.8. Perda Térmica nos Tubos PPR

Quando a temperatura da água que circula por uma tubulação é superior à temperatura ambiente, a água quente perde calor para o ambiente.

A quantidade de calor perdida pela água depende, entre outros fatores, da diferença de temperatura (temperatura de circulação do fluido – temperatura ambiente) e do coeficiente de condutividade térmica do material, o polipropileno. Quando a tubulação tem um fluido com a temperatura inferior à do ambiente, é o ambiente que cederá calor ao fluido. Abaixo apresentamos uma tabela que nos dá valores de perda térmica em diferentes temperaturas, dado em Watt/metro de tubo (W/m):

Tabela 16 - Perda Térmica em Diferentes Temperaturas

Diâmetro Externo	Diferença de Temperatura em °C (Temperatura do fluido – Temperatura ambiente)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
20	6.0	11.9	17.9	23.8	29.8	35.7	41.7	47.7	53.6
25	7.2	14.5	21.7	28.9	36.1	43.4	50.6	57.8	65.1
32	8.9	17.8	26.7	35.6	44.5	53.5	62.4	71.3	80.2
40	10.7	21.4	32.0	42.7	53.4	64.1	74.7	85.4	96.1
50	12.7	25.4	38.1	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3
63	15.1	30.1	45.2	60.2	75.3	90.3	105.4	120.4	135.5
75	17.0	34.0	51.0	68.0	84.9	101.6	118.9	135.9	152.9
90	19.1	38.3	57.4	76.6	95.7	114.9	134.0	153.2	172.3
100	21.7	43.3	65.0	86.6	108.3	129.9	151.6	173.2	194.9

Apesar de os valores anteriormente citados não apresentarem grandes perdas de calor, os componentes de uma instalação devem dispor de um isolamento térmico com uma espessura mínima quando apresentar fluidos à temperatura:

Inferior à do ambiente: o isolamento servirá para evitar a formação de condensações.

Superior a 40 °C: situados em locais sem calefação, entre os quais se devem considerar corredores, galerias, salas de máquinas e similares.

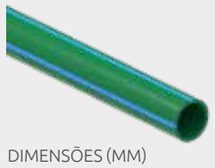
2.9. Propriedades Físicas, Químicas e Térmicas do PPR

Tabela 17 - Propriedades do PPR

PROPRIEDADES	MÉTODO PROVA	UN. MEDIDA	VALOR
Índice de fluência MFI 190°C / 5 Kg	IS0 1133	g/10 min	0,55
Índice de fluência MFI 230°C / 2,16 Kg	IS0 1133	g/10 min	0,3
Índice de fluência MFI 230°C / 5 Kg	IS0 1133	g/10 min	1,3
Densidade a 23°C	IS0 1183	g/cm^3	0,909
Zona de fusão	DIN 53736 B2	°C	150 - 154
Carga de ruptura alongamento à ruptura	IS0 R 527 / DIN 53455	N/mm^2	>20
Módulo de elasticidade	IS0 R 527 / DIN 53457	N/mm^2	>800
Coeficiente de dilatação térmica linear	VDE 0304 Parte 1ß4	MM/M°C	0,15
Condutividade térmica a 20°C (~)	DIN 52612	W/m K	0,24
Temperatura específica a 20°C	Calorímetro adiabático	Kj/Kg K	2
Teste de impacto a 23°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m^2	30
Teste de impacto a 0°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m^2	3
Teste de impacto a -30°C com entalhe	ISO 180/1A	Kj/m^2	1,8
Coeficiente de viscosidade	ISO 1191	cm^3/g	430
Resistência à tração	ISO R 527	N/mm^2	40
Dureza à penetração	ISO 2039	N/mm^2	45

2.10. Itens da Linha PPR Termofusão

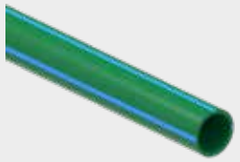
• Tubo - PPR PN 12.5



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010565	DN 32	3	32	3000
17010581	DN 40	3.7	40	3000
17010603	DN 50	4.6	50	3000
17010620	DN 63	5.8	63	3000
17010646	DN 75	6.9	75	3000
17010670	DN 90	8.2	90	3000
17010689	DN 110	10	110	3000

• Tubo - PPR PN 20



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010026	DN 20	2.8	20	3000
17010042	DN 25	3.5	25	3000
17010069	DN 32	4.5	32	3000
17010085	DN 40	5.6	40	3000
17010107	DN 50	6.9	50	3000
17010123	DN 63	8.7	63	3000
17010140	DN 75	10.4	75	3000
17010174	DN 90	12.5	90	3000
17010182	DN 110	15.1	110	3000

• Tubo - PPR PN 25

DIMENSÕES (MM)

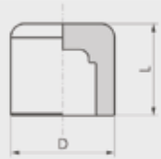
CÓDIGO	BITOLA	e	DE	L
17010328	DN 20	3.4	20	3000
17010344	DN 25	4.2	25	3000
17010360	DN 32	5.4	32	3000
17010387	DN 40	6.7	40	3000
17010409	DN 50	8.4	50	3000
17010425	DN 63	10.5	63	3000
17010441	DN 75	12.5	75	3000
17010476	DN 90	15	90	3000

• Bucha de Redução PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22326520	DN 25 x 20	30	15.25	38
22326554	DN 32 x 20	36	15.25	40
22326562	DN 32 x 25	36	16.75	43
22326724	DN 40 x 25	43	16.75	46.5
22326732	DN 40 x 32	43	18.75	46.5
22326830	DN 50 x 32	55.2	18.75	51.5
22326848	DN 50 x 40	55.2	21.25	54.5
22326945	DN 63 x 40	66.15	21.25	64.5
22326953	DN 63 x 50	66	24.25	64.5
22327054	DN 75 x 50	75.25	24.25	68.5
22327062	DN 75 x 63	84.3	28.25	72.5
22327267	DN 90 x 63	90.3	28.25	79.5
22327275	DN 90 x 75	106.5	30.75	82
22327291	DN 110 x 75	89,6	31,8	82
22327283	DN 110 x 90	110.5	37.75	85.25

•Cap PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L
22325507	DN 20	30	26.5
22325523	DN 25	36	30
22325531	DN 32	43	34
22325540	DN 40	55.2	36.5
22325558	DN 50	66.1	41
22325566	DN 63	84.2	48
22325574	DN 75	106.5	58
22325590	DN 90	126.5	64
22325116	DN 110	140.5	37,75

• Conector Fêmea A PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22327500	DN 20 x 1/2"	30	44	15,25	51	16
22327518	DN 20 x 3/4"	30	44	15,25	51	18
22327526	DN 25 x 1/2"	35.7	44	16.75	51	18
22327534	DN 25 x 3/4"	35.7	44	16.75	51	18
22327569	DN 32 x 3/4"	43	57.8	18.75	47.5	16
22327577	DN 32 x 1"	43	57.8	20	47.5	22.5

• Conector Fêmea PPR

DIMENSÕES (MM)

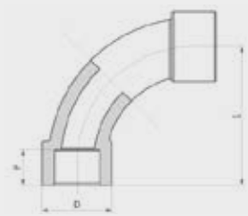
CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22327631	DN 40 x 1.1/4"	55	70	21.25	68.5	29
22327690	DN 50 x 1.1/2"	66	81.5	24.25	71.5	29
22327755	DN 63 x 2"	84	91	28.25	76.5	34
22327860	DN 75 x 2.1/2"	100	115	30.75	64	25
22327976	DN 90 x 3"	120	134	33.75	67	25

• Conector Macho PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	H
22328000	DN 20 x 1/2"	28,13	37,5	17	53,2	13,2
22328018	DN 20 x 3/4"	28,13	44	17	56,5	14,5
22328026	DN 25 x 1/2"	36	44	23	64,2	13,2
22328034	DN 25 x 3/4"	34,95	44	20	59,5	14,5
22328069	DN 32 x 3/4"	43	45	20	64,5	14,5
22328077	DN 32 x 1"	43	50	20	66,8	16,8
22328131	DN 40 x 1.1/4"	53,65	58,15	22	87,5	34
22328247	DN 50 x 1.1/2"	66.2	81,5	25	94,5	34
22328352	DN 63 x 2"	83,55	106,8	33	104	40
22328468	DN 75 x 2.1/2"	100,8	61	32	113	45
22328573	DN 90 x 3"	126,5	130,5	36,5	126	50
22328581	DN 110 x 4"	140,5	147,5	61	147,25	61

• Curva 90º PPR



DIMENSÕES (MM)

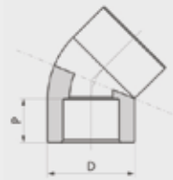
CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22321706	DN 20	30	15.25	60
22321722	DN 25	36	16.75	70
22321730	DN 32	43	18.75	80

• Curva de Transposição PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22322001	DN 20	20	21	360
22322028	DN 25	25	26	360
22322036	DN 32	32	33	360

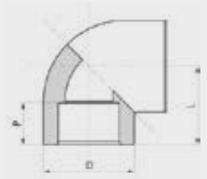
•Joelho 45º PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P
22320505	DN 20	30	15
22320521	DN 25	36	16.75
22320530	DN 32	43	18.75
22320548	DN 40	56	21.25
22320556	DN 50	67.1	24.25
22320564	DN 63	85.3	28.25
22320572	DN 75	106.5	30.75
22320599	DN 90	126.5	33.75
22320726	DN 110	140.5	33.75

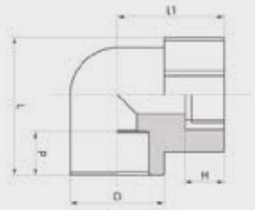
• Joelho 90º PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22320807	DN 20	30	15.25	26.5
22320823	DN 25	36	16.75	30
22320831	DN 32	43	18.75	34
22320840	DN 40	55.2	21.25	36.5
22320858	DN 50	66.1	24.25	41
22320866	DN 63	84.2	28.25	48
22320874	DN 75	106.5	30.75	58
22320890	DN 90	126.5	33.75	64
22320700	DN 110	140.5	37.75	97.8

• Joelho 90º com Rosca Fêmea PPR



DIMENSÕES (MM)

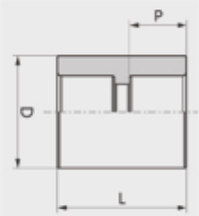
CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22321005	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	45	35	16
22321021	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	53	41	15
22321030	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	53	41	16
22321056	DN 32 x 1/2"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	16
22321048	DN 32 x 3/4"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	16
22321064	DN 32 x 1"	43	56.5	18.75	65.8	44.6	20

• Joelho 90º com Rosca Macho PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	d
22321218	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	45.5	48	20
22321226	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	53	56	25
22321234	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	53	57	25
22321269	DN 32 x 1"	42.95	56.5	18.75	74	60.6	32

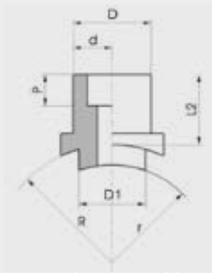
• Luva PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22325000	DN 20	30	15.25	26.6
22325027	DN 25	35.95	16.75	30.85
22325035	DN 32	43	18.75	37
22325043	DN 40	55.2	21.25	43
22325051	DN 50	66.15	24.25	51
22325060	DN 63	84.3	28.5	61.5
22325078	DN 75	106.5	30.75	67
22325094	DN 90	126.5	33.75	74
22325205	DN 110	140.5	37.75	82

• Selim de Derivação PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
37645516	DN 63 x 25	35	25	16.75	32	34	28
37645524	DN 63 x 32	35	25	16.75	32	34	28
37645540	DN 75 x 25	35	25	16.75	38	34	28
37645559	DN 75 x 32	42	32	18.75	31	37	30

• Tê com Rosca Central Fêmea PPR

DIMENSÕES (MM)

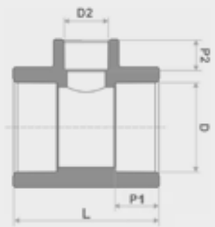
CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22324500	DN 20 x 1/2"	30	37	15.25	54	35	15
22324527	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	62	43	16
22324535	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	62	43	16.5
22324543	DN 32 x 1/2"	43	56.5	18.75	74	48.6	16
22324551	DN 32 x 3/4"	43	56.5	18.75	74	48.6	16.5
22324578	DN 32 x 1"	43	56.5	18.75	74	48.6	22

• Tê com Rosca Central Macho PPR

DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D1	P	L	L1	H
22324802	DN 20 x 1/2"	36	37	15.25	54	50	15
22324829	DN 25 x 1/2"	36	44	16.75	62	56	12.5
22324837	DN 25 x 3/4"	36	44	16.75	62	57.5	14.5

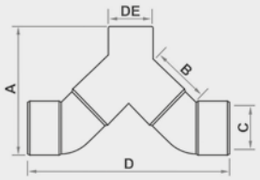
• Tê de Redução Central PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	D2	P1	P2	L
22323032	DN 25 x 20 x 25	24.35	19.35	16.75	15,25	58.1
22323067	DN 32 x 25 x 32	31.3	24.35	18.75	16,75	74.6
22323253	DN 40 x 25 x 40	39.25	24.35	21.25	16,75	77.8
22323261	DN 40 x 32 x 40	39.25	31.3	21.25	18,75	77.8
22323431	DN 50 x 25 x 50	49,2	24,35	24,25	16,75	80
22323440	DN 50 x 32 x 50	49.2	31.3	24.25	18,75	83.8
22323458	DN 50 x 40 x50	49.2	39.25	24,25	21,25	92
22323652	DN 63 x 40 x 63	62.15	39.25	26.25	21,25	123
22323660	DN 63 x 50 x 63	62.15	49.2	28.25	24,25	123
22323857	DN 75 x 50 x 75	74.6	49.2	30.75	24,25	140
22323865	DN 75 x 63 x 75	74.6	62.15	30.75	28,25	140
22324063	DN 90 x 63 x 90	89.6	62.15	33.75	29,00	161
22324071	DN 90 x 75 x 90	89.6	74.6	33.75	29,00	161
22324179	DN 110 x 75 x 110	109,7	74,6	42,5	32	166,5
22324187	DN 110 x 90 x 110	109,7	89,6	42,5	36,5	205

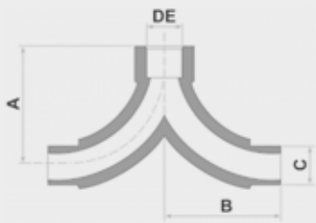
• Tê Misturador PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D	De
22322702	DN 25 x 3/4"	597	46	3/4"	150	34

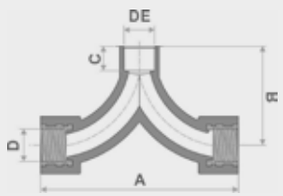
• Tê Misturador FMM PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	DE
22322737	DN 25 x 25	25	25	20	20

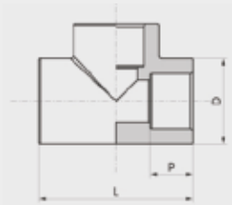
• Tê Misturador FFF PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	A	B	C	D	DE
22322710	DN 20 x 1/2"	124	62	15,25	1/2"	19,35

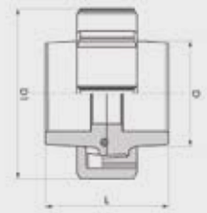
• Tê PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	P	L
22322508	DN 20	30	15.25	54
22322524	DN 25	36	16.75	62
22322532	DN 32	42.95	18.75	74
22322540	DN 40	55.2	21.25	86
22322559	DN 50	66.1	24.25	102
22322567	DN 63	84.3	28.25	128
22322575	DN 75	106.5	30.75	140
22322591	DN 90	126.5	33.75	161
22322800	DN 110	138.8	37.75	195.5

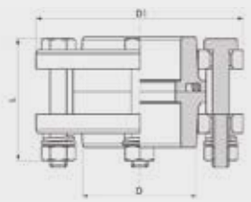
• União Dupla PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
22325701	DN 20	30	46	44
22325728	DN 25	36	47	54
22325736	DN 32	44	50	50

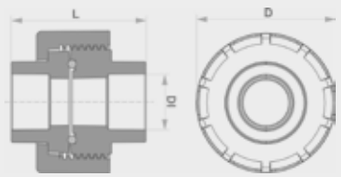
• União Dupla com Parafusos PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
22326040	DN 40	60	60	98
22326058	DN 50	70	65	113.5
22326066	DN 63	88	67	122
22326074	DN 75	110	76	154
22326090	DN 90	130	80	180

• União Plástica PPR



DIMENSÕES (MM)

CÓDIGO	BITOLA	D	L	D1
100002647	DN 25	62	58	24,35
100002648	DN 32	72	62	31,3

• Tesoura p/ Tubo PPR

CÓDIGO
37427110

• Termofusora T-63

CÓDIGO	
37427004	Para tubos até DN 63 mm

• Termofusora T-110

CÓDIGO	
37428981	Para tubos até DN 110 mm

• Bocal de Termofusão*

CÓDIGO	DIMENSÕES (MM) DESCRIÇÃO
37427020	20
37427039	25
37427047	32
37427055	40
37427063	50
37427071	63
37427080	75
37427098	90
37429007	110

***** Disponível sob consulta de prazo

Anotações