



uponor

SISTEMAS DE CANALIZAÇÃO E AQUECIMENTO

MANUAL TÉCNICO

SISTEMA DE CANALIZAÇÃO UPONOR Q&E	8
1. Descrição do sistema	9
1.1. Sistema de tubos flexíveis Uponor Aqua Pipe e acessórios Uponor Q&E	9
1.2. Propriedades dos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	9
1.2.1. Designação e grau de reticulação.....	10
1.2.2. Norma.....	10
1.3. Gama de tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	11
1.4. Vantagens dos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	11
1.5. Acessórios Uponor Q&E.....	12
1.5.1. Vantagens dos acessórios Uponor Q&E PPSU	12
1.6. Sistema de união Uponor Q&E	13
1.6.1. Elementos do sistema	13
1.6.2. Instruções de montagem do sistema Uponor Q&E.....	13
1.6.3. Instruções de instalação Uponor Q&E de acessórios de plástico roscados (PPSU)	14
1.7. Ferramentas do Sistema Uponor Q&E.....	15
1.7.1. Armazenamento e manutenção das ferramentas.....	16
1.7.2. Adaptador giratório para ferramenta manual Q&E	16
1.8. Sistema de união Uponor RTM	17
1.8.1. Elementos do sistema	17
1.8.1.1. Principais características dos acessórios Uponor RTM	17
1.8.2. Instruções de montagem do acessórios Uponor RTM	18
1.9. Sistema de união Uponor Grandes Dimensões Modulares	19
1.9.1. Elementos do sistema	19
1.9.2. Instruções de montagem do acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares	19
2. Princípios de design	20
2.1. Configuração da instalação.....	20
2.2. Caudal instantâneo mínimo	20
2.3. Pressão máxima e mínima.....	21
2.4. Diâmetro nominal mínimo da derivação para os aparelhos	21
2.5. Diâmetro nominal mínimo de alimentação.....	21
2.6. Caudal de simultaneidade.....	22
2.6.1. Cálculo do caudal de simultaneidade	22
2.7. Velocidade da água.....	23
2.8. Água Quente Sanitária (AQS)	23
2.9. Contribuição solar mínima	23
2.9.1. Procura de Água Quente Sanitária (AQS).....	24
2.10. Tipos de Instalações de Painéis Solares em edifícios.....	25
2.10.1. Vantagens e desvantagens.....	26
2.11. Retorno de Água Quente Sanitária (AQS).....	26
2.11.1. Dimensionamento da rede de Retorno de Água Quente Sanitária (AQS)	26
3. Requisitos gerais de qualidade para os materiais utilizados em Água Quente Sanitária	27
4. Teste de estanquicidade segundo o Código Técnico de Edificação, DB HS4, Fornecimento de água .	27
5. Design do sistema	28
5.1. Determinação dos diâmetros de uma instalação através de coletores, tendo em conta as perdas de carga admissíveis e os caudais de simultaneidade	28
5.1.1. Exemplo 1: Bateria de contadores	29
5.1.2. Exemplo 2: Apenas uma a montante para toda a casa.....	31

5.2. Separar a instalação interior de canalização	33
• Cozinha modelo. Sistema com coletores	33
• Cozinha modelo. Sistema com tês.....	33
• Casa de banho completa. Sistema com coletores	34
• Casa de banho completa. Sistema com tês	34
6. Armazenamento e instalação	35
6.1. Armazenamento	35
6.2. Desenrolamento dos tubos	35
6.3. Corte dos tubos	35
6.4. Dobrar/curvar dos tubos	35
6.5. Contração de longitude	35
6.6. Localização dos coletores	35
6.7. Colocação e apoio de tubos.....	35
6.8. Memória térmica	35
6.9. Enchimento e verificação do sistema	35
7. Instalação, detalhes dos suportes.....	36
7.1. Instalações que permitem expansão	36
7.1.1. Posicionamento de pontos fixos	37
7.1.2. Instalação de tubos permitindo a expansão através de um braço flexível	37
7.1.3. Instalação de tubos permitindo a expansão através de uma lira	38
7.1.4. Instalação de tubos permitindo a expansão com meias-canas e suportados por abraçadeiras	38
7.1.5. Instalação de tubos permitindo a expansão através de abraçadeiras	39
7.2. Instalação de tubos sem expansão.....	40
7.2.1. Posicionar os pontos fixos.....	40
7.2.2. Instalação entre pontos fixos com meias-canas.....	40
7.2.3. Instalação entre pontos fixos com abraçadeiras	41
7.2.4. Instalação de tubos fixados apenas em pontos fixos	41
7.3. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) protegidos com corrugado.....	42
7.4. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) embutidos no cimento.....	42

SISTEMA DE CANALIZAÇÃO UPONOR S-PRESS.....	44
1. Descrição do sistema	45
1.1. Filosofia.....	45
1.2. Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e MLC	45
1.2.1. Características.....	46
1.2.2. Designação e Normas	46
1.3. Gama de tubos multicamada Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC	47
1.4. Acessórios Uponor S-Press e Uponor RTM	47
1.4.1. Acessórios para tubo Uponor Uni Pipe PLUS de 16 - 32 mm	47
1.4.1.1. Principais características dos acessórios Uponor S-Press	48
1.4.2. Acessórios Uponor S-Press de 40 y 50 mm	49
1.4.3. Instruções de montagem acessórios Uponor S-Press	49
1.5. Acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares.....	49
1.5.1. Elementos do sistema Uponor Grandes Dimensões Modulares.....	49
1.5.2. Instruções de montagem dos acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares.....	49
1.6. Sistema de união Uponor RTM.....	50
1.6.1. Elementos do sistema	50
1.6.1.1 Principais características dos acessórios Uponor RTM	50
1.6.2. Instruções de montagem da acessórios Uponor RTM.....	51
1.7. Acessórios roscados para tubo Uponor Uni Pipe PLUS	52
1.7.1. Elementos do sistema	52
1.7.2. Instruções de montagem da acessórios Uponor Compresion.....	52
1.8. Ferramentas para o Sistema Uponor S-Press	53
1.8.1. Matrizes tipo “U” para acessórios Uponor S-Press	54
2. Requisitos gerais de qualidade para os materiais utilizados em Água Quente Sanitária.....	55
3. Teste de estanquicidade segundo o Código Técnico de Edificação, DB HS4, Fornecimento de água .	55
4. Instalação, detalhes dos suportes.....	56
4.1. Técnicas de instalação	56
4.2. Dilatação	56
4.2.1. Dilatação do tubo Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC.....	56
4.2.2. Expansão através de um braço flexível.....	57
4.3. Técnicas de fixação do tubos multicamada Uponor	58
4.3.1 Fixação do tubo	58
4.3.2. Montagem segundo o método “medida Z”	58
4.4. Suportes para montantes de distribuição.....	59
4.5. Espaço mínimo necessário para o processo de cravamento.....	60
4.6 Dobrar/curvar tubos Uponor Uni Pipe PLUS é Uponor MLC.....	60
4.6.1. Curvar com as mãos	60
4.6.2. Curvar com uma mola interior	60
4.6.3. Curvar com uma mola exterior	60
4.6.4. Curvar com a máquina curvadora	61
4.7. Equivalências Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC para cobre e aço.....	61

S I S T E M A D O T U B O S P E X C O M B A R R E I R A A N T I D I F U S Ã O D E O X I G Ê N I O E T U B O S MULTICAMADA	62
1. Descrição do sistema	63
1.1. Generalidades.....	63
1.1.1. Conceito de calor	63
1.1.2. Formas de transmissão do calor.....	63
1.1.3. Unidades de calor.....	63
1.1.4. Potência calorífica	63
1.2. Emissores.....	63
1.2.1. Tipos de emissores	63
1.3. Tipos de instalação	63
1.3.1 Instalação bitubo.....	64
1.3.1.1. Solução Uponor para instalação Bitubo	65
1.3.2. Instalação monotubo	66
1.3.2.1. Solução Uponor para instalações monotubo	66
1.3.3. Instalação por coletores	67
1.4. Depósito acumulador de AQS.....	68
1.5. Tubos com barreira antidifusão de oxigênio Uponor Comfort Pipe PLUS.....	69
1.5.1. Gama de tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe	70
1.6. Sistema Uponor Q&E para aquecimento por radiadores	71
1.6.1. Elementos do sistema	71
1.6.2. Vantagens do sistema	71
1.6.3. Instruções de montagem do sistema Uponor Q&E	72
1.7. Ferramentas do Sistema Uponor Q&E.....	73
1.7.1. Armazenamento e manutenção das ferramentas.....	74
1.7.2. Adaptador giratório para ferramenta manual Q&E	74
1.8. Teste de estanquidade em instalações de aquecimento	75
2. Cálculo de uma instalação	76
2.1. Dados iniciais.....	76
2.2. Cálculo de uma instalação bitubo	76
2.2.1. Elementos da instalação bitubo	82
2.3. Cálculo de uma instalação monotubo	83
2.3.1. Elementos da instalação monotubo	88
2.4. Cálculo de uma instalação por coletores	89
2.4.1. Elementos da instalação por coletores	93

ANEXOS	94
1. Diagramas e tabelas de Tubos Uponor	95
1.1. Diagrama de queda de pressão em tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	95
1.2. Tabela de perdas de carga em tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	97
1.3. Diagramas de Quedas de Pressão em tubos multicamada Uponor.....	101
1.4. Tabela de perdas de carga em tubos multicamada Uponor	102
2. Isolamentos	105
2.1. Regulamento RITE. Isolamento térmico de redes de tubos (IT 1.2.4.2.1)	105
2.1.1. Espessuras mínimas de isolamento.....	105
2.1.2. Isolamento em tubos Uponor.....	105
2.2. Proteção nos tubos Uponor.....	105
2.3. Perdas de calor nos tubos Uponor.....	106
2.3.1. Perdas de calor nos tubos expostos Uponor.....	106
2.3.2. Perdas de calor em tubos Uponor revestidos	108
3. Expansão térmica Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	109
4. Forças de expansão e contração Uponor Aqua Pipe (PEX-a).....	109
5. Curvas de regressão Uponor Aqua Pipe (PEX-a)	110
5.1. Curva de regressão tubos PEX	110
5.2. Pressão e temperatura de trabalho	111
6. Coeficiente de simultaneidade para diferentes tipos de edifícios.....	112
6.1. Caudal de simultaneidade.....	112
6.1.1. Cálculo do caudal de simultaneidade	112
7. Tabelas de perda de carga em função do fluxo térmico	113
7.1. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigénio EVOH).....	113
8. Tabelas de perdas de carga em tubos multicamada Uponor	133
8.1 Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC	133

CANALIZAÇÃO COM TUBOS PEX

SISTEMA UPONOR Q&E



1. Descrição do sistema

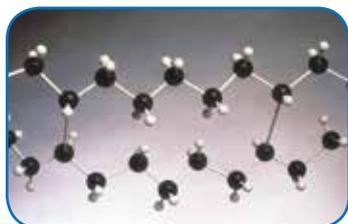
1.1. Sistema de tubos flexíveis Uponor Aqua Pipe e acessórios Uponor Q&E

A Uponor fornece um sistema completo para instalações sanitárias de água fria e quente. Este sistema consiste numa grande variedade de tubos e acessórios. É limpo, flexível e fácil de instalar.

1.2. Propriedades dos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Os tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) são fabricados em polietileno de alta densidade conforme o processo Engel. O reticulado define-se como um processo que altera a estrutura química de tal maneira que as cadeias de polímeros se ligam umas às outras alcançando uma rede tridimensional através de ligações químicas.

Esta nova estrutura faz com que seja impossível fundir ou dissolver o polímero a não ser que se destrua primeiro a sua estrutura. É possível avaliar o nível alcançado de ligação transversal medindo o grau de gelificação.



Os tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) não são afetados pelos aditivos derivados de betão e absorvem a expansão térmica evitando assim a formação de fendas nos tubos ou no betão.

As propriedades mais importantes dos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) refletem-se nas tabelas que se exibem abaixo:

	Propriedades mecânicas	Valor	Unidade	Padrão
Densidade		938	kg/m ³	
Tensão de estrangulamento	20 °C 100 °C	20-26 9-13	N/mm ²	DIN 53455
Módulo de elasticidade	20 °C 80 °C	1180 560	N/mm ²	DIN 53457
Alongamento de fratura	20 °C 100 °C	300-450 500-700	%	DIN 53455
Rutura por impacto	20 °C -140 °C	No fractura No fractura	kJ/m ²	DIN 53453
Absorção de água	(22 °C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coefficiente de fricção		0,08-0,1	-	
Tensão superficial		34·10 ⁻³	N/m	

Propriedades térmicas	Valor	Unidade
Condutividade térmica	0,35	W/m°C
Coefficiente linear de expansão (20 °C/100 °C)	1,4·10 ⁻⁴ 2,05·10 ⁻⁴	m/m°C
Temperatura de amolecimento	133	°C
Limite de temperatura ambiente de trabalho	-100 a 110	°C
Calor específico	2,3	kJ/kg°C

Pressão de rebentamento a 20 °C	
Diâmetro do tubo (mm)	Aprox. Pressão (kg/cm ²)
16 x 1,8	50,7
20 x 1,9	42
25 x 2,3	35
32 x 2,9	40

Propriedades elétricas	Valor	Unidade
Resistência específica interna (20 °C)	10 ¹⁵	
Constante dielétrica (20 °C)	2,3	
Fator de perdas dielétricas (20 °C/50 Hz)	1·10 ³	
Rutura do dielétrico (20 °C)	60-90	Kv/mm

Raios de curvatura recomendados em mm	Curva a quente	Curva a frio
Ø 16 x 1,8	35	35
Ø 20 x 1,9	45	90
Ø 25 x 2,3	55	125

Para os tubos Uponor PEX de diâmetros maiores, os raios de curvatura mínimos a frio são, respetivamente:

- DN 32-40: 8 vezes o \emptyset_{ext}
- DN 50-63: 10 vezes o \emptyset_{ext}
- DN 75-90-110: 15 vezes o \emptyset_{ext}

1.2.1. Designação e grau de reticulação

A norma UNE EN ISO 15875 especifica a designação dos tubos de polietileno reticulado (PEX) segundo o seu processo de fabrico, cada processo proporciona aos tubos um grau mínimo de reticulação:

Tipo de processo	Designação	Grau de reticulação mínima
Peróxido (Uponor)	PEX-a	> 70%
Silano	PEX-b	> 65%
Radiação de eletrões	PEX-c	> 60%

A série à qual pertence um tubo define-se a partir da fórmula:

$$S = \frac{D_n - E_n}{2En}$$

S: Série
 D_n : Diâmetro nominal
 E_n : Espessura nominal

1.2.2. Norma

sistema Uponor Q&E conta com os seguintes certificados:

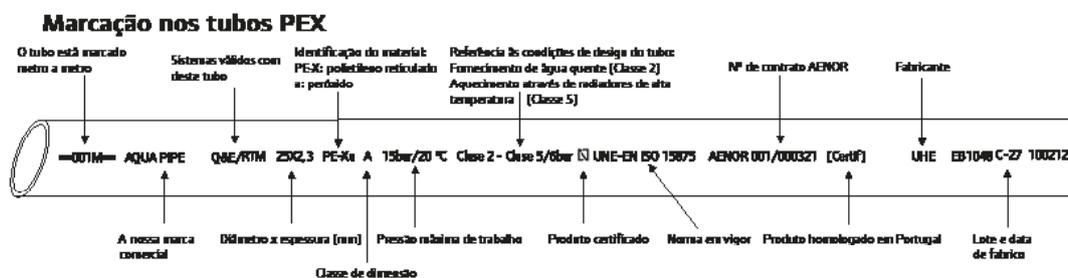
- UNE EN ISO 15875-2 para tubos de polietileno reticulado (PEX)
- UNE EN ISO 15875-3 para acessórios.
- UNE EN ISO 15875-5 para o sistema.

No segundo semestre de 2004 adota-se como norma nacional a norma europeia EN ISO 15875. Em Espanha esta norma chamar-se-á UNE-EN ISO 15875 e substituirá a norma experimental UNE 53381 EX. Esta nova norma possibilita uma maior difusão dos requisitos e métodos de ensaio dos sistemas de canalização de polietileno reticulado para instalações de água fria e quente que são aplicados na Europa. Desta norma podemos destacar as seguintes características:

- A filosofia da norma altera-se radicalmente, fazendo referência não só ao tubo como a norma antiga, mas também ao conjunto do sistema.

- Devido à confiança e à fiabilidade que demonstraram os tubos de polietileno reticulado nas nossas instalações de Canalização e Aquecimento durante mais de 30 anos, nesta norma diminuem-se os coeficientes de segurança de design, resultando em pressões máximas de serviço maiores do que as utilizadas na norma anterior.
- Aumenta o intervalo de diâmetros incluídos na norma, pelo que estarão certificados tubos com medidas especiais que até agora não estavam.
- Implica uma modernização dos ensaios e parâmetros de controlo de qualidade que realizamos na fábrica e que terá efeito imediato na qualidade dos nossos produtos.
- Inclui o conceito de CLASSE DE APLICAÇÃO que afetará todas as normas futuras de sistemas, tanto plásticos como metálicos e que determina a utilização final do tubo segundo a tabela que se segue:

CLASSE	Aplicação
CLASSE 1	Fornecimento de água quente (60 °C)
CLASSE 2	Fornecimento de água quente (70 °C)
CLASSE 4	Aquecimento por chão radiante e radiadores de baixa temperatura
CLASSE 5	Radiadores de alta temperatura



Marcação nos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (PEX-a com barreira antimigração do oxigênio) segundo a norma UNE EN ISO 15875.

1.3. Gama de tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

A gama de tubos Uponor PEX disponível para instalações embutidas de canalização compostas por:

- Tubos Uponor Aqua Pipe Serie 5 em rolo com um diâmetro entre 16 e 75 mm.
- Tubos Uponor Aqua Pipe Serie 5 em vara com um diâmetro entre 16 a 110 mm.
- Tubos Uponor Aqua Pipe Serie 5 em rolo pré-isolados com um diâmetro entre 16 e 25 (As espessuras de isolamento são: Ø 16 y 20 mm/6 mm de isolamento; Ø 25 mm/9 mm de isolamento). O coeficiente de conductividade do isolamento é de:
 1. 0,035 W/m°C a 0 °C
 2. 0,039 W/m°C a 40 °C.

1.4. Vantagens dos tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Os tubos Uponor PEX oferecem as vantagens seguintes:

- Não são afetados pela corrosão nem pela erosão.
- Não são afetados por águas com PH baixo (águas ácidas).
- É um sistema silencioso livre de ruídos de água.
- Estão preparados para suportar temperaturas e pressões altas.
- Os tubos não amolecem a altas temperaturas ambiente. O ponto de amolecimento é de 133 °C.

- Resistência a fissuras até 20 % da espessura da parede sem falhas do sistema.
- Os golpes de ariete são reduzidos a uma terça parte em relação às instalações com tubos metálicos.
- São necessárias apenas algumas ferramentas simples e básicas para a sua instalação.
- Marcados com todas as informações necessárias sobre os tubos a intervalos de 1 m:
- Resistência ao fogo classe C-s1, d2.
- Aprovações e certificações relativamente a normas sobre:
 - Propriedades do material
 - Instalação
 - Utilização em sistemas de água potável
- Não são afetados por altas velocidades da água.
- O diâmetro interno não se reduz devido aos efeitos da corrosão.
- Não contém qualquer composto de cloro.
- Longa duração
- Resistência ao desgaste.
- Baixa rugosidade, o que transporta consigo um baixo coeficiente de fricção e perdas de carga muito pequenas.
- Pouco peso. 100 m de tubo de 16 x 1,8 mm com 10 kg.
- Flexibilidade.
- Abastecimento em rolos, facto que permite facilitar o transporte, o armazenamento e a instalação.
- Memória térmica.



1.5. Acessórios Uponor Q&E

Os acessórios Uponor Q&E estão disponíveis na versão metal (latão) e plástico (polifenil sulfona, PPSU), sendo esta versão a mais recomendada para a sua resistência, leveza e higienidade que contribui para as instalações de água para o consumo humano.

Os acessórios do sistema Uponor Q&E têm os diâmetros de aplicação seguintes:

- *Acessórios PPSU*: do 16 até 63 mm.
- *Acessórios latão*: do 16 até 63 mm.
- *Acessórios Grandes Dimensões Modulares*: do 75 até 110 mm.

1.5.1. Vantagens dos acessórios Uponor Q&E PPSU

Muito baixa rugosidade interna

- Alta resistência à calcificação
- Menos perdas de carga do que nas peças metálicas

Resistência química

- Inalterável ao cloro da água (NSF, FDA, WRC)
- Apto para utilização industrial
- Sem problemas de corrosão galvânica e oxidação
- Inalterável com os materiais de construção

Peso

- 7 vezes mais leves do que os acessórios de cobre e latão:
 - PPSU = 1.240 kg/m³
 - Latão = 8.840 kg/m³
 - Cobre = 8.900 kg/m³

Isolamento térmico

- 442 vezes mais isolantes térmicos que os acessórios de latão e 1447 vezes melhores que os de cobre:
 - PPSU = 0,26 W/m²°C
 - Latão = 115 W/m²°C
 - Cobre = 384 W/m²°C

Inocuidade

- Adição nula de óxidos metálicos na água.

Resistência ao impacto

- Alta resistência para amortecer grandes golpes sem fraturas. Ensaio de impacto Izod a 22 °C: Os nossos acessórios de plástico são capazes de amortecer choques elásticos e pontuais de até 64 N.

Alargamento na rutura

- Aumento de comprimento entre 50 % e 100 % antes da fratura. Ensaio: ISO 527

Resistência à pressão

- Altas pressões de rebentamento:

	70 °C	95 °C	110 °C
10 h	340 atm	240 atm	200 atm
100000 h Ensaio ISO 9080	60 atm	40 atm	32 atm

Resistência térmica

- Amplitude de temperatura:
 - -100 °C e 149 °C

Isolamento acústico

- Instalações silenciosas.

Vasta gama

- Uma gama completa de acessórios que cobrem todas as necessidades de qualquer instalação.



1.6. Sistema de união Uponor Q&E

O sistema Uponor Q&E baseia-se na capacidade dos tubos Uponor Aqua Pipe de recuperar a sua forma original após submetidos a uma expansão. É uma técnica patenteada e desenhada exclusivamente para os tubos Uponor Aqua Pipe.

1.6.1. Elementos do sistema

Os componentes do sistema foram criados de forma escrupulosa para proporcionar uniões seguras. Qualquer alteração nas dimensões e características destes elementos poderá alterar completamente o resultados das uniões. Para tal, é necessário utilizar apenas ferramentas originais:

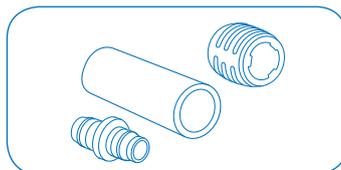
- Tubos Uponor Aqua Pipe
- Expansor
- Cabeça
- Anéis Q&E
- Acessórios Uponor Q&E

Os novos anéis Uponor Q&E oferecem uma maior força de aperto, reduzindo assim o tempo de espera para realizar o teste -de pressão. Estes anéis não devem ser aquecidos com ar ou com chama direta pois podem ficar danificados.

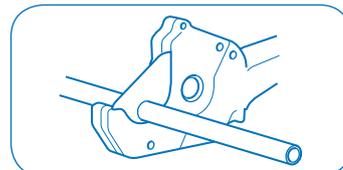


1.6.2. Instruções de montagem do sistema Uponor Q&E

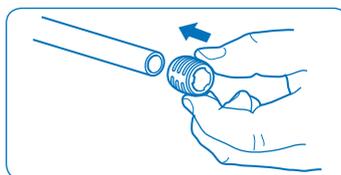
Para que o sistema Uponor Q&E funcione perfeitamente deverá certificar-se que cumpre as instruções de montagem seguintes:



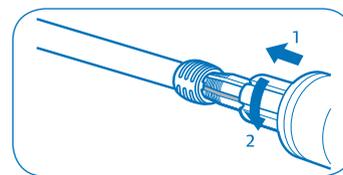
Utilizar apenas ferramentas originais: tubos (PEX-a), Anéis Q&E Evolution e Acessórios Uponor Q&E.



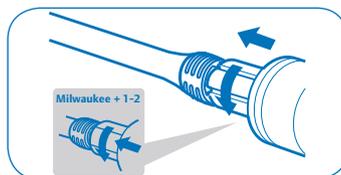
Cortar o tubo em ângulo reto com um corta-tubos para plástico. A extremidade do tubo deve estar limpa e sem massa lubrificante.



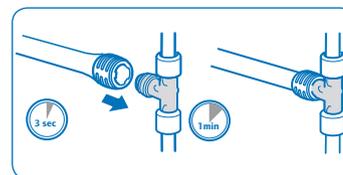
Introduzir o anel Uponor Q&E Evolution através do ângulo de entrada e até chegar ao limite máximo.



Colocar a cabeça dentro do tubo. Realizar expansões até que o tubo chegue ao limite máximo contra a base da cabeça. Com a ferramenta manual, entre expansões, rodar de forma a que a cabeça se desloque livremente sem tocar nas paredes do tubo.



Quando o tubo tocar no topo da cabeça, deverá fazer uma última expansão.



Manter o tubo no sítio (contra o batente do acessório) durante 3 segundos. No final deste tempo, os tubos contraíram-se sobre o acessório e já se pode iniciar outra união.

A montagem pode ser realizada até a uma temperatura ambiente mínima de -15 °C

Diâmetro	Número de expansões segundo el tipo de expansor				
	Fta. Manual	Fta. M12	Fta. M18	Fta. Hidráulica	Fta. Elétrica
16 mm	4	4	4	4	-
20 mm	5	7	6/4	3	-
25 mm	7	10	9/5	4	-
32 mm	13	15	14/5	5	-
40 mm	-	-	8	5	5
50 mm	-	-	-	3	5
63 mm	-	-	-	5	5

Tabela 1. Não se deve exceder o número de expansões indicado na tabela.

1.6.3. Instruções de instalação Uponor Q&E de acessórios de plástico roscados (PPSU)

Para unir estes acessórios com outra peça roscada, basta aplicar a cinta de PTFE na rosca de plástico.

Para facilitar a união, recomenda-se que deixe sem PTFE a primeira rosca do acessório.



As espessuras da cinta de PTFE recomendadas são as seguintes:

- 0,076 mm-0,1 mm para roscas de 1/2"
- 0,1 mm-0,2 mm para roscas de 3/4" e 1"

Se se desenrosca o acessório, é necessário voltar a colocar a cinta de PTFE. A cinta de PTFE que se deve utilizar é uma cinta 100 % de PTFE de acordo com a norma EN 751-3 FRp.

Os acessórios têm um design especial para que contenham fissuras para facilitar a utilização de ferramentas.

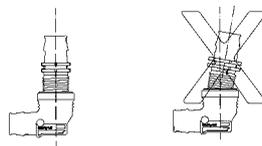


O esforço máximo de torção para 1/2", 3/4" e 1" é de 15 Nm.

A Uponor recomenda a utilização de tampões macho de plástico na hora de fazer a verificação de pressão.



Para evitar danos, a Uponor recomenda que todas as roscas macho que vão enrosca-se nas roscas fêmeas de plástico sejam enroscadas de forma reta.



Acessórios con tuerca móvil



- Certifique-se de que a junta está na posição correta.
- Não utilizar qualquer elemento selante na rosca macho.



- Apertar com a mão.



- Terminar de apertar com a chave aplicando uma volta máxima de 90°.

1.7. Ferramentas do Sistema

Uponor Q&E

Expansor Manual Uponor

Válida para uniões de até 32 mm.
As cabeças estão marcadas: 16, 20, 25 e 32.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Ferramenta Uponor Q&E manual.
- 3 cabeças expansoras 16, 20 e 25 mm.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Uponor Q&E expansora con cabeças M12

Ferramenta expansora a bateria com cabeças expansoras autogiratórias para acessórios Uponor Q&E do 16 até 32 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Expansor Q&E de bateria M12.
- 2 baterias de Li-ion 12 V 2.0 Ah.
- Carregador de baterias 12 V.
- Cabeças expansoras 16, 20 e 25 mm autogiratórias.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Uponor Q&E expansora con cabeças M18

Ferramenta expansora a bateria com cabeças expansoras autogiratórias para acessórios Uponor Q&E do 16 até 40 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Expansor Q&E de bateria M18.
- 2 baterias de Li-ion 18 V 2.0 Ah.
- Carregador de baterias 18 V e 12 V.
- Cabeças expansoras 16, 20, 25 e 32 mm autogiratórias.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Uponor Q&E Ferramenta grandes dimensões elétrica

Ferramenta expansora eléctrica para acessórios Uponor Q&E do 40 até 63 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Expansor Q&E eléctrico.
- Mala de metal porta-ferramentas.



Uponor Q&E expansor hidráulico

Ferramenta expansor hidráulico para acessórios Uponor Q&E de diâmetro 16 a 63 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Central hidráulica.
- Pistola expansora P40QC.
- Mangueira hidráulica de 3 m.
- Cabeças 16, H20, H25, H32 y H40 mm.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



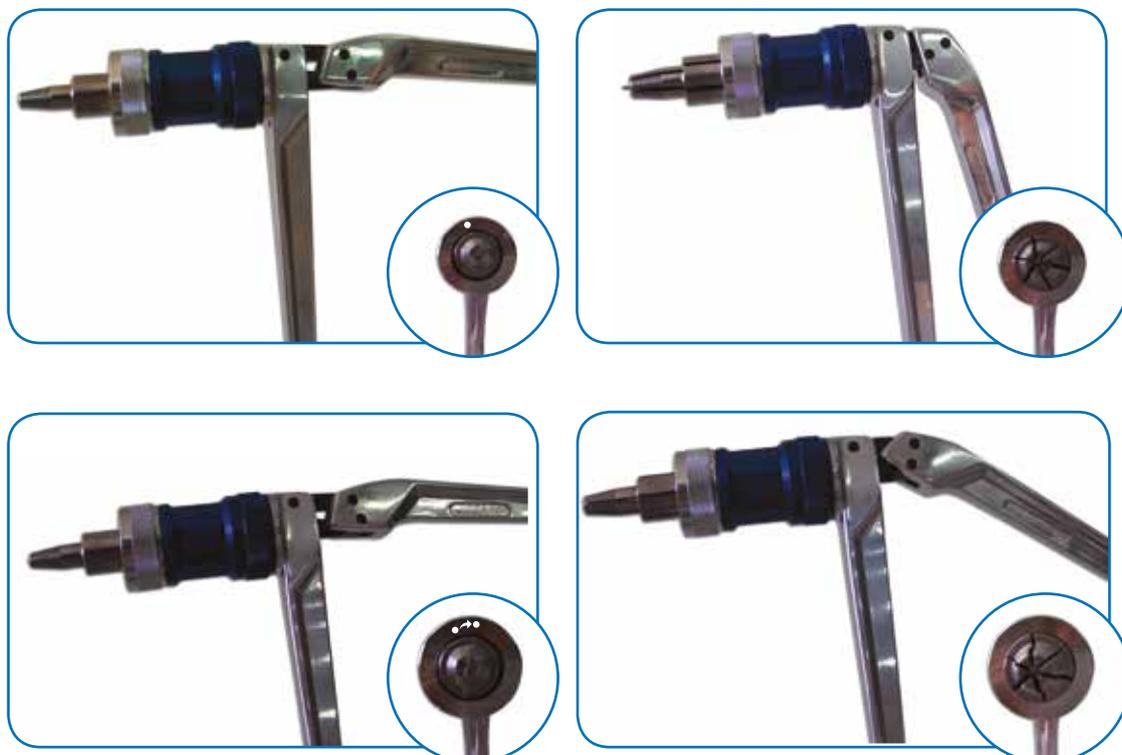
1.7.1. Armazenamento e manutenção das ferramentas

- Manuseie o expansor, o cone e as cabeças com cuidado.
 - O cone da cabeça deverá manter-se sempre limpo e, antes da utilização, dever-se-á aplicar pressão.
 - Caso contrário, a força de expansão aumentará e a vida de serviço será reduzida. A ferramenta é entregue sem camada de massa lubrificante, totalmente limpa.
 - É necessário manter as peças limpas e livres de massa lubrificante, excetuando o cone.
 - Montar a cabeça manualmente até ao batente (com os braços da pinça na posição totalmente aberta).
 - Os segmentos da cabeça deverão estar totalmente limpos e secos para poderem ser utilizados.
- Para o armazenamento, o cone da ferramenta deverá estar sempre protegido, por exemplo, mantendo uma cabeça montada.
 - Controlo de funcionamento:
 - Quando não for possível alcançar o diâmetro mínimo ou quando a ferramenta, por qualquer razão, não funcionar corretamente, dever-se-á substituir a pinça e/ou a cabeça.
 - Quando os segmentos não fizerem a abertura de forma simétrica, devem ser reparados ou substituídos.

1.7.2. Adaptador giratório para ferramenta manual Q&E

O Adaptador giratório Uponor Q&E permite fazer as expansões necessárias para realizar uma união Q&E sem ter de rodar a ferramenta entre expansões, uma vez que o adaptador roda a cabeça automaticamente:

Com este adaptador, poderão realizar-se uniões com diâmetros entre 16 e 32 mm. Utilizando a ferramenta manual do sistema Uponor Q&E:



1.8. Sistema de união Uponor RTM

O sistema Uponor RTM é um sistema de união que não necessita de nenhum tipo de ferramenta para a sua instalação. Baseia-se na pressão que o seu anel aplica à memória de tensão (RTM, Memória de Tensão do Anel). Este acessório, uma vez introduzidos os tubos e após fazer saltar o indicador de união (separador colorido) fica completamente instalado e pronto para fazer o teste de pressão do circuito.

Estes acessórios RTM só são válidos para tubos Uponor Aqua Pipe nos quais apareça a marcação "RTM".

1.8.1. Elementos do sistema

Os componentes do sistema foram criados de forma escrupulosa para proporcionar uniões seguras e duradouras. Qualquer alteração nas dimensões e características destes elementos poderá alterar completamente o resultados das uniões. Por tanto, é necessário utilizar apenas acessórios originais.

- Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)
- Acessórios Uponor RTM

1.8.1.1. Principais características dos acessórios Uponor RTM

Fácil instalação

- A inserção otimizada permite empurrar o acessório sobre o tubo de modo fácil e suave. Com este acessório é essencial realizar a calibração do tubo para garantir a segurança da união.

Juntas tóricas que não sobressaem do perfil da pipeta

- Com isso evita-se o deslocar da junta quando se introduz o acessório no tubo.

Segurança adicional no ensaio mecânico e de estanquidade.

- A segurança adicional no ensaio de pressão é conseguida uma vez que as juntas tóricas estão colocadas num perfil mais profundo da pipeta. Quando é realizado o ensaio de pressão, os acessórios que não foram cravados fugam e o instalador conseguirá detetá-los imediatamente. Devido à pressão em toda a superfície, o tudo está cravado na pipeta em toda a sua longitude. Assim, o polietileno reticulado "flui" pelo perfil da pipeta e garante a estanquidade e uma união por atrito.

Força de fixação em toda a superfície

- Devido ao design especial e aperfeiçoado do acessório RTM, o tubo é pressionado em toda a sua superfície.

União reajustável

- Uma vez que as juntas tóricas não sobressaem da pipeta do acessório, o tubo pode ser reajustado depois de pressionado. Isto permite orientar qualquer tipo de peça (joelhos, tês,...).

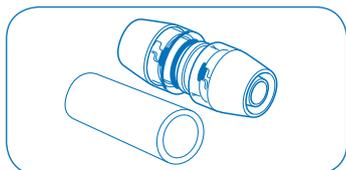
Identificação dos diâmetros

- A janela que separa o anel dos acessórios RTM varia da cor em função do diâmetro destes. Isto permite tanto na obra, como em armazém uma rápida identificação do diâmetro, além de que o código de cores facilita a instalação evitando possíveis confusões.

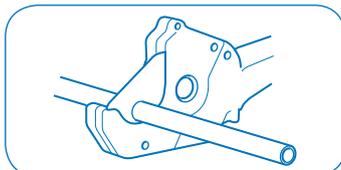


1.8.2. Instruções de montagem do acessórios Uponor RTM

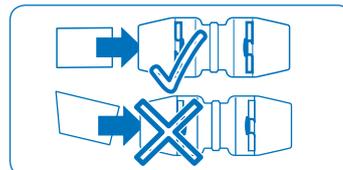
Para que o sistema Uponor RTM funcione perfeitamente deverá certificar-se que cumpre as instruções de montagem seguintes:



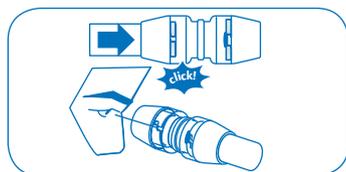
Utilizar apenas ferramentas originais: tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e acessórios Uponor RTM.



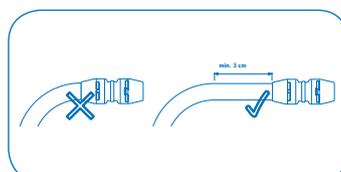
Cortar o tubo em ângulo reto com um corta-tubos para plástico. A extremidade do tubo deve estar limpa e sem massa lubrificante.



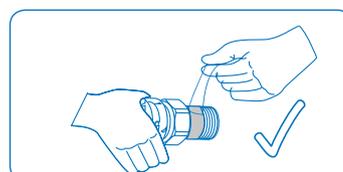
Introduzir o tubo totalmente a direito no acessório.



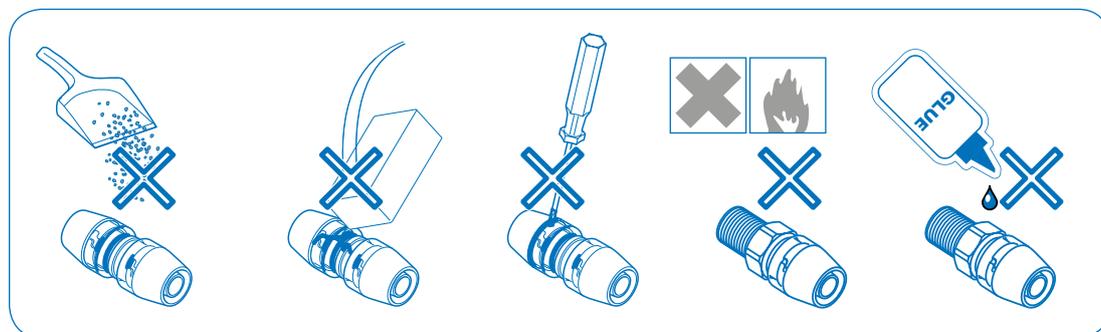
Fazer pressão até que o separador indicador de união salte. Quando o separador saltar, poderá ouvir um «clique» e ver através da proteção transparente que saltou. A união está pronta.



Para garantir a união adequada, respeitar a distância mínima para o acessório antes de curvar tubo



Utilize apenas com linho ou teflon.



1.9. Sistema de união Uponor Grandes Dimensões Modulares

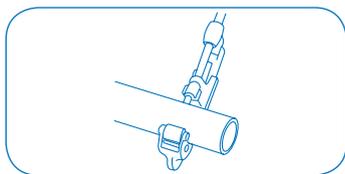
uma gama completa de acessórios e uniões Uponor Aqua Pipe (PEX-a) para canalização, aquecimento e instalações industriais. Os acessórios Uponor de grandes dimensões modulares estão disponíveis para a Série 5 entre 25 e 110 mm de diâmetro de tubo.

1.9.1. Elementos do sistema

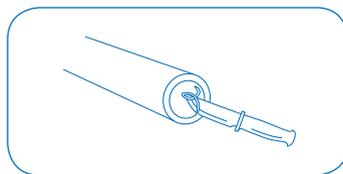
O sistema Uponor de acessórios modulares é composto por corpos (reto, joelho de 45°, joelho de 90° e reduzido) para diâmetros entre 63 e 110 mm, adaptadores para PEX e grandes dimensões roscas de bronze e adaptadores roscados (macho e fêmea) e flanges.

1.9.2. Instruções de montagem do acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares

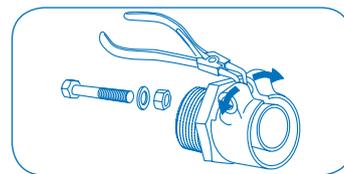
Para que o sistema Uponor Grandes Dimensões Modulares funcione perfeitamente deverá certificar-se que cumpre as instruções de montagem seguintes:



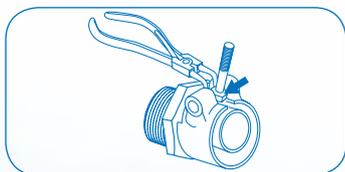
Cortar o tubo em ângulo reto com uma ferramenta corta-tubos para grandes dimensões.



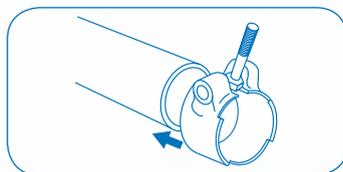
Uma vez realizado o corte, o tubo deve ser escariado para facilitar a inserção do acessório e evitar possíveis deslocamentos das juntas tóricas.



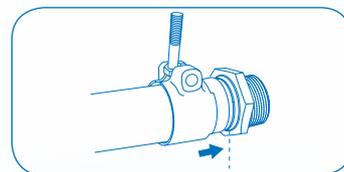
Abrir o acessório com a ferramenta indicada.



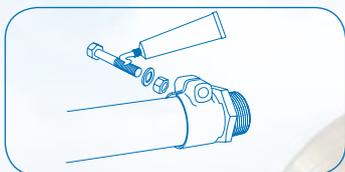
Utilizar a cabeça hexagonal do parafuso para mentar o acessório aberto.



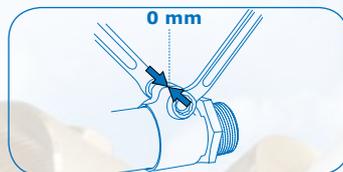
Introduzir no tubo Uponor PEX.



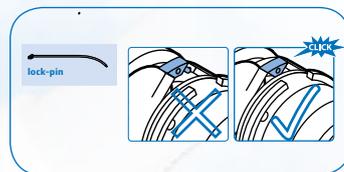
Colocar o corpo dentro do tubo.



Retirar o parafuso e levar o acessório até ao batente. Aplicar selante para roscas para evitar que o parafuso se desaperte.



Aparafusar até que o acessório fique totalmente unido nos seus extremos.



Uma vez unido o acessório com o tubo, este é unido ao corpo modular através de um pin de plástico até que se escute um "click".

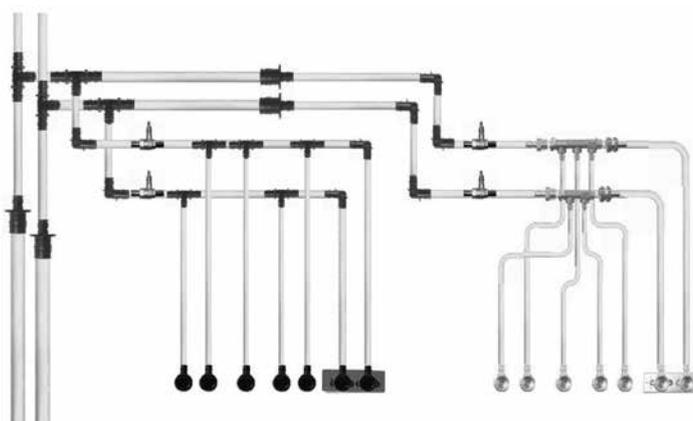
2. Princípios de design

2.1. Configuração da instalação

As instalações de canalização poder-se-ão realizar seguindo a configuração tradicional (através de Tês) ou seguindo a configuração através de coletores. O sistema Uponor Q&E pode ser utilizado em dois tipos de instalação. Uma instalação com Uponor PEX através de coletores proporciona as vantagens seguintes:

- Menos pontos de ligação (um do coletor e outro do ponto de consumo). Redução das probabilidades de fuga.
- Pontos de ligação acessíveis (no coletor e na torneira). Nenhum ponto de ligação escondido.

- Redução das descompensações da pressão e da temperatura quando está a ser utilizada mais do que uma torneira.
- Instalação rápida.



Instalação tradicional

Instalação por coletores

2.2. Caudal instantâneo mínimo

Define-se o caudal instantâneo como o caudal que deve fornecer-se a cada um dos aparelhos sanitários

independentemente do estado de funcionamento.

Segundo o ponto 2.1.3. do Documento Básico de Salubridade, secção HS4,

Fornecimento de Água, o caudal instantâneo mínimo para cada tipo de aparelho será:

Tipo de aparelho	Caudal instantâneo mínimo de água fria (dm ³ /s)	Caudal instantâneo mínimo de ACS (dm ³ /s)
Lavatório	0,05	0,03
Lavatório	0,10	0,065
Chuveiro	0,20	0,10
Banheira > 1,40 m	0,30	0,20
Banheira > 1,40 m	0,20	0,15
Bidê	0,10	0,065
Autoclismo com cisterna	0,10	-
Autoclismo com fluxómetro	1,25	-
Urinóis com torneira temporizada	0,15	-
Urinóis com cisterna (c/u)	0,04	-
Pia de cozinha	0,20	0,10
Pia não cozinha	0,30	0,20
Máquina de lavar loiça doméstica	0,15	0,10
Máquina de lavar loiça industrial (20 serviços)	0,25	0,20
Máquina de lavar roupa	0,20	0,10
Máquina de lavar roupa doméstica	0,20	0,15
Máquina de lavar roupa industrial (8 kg)	0,60	0,40
Torneira isolada	0,15	0,10
Torneira de garagem	0,20	-
Fossa	0,20	-

NOTA - Para aparelhos de consumo não incluídos nesta tabela (hidromassagem, etc.), o fabricante deverá facilitar o caudal mínimo instantâneo e, se for o caso, a pressão mínima para o seu funcionamento correto.

2.3. Pressão máxima e mínima

Segundo o ponto 2.1.3. do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, Fornecimento de Água, em todos os pontos de consumo, a pressão mínima dinâmica para o caudal de cálculo ou caudal simultâneo deve ser:

- a) 100 kPa para torneiras comuns
- b) 150 kPa para fluxómetros, aquecedores e caldeiras.

A pressão em qualquer ponto de consumo não deverá ultrapassar os 500 kPa.

2.4. Diâmetro nominal mínimo da derivação para os aparelhos

Define-se diâmetro mínimo como o diâmetro mínimo a utilizar em cada caso.

Segundo a norma do produto UNE EN ISO 15875 define-se diâmetro nominal como o relativo ao diâmetro externo. Segundo o ponto 4.3. do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, Fornecimento de Água, os diâmetros nominais mínimos de derivação para os aparelhos são:

Aparelho o ponto de consumo	Diâmetro nominal	
	Tubo de metal	Tubo de cobre ou plástico (mm)
Lavatório	1/2"	12
bidé	1/2"	12
Duche	1/2"	12
Banheira <1,40 m	3/4"	20
Banheira >1,40 m	3/4"	20
Autoclismo com cisterna	1/2"	12
Autoclismo com Fluxómetro	1" - 1 1/2"	25 - 40
Urinol com torneira temporizada	1/2"	12
Urinol com cisterna	1/2"	12
Pia lava-loiça	1/2"	12
Pia lava-loiça industrial	3/4"	20
Máquina lava-loiça doméstico	1/2" (rosca a 3/4")	12
Máquina lava-loiça industrial	3/4"	20
Máquina de lavar roupa doméstica	3/4"	20
Máquina de lavar roupa industrial	1"	25
Fossa	3/4"	20

Os ramais de ligação aos aparelhos domésticos são dimensionados conforme o que está estabelecido na tabela. Nos restantes são tidos em conta os critérios de distribuição dados pelas características de cada aparelho e são dimensionados dessa forma.

2.5. Diâmetro nominal mínimo de alimentação

Segundo o ponto 4.3. do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, Fornecimento de Água, os diâmetros nominais mínimos de alimentação são:

Ramal considerado	Diâmetro nominal do tubo de alimentação	
	Tubo de aço	Tubo de cobre ou plástico (mm)
Alimentação para divisão privada húmida: casa de banho, casa de banho de serviço, cozinha	3/4"	20
Alimentação para derivação particular: vivenda, apartamento, local comercial	3/4"	20
Coluna (montante ou jusante)	3/4"	20
Distribuidor principal	1"	25
< 50 kW	1/2"	12
50 - 250 kW	3/4"	20
Alimentação de equipamentos de climatização		
250 - 500 kW	1"	25
> 500 kW	1 1/4"	32

Os diâmetros dos diferentes tramos da rede de distribuição são dimensionados em conformidade com o procedimento estabelecido no capítulo 4.2 do Documento Básico de Salubridade, secção HS4 Distribuição de Água, adotando-se os como mínimos os valores desta tabela.

2.6. Caudal de simultaneidade

Na prática, o funcionamento das torneiras nas instalações de água quente sanitária é breve (menos de 15 minutos, em geral). Não é possível abrir todas as torneiras ao mesmo tempo, por tanto, o caudal instalado reduz-se a um caudal de simultaneidade através de um coeficiente de simultaneidade.

2.6.1. Cálculo do caudal de simultaneidade

O caudal de cálculo ou o caudal simultâneo, Q_c , é o caudal utilizado para o dimensionamento dos diferentes ramais da instalação. Estabelece-se a partir da soma dos caudais instantâneos mínimos, calculados segundo as fórmulas seguintes, dependendo do tipo de edificação. Segundo o Documento de Salubridade, secção HS4, Fornecimento de Água, escolher-se-á o coeficiente de simultaneidade de acordo com um critério adequado. A Uponor baseia-se assim na Norma DIN 1988 devido ao facto desta norma contar com uma vasta gama de coeficientes de simultaneidade em função da casa e do caudal com o qual estejamos a trabalhar.

Edifícios de apartamentos

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Edifícios de escritórios, estações, aeroportos, etc.

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Edifícios de hotéis, discotecas, museus

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de centros comerciais

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de hospitais

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de escolas, complexos desportivos

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 22,5 \times (Q_t)^{-0,5} + 11,5$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$ (l/s)

Para outras construções especiais (quartéis, prisões, seminários, indústrias) há que estabelecer considerações especiais sobre a simultaneidade. Isto deve justificar-se no projeto específico, sendo:

- Caudal instantâneo mínimo Q_{\min} (l/s; l/min; m³/h). Caudal instantâneo que se deve fornecer a cada um dos aparelhos sanitários independentemente do estado de funcionamento.

- Caudal simultâneo ou caudal de cálculo Q_c (l/s; l/min; m³/h). Caudal que se produz através do funcionamento lógico-simultâneo de aparelhos de consumo ou unidades de fornecimento.
- Caudal total instalado, Q_t (l/s; l/min; m³/h). É a soma dos caudais instantâneos mínimos de todos os aparelhos instalados

2.7. Velocidade da água

Segundo o ponto 4.2.1 do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, fornecimento de água, propõem-se diferentes velocidades de cálculo em função do tipo de material que utilizemos no sistema de distribuição:

- Para tubos metálicos: velocidades compreendidas entre 0,50 e 2,00 m/s.
- b) Para tubos termoplásticos e multicamadas: velocidades compreendidas entre 0,50 e 3,50 m/s.

A velocidade da água nos sistemas de distribuição de água tem influência direta no seguinte:

- No nível de erosão
- No nível de ruído
- Golpes de ariete
- Descida de pressão

Para tubos de cobre, recomenda-se um limite máximo de velocidade de 2 m/s. Os tubos Uponor PEX não estão sujeitos a este problema, pelo que podem aplicar-se altas velocidades se houver problemas de ruídos ou de erosão.

Os ensaios mostraram que os golpes de ariete com tubos Uponor PEX são três vezes menores do que com tubos metálicos.

Não obstante, segundo o ponto 5.1.1.3.5 do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, fornecimento de água, estabelece-se que quando utilizamos tubos metálicos, os suportes, ancoragens e guias deverão ser antivibratórios sempre que se transporte água a velocidades compreendidas entre 1,5-2 m/s, uma vez que poderão ocorrer ruídos.

2.8. Água Quente Sanitária (AQS)

Segundo o ponto 2.1 do Documento Básico de Poupança Energética, secção HE4, a contribuição solar mínima de água quente sanitária, define-se como a fração entre os valores anuais da energia solar apresentada exigida e a procura energética anual, obtidos a partir dos valores mensais.

2.9. Contribuição Solar Mínima

Nas seguintes tabelas indicam-se, para cada zona climática e diferentes níveis de exigência, a uma temperatura de referência de 60 °C, a contribuição solar mínima anual.

Em função do tipo de fonte de energia de apoio utilizada:

Procura total de ACS do edifício (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5.000	30	30	50	60	70
5.000 - 6.000	30	30	55	65	70
6.000 - 7.000	30	35	61	70	70
7.000 - 8.000	30	45	63	70	70
8.000 - 9.000	30	52	65	70	70
9.000 - 10.000	30	55	70	70	70
10.000 - 12.500	30	65	70	70	70
12.500 - 15.000	30	70	70	70	70
15.000 - 17.500	35	70	70	70	70
17.500 - 20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

a) Geral: supondo que a fonte de energia de apoio seja gasóleo, gás propano, gás natural ou outras

Procura total de ACS do edifício (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 1.000	50	60	70	70	70
1.000 - 2.000	50	63	70	70	70
2.000 - 3.000	50	66	70	70	70
3.000 - 4.000	51	69	70	70	70
4.000 - 5.000	58	70	70	70	70
5.000 - 6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

b) Efeito Joule: supondo que a fonte energética de apoio seja eletricidade através de efeito Joule

2.9.1. Procura de Água Quente Sanitária (AQS)

Segundo o ponto 3.1.1 do Documento Básico de Poupança Energética, secção HE4, para valorizar a

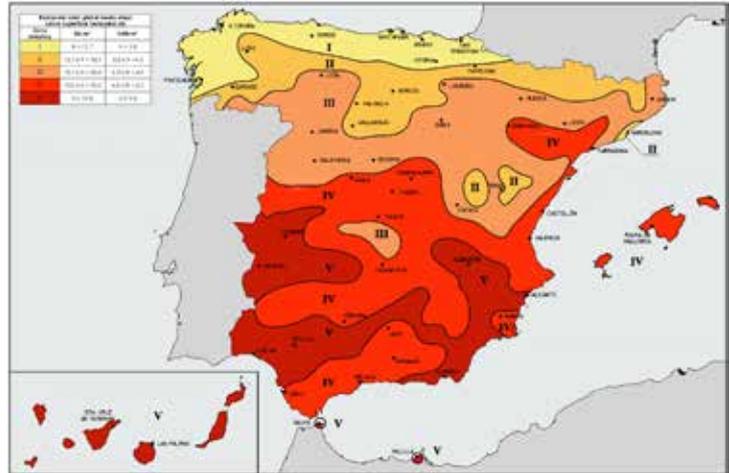
procura ter-se-ão em conta os valores unitários que aparecem na tabela seguinte:

Critérios de procura	Litros de ACS/dia a 60 °C	
Vivendas unifamiliares	30	por pessoa
Vivendas multifamiliares	22	por pessoa
Hospitais e clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Albergue **	40	por cama
Campismo	40	por lugar
Albergue/Pensão	35	por cama
Residência (casa de repouso, estudantes, etc.)	55	por cama
Vestiários/Chuveiros coletivos	15	por serviço
Escolas	3	por aluno
Quartéis	20	por pessoa
Fábricas e oficinas	15	por pessoa
Administrativos	3	por pessoa
Ginásios	20 a 25	por utilizador
Lavandarias	3 a 5	por quilo de roupa
Restaurantes	5 a 10	por refeição
Cafetarias	1	por almoço

Segundo o ponto 3.1.2 do Documento Básico de Poupança Energética, secção HE4, marcar-se-ão os limites das zonas homogêneas para efeitos das procuras. As zonas foram definidas tendo em conta a radiação solar global média diária anual.

Exemplo. Necessitamos de saber a percentagem de Água Quente Sanitária que deve ser produzida por produção solar tendo em conta que:

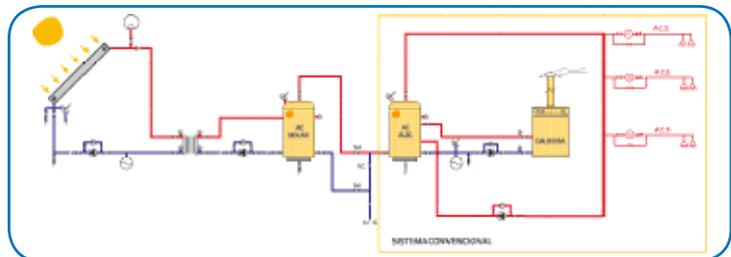
- É um hotel *** com 100 camas
- Está situado em Pirieno Navarro
- A fonte energética de apoio é o gásóleo
- A procura de A.C.S. por dia em $1/60\text{ }^{\circ}\text{C}$ é de 5500 l
- A zona climática é a zona I



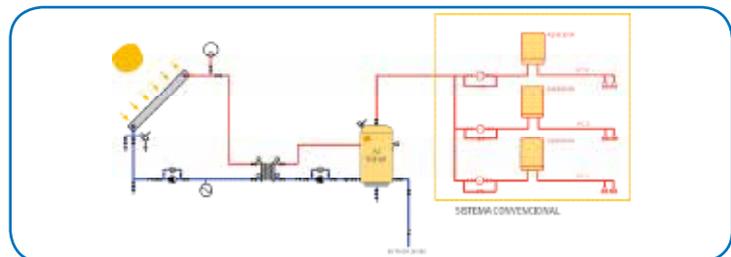
A contribuição solar mínima será de 30 %

2.10. Tipos de Instalações de Painéis Solares em edifícios

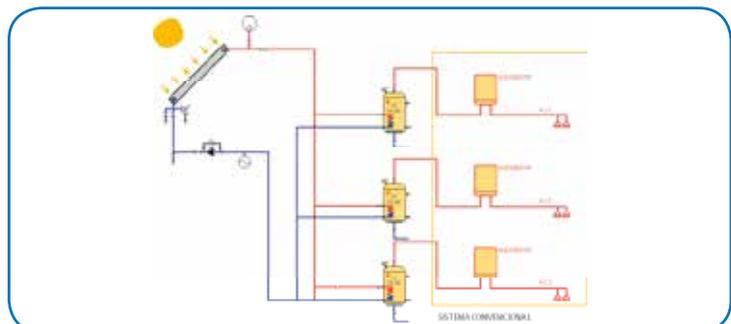
Instalação Solar com tudo centralizado



Instalação Solar com apoio descentralizado



Instalação Solar com acumulador e apoio descentralizado



2.10.1. Vantagens e desvantagens

Opção	Vantagens dos utilizadores	Inconvenientes
Tudo centralizado	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação compacta e única. • Superfície de captação mínima. • Mais espaço útil nas vivendas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Novo serviço comum. • Necessidade de distribuir gastos (água, energia de apoio). • Necessidade de realizar distribuição.
Apoio descentralizado	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície de captação mínima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Novo serviço comum. • Necessidade de distribuir gastos (apenas água). • Menos espaço útil.
Apoio e acumulação descentralizada	<ul style="list-style-type: none"> • Maior superfície de captação. • Elimina o serviço comum (energia de apoio) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas elevadas em circuitos. • Menos espaço útil nas vivendas.

2.11. Retorno de Água Quente Sanitária (AQS)

Segundo o ponto 2.3. do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, fornecimento de água, deve dispor-se nas redes do A.C.S. de uma rede de retorno quando o comprimento dos tubos de ida para o ponto de consumo mais distante seja igual ou superior a 15 m.

- Em qualquer caso não recircularão menos de 250 l/h em cada coluna, se a instalação corresponder a este esquema, para poder efetuar um equilíbrio hidráulico adequado.
- O caudal de retorno poder-se-á estimar segundo regras empíricas da seguinte forma:

1. Considerar que recircula 10 % da água de alimentação, no mínimo. De qualquer forma, considera-se que o diâmetro interno mínimo dos tubos de retorno é de 16 mm.
2. Os diâmetros em função do caudal recirculado estão indicados na tabela

2.11.1. Dimensionamento da rede de Retorno de Água Quente Sanitária (AQS)

Segundo o ponto 4.4.2 do Documento Básico de Salubridade, secção HS4, fornecimento de água, na hora de dimensionar as redes de retorno terá de ter-se em conta o seguinte:

- Para determinar o caudal que circulará pelo circuito de retorno, estimar-se-á que na torneira mais distante, a perda de temperatura seja no máximo de 3 °C a partir da saída do acumulador ou permutador de calor, conforme o caso.

Diâmetro externo dos tubos (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300

3. Requisitos gerais de qualidade para os materiais utilizados em Água Quente Sanitária

Segundo o Documento Básico de Salubridade, secção HS4, os materiais que forem ser utilizados na instalação, em relação à sua afeição à água que forneçam, devem ajustar-se aos seguintes requisitos:

- Para os tubos e acessórios devem utilizar-se materiais que não produzam concentrações de substâncias nocivas que ultrapassem os valores permitidos pelo Decreto Real 140/2003 de 7 de fevereiro.
- Não se devem modificar as características organolépticas nem a salubridade da água fornecida.
- Devem ser resistentes à corrosão interno.

- Devem ser capazes de funcionar eficazmente nas condições de serviço previstas.
- Não devem apresentar incompatibilidade eletroquímica entre si.
- Devem ser resistentes a temperaturas de até 40 graus e às temperaturas exteriores do que o rodeia imediatamente.
- Devem ser compatíveis com a água fornecida e não devem favorecer a migração de substâncias dos materiais em quantidades que sejam perigosas para a salubridade e limpeza da água de consumo humano.
- O seu envelhecimento, fadiga, durabilidade e as restantes

características mecânicas, físicas ou químicas, não devem diminuir a vida útil prevista na instalação.

- Resistência à corrosão externo:
 - Os tubos metálicos proteger-se-ão contra a agressão de todo o tipo de argamassas, do contacto com a água na sua superfície externo e da agressão do terreno através da interposição de um elemento separador de material adequado em todo o seu comprimento e instalando-o igualmente em todas as peças especiais da rede, como por exemplo, cotovelos, curvas, no caso de tubos de cobre

4. Teste de estanquicidade segundo o Código Técnico de Edificação, DB HS4, Fornecimento de água

No ponto 5.2.1.1 do documento aparecem detalhados os passos que devem seguir-se para realizar o teste de estanquicidade:

1. A empresa instaladora estará obrigada a efetuar um teste de resistência mecânica e estanquicidade de todos os tubos, elementos e acessórios que integram a instalação, estando os seus componentes visíveis e acessíveis para seu controlo.
2. Para iniciar a prova, encher-se-á de água toda a instalação, mantendo abertas as torneiras terminais até que se tenha a certeza de que a purga foi concluída e não existe nenhum ar. Assim, fechar-se-ão as torneiras que serviram de purga e a da fonte de alimentação. Em seguida, utilizar-se-á a bomba que já estará ligada e manter-se-á a funcionar até atingir a pressão de teste. Uma vez acondicionada, proceder-se-á em função do tipo de material como se indica em seguida:
 - a) para os tubos metálicos são consideradas válidos os testes realizados segundo se descreve na norma UNE 100-151:88.

- b) para os tubos termoplásticos e multicamadas considerar-se-ão válidos os testes realizados conforme o Método A da Norma UNE ENV 12108-02.
3. Uma vez realizado o teste anterior, na instalação ligar-se-ão as torneiras e os aparelhos de consumo, submetendo-se novamente ao teste anterior.
4. O manómetro que se utilizar neste teste deve apreciar, no mínimo, intervalos de pressão de 0,1 bar.
5. As pressões indicadas anteriormente referem-se ao nível da plataforma.

Método A da Norma UNE ENV 12108-02

Consta dos seguintes passos:

- a) abertura do sistema de purga.
- b) purga do sistema com água para expulsar todo o ar que se possa evacuar através deste meio. Paragem de caudal e fecho do sistema de purga.
- c) aplicação da pressão hidrostática de ensaio seleccionada, igual a 1,5 vezes à pressão de design, por bombeamento de acordo com a imagem 1, durante os primeiros 30 min, du-

rante este tempo dever-se-ia realizar a inspeção para detetar qualquer fuga no sistema a ensaio considerado, d) redução da pressão em 0,5 vezes a pressão de design de acordo com a figura 1. e) fecho da torneira de purga. Se se estabilizar a uma pressão constante, superior a 0,5 vezes à pressão de design, é indicativo de que o sistema de canalização é bom. Supervisão da evolução Id durante 90 min. Realização de um controlo visual para localizar possíveis fugas. Se, durante este período, a pressão tiver tendência a baixar, isto é indicativo de que existe uma fuga no sistema. O resultado do ensaio deveria ser registado.

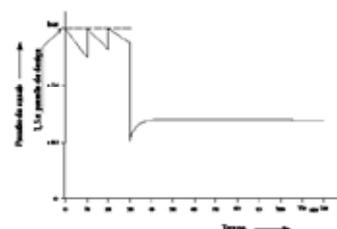


Fig. 1 - Ensaio de estanquicidade à água. Procedimento de ensaio A

5. Design do sistema

5.1. Determinação dos diâmetros de uma instalação através de coletores, tendo em conta as perdas de carga admissíveis e os caudais de simultaneidade

Imaginemos que existe uma instalação num bloco de 5 pisos com 12 habitações no total. No primeiro piso haverá escritórios. As 12 habitações distribuir-se-ão nos 4 pisos restantes (3 habitações por piso).

Cada casa têm:

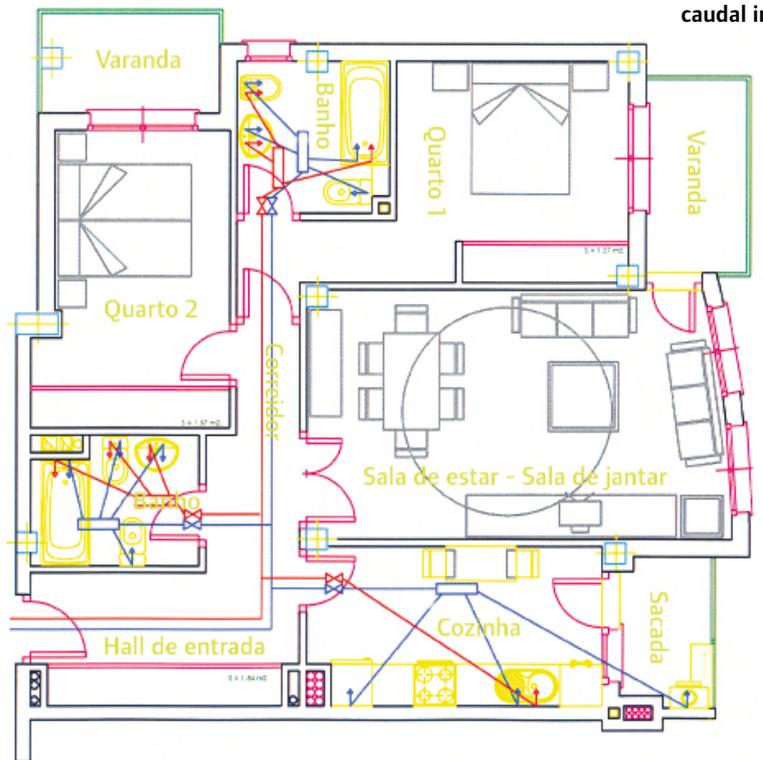
- 2 casas de banho:
 - Autoclismo com cisterna (0,1 l/s)
 - Lavatório (0,1 l/s)
 - Bidê (0,1 l/s)
 - Banheira > 1,4 m (0,3 l/s)
 - Cozinha:
 - Pia de cozinha (0,2 l/s)
 - Máquina de lavar roupa doméstica (0,2 l/s)
 - Máquina de lavar loiça doméstica (0,15 l/s)
- O consumo total de cada casa de banho é de 0,6 l/s.
O consumo total de cada cozinha é de 0,55 l/s.

Por tanto, cada casa tem um caudal total instalado de 1,75 l/s.

Os escritórios têm:

- 2 casa de banho de homens:
 - Autoclismos com cisterna (0,1 l/s)
 - 2 urinóis com cisterna (0,04 l/s)
 - Lavatório (0,1 l/s)
 - 2 casas de banho de senhoras:
 - 2 autoclismos com cisterna (0,1 l/s)
 - Lavatório (0,1 l/s)
 - Sala de jantar:
 - Pia de cozinha (0,2 l/s)
 - Máquina de lavar loiça doméstica (0,15 l/s)
 - Torneira isolada (0,15 l/s)
- O consumo total de cada casa de banho de homens é de 0,28 l/s.
O consumo total de cada casa de banho de senhoras é de 0,3 l/s.
O consumo total de la sala de jantar é de 0,5 l/s.

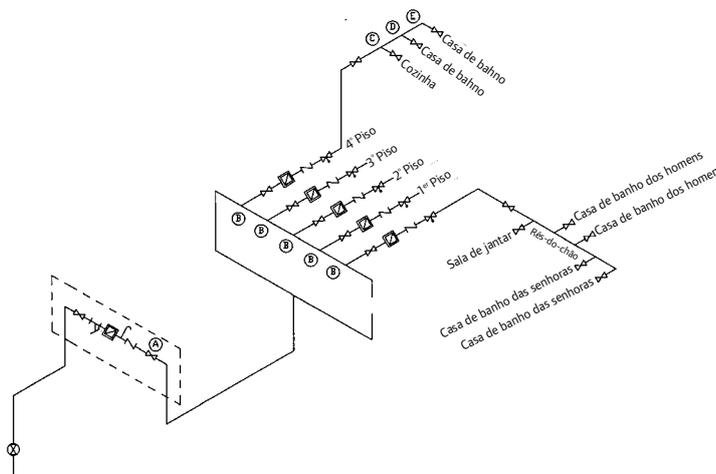
Por tanto os escritórios têm um caudal instalado de 1,66 l/s.



5.1.1 Exemplo 1: Bateria de contadores

Ramais:

- A-B Tubo de alimentação.
- B-C Ascendente.
- C-D Ramal cozinha-casa de banho.
- D-E Ramal casa de banho-casa de banho.
- E-F Ramal chave de corte - banheira.



Ramal	Q_t (l/s)	Q_c (l/s)	D_{ext} (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (Pa/m)	Longitude (m)	Perda de carga (Pa)
A-B	22,66	2,58	40	3,11	2.135	16	34.160
B-C	1,75	0,74	25	2,3	2.389	15,5	37.030
C-D	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
D-E	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
E-F	0,3	0,3	20	1,45	1.502	5	7.510

104.895

NOTA: dever-se-á sempre respeitar a tabela 4.2 «Diâmetros mínimos das derivações para os aparelhos» do DB H54 do CTE, dependendo do tipo de material.

Sendo:

- Caudal Total Instalado, Q_t (l/s) soma dos caudais instantâneos mínimos de todos os aparelhos instalados.
- Caudal de cálculo ou Simultâneo, Q_c (l/s) caudal que se produz pelo funcionamento lógico de aparelhos de consumo ou unidades de fornecimento.
- O Diâmetro Externo (mm), a velocidade (m/s) e a perda de carga (Pa/m) obtêm-se no ponto 1 dos anexos.

A pressão que a empresa fornecedora comunica no final da ligação é de:

$$P_{aco} = 500.000 \text{ Pa} = 0.5 \text{ Mpa.}$$

Para obter a perda de carga total realizaremos os cálculos seguintes:

1) Perda de carga devido aos tubos é de 104.895 Pa.

2) As perdas de carga localizadas a partir dos acessórios podem estimar-se em 30 % das perdas de carga de cada ramal. Por tanto, 30 % de 105.855 Pa são 31.456 Pa.

3) A perda de pressão devido à existência de um filtro (200 mbar) e um contador (300 mbar).
Total 500 mbar = 50.000 Pa aprox.

$$\text{Perda de carga total} = 104.895 + 31.456 + 50.000 = 186.351 \text{ Pa}$$

A pressão necessária para um fornecimento adequado será, no mínimo, a soma das perdas de carga mais a correspondente para vencer a altura do edifício e somar-lhe a pressão mínima dinâmica do aparelho em situação mais desfavorável.

A perda de pressão devido à altura do edifício é de >

$$17 \text{ m} = 1.700 \text{ mbar} = 170.000 \text{ Pa}$$

Pressão mínima dinâmica do aparelho (imaginando que teremos apenas torneiras) 100 kPa = 100.000 Pa.

Pressão de fornecimento necessária: $186.351 + 170.000 + 100.000 = P_s = 456.351 \text{ Pa}$

Não será necessário instalar um grupo de pressão uma vez que ultrapassamos a pressão disponível na ligação que era de $P_{aco} = 500.000 \text{ Pa}$

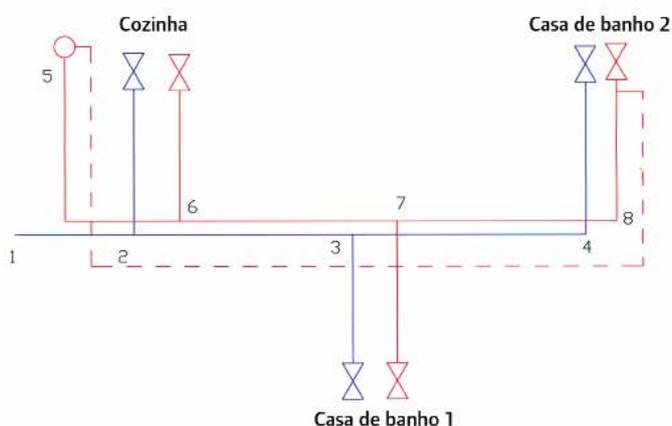
De acordo com o cálculo anterior e respeitando sempre a tabela 4.2. «Diâmetros mínimos de Derivação para os aparelhos do DB H54», os diâmetros para a água fria da casa ficarão da seguinte forma:

- Entrada para a casa 25x2,3 mm.
- Entrada para a cozinha 20x1,9 mm.
- Entrada para a casa de banho 20x1,9 mm.
- Pia de cozinha 16x1,8 mm.
- Máquina de lavar loiça doméstica 20x1,9 mm.
- Máquina de lavar loiça doméstica 16x1,8 mm.
- Autoclismo com cisterna 16x1,8 mm.
- Lavatório 16x1,8 mm.
- Bidê 16x1,8 mm.
- Banheira > 1,4 m. 20x1,9 mm.

Para o dimensionamento da rede de água quente, pressupõe-se um sistema totalmente centralizado com geração de A.C.S. através de painéis solares e apoio de caldeira.

Ramais:

Onde cada ramal e diâmetro correspondem à tabela seguinte:



	Ramal	Q _t (l/s)	Q _c (l/s)	D _{ext} (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (Pa/m)	Longitude (m)	Perda de carga (Pa)
Água fria	1-2 Entrada para casa - cozinha	1,75	0,74	25	2,3	2.389	3	7.167
	2-3 Cozinha - casa de banho 1	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
	3-4 Casa de banho 1 - casa de banho 2	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
Água quente	4-5 Entrada para casa - cozinha	0,76	0,48	25	1,53	1.162	3	3.486
	5-6 Cozinha - casa de banho 1	0,66	0,44	20	2,18	3.123	3	9.369
	6-7 Casa de banho 1 - casa de banho 2	0,33	0,29	20	1,46	1.502	3	4.506

NOTA: dever-se-á sempre respeitar a tabela 4.2 «Diâmetros mínimos das derivações para os aparelhos» do DB HS4 do CTE, dependendo do tipo de material.

De acordo com o exemplo anterior e respeitando sempre a tabela 4.2 «Diâmetros mínimos das derivações para os aparelhos do DB HS4 do CTE», os diâmetros para a água quente da casa ficariam da seguinte forma:

- Entrada para a casa 25 x 2,3 mm
- Entrada para a cozinha 20 x 1,9 mm
- Entrada para a casa de banho 20 x 1,9 mm
- Pia de cozinha 16 x 1,8 mm
- Casa de banho 16 x 1,8 mm
- Bidé 16 x 1,8 mm
- Banheira 20 x 1,9 mm

Dimensionamento da rede de recirculação

Para efetuar o dimensionamento há que considerar 10 % da água da casa.

10 % do Caudal de Simultaneidade da casa é de 0,048 l/s ou 172,8 l/h; assim, o diâmetro dos tubos de recirculação será de 25 x 2,3 mm

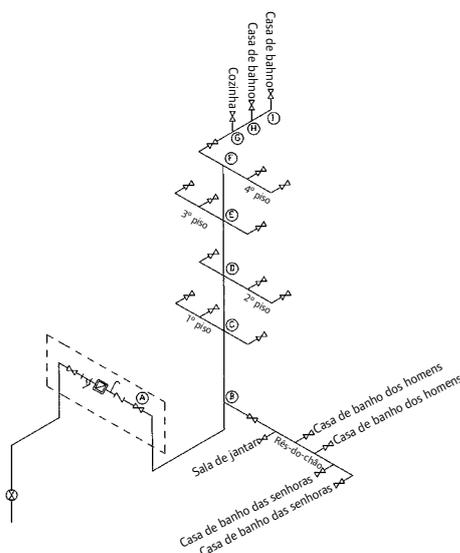
$$\frac{l}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

Diâmetro externo dos tubos (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300

5.1.2. Exemplo 2: Apenas uma montante para toda a casa

Ramais:

- A-B Ascendente - Escritório
- B-C Escritório - 2º piso
- C-D 2º piso - 3º piso
- D-E 3º piso - 4º piso
- E-F 4º piso - 5º piso
- F-G Ascendente - cozinha
- G-H Cozinha - casa de banho 1
- H-I casa de banho 1 - casa de banho 2
- I-J casa de banho 2 - banheira



Ramal	Q _t (l/s)	Q _c (l/s)	D _{ext} (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (Pa/m)	Longitude (m)	Perda de carga (Pa)
A-B	22,66	2,58	40	3,11	2.135	16	34.160
B-C	21	2,54	40	3,11	2.135	3	6.405
C-D	15,75	2,22	40	2,75	1.713	3	5.139
D-E	10,5	1,82	32	3,5	3.645	3	10.935
E-F	5,25	1,3	32	2,41	1.843	3	5.529
F-G	1,75	0,74	25	2,3	2.389	5	11.945
G-H	1,2	0,6	20	2,91	5.428	5	27.140
H-I	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
I-J	0,3	0,3	20	1,45	1.502	5	7.510

121.388

NOTA: Dever-se-á sempre respeitar a tabela 4.2 "Diâmetros mínimos das derivações dos aparelhos" do DB HS4 do CTE, dependendo do tipo de material.

A pressão que a empresa fornecedora comunica no final da ligação é de:

$$P_{aco} = 500.000 \text{ Pa} = 0.5 \text{ Mpa.}$$

Para obter a perda de carga total iremos realizar os seguintes cálculos:

1) Perda de carga devido aos tubos é de 121.388 Pa.

2) As perdas de carga localizadas a partir dos acessórios podem se estimar em 30% das perdas de carga de cada ramo. Por tanto, 30 % de 121.388 Pa são de 36.416 Pa

3) A perda de pressão devido à existência de um filtro (200 mbar) e um contador (300 mbar).

Total 500 mbar = 50.000 Pa aprox.

Perda de carga total = 121.388 + 36.416 + 50.000 = 207.804 Pa

A pressão necessária para um fornecimento adequado será, no mínimo, a soma das perdas de carga mais a correspondente para vencer a altura do edifício e somar-lhe a pressão mínima dinâmica do aparelho em situação mais desfavorável.

A perda de pressão devido à altura do edifício é de:
17 m = 1700 mbar = 170.000 Pa

Pressão mínima dinâmica do aparelho (imaginando que temos apenas torneiras) 100 kPa = 100.000 Pa

Pressão de fornecimento necessária:
207.804 + 170.000 + 100.000 = P_s = 477.804 Pa

Não será necessário instalar um grupo de pressão uma vez que ultrapassamos a pressão disponível na ligação que era de P_{aco} = 500.000 Pa

De acordo com o cálculo anterior e respeitando sempre a tabela 4.2.

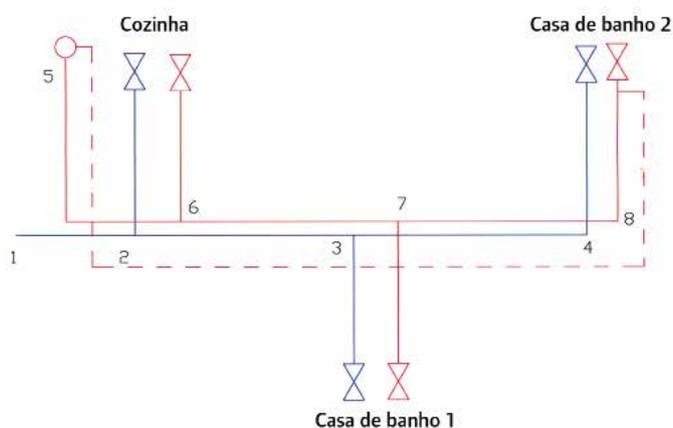
«Diâmetros mínimos de Derivação para os aparelhos do DB HS4», os diâmetros para a água fria da casa ficarão da seguinte forma:

- Entrada para a casa 25 x 2,3 mm
- Entrada da cozinha 20x1,9 mm
- Entrada da casa de banho 20x1,9 mm
- Pia de cozinha 16x1,8 mm
- Máquina de lavar roupa doméstica 20 x 1,9 mm
- Máquina de lavar loiça doméstica 16 x 1,8 mm
- Autoclismo com cisterna 16 x 1,8 mm
- Casa de banho 16 x 1,8 mm
- Bidé 16x1,8 mm
- Banheira > 1,4 m 20 x 1,9 mm

Para o dimensionamento da rede de água quente, pressupõe-se um sistema totalmente centralizado com geração de ACS através de painéis solares e apoio de caldeira.

Ramais:

Onde cada ramal e diâmetro correspondem à tabela seguinte:



	Ramal	Q _t (l/s)	Q _c (l/s)	D _{ext} (mm)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (Pa/m)	Longitude (m)	Perda de carga (Pa)
Água fria	1-2 Entrada para casa - cozinha	1,75	0,74	25	2,3	2.389	3	7.167
	2-3 Cozinha - casa de banho 1	1,2	0,6	20	2,91	5.428	2,5	13.570
	3-4 Casa de banho 1 - casa de banho 2	0,6	0,4	20	1,94	2.525	5	12.625
Água quente	4-5 Entrada para casa - cozinha	0,76	0,48	25	1,53	1.162	3	3.486
	5-6 Cozinha - casa de banho 1	0,66	0,44	20	2,18	3.123	3	9.369
	6-7 Casa de banho 1 - casa de banho 2	0,33	0,29	20	1,46	1.502	3	4.506

NOTA: dever-se-á sempre respeitar a tabela 4.2 «Diâmetros mínimos das derivações para os aparelhos» do DB HS4 do CTE, dependendo do tipo de material.

De acordo com o exemplo anterior e respeitando sempre a tabela 4.2 «Diâmetros mínimos das derivações para os aparelhos do DB HS4 do CTE», os diâmetros para a água quente da casa ficariam da seguinte forma:

- Entrada para a casa 25 x 2,3 mm
- Entrada para a cozinha 20 x 1,9 mm
- Entrada para a casa de banho 20 x 1,9 mm
- Pia de cozinha 16 x 1,8 mm
- Casa de banho 16 x 1,8 mm
- Bidé 16 x 1,8 mm
- Banheira 20 x 1,9 mm

Dimensionamento da rede de recirculação

Para efetuar o dimensionamento há que considerar 10 % da água da casa.

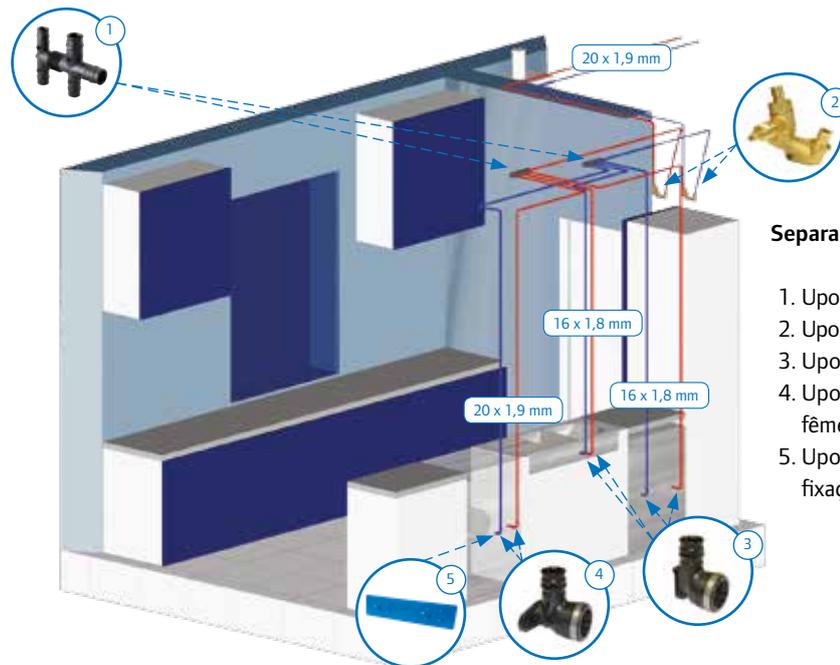
10 % do Caudal de Simultaneidade da casa é de 0,048 l/s ou 172,8 l/h; assim, o diâmetro dos tubos de recirculação será de 25 x 2,3 mm

$$\frac{l}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

Diâmetro externo dos tubos (mm)	Caudal recirculado (l/h)
20	140
25	300
32	600
40	1.100
50	1.800
63	3.300

5.2. Separar a instalação interno de canalização

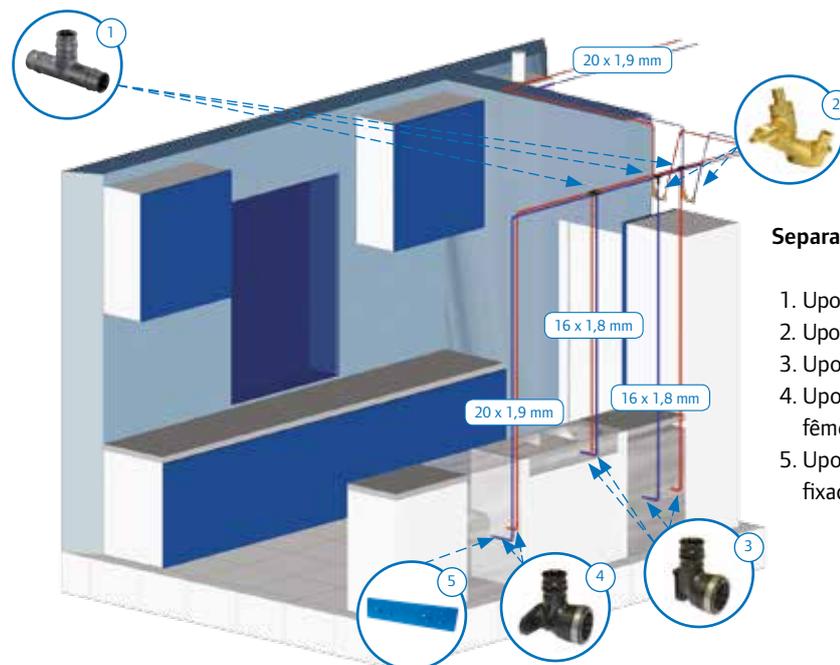
Cozinha modelo. Sistema com coletores



Separação de material

1. Uponor Q&E coletor de teto PPSU
2. Uponor Q&E válvula de corte em V
3. Uponor Q&E joelho fêmea PPSU
4. Uponor Q&E joelho base fixação fêmea PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa de fixação plástica

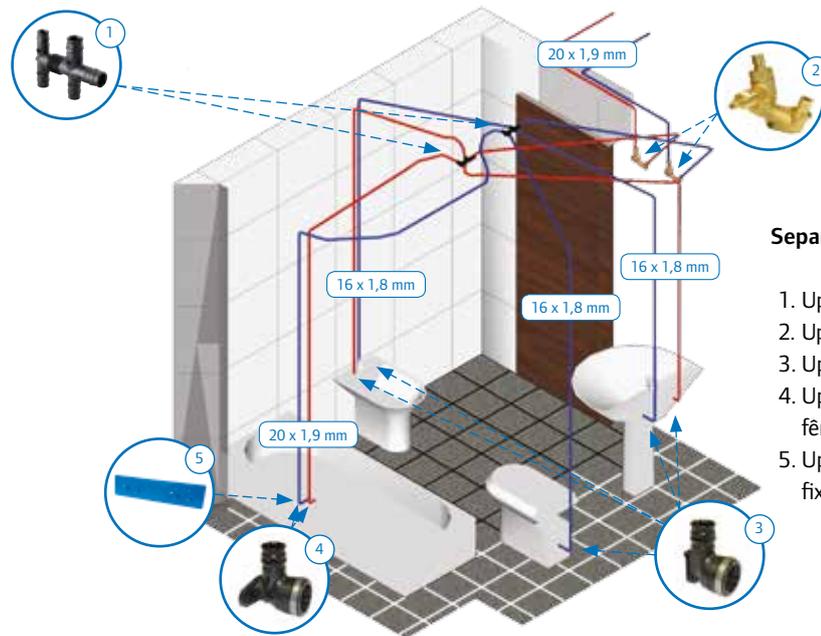
Cozinha modelo. Sistema com tê



Separação de material

1. Uponor Q&E t PPSU
2. Uponor Q&E válvula de corte em V
3. Uponor Q&E joelho fêmea PPSU
4. Uponor Q&E joelho base fixação fêmea PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa de fixação plástica

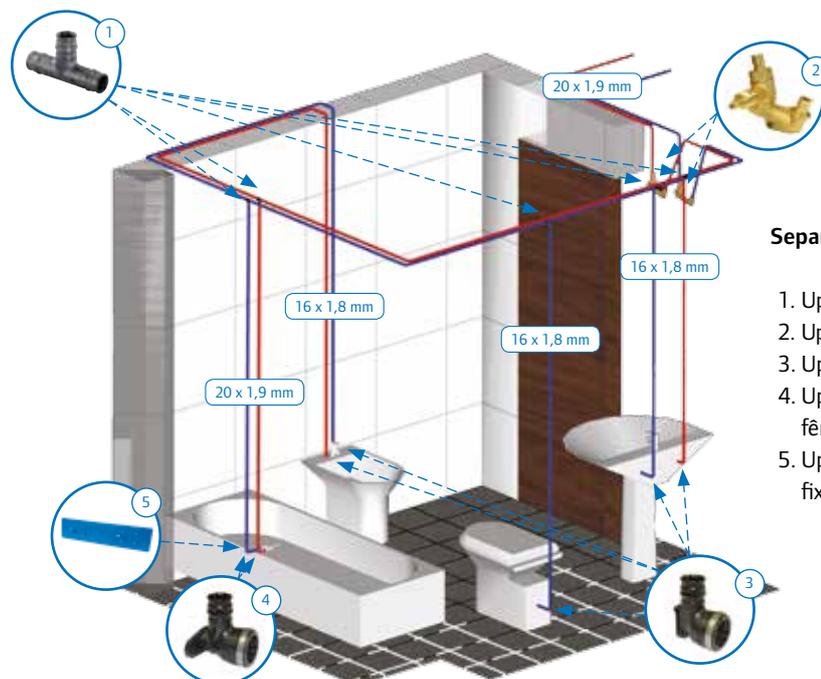
Casa de banho completa. Sistema com coletores



Separação de material

1. Uponor Q&E coletor de teto PPSU
2. Uponor Q&E válvula de corte em V
3. Uponor Q&E joelho fêmea PPSU
4. Uponor Q&E joelho base fixação fêmea PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa de fixação plástica

Casa de banho completa. Sistema com tês



Separação de material

1. Uponor Q&E t PPSU
2. Uponor Q&E válvula de corte em V
3. Uponor Q&E joelho fêmea PPSU
4. Uponor Q&E joelho base fixação fêmea PPSU
5. Uponor Smart Aqua placa de fixação plástica

6. Armazenamento e instalação

6.1. Armazenamento

Os tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) são fornecidos de fábrica em rolos ou barras. Estes tubos são embalados em caixas de cartão ou envolvidos em lâminas de plástico preto.

Juntamente com os tubos, são fornecidas as instruções de instalação. Evite que os raios ultravioleta (luz solar) afetem os tubos durante o seu armazenamento ou instalação.

Armazene os tubos na sua embalagem original. Evite que os produtos de base oleosa, os solventes, tintas e fita entrem em contacto com os tubos uma vez que a composição destes produtos poderá ser prejudicial aos tubos.

6.2. Desenrolamento dos tubos

Durante a instalação dos tubos, mantenha as coberturas antipó em cima da extremidade dos tubos de forma a que a sujidade não possa entrar no sistema. Os desenroladores, como o que está na imagem, poderão facilitar o desenrolamento dos tubos.

6.3. Corte dos tubos

Os tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) curvam-se normalmente sem necessidade de ferramentas especiais. Quando se dobram com um raio pequeno e a frio, poderá ser necessário um corta-tubos.

6.4. Dobrar/curvar dos tubos

Os tubos podem ser dobrados a quente. Para realizar esta dobragem utilize uma pistola de ar quente (decapador) e se possível com difusor (máx. 180 °C). Não utilize chama.

Os tubos poderiam ficar danificados uma vez que não haveria controlo da temperatura aplicada.

Os tubos devem ser aquecidos até que o material a ser curvado fique quase translúcido (máx. 133 °C). Dobre os tubos de uma só vez até alcançar a posição necessária. Arrefeça os tubos em água ou deixe-os arrefecer ao ar.

Nota: um aquecimento excessivo dos tubos faz com que se percam as dimensões calibradas de fábrica. Esta secção não deverá ser utilizada como ponto de união.

6.5. Contração de longitude

Quando os tubos tiverem estado em serviço e a temperatura e a pressão descem, cria-se um processo de contração (máx. 1,5 % do comprimento). Tendo uma distância entre fixações adequada, a fixação dos tubos e o acessório será maior do que a força de contração e não se produzirá qualquer problema sempre que a instalação de acessórios seja efetuada conforme as instruções do fabricante.

6.6. Localização dos coletores

A localização dos coletores deve ser escolhida, procurando:

- Fiquem acessíveis para futura manutenção.
- Haja acesso fácil aos pontos de consumo.
- Permitam uma ligação fácil aos tubos de alimentação.

Por vezes, é conveniente colocar mais do que um coletor.

6.7. Colocação e apoio de tubos

Os tubos dever-se-ão situar de forma a que as possibilidades de perfuração devido a acidente sejam

minimizadas. Em instalações com base ondulada, uma menor quantidade de curvas no traçado facilita a substituição em caso de avaria.

Os tubos podem ser instalados diretamente sobre o material de construção.

Os tubos expostos devem levar meias-canas e braçadeiras que mantenham a forma dos tubos.

6.8. Memória Térmica

No caso de um estrangulamento acidental dos tubos durante a instalação, recomenda-se que os tubos sejam aquecidos suavemente com muito cuidado. A memória térmica será ativada e os tubos serão estirados. Nunca utilize chama. Os tubos poderiam ficar danificados uma vez que não haveria controlo da temperatura aplicada. Arrefeça os tubos com um pano molhado.

6.9. Enchimento e verificação do sistema

O enchimento da instalação deverá realizar-se de forma lenta para que não se formem bolhas de ar no sistema. Certifique-se que não existem fugas. Para nos assegurarmos que isto não acontece, devemos realizar o teste de pressão.



7. Instalação, detalhes dos suportes

7.1. Instalações que permitem expansão

Generalidades

O Uponor Aqua Pipe (PEX-a), como todos os materiais, está sujeito a expansão térmica. Para evitar problemas posteriores, devemos ter em conta este fenómeno ao criar uma instalação.

A expansão e contração dos tubos do Uponor Aqua Pipe (PEX-a) poder-se-á calcular com a seguinte fórmula:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

- ΔL é a variação do comprimento (mm)
- ΔT é a variação da temperatura
- L é o comprimento dos tubos (m)
- α é o coeficiente da expansão térmica do PEX (0,15 mm/m°C)

Como podemos observar, a dilatação no polietileno reticulado é maior do que nos metais. Assim, as forças de expansão térmica serão ignoradas.

Com o Uponor Aqua Pipe (PEX-a) não teremos o problema de uma soldadura que salta devido às forças de dilatação ou de fendas no betão se se tratar de tubos embutidos.

Dimensão (mm)	Máx. Força de expansão (N)	Máx. Força de contração (N)	Força de contração
25 x 2,3	350	550	200
32 x 2,9	600	1.000	400
40 x 3,7	900	1.500	600
50 x 4,6	1.400	2.300	900
63 x 5,8	2.300	3.800	1.500
75 x 6,8	3.200	5.300	2.100
90 x 8,2	4.600	7.500	2.900
110 x 10	6.900	11.300	4.400

Força máxima de expansão

É a força que surge quando se aquecem tubos fixos até atingir a temperatura máxima de funcionamento de 95 °C.

Força máxima de contração

É a força devida à contração térmica quando os tubos tiverem sido instalados numa posição fixa à temperatura máxima de funcionamento.

Força de contração

É a força restante nos tubos à temperatura de instalação devida ao encurtamento longitudinal quando os tubos fixos tiverem estado a uma pressão máxima de funcionamento durante algum tempo.

7.1.1. Posicionamento de pontos fixos

Temos um ponto fixo quando a instalação fica fixada nesse ponto sem possibilidade de movimento, normalmente, isto ocorre na fixação de um acessório ou um coletor. As abraçadeiras que suportam o tubo não são consideradas pontos fixos uma vez que permitem movimentos longitudinais. Apenas quando estiverem numa mudança de direção se se considerarem como tais uma vez que se opõem ao movimento de expansão ou contração do braço contrário.

Os pontos fixos são determinados de forma a que limitemos a expansão ou que a permitamos na direção em que não nos cause problemas.

A figura 1 seguinte esclarecerá este ponto.

7.1.2. Instalação de tubos permitindo a expansão através de um braço flexível

O braço flexível deverá ser suficientemente comprido para evitar qualquer dano.

As abraçadeiras devem deixar espaço suficiente para que o cotovelo não entre em contacto com a parede após a expansão. Uma instalação típica é mostrada nas imagens 2 e 3.

Como podemos ver, a abraçadeira que está na alteração de direção é um ponto fixo se considerarmos a dilatação do braço contrário.

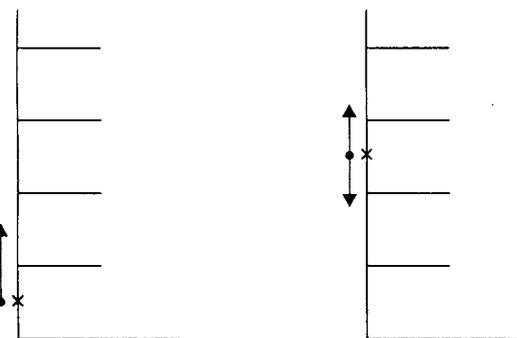


Figura 1. Posicionamento de pontos fixos. Instalação com ramais.

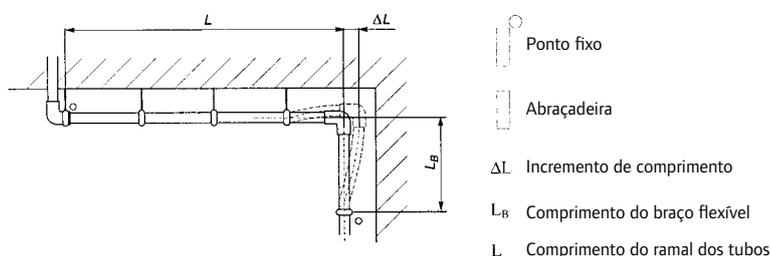
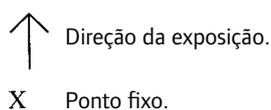


Figura 2. A expansão é compensada com um braço flexível.

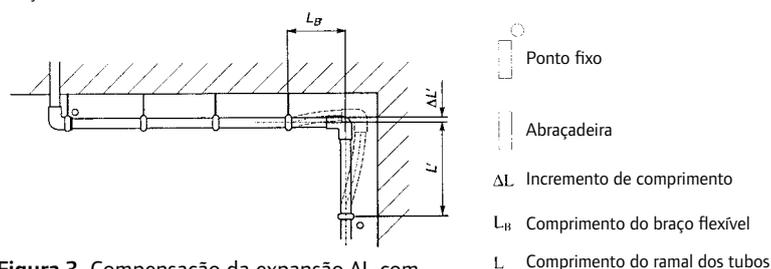


Figura 3. Compensação da expansão ΔL com um braço flexível

O comprimento do braço flexível, L_B poderá ser calculado com a seguinte equação:

$$L_B = c \cdot \sqrt{D_{\text{ext}} \cdot \Delta L}$$

Onde: ΔL é o incremento do comprimento (mm)
 L_B é o braço flexível (mm)
 c é uma constante que para o PEX vale 12
 D_{ext} é o diâmetro externo (mm)

7.1.3. Instalação de tubos permitindo a expansão através de uma lira

Mostramos a instalação típica na figura 4.

É preferível que a lira seja tal que:

$$L_2 = 0,5 \cdot L_1$$

O comprimento do braço flexível:

$$L_B = L_1 + L_1 + L_2$$

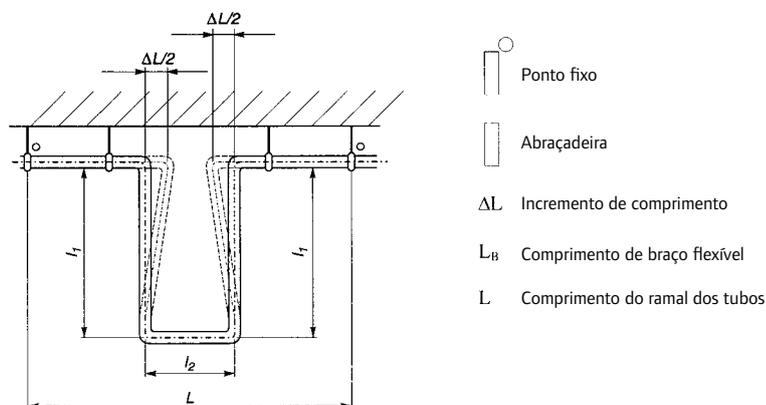


Figura 4. Compensação da expansão através da utilização de junções.

7.1.4. Instalação de tubos permitindo a expansão com meias-canas e suportados por abraçadeiras

As distâncias máximas entre as abraçadeiras e as fixações das meias-canas obtêm-se nas tabelas seguintes:

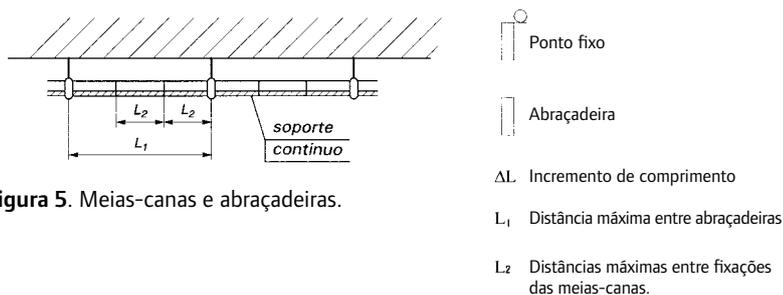


Figura 5. Meias-canas e abraçadeiras.

Distância L_1

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_1 , água fria (mm)	L_1 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	1.500	1.000
$20 < D_{ext} \leq 40$	1.500	1.200
$40 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.500
$75 < D_{ext} \leq 110$	2.000	2.000

Distância L_2

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_2 , água fria (mm)	L_2 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	500	200
$20 < D_{ext} \leq 25$	500	300
$25 < D_{ext} \leq 32$	750	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	750	600
$40 < D_{ext} \leq 75$	750	750
$75 < D_{ext} \leq 110$	1.000	1.000

7.1.5. Instalação de tubos permitindo a expansão através de abraçadeiras

As distâncias máximas entre as abraçadeiras obtêm-se nas tabelas seguintes:

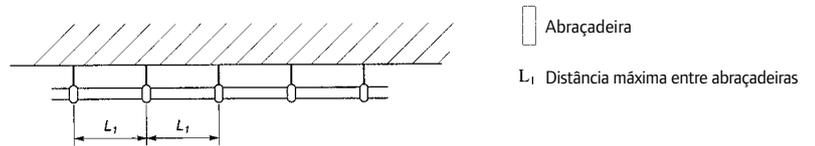


Figura 6. instalação com abraçadeiras

Distância L_1

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_1 , água fria (mm)	L_1 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 16$	750	400
$16 < D_{ext} \leq 20$	800	500
$20 < D_{ext} \leq 25$	850	600
$25 < D_{ext} \leq 32$	1.000	650
$32 < D_{ext} \leq 40$	1.100	800
$40 < D_{ext} \leq 50$	1.250	1.000
$50 < D_{ext} \leq 63$	1.400	1.200
$63 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.300
$75 < D_{ext} \leq 90$	1.650	1.450
$90 < D_{ext} \leq 110$	1.900	1.600

Para tubos verticais L_1 deve multiplicar-se por 1,3.

7.2. Instalação de tubos sem expansão

Generalidades

Em muitas situações é necessário instalar o tubo entre dois pontos fixos. Neste caso, as forças devidas à expansão ou à contração térmica transmitem-se à estrutura do edifício ou através dos suportes.

7.2.1. Posicionar os pontos fixos

Os pontos fixos posicionam-se de tal maneira que não tenhamos dilatações nem contrações.

A distância máxima entre pontos fixos não será superior a 6 m.

7.2.2. Instalação entre pontos fixos com meias-canas

Distâncias máximas entre pontos fixos, braçadeiras e fixações nas meias-canas como se mostra na imagem 8 devem estar de acordo com as tabelas anteriores.

Insistiremos novamente no facto de que suportar o tubo nos pontos fixos não apresenta qualquer problema devido às forças de dilatação e contração irrelevantes. Mostramos alguns exemplos nas imagens 7, 8, 9 e 10.

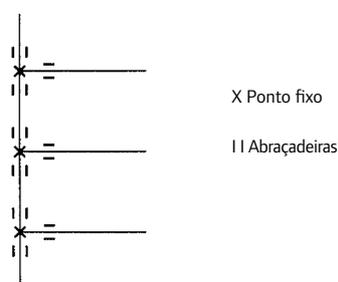


Figura 7. Posição dos pontos fixos em instalação com ramais.

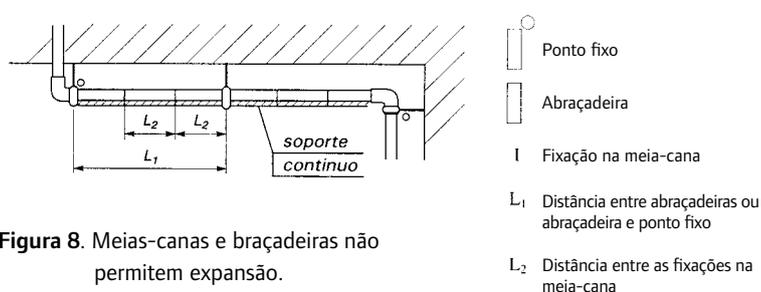


Figura 8. Meias-canas e braçadeiras não permitem expansão.

Distância L_1

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_1 , água fria (mm)	L_1 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	1.500	1.000
$20 < D_{ext} \leq 40$	1.500	1.200
$40 < D_{ext} \leq 75$	1.500	1.500
$75 < D_{ext} \leq 110$	2.000	2.000

Distância L_2

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_2 , água fria (mm)	L_2 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 20$	500	200
$20 < D_{ext} \leq 25$	500	300
$25 < D_{ext} \leq 32$	750	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	750	600
$40 < D_{ext} \leq 75$	750	750
$75 < D_{ext} \leq 110$	1.000	1.000

7.2.3. Instalação entre pontos fixos com abraçadeiras

A distância máxima entre pontos fixos e abraçadeiras tal como indicado na imagem 9 deve estar de acordo com a tabela de distância L_1 .

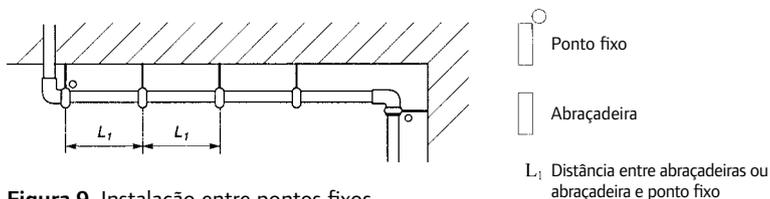


Figura 9. Instalação entre pontos fixos com abraçadeiras

Distância L_1

Diâmetro externo dos tubos (mm)	L_1 , água fria (mm)	L_1 , água quente (mm)
$D_{ext} \leq 16$	600	250
$16 < D_{ext} \leq 20$	700	300
$20 < D_{ext} \leq 25$	800	350
$25 < D_{ext} \leq 32$	900	400
$32 < D_{ext} \leq 40$	1.100	500
$40 < D_{ext} \leq 50$	1.250	600
$50 < D_{ext} \leq 63$	1.400	750
$63 < D_{ext} \leq 75$	1.500	900
$75 < D_{ext} \leq 90$	1.650	1.100
$90 < D_{ext} \leq 110$	1.850	1.300

Para tubos verticais L_1 deve multiplicar-se por 1,3.

7.2.4. Instalação de tubos fixados apenas em pontos fixos

Neste caso, as forças devidas à expansão e à contração térmica só se transmitem parcialmente através dos pontos fixos até à estrutura do edifício.

Este tipo de instalação poderá ser realizado quando a dilatação devido ao aumento de temperatura não implica um problema ou é visualmente aceitável.

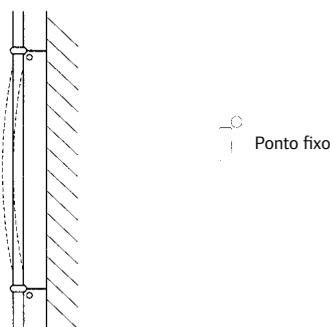


Figura 10. Tubos fixados apenas pelos pontos fixos.

7.3. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) protegidos com corrugado

Normalmente, o corrugado é utilizado com tubos embutidos de diâmetro inferior ou igual a 25 quando utilizamos coletores na instalação. Esta montagem permitir-nos-á uma alteração nos tubos sem ter de levantar paredes. Basta soltar o tubo do coletor por uma extremidade da saída para o aparelho através da outra extremidade e puxar o tubo que sairá sem qualquer dificuldade e ficando tudo pronto para introduzir os tubos novos.

Para facilitar o trabalho tanto de retirar como de colocar os tubos num corrugado embutido na parede, recomendamos que as curvas do traçado da instalação tenham como mínimo um raio igual a oito vezes o diâmetro dos tubos de Uponor PEX que o ondulado contém. Também devemos evitar que se introduza cimento entre o tubo e a manga protetora.

Nestes casos não há que considerar a expansão térmica, basta fixar o tubo pelas partes em que saem da parede ou do solo por exemplo, com um coletor por uma extremidade e com um cotovelo de base de fixação na outra.

7.4. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) embutidos no cimento

Não há qualquer problema em embutir tubos, as forças de dilatação ou contração são muito pequenas em comparação com os tubos metálicos e não se produz qualquer tipo de fenda devido às dilatações.

Diâmetro nominal dos tubos (\varnothing_{ext} em mm)	Curva a quente (mm)	Curva a frio (mm)
16	35	35
20	45	90
25	55	125

Os raios de curvatura mínimos a frio são:

- D_n 32-40: 8 vezes o diâmetro externo.
- D_n 50-63: 10 vezes o diâmetro externo.
- D_n 75-90-110: 15 vezes o diâmetro externo.

O raio de curvatura mínimo que aconselhamos é o seguinte.

Recomenda-se que fixe os tubos na posição desejada antes de embutir sobretudo nos pontos de saída da parede ou do solo

CANALIZAÇÃO COM TUBOS MULTICAMADA

SISTEMA UPONOR S-PRESS



1. Descrição do sistema

1.1. Filosofia

Os sistemas Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC são sistemas completos, formados por tubos e acessórios, quer seja para distribuição de água quente sanitária (AQS) a casas ou outros locais, quer seja para a distribuição em montantes de água quente sanitária ou de aquecimento, assim como fornecimento de água e/ou fornecimento de outros fluídos de uso industrial (consultar previamente o Departamento Técnico da Uponor para verificar a compatibilidade para transportes de outros fluídos que não água potável).

1.2. Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e MLC

Os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC pertencem a uma geração que une as vantagens dos tubos plásticos, com as dos tubos metálicos. O tubo Uponor Uni Pipe PLUS (Ø 16-32 mm) é composto por uma camada de alumínio extrudada, sem soldadura (tecnologia exclusiva Uponor SAC, Seamless Aluminum Composite), e de duas camadas de polietileno resistente à temperatura (PERT) no externo e no interno. Todas estas camadas são unidas com um adesivo especial ultraforte. O PERT utilizado é um material especial de alta resistência térmica, que cumpre a norma EN ISO 21003.

O PERT é uma resina de polietileno de estrutura molecular única, com uma cadeia principal de etileno e ligações controladas, proporcionando alta força hidrostática a longo prazo. A estrutura de polietileno resistente à temperatura é comparável a uma bola de lã, nos quais os fios de lã (cadeia de moléculas) se encontram muito enredilhados, permitindo 6 átomos de carbono na cadeia, com a qual se obtém um maior grau de ligações.

O tubo Uponor MLC (Ø 40-110 mm) possui as mesmas características que o tubo Uni Pipe PLUS, mas a sua camada de alumínio e soldada topo a topo, obtendo-se uma união totalmente segura. Com este modo de soldar não é necessário ter uma grande espessura de alumínio para formar a lâmina. Assim, a espessura do alumínio não dá excessiva rigidez ao tubo e a sua manipulação e a sua moldagem é muito fácil.

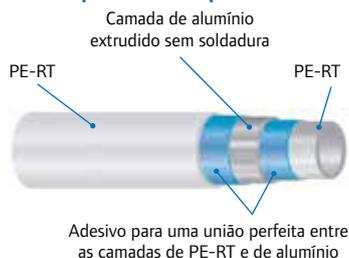
Os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC, são produzidos com uma espessura de lâmina de alumínio otimizada para que, ao serem dobrados, mantenham a sua estabilidade. Deste modo, melhora-se consideravelmente a facilidade de montagem do tubo, já que não é necessária uma força excessiva para curvã-lo, podendo curvar-se sem necessidade de ferramentas nas pequenas dimensões.

Ainda assim, na Uponor recomendamos a utilização destas ferramentas (molas e/ou curvatubos) para salvaguardar o diâmetro do tubo.

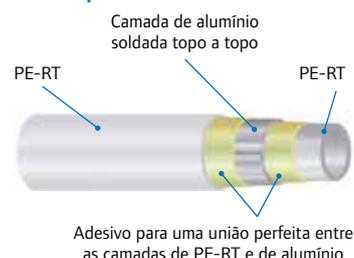
A dilatação do tubo é determinada pela camada de alumínio. Dado o tipo de união existente entre as camadas de polietileno e a de alumínio, a dilatação do tubo reduz-se à dilatação do alumínio, correspondendo assim, aproximadamente, à de um tubo metálico.

Graças à camada interno e externo de PERT (polietileno resistente à temperatura), evita-se a corrosão e graças à sua superfície lisa não se produz acumulação de nenhum tipo de partículas ou sedimentos.

Tubo Uponor Uni Pipe PLUS



Tubo Uponor MLC



Capacidade de trabalho

Temperatura máxima segundo norma UNE	clase 2 / clase 5
Temperatura máxima período curto	95 °C
Temperatura mínima	-40 °C
Temperatura mínima de montagem	-10 °C
Pressão contínua	10 bar
Pressão rebentamento superior a	80 bar
Coefficiente condutividade térmica	0,40 W/mk
Rugosidade do tubo	0,0004 mm

Características em função do diâmetro do tubo

Dimensão (mm)	Diâmetro interno (mm)	Peso vara (gr/m)	Volume água (l/m)	Rugosidade (mm)	Condutividade térmica (W/mk)	Coefficiente de dilatação (m/mk)	Temperatura contínua máxima (°C)	Temperatura pontual máxima (°C)	Pressão trabalho máxima (bar)
16x2,0	12	107	1,113	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
20x2,25	15,5	153	0,190	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
25x2,5	20	210	1,314	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
32x3,0	26	325	0,531	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
40x4,0	32	508	0,803	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
50x4,5	41	720	1,320	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
63x6,0	51	1.220	2,042	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
75x7,5	60	1.765	2,827	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
90x8,5	73	2.556	4,185	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10
110x10,0	90	3.625	6,351	0,0004	0,4	25x10 ⁻⁶	70	95	10

1.2.1. Características

- Insignificante expansão térmica
- 100% antidifusão de oxigénio
- Excelente resistência ao rebentamento a longo prazo
- Forma estável
- Bom comportamento contra ao envelhecimento
- Resistência à corrosão
- Baixa rugosidade
- Pouco peso
- Fornecido em rolo ou em vara
- Menores perdas de calor
- Ferramentas simples e rápidas
- Instalações seguras e rápidas
- Respeita o meio ambiente
- Não são afetadas por altas velocidades de fluidos
- Não transmitem ruídos
- Não são afetadas pelo pH da água

- Acabamento perfeito em branco
- Estético em instalações à vista
- Grande flexibilidade
- Alta resistência química
- Grande resistência às tensões de trabalho
- Pureza e inocuidade
- Evita deposições calcárias

instalações de água quente e fria, para a condução de água destinada, ou não, ao consumo humano e para instalações de aquecimento central.

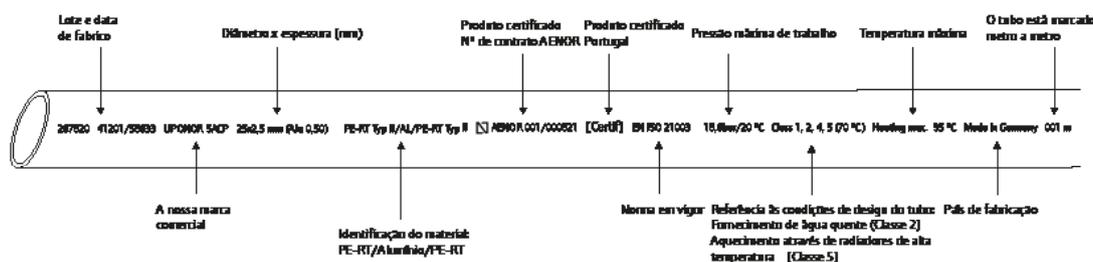
Os tubos definidos nesta norma devem ser marcados de forma indelével e, como mínimo, a cada metro de longitude, com pelo menos:

- Nome do fabricante e/ou marca comercial
- Tipo de tubo e constituição das camadas
- Diâmetro nominal e Espessura nominal
- Classe de aplicação / Pressão de design
- Período, ano e mês, de produção do tubo
- Referência à Norma UNE

1.2.2. Designação e Normas

Os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC são fabricados segundo a norma EN ISO 21003, que tem por objetivo definir os requisitos e métodos de ensaio para os tubos constituídos por uma camada externa de polímeros, uma camada intermédia de alumínio (Al) e uma camada interno de polietileno resistente à temperatura (PERT), que possam ser utilizadas em

Marcação nos tubos Uni Pipe PLUS e MLC



1.3. Gama de tubos multicamada Uponor Uni Pipe PLUS y Uponor MLC

A Uponor oferece a gama mais ampla de tubos multicamada, com diâmetros até 110 mm e uma completa gama de acessórios com a tecnologia mais avançada.

Os tubos Uponor Uni Pipe PLUS estão disponíveis em diferentes formatos e longitudes para adaptar-se da melhor maneira possível às necessidades da instalação:

- Tubo Uponor Uni Pipe PLUS em rolo do diâmetro 16 a 32 mm.
- Tubos Uponor Uni Pipe PLUS em vara do diâmetro 16 a 32 mm.
- Tubo Uponor Uni Pipe PLUS em rolo pré-isolado do diâmetro 16 a 25 mm (espessura do isolamento de 6 e 10 mm em todos os diâmetros). O coeficiente de condutividade do isolamento é de 0,040 W/mK.

Os tubos Uponor MLC estão disponíveis em formato vara de 5 m de longitude e a partir do diâmetro 40 até 110 mm.

1.4. Acessórios Uponor S-Press e Uponor RTM

A Uponor conta com dois tipos de acessórios para os tubos Uponor Uni Pipe Plus e Uponor MLC: acessórios press-fitting (Ø 16 - 110 mm) e acessórios RTM (Ø 16 - 32 mm).

O tubo Uponor instala-se entre a tetina e o casquilho de compressão ou entre a tetina e o anel com porca de compressão. A união faz-se através de pressão com as matrizes correspondentes ou apertando a porca do acessório à rosca.

O perfil da tetina do acessório garante, ao comprimir o polietileno resistente à temperatura interno contra a dita tetina, uma ligação segura. A estanqueidade efetua-se entre a tetina do acessório e a parede interno do tubo, com duas juntas tóricas. Estas juntas tóricas são compostas por EPDM e são resistentes a altas temperaturas e ao envelhecimento.

O sistema Uponor RTM é um sistema de união que não necessita de qualquer tipo de ferramenta para a sua instalação. Baseia-se na pressão que aplica o seu anel com memória de tensão (RTM, Ring Tension Memory). Este acessório, uma vez introduzido o tubo e ao saltar o indicador de união (cerâmico com cores), fica completamente instalado e pronto para ser feito o ensaio de pressão do sistema.

1.4.1. Acessórios para tubo Uponor Uni Pipe PLUS de 16 - 32 mm

Acessório de latão, com duas juntas tóricas. O casquilho de pressão de aço inoxidável foi aperfeiçoado, sendo agora de alumínio muito sólido e resistente à água salgada. O desenvolvimento do sistema oferece uma montagem rápida e segura.

O acessório leva um recobrimento de estanho com uma espessura de 5 - 8 micras (a norma de distribuição de água potável não especifica qualquer restrição na utilização de estanho). Este material está solidamente instalado na indústria alimentar.

O alumínio que utiliza (AlMg 4,5 Mn 0,7), tem um comportamento frente à corrosão similar ao aço inoxidável. O mesmo material é também utilizado para construir cascos de barcos e está garantida a sua resistência à água salgada e a sua resistência às intempéries. Para o alumínio, aplica-se uma valorização de 1 (muito bom) a 6 (insuficiente). O critério de valorização baseia-se em parâmetros tais como resistência à água salgada, resistência às intempéries e capacidade de soldadura. O alumínio que utilizamos é de 1, o que significa muito bom.

O acessório está dotado de juntas tóricas que previnem a estanqueidade do tubo quando se reajusta à união depois da pressão. A primeira junta mantém, por si, 100% de estanqueidade. A segunda, serve para dar segurança adicional. Além disso, compensam as tolerâncias do tubo e garantem que a união possa ser reajustada depois de pressionada.



1.4.1.1. Principais características dos acessórios Uponor S-Press

Instalação fácil

- A inserção otimizada permite empurrar o acessório sobre o tubo, de modo fácil e suave. A facilidade da nova união torna a instalação ainda mais cômoda, já que a força necessária para introduzir o tubo no acessório é muito menor. Além disso é o único acessório multicamada em que não é imprescindível realizar a calibração do tubo para garantir a segurança absoluta.



Casquilho de pressão com ranhuras guia para as matrizes e batente plástico

- O casquilho de pressão está equipado com ranhuras guia para as matrizes, para assegurar que estas são colocadas corretamente à volta dele. A três ranhuras circunferenciais no casquilho são exatamente o modelo equivalente para o perfil da matriz, pelo que, deste modo, o casquilho encontra-se provido de uma ótima guia.

Juntas tóricas que não sobressaem do perfil da tetina

- Com isso evita-se o seu vincar, ao introduzir-se o tubo.

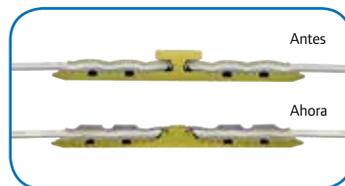


Segurança adicional no ensaio de pressão

- A segurança adicional no ensaio de pressão é conseguida graças às juntas tóricas estarem colocadas mais profundamente no perfil da inserção. Quando se realiza o ensaio de pressão, os acessórios que não foram pressionados fugam e o instalador deteta-os imediatamente. Devido à pressão em toda a superfície, o tubo está pressionado na inserção, em toda a sua longitude. Assim, o PERT “flui” pelo perfil da inserção e garante a estanqueidade e uma ligação por atrito. Com o sistema antigo, a estanqueidade conseguia-se empurrando o acessório sobre o tubo e a ligação por atrito era causada pelo aperto.

Força de aperto em toda a superfície

- Devido ao design especial e aperfeiçoado do casquilho de pressão, o tubo é agora pressionado sobre a tetina do acessório em toda a sua superfície. Até agora, a ligação só pressionava em três pontos.



União reajustável

- Dado que as juntas tóricas não sobressaem da tetina do acessório, o tubo pode ser reajustado depois de pressionado. Isto permite orientar qualquer tipo de peça (joelhos, tês,...).

Identificação da dimensão

- O batente dos acessórios varia de cor em função do diâmetro que estamos a utilizar, o que permite uma rápida identificação da dimensão na obra, no armazém e no distribuidor. Além disso, o código de cor facilita a instalação e evita possíveis confusões.



Garantia de cravamento

- Ao pressionar o casquilho para realizar a união, o batente desprende-se automaticamente, o que permite comprovar, a alguns metros de distância, que a união foi realizada.



União sem batentes

- Faz com que a instalação seja pouco volumosa, dotando o sistema de um perfeito acabamento estético, o que é ideal para instalações à vista.



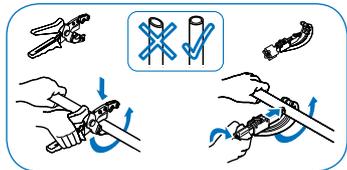
1.4.2. Acessórios Uponor S-Press de 40 y 50 mm

O corpo do acessório é de latão tratado termicamente e especialmente niquelado. O casquilho de aço inoxidável está pré-montado no corpo do acessório e, além disso, conta com batentes com cores para facilitar a identificação da dimensão e a colocação da matriz, na hora de realizar a união. Esta fixação entre o casquilho e o corpo do acessório, oferece proteção contra possíveis deteriorações das juntas tóricas. Depois da montagem, a ligação pode suportar forças de torção sem que se produzam fugas.

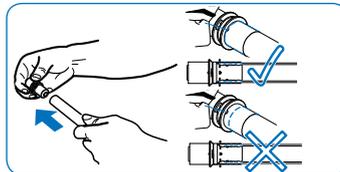


1.4.3. Instruções de montagem acessórios Uponor S-Press

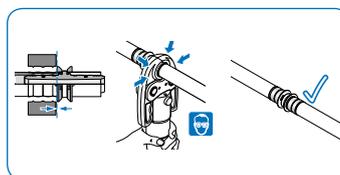
Para que o sistema Uponor para Instalações à vista funcione perfeitamente, têm que se realizar os passos que assinalamos a seguir, como instruções de montagem:



Cortar o tubo em ângulo reto, com um cortatubos para plástico. A extremidade do tubo deve estar limpa e livre de partículas de gordura.



Montagem dos acessórios de pressão. Introduzir o tubo no acessório, até ao batente. A correta penetração deve ser comprovada visualmente, por meio da abertura do acessório.



Fase de cravamento. Abrir as matrizes de pressão e adaptá-las ao casquilho, até ao batente do acessório. Fechar as matrizes e realizar a pressão com a máquina. Os batentes, depois de se realizar o aperto, desprendem-se do acessório.

1.5. Acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares

Uma gama completa de acessórios e uniões para instalações de distribuição de água, aquecimento central e instalações industriais. Os acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares estão disponíveis para tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC do diâmetro 16 até 110 mm.

1.5.1. Elementos do sistema Uponor Grandes Dimensões Modulares

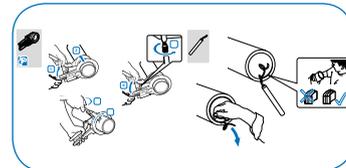
O corpo do acessório é em latão tratado termicamente e especialmente niquelado. Os casquilhos são em aço inoxidável e além disso contam com um batente de cor branca para facilitar a colocação da matriz a quando da realização da união.

Os componentes do sistema são compostos por corpos (reta, joelho 45°, joelho 90°, tê e redução) para diâmetros compreendidos entre 63 e 110 mm, adaptadores

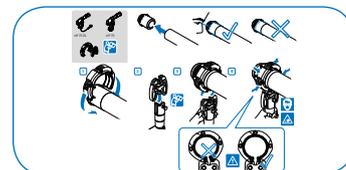
Uponor S-Press para tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC, acessórios roscados (macho e fêmea) e flanges.

1.5.2. Instruções de montagem dos acessórios Uponor Grandes Dimensões Modulares

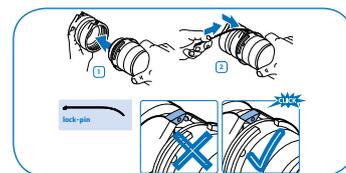
Para que o sistema Uponor Grandes Dimensões Modulares funcione perfeitamente, existe a necessidade de assegurar-se de que cumpre as seguintes instruções de montagem:



Cortar o tubo em ângulo reto com a ferramenta corta tubos de grandes dimensões. Uma vez realizado o corte, escariar o tubo para facilitar a inserção do acessório e evitar possíveis deslocamentos das juntas tóricas.



Montagem dos acessórios: Introduzir no tubo o acessório até ao batente. A correta penetração do tubo deve ser comprovada visualmente através da abertura do acessório. Utilizar as ferramentas press indicadas (UP75 e UP110 - as ferramentas MINI2 e MINI32 não são válidas para este sistema). Abrir a matriz de cravamento e colocá-la sobre o casquilho até chegar ao batente do plástico. Fechar a matriz e realizar o cravamento até que se solte o batente plástico. Retirar a matriz e a união já está realizada.



Uma vez cravado o acessório com o tubo, é só unir o corpo modular através do pin de borraça até se ouvir o som "click".

1.6. Sistema de união Uponor RTM

Acessórios fabricados em polifenil-sulfona (PPSU) e latão, com recobrimento e duas juntas tóricas. O sistema Uponor RTM é um sistema que não necessita de nenhum tipo de ferramenta para a sua instalação. Baseia-se na pressão que aplica o seu anel com memória de tensão (RTM, Ring Tension Memory). Neste acessório, uma vez o tubo introduzido e fazendo saltar o indicador de união (cerâmico colorido), este fica completamente instalado e pronto para fazer o ensaio de pressão.

Os acessórios RTM só são válidos para tubos Uponor Uni Pipe PLUS.

1.6.1. Elementos do sistema

Os componentes do sistema estão desenhados escrupulosamente para proporcionar uniões seguras e duradouras. Qualquer alteração nas dimensões e características destes elementos pode alterar completamente o resultado dos acoplamentos. Por isso é necessário utilizar apenas acessórios originais.

- Tubos Uponor Uni Pipe PLUS
- Acessórios Uponor RTM

1.6.1.1. Principais características dos acessórios Uponor RTM

Instalação fácil

- A inserção otimizada permite empurrar o acessório sobre o tubo, de modo fácil e suave. Com este acessório é imprescindível realizar a calibração do tubo para garantir segurança absoluta.

Juntas tóricas que não sobressaem do perfil da tetina

- Com isso evita-se o seu vincar, ao introduzir o tubo Uponor Uni Pipe PLUS.

Segurança adicional no ensaio de pressão

- A segurança adicional no ensaio de pressão é conseguida graças ao facto de as juntas tóricas ficarem colocadas mais profundamente no perfil da inserção. Quando se realiza o ensaio de pressão, os acessórios que não foram instalados corretamente criam uma fuga e o instalador consegue detetá-los imediatamente. Devido à pressão em toda a superfície, o tubo Uponor Uni Pipe PLUS está pressionado na inserção sobre todas as sua longitude (360°). Assim, o PERT "flui" pelo perfil da inserção e garante a estanqueidade e uma ligação por atrito.

Força de aperto em toda a superfície

- Devido ao design especial e aperfeiçoado do acessório RTM, o tubo Uponor Uni Pipe PLUS é pressionado em toda a sua superfície.

Ligação reajustável

- Devido às juntas tóricas não sobressaírem da tetina do acessório, o tubo Uponor Uni Pipe PLUS pode ser reajustado depois de ser instalado o acessório RTM. Isto permite orientar qualquer tipo de peça (joelhos, tês,...).

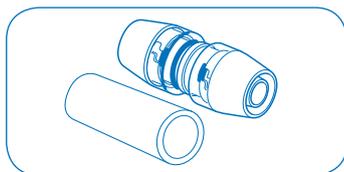
Identificação da dimensão

- O cerâmico que separa o anel dos acessórios RTM varia de cor em função do diâmetro que estamos utilizar. Isto permite uma rápida identificação da dimensão em obra, no armazém e no distribuidor. Além disso, o código de cor facilita a instalação e evita possíveis confusões.

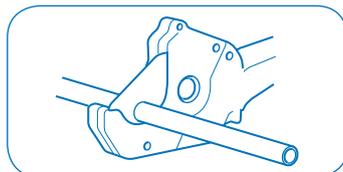


1.6.2. Instruções de montagem da acessórios Uponor RTM

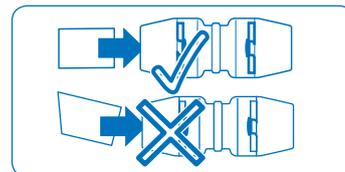
Para que o sistema Uponor RTM funcione perfeitamente, há que assegurar-se de que cumpre as seguintes instruções de montagem:



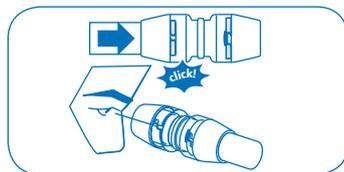
Utilizar elementos originais Uponor: Tubo Uponor Aqua Pipe (PEX-a) ou tubo Uni Pipe PLUS e acessórios Uponor RTM.



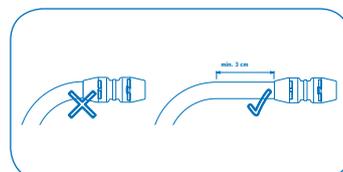
Cortar o tubo em ângulo reto com uma tesoura corta tubos para tubos plásticos. A extremidade do tubo deve estar limpa e livre de partículas de gordura.



Introduzir o tubo de forma reta no acessório Uponor RTM até ouvir o "click".



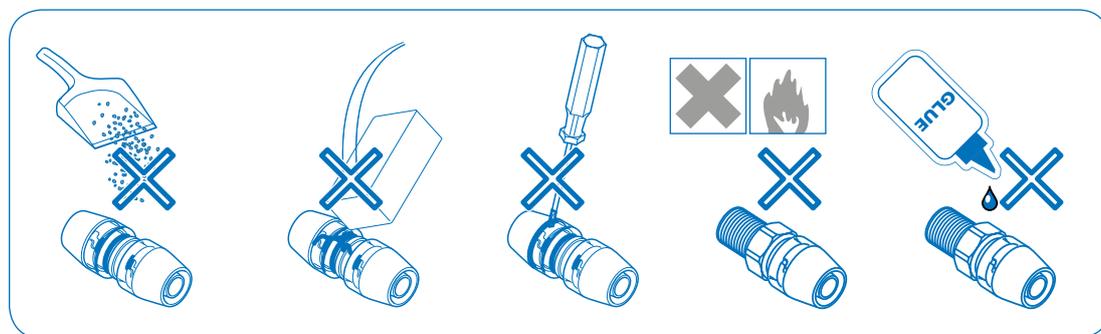
Introduzir o tubo até ouvir um "click". também poderá comprovar visualmente que a união está realizada verificando se a patilha colorida que mantém o anel aberto se soltou.



Para assegurar a correta união, é necessário respeitar a distância mínima ao acessório antes de curvar o tubo.



Para as peças roscadas, recomenda-se a utilização de teflón ou linho.



Manter os acessórios limpos de pó, gorduras e sujidade, não golpear nem forçar, mantê-los afastados de chamas e não utilizar nenhum tipo de selante ou cola líquidos.

1.7. Acessórios roscados para tubo Uponor Uni Pipe PLUS

Os acessórios roscados para tubo Uponor Uni Pipe PLUS têm uma concepção especial, uma vez que, com um número mínimo de peças, podem-se obter diversas combinações. Por exemplo, pode-se combinar um tê de mesma rosca, com diferentes diâmetros de tubo, obtendo-se, assim, um tê de redução.

Os acessórios roscados para tubo Uponor Uni Pipe PLUS, apertam, através da porca, a tetina com o anel pré-montado, contra o tubo Uponor Uni Pipe PLUS.

A porca pode ser solta, mas a tetina fica unida.

1.7.1. Elementos do sistema

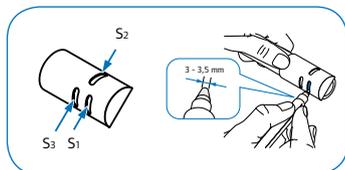
Para conseguir a segurança total na instalação é necessário utilizar os acessórios do sistema Uponor instalações à vista, uma vez que qualquer alteração nas dimensões e características destes elementos pode alterar o resultado das uniões.

- Tubo Uponor Uni Pipe PLUS
- Uponor calibrador
- Acessórios Uponor compressión

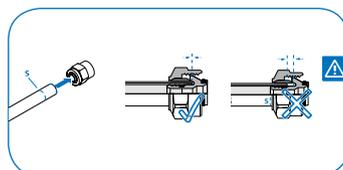
1.7.2. Instruções de montagem da acessórios Uponor Compression

Para que o sistema Uponor Compression funcione perfeitamente, à que realizar os passos que lhe indicamos a seguir, como instruções de montagem.

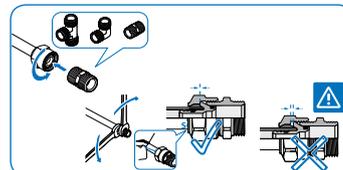
16 – 25 mm  PPSU	Fitting Dim.	S	Fitting Dim.	S
	16 – 1/2"	S ₁	16 – 3/4"	S ₁
20 – 1/2"	S ₂	20 – 3/4"	S ₁	
20 – M 22	S ₁	25 – 3/4"	S ₃	



Identificar na tabela acima o tipo de acessório e diâmetro do tubo que se vai instalar. Marcar segundo os valores indicados.

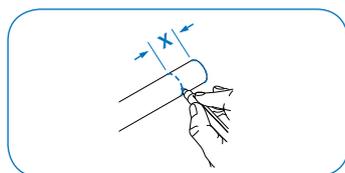


Introduzir a porca até à marca realizada e comprovar que o tubo chegou até ao batente do acessório.

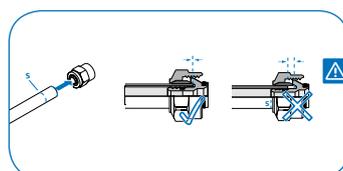


Unir contra o acessório até que fique apenas uma linha sem roscar. Nesse momento chegou ao valor ótimo de união.

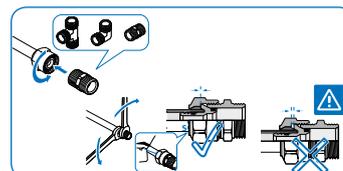
16 – 25 mm  Metal	Fitting Dim.	X [mm]	Fitting Dim.	X [mm]	Fitting Dim.	X [mm]	Fitting Dim.	X [mm]
	16 – 1/2"8			16 – 3/4"1	0	NL 16 – 15 mm8		16 – M 229
20 – 1/2"1	0		20 – 3/4"1	0	NL 20 – 22 mm1	0	16 – M 249	
			25 – 3/4"1	1	NL 25 – 22 mm1	4	16 – 1/2" Geberit	9



Identificar na tabela acima o tipo de acessório e diâmetro do tubo que se vai instalar. Marcar segundo os valores indicados.



Introduzir a porca até à marca realizada e verificar que o tubo chegou até ao batente do acessório.



Unir contra o acessório até que só fique uma linha por roscar. Nesse momento chegou ao valor ótimo de união.

1.8. Ferramentas para o Sistema Uponor S-Press

Uponor S-Press Ferramenta manual

Ferramenta de cravamento manual para acessórios Uponor S-Press de diâmetro 16 a 20 mm.

Desenhada exclusivamente para o sistema S-Press da Uponor.

Inclui:

- Ferramenta manual.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala porta ferramenta.



Uponor S-Press ferramenta elétrica hasta 110

Ferramenta de cravamento elétrica para acessórios Uponor S-Press de diâmetros 16 a 110 mm.

Desenhada exclusivamente para o sistema S-Press da Uponor.

Inclui:

- Ferramenta elétrica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala porta ferramenta e garantia.



Uponor S-Press ferramenta bateria hasta 110

Ferramenta de cravamento a bateria para acessórios Uponor S-Press de diâmetro 16 a 110 mm.

Desenhada exclusivamente para o sistema S-Press da Uponor.

Inclui:

- Ferramenta a bateria.
- Bateria de Li-ion 18 V 3.0 Ah.
- Carregador para baterias 18 V.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala porta ferramenta e garantia



Uponor S-Press ferramenta MINI2 con mordazas

Ferramenta de cravamento a bateria para acessórios Uponor S-Press de diâmetros de 16 a 32 mm.

Desenhada exclusivamente para o sistema S-Press da Uponor.

Inclui:

- Ferramenta a bateria.
- Bateria de Li-ion 18 V 1.5 Ah.
- Carregador para baterias 18 V.
- Matrizes tipo "U" de 16, 20, 25 e 32 mm.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala porta ferramenta e garantia



1.8.1. Matrizes tipo "U" para acessórios Uponor S-Press

As matrizes Uponor tipo "U" são as únicas matrizes de cravamento que estão indicadas para assegurar a estanquidade nas instalações realizadas com acessórios Uponor S-Press.

Estas são algumas das suas características:

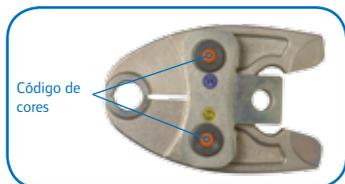
Aparência

- Acabamento brilhante.



Código de cores

- As matrizes Uponor de dimensões 16 a 32 mm trazem consigo um código de cores correspondentes às cores dos batentes dos acessórios da mesma dimensão. Deste modo, obtém-se uma rápida identificação da matriz e o seu correspondente acessório. Isto com apenas um único olhar.



Indicador de revisão técnica

- Uma etiqueta circular de cor azul indica a data em que se deve realizar a revisão técnica da matriz para garantir o seu correto funcionamento (a cada 3 anos ou 5.000 cravamentos).



Perfil de pressão

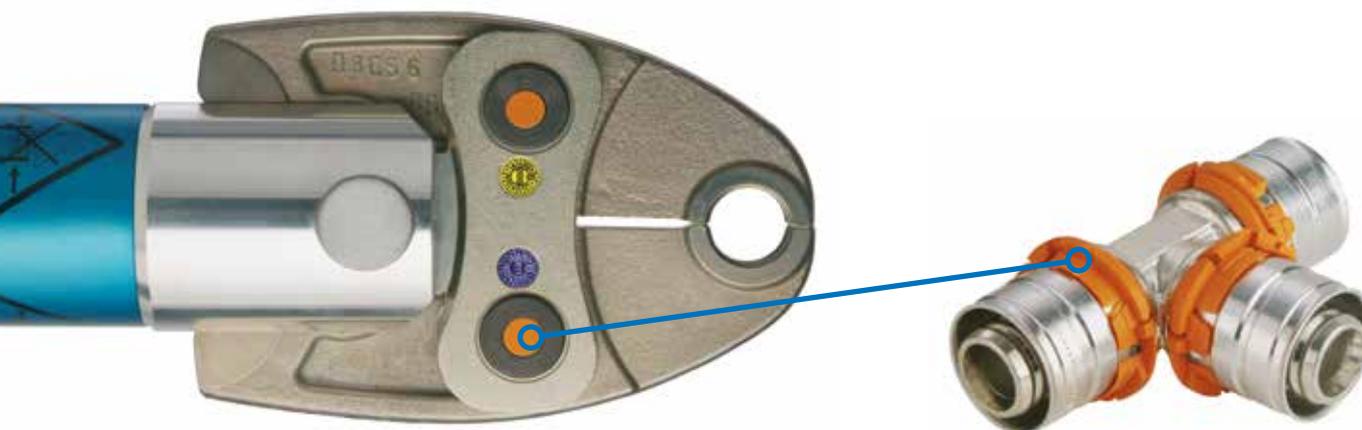
- O novo perfil de pressão é 100% compatível com o Sistema Uponor S-Press.
- Em cada matriz consta um número de série correlativo e único para cada uma delas, dando a segurança de identidade ao fabricante ao longo do tempo.



Cores	Dimensão
	16
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

Benefícios

- Rápida identificação da dimensão da matriz.
- Garantia de uma boa manutenção para o correto funcionamento.
- Segurança de identificação por parte do fabricante ao longo do tempo.
- Sistema com Certificado de Sistema AENOR.
- Compatibilidade total das novas matrizes com as ferramentas e acessórios da Uponor MLC atuais.
- Compatibilidade total das antigas matrizes com as ferramentas e acessórios Uponor MLC atuais.



2. Requisitos gerais de qualidade para os materiais utilizados em Água Quente Sanitária

Segundo o Documento Básico de Salubridade, secção HS4, os materiais que forem ser utilizados na instalação, em relação à sua afeição à água que forneçam, devem ajustar-se aos seguintes requisitos:

- Para os tubos e acessórios devem utilizar-se materiais que não produzam concentrações de substâncias nocivas que ultrapassem os valores permitidos pelo Decreto Real 140/2003 de 7 de fevereiro.
- Não se devem modificar as características organolépticas nem a salubridade da água fornecida.
- Devem ser resistentes à corrosão interno.
- Devem ser capazes de funcionar eficazmente nas condições de serviço previstas.
- Não devem apresentar incompatibilidade eletroquímica entre si.
- Devem ser resistentes a temperaturas de até 40 graus e às temperaturas exteriores do que o rodeia imediatamente.
- Devem ser compatíveis com a água fornecida e não devem favorecer a migração de substâncias dos materiais em quantidades que sejam perigosas para a salubridade e limpeza da água de consumo humano.
- O seu envelhecimento, fadiga, durabilidade e as restantes

características mecânicas, físicas ou químicas, não devem diminuir a vida útil prevista na instalação.

- Resistência à corrosão externo:
 - Os tubos metálicos proteger-se-ão contra a agressão de todo o tipo de argamassas, do contacto com a água na sua superfície externo e da agressão do terreno através da interposição de um elemento separador de material adequado em todo o seu comprimento e instalando-o igualmente em todas as peças especiais da rede, como por exemplo, cotovelos, curvas, no caso de tubos de cobre

3. Teste de estanquicidade segundo o Código Técnico de Edificação, DB HS4, Fornecimento de água

No ponto 5.2.1.1 do documento aparecem detalhados os passos que devem seguir-se para realizar o teste de estanquicidade:

1. A empresa instaladora estará obrigada a efetuar um teste de resistência mecânica e estanquicidade de todos os tubos, elementos e acessórios que integram a instalação, estando os seus componentes visíveis e acessíveis para seu controlo.
2. Para iniciar a prova, encher-se-á de água toda a instalação, mantendo abertas as torneiras terminais até que se tenha a certeza de que a purga foi concluída e não existe nenhum ar. Assim, fechar-se-ão as torneiras que serviram de purga e a da fonte de alimentação. Em seguida, utilizar-se-á a bomba que já estará ligada e manter-se-á a funcionar até atingir a pressão de teste. Uma vez acondicionada, proceder-se-á em função do tipo de material como se indica em seguida:
 - a) para os tubos metálicos são considerados válidos os testes realizados segundo se descreve na norma UNE 100-151:88.

- b) para os tubos termoplásticos e multicamadas considerar-se-ão válidos os testes realizados conforme o Método A da Norma UNE ENV 12108-02.
3. Uma vez realizado o teste anterior, na instalação ligar-se-ão as torneiras e os aparelhos de consumo, submetendo-se novamente ao teste anterior.
4. O manómetro que se utilizar neste teste deve apreciar, no mínimo, intervalos de pressão de 0,1 bar.
5. As pressões indicadas anteriormente referem-se ao nível da plataforma.

Método A da Norma UNE ENV 12108-02

Consta dos seguintes passos:

- a) abertura do sistema de purga.
- b) purga do sistema com água para expulsar todo o ar que se possa evacuar através deste meio. Paragem de caudal e fecho do sistema de purga.
- c) aplicação da pressão hidrostática de ensaio seleccionada, igual a 1,5 vezes à pressão de design, por bombeamento de acordo com a imagem 1, durante os primeiros 30 min, du-

rante este tempo dever-se-ia realizar a inspeção para detetar qualquer fuga no sistema a ensaio considerado, d) redução da pressão em 0,5 vezes a pressão de design de acordo com a figura 1. e) fecho da torneira de purga. Se se estabilizar a uma pressão constante, superior a 0,5 vezes à pressão de design, é indicativo de que o sistema de canalização é bom. Supervisão da evolução Id durante 90 min. Realização de um controlo visual para localizar possíveis fugas. Se, durante este período, a pressão tiver tendência a baixar, isto é indicativo de que existe uma fuga no sistema. O resultado do ensaio deveria ser registado.

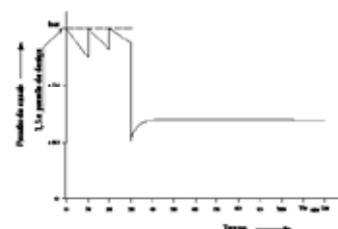


Fig. 1 - Ensaio de estanquicidade à água. Procedimento de ensaio A

4. Instalação, detalhes dos suportes

4.1. Técnicas de instalação

Os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC podem ser fixos aos elementos estruturais do edifício mediante pontos de fixação e acoplamentos deslizantes. A localização dos pontos de fixação depende da situação dos dispositivos de absorção de dilatações dos tubos e estes são necessários nos pontos de extração. A distância entre os acoplamentos deslizantes depende da temperatura do fluido e do diâmetro externo da canalização.

Ponto fixo

- Temos um ponto fixo quando a instalação fica fixa nesse ponto, sem possibilidade de movimento, normalmente isso ocorre na ligação de um acessório ou de um coletor. *As abraçadeiras que suportam o tubo não são consideradas pontos fixos*, uma vez que permitem movimentos longitudinais. Só quando estas estejam numa alteração de direção se consideram como tais, já que se opõem ao movimento de expansão ou contração do tramo contrário. Os pontos fixos são determinados de modo a que se limite a expansão ou que, pelo contrário, a permitamos na direção que não nos cause problemas.

Ponto deslizante

- Temos um ponto deslizante quando a instalação fica suportada por abraçadeiras que permitem o movimento do tubo por expansão e/ou contração. As abraçadeiras são consideradas pontos deslizantes quando suportam o tubo e como pontos fixos quando estas estão numa alteração de sentido, opondo-se ao movimento.

4.2. Dilatação

A principal questão com a temperatura que existe numa instalação de água quente, é que o tubo está submetido a processos de dilatações-contrações. A dilatação do tubo depende da longitude do tubo (L) e da diferença de temperatura (ΔT). Em todas as instalações para compensar a dilatação temos que considerar os seguintes pontos:

- Instalação sobre a parede, em calhas.
- Instalação sobre elementos acima da parede.
- Instalação à vista debaixo do teto.

Em todas as variedades de montagem temos que considerar a dilatação do tubo Uponor Uni Pipe PLUS ou Uponor MLC. Se os tubos estão instalados na parede, debaixo do reboco ou por baixo da laje, a dilatação compensa-se com o isolamento instalado.

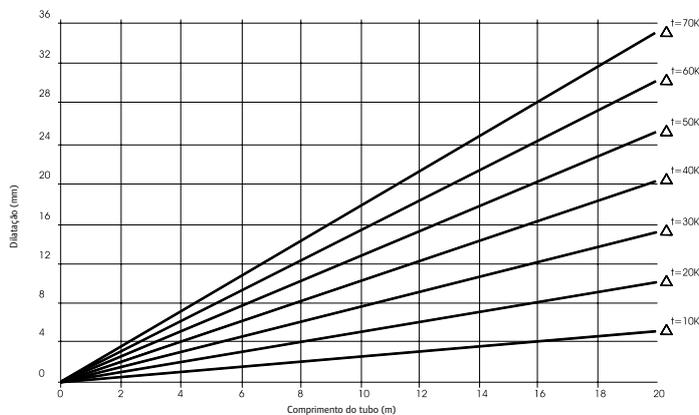
4.2.1. Dilatação do tubo Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

O coeficiente de dilatação α do tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC é 0,025 mm/(m·K).

A dilatação calcula-se do seguinte modo:

$$\Delta L = \Delta T \cdot L \cdot \alpha$$

- ΔL É a alteração no comprimento (mm)
- ΔT Diferença de temperatura (K)
- L Longitude do tubo (m)
- α Coeficiente de dilatação os tubos multicamada Uponor (0,025 mm/m·K)

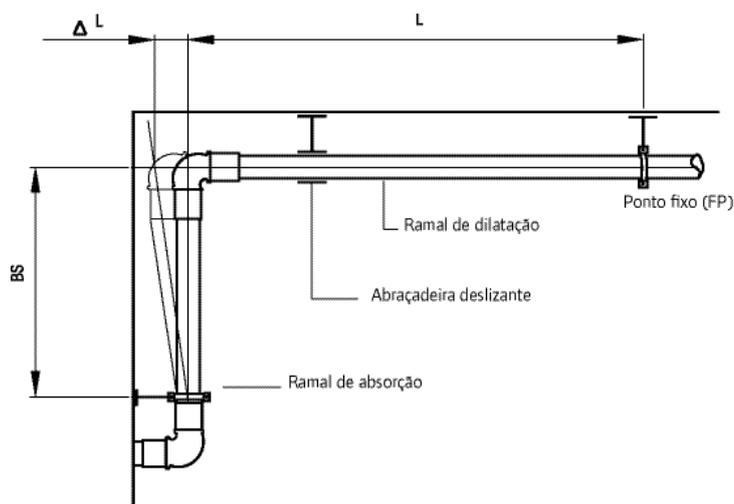


4.2.2. Expansão através de um braço flexível

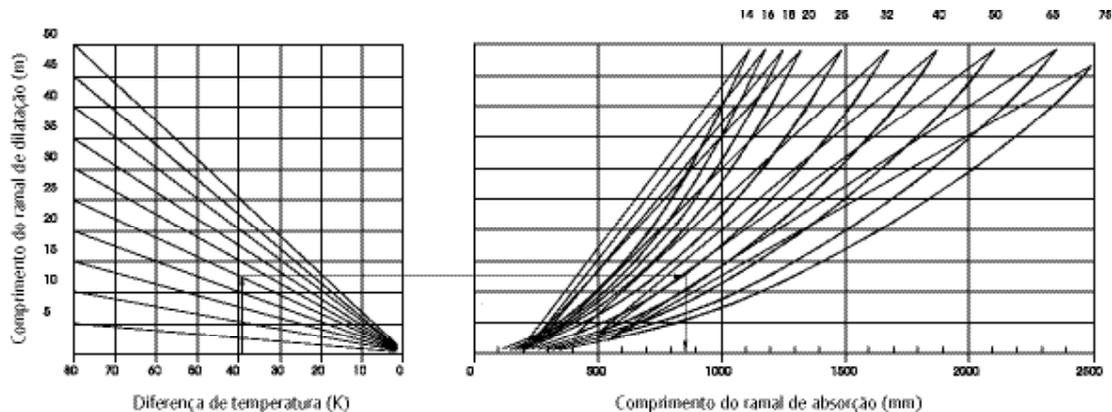
Na instalação de tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC como aplicação de distribuição ou como tubo montante, temos que considerar a dilatação do tubo.

Em instalações abertas não é possível fazer-se uma instalação fixa ou imóvel. Temos que compensar a dilatação do tubo.

A compensação tem sempre que ser entre dois pontos fixos (FP) e em mudanças de direção (tramo de absorção BS).



Cálculo gráfico da longitude do tramo de flecha



Exemplo: Aquecimento

Temperatura quando da realização de instalação: 20 °C
 Temperatura no arranque: 60 °C
 Diferença de temperatura: 40 °C
 Longitude do tramo de dilatação: 25 m
 Diâmetro do tubo Uponor: 32x3,0 mm
 Longitude do tramo de absorção: 850 mm

Fórmula de cálculo

$$B_s = 30 \cdot \sqrt{D_{ext} \cdot (\Delta_t \cdot L \cdot \alpha)}$$

D_{ext} Diâmetro externo (mm)
 L Longitude do tramo de dilatação
 B_s Longitude do tramo de absorção
 α Coeficiente de dilatação (0,025 mm/m°C)
 Δ_t Diferença de temperatura

A seguir anexa-se a tabela de dilatações, tendo em conta o salto térmico:

Dilatação do tubos multicamada Uponor em mm por m de tubo para salto térmico Δ_t	
Δ_t 10 K	0,25 mm
Δ_t 20 K	0,50 mm
Δ_t 30 K	0,75 mm
Δ_t 40 K	1,00 mm
Δ_t 50 K	1,25 mm
Δ_t 60 K	1,50 mm
Δ_t 70 K	1,75 mm
Δ_t 80 K	2,00 mm
Δ_t 90 K	2,25 mm
Δ_t 100 K	2,50 mm

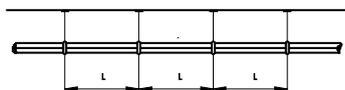
4.3. Técnicas de fixação do tubos multicamada Uponor

Todos os tubos têm de ser instalados facilitando a sua dilatação. A dilatação do tubo entre dois pontos fixos pode ser compensada com um compensador de extensão ou alterando a sua direção.

4.3.1. Fixação do tubo

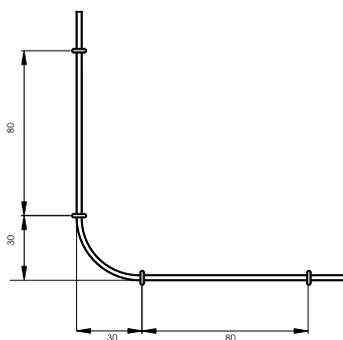
No teto

- Se os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC são fixos através de abraçadeiras, não é necessário utilizar-se nenhuma outra classe de estrutura de suporte. A distância entre os pontos de fixação segundo a dimensão do tubo, oscilará entre 1,20 m e 2,40 m.



No chão

- Se os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC são fixos no chão, temos que ter em conta a manutenção de uma distância, entre os pontos de fixação, de 80 cm. Antes e depois de uma curva, deve-se fixar o tubo a uma distância de 30 cm.
- Se o tubo atravessa paredes ou tetos, temos que acautelar que não passe por zonas com arestas vivas.



Distâncias fixação os tubos multicamada Uonor

Dimensão	Distância l (m)
16 x 2,0	1,20
20 x 2,25	1,30
25 x 2,5	1,50
32 x 3,0	1,60
40 x 4,0	1,70
50 x 4,5	2,00
63 x 6,0	2,20
75 x 7,5	2,40
90 x 8,5	2,40
110 x 10,0	2,40

4.3.2. Montagem segundo o método "medida-Z"

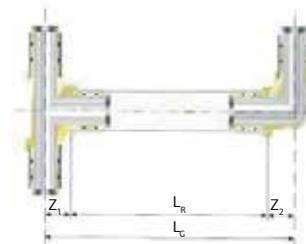
Como base para a planificação, preparação do trabalho e uma pré-produção efetiva, o método de "medida-Z" oferece ao instalador facilidade de trabalho e uma poupança de tempo considerável.

A base fundamental do método de "medida-Z", é o processo uniforme de medida. Todas as distâncias são registadas e anotadas mediante a medição da distância axial do eixo (ponto de interseção da linha axial). Com a ajuda dos dados de "medida-Z" do acessório Uponor, o instalador poderá calcular rapidamente a longitude do tubo necessário entre dois acessórios.

Definindo exatamente onde têm que ser instalados os tubos e em coordenação com o Arquiteto, os Engenheiros e a Direção de Obra, obtém-se a possibilidade de preparar grande parte da instalação em formato de pré-produção, conseguindo-se, assim, uma poupança considerável.

Esclarece-se que, entre dois acessórios, deve existir sempre uma distância mínima de tubo, para facilitar as dilatações. Mais à frente anexa-se uma tabela.

Exemplo: $L_C = Z_1 + L_R + Z_2$



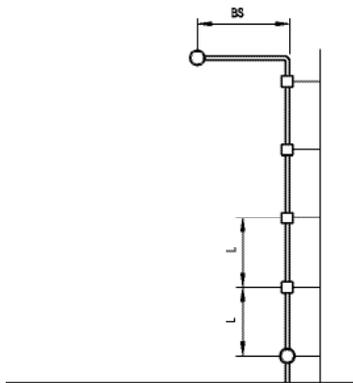
Dimensão	Longitude do tubo (L_R) mm
16 x 2,0	Mínimo 160
20 x 2,25	Mínimo 160
25 x 2,5	Mínimo 170
32 x 3,0	Mínimo 170
40 x 4,0	Mínimo 120
50 x 4,5	Mínimo 120
63 x 6,0	Mínimo 120
75 x 7,5	Mínimo 140

4.4. Suportes para montantes de distribuição

Os tubos Uponor MLC, como todos os materiais, estão sujeitos à expansão térmica. Para evitar problemas posteriores, devemos ter em conta este fenómeno ao desenhar a instalação.

Podemos calcular a expansão e a contração dos tubos Uponor segundo as seguintes expressões:

Suporte Montante



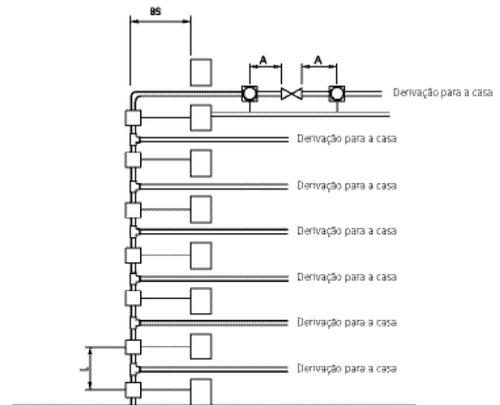
- FP = Ponto fixo
- MP = Ponto móvel
- BS = Raimel de absorção
- L = Comprimento do tubo
- Da = Diâmetro exterior
- α = Coeficiente de dilatação (0,025 mm/m·K)
- Δt = Diferença de temperatura

$$BS = 30 \sqrt{Da \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta t}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

Diâmetro	L (m)
14x2	1,20
16x2	1,20
16x2	1,20
20x2,5	1,30
25x2,5	1,50
32x3	1,70
40x4	1,70
50x5	2,00
63x5	2,20
75x5	2,40
90x5	2,40
110x10	2,40

Suporte Montante de distribuição



$$BS = 30 \sqrt{Da \cdot \alpha \cdot L \cdot \Delta t}$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

- Válvula
- FP = Ponto fixo
- MP = Ponto móvel
- Ponto fixo ou móvel
- BS = Raimel de absorção
- A = Aproxim. 10 cm
- L = Comprimento do tubo
- Da = Diâmetro exterior
- α = Coeficiente de dilatação (0,025 mm/m·K)
- Δt = Diferença de temperatura

4.5. Espaço mínimo necessário para o processo de cravamento

Na hora de realizar o cravamento do acessório Uponor S-Press, é necessário considerar o espaço mínimo para este processo. Para isso, temos

que ter em conta as seguintes dimensões.

Dimensão do tubo	Medida A	Medida B
16	22	45
20	24	48
25	39	71
32	39	75
40	47	89
50	45	95
63	75	75
75	82	125



Dimensão do tubo	Medida A	Medida B	Medida C
16	30	30	87,5
20	32	32	90
25	49	49	105
32	50	50	110
40	60	60	128
50	60	60	135
63	75	75	75
75	82	125	82



4.6. Dobrar/curvar tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

O tubo Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC nas dimensões 16, 20 e 25 mm podem ser dobrados facilmente com as mãos, utilizando uma mola interno ou externo correspondente ou utilizando a máquina de curvar tubos.

4.6.1. Curvar com as mãos

Segurar o tubo com as mãos a uma distância de 40 cm e curvã-lo até ao raio desejado.

4.6.2. Curvar com uma mola interno

Calibrar o tubo e colocar a mola no seu interno, deixando alguns centímetros da mola fora do tubo.

O raio de curvatura não deve ser tão fechado que a mola fique marcada na camada externo do tubo, não obstante as molas Uponor estão desenhadas com bordos arredondados, para evitar partes cortantes e, assim, não danificar o tubo.

4.6.3. Curvar com uma mola externo

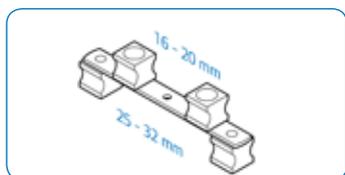
Introduzir a mola externo através do tubo até chegar ao local desejado. Uma vez colocada no ponto a curvar, dobramos com a mão, tendo em conta os raios mínimos de curvatura que se anexam na tabela:

A partir do diâmetro 40 mm, é aconselhável utilizar joelhos para as alterações de direção ou, caso se deseje dobrar o tubo, deverá ser utilizada uma máquina curvatubos.

Raios mínimos de curvatura em mm (em função do utensílio)			
Dimensão do tubo	Raio de curvatura com as mãos	Raio de curvatura com molas	Raio de curvatura com máquina curvatubos
16	5 x Ø externo	3 x Ø externo	32
20	5 x Ø externo	3 x Ø externo	40
25	5 x Ø externo	3 x Ø externo	62,5
32	5 x Ø externo	3 x Ø externo	80

4.6.4. Curvar com a máquina curvadora

Graças à ferramenta curva tubos da Uponor, conseguimos curvar os tubos Uponor Uni Pipe PLUS com um raio de curvatura menor e com uma maior exatidão na execução



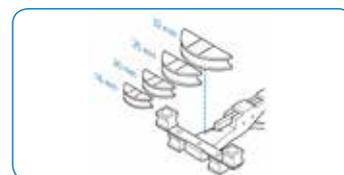
Colocar as guias plásticas nos pontos correspondentes segundo o diâmetro do tubo que vamos curvar.

desse processo.

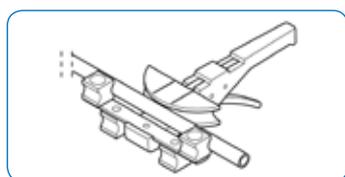
Para conseguir curvar o tubo sem cometermos erros temos que seguir os seguintes passos:



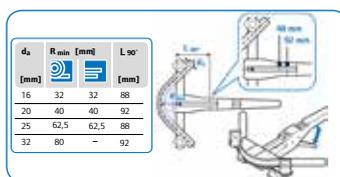
Colocar o guia metálico sobre a ferramenta curva tubos.



Inserir a matriz plástica sobre o pistão da ferramenta curva tubos em função do diâmetro do tubo que vamos curvar.



Colocar o tubo sobre a ferramenta curva tubos e pressionar o gatilho até obter o raio de curvatura desejado.



Para conseguir o melhor acabamento, deve respeitar as distâncias mínimas indicadas no quadro anterior.

4.7. Equivalências Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC para cobre e aço

A seguir indicam-se as equivalências entre os tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC e tubos metálicos de cobre e aço.

Tubos multicamada Uponor (Ø _{ext} x espessura)	Tubos de cobre (Ø _{ext} x Ø _{int})	Tubos de aço (rosca)
16 x 2,0	15/13	1/2"
20 x 2,25	18/16	5/8"
25 x 2,5	22/20	3/4"
32 x 3,0	28/25	1"
40 x 4,0	35/32	1 1/4"
50 x 4,5	42/39	1 1/2"
63 x 6,0	54/50	2"
75 x 7,5	64/60	2 1/4"
90 x 8,5	80/77	3"
110 x 10,0	100/96	4"

INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO

SISTEMA DO TUBOS PEX COM
BARREIRA ANTIDIFUSÃO DE
OXIGÊNIO E TUBOS MULTICAMADA



1. Descrição do sistema

1.1. Generalidades

1.1.1. Conceito de calor

O calor é uma forma de transporte de energia e define-se como a soma do trabalho e da variação da energia interna de um sistema. A quantidade de calor transmitido não pode medir-se diretamente, mas o conceito tem significado físico porque está relacionado com uma quantidade mensurável chamada temperatura. Em qualquer sistema que tenha uma diferença de temperatura, o calor flui da zona de temperatura mais elevada para a da temperatura menos elevada.

1.1.2. Formas de transmissão do calor

A transmissão de calor apresenta-se em três formas físicas diferentes:

- A **condução** consiste na transmissão de calor de um corpo para outro sem deslocação das suas moléculas. Como exemplo, temos a transmissão que se produz numa barra metálica por toda a sua massa ao aquecê-la por uma extremidade.
- Na **convecção** produz-se uma transmissão de calor por deslocação das moléculas. Um exemplo típico é a transmissão por convecção produzida ao aquecer a massa de ar de uma divisão, ocorrendo uma circulação desse ar com o conseqüente transporte de calor.
- A **radiação** consiste na transmissão do calor através de ondas ou radiações, sem corpos em contacto. Através da radiação transmite-se a energia calorífica entre o Sol e a Terra.

Numa casa ocorrem todos os tipos de transmissão de calor.

1.1.3. Unidades de calor

Normalmente, a quantidade de calor ou energia calorífica é representada pela letra Q , e como é uma forma de energia tal como o trabalho, a sua unidade dentro do Sistema Internacional é o Joule (J).

Na prática também se utilizam outras unidades, sendo as mais importantes a quilocaloria (kcal), a British Thermal Unit (Btu) ou o watt hora (w-h). Para a passagem entre estas unidades e outras, veja as tabelas de conversão nos anexos.

1.1.4. Potência calorífica

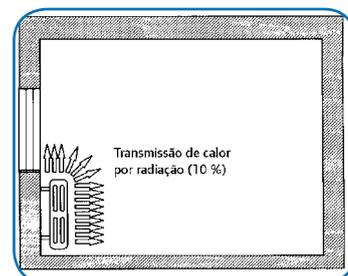
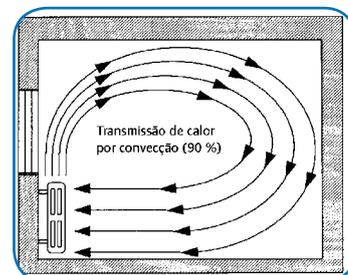
Também chamada fluxo térmico, define-se como a quantidade de calor que flui através de um sistema na unidade de tempo. A sua unidade de trabalho no sistema Internacional é o Joule por segundo (J/s) ou o Watt (W), o que vai dar ao mesmo. No aquecimento emprega-se geralmente a quilocaloria por hora (kcal/h).

1.2. Emissores

Denomina-se habitualmente emissor qualquer elemento que emite ou cede calor a uma divisão ou local. Os emissores mais comuns são os radiadores.

Os radiadores transmitem o calor através de convecção e radiação.

Como vimos anteriormente, por um lado, o calor é irradiado pela superfície externa do radiador (radiação) e, por outro, o ar quente circula por toda a divisão (convecção). O calor total, portanto, é a soma da transmissão por radiação e convecção.



Transmissão de calor num radiador.

A transmissão de calor por radiação só chega aos elementos mais próximos do radiador, enquanto que a transmissão de calor por convecção chega aos restantes elementos do local graças ao movimento de ar.

1.2.1. Tipos de emissores

Os emissores de água quente mais comercializados em aquecimento por todas as marcas são os seguintes:

- Radiadores de ferro fundido
- Radiadores de alumínio
- Radiadores de chapa de aço
- Painéis de chapa de aço

1.3. Tipos de instalação

Podemos classificar as instalações de aquecimento por radiadores de acordo com a distribuição de água:

- Instalação bitubo
- Instalação monotubo
- Instalação por coletores

1.3.1. Instalação bitubo

É o sistema tradicional de instalação de radiadores. Neste, os emissores são montados em paralelo, pelo que a água que chega a cada radiador desde a caldeira retorna diretamente a ela; neste tipo de instalação a temperatura de entrada em todos os radiadores é praticamente a mesma.

Como podemos observar na figura 1, existem dois tubos principais, um de ida e outro de retorno, onde se vão ligando os diferentes radiadores. Como vemos existem duas possibilidades: retorno direto e retorno invertido.

No primeiro, o tubo de retorno parte do radiador mais afastado e vai recolhendo a água dos diferentes radiadores até devolvê-la à caldeira. O percurso da água é menor para os radiadores mais próximos, pelo que a sua perda de carga é menor e existe a necessidade de regular o caudal de forma adequada.

Com o retorno invertido, o tubo de retorno parte do radiador mais próximo da caldeira e, seguindo o sentido da alimentação, chega até à caldeira. Os percursos para cada radiador são semelhantes em comprimento, pelo que não exigem uma regulação de caudal.

A entrada da água do radiador deve efetuar-se sempre pela parte superior e a saída pela inferior, com as duas soluções da figura 2. Quando o comprimento do radiador ultrapassar os 25 elementos é conveniente adotar a solução da esquerda para que o radiador não perca potência.

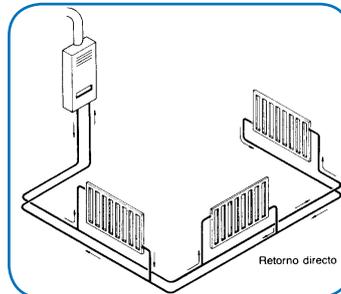


Figura 1. Tipo de instalações bitubo.

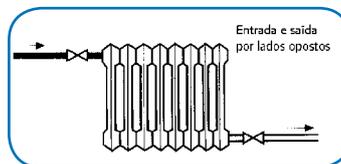
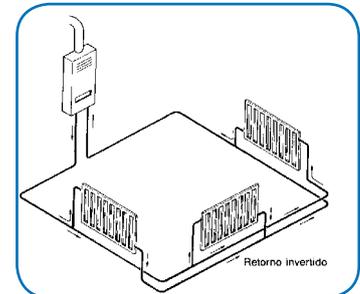
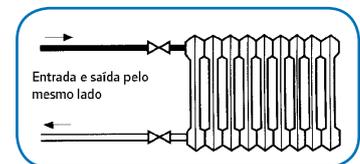


Figura 2. Formas de ligação da entrada e da saída da água.



Os radiadores vêm roscados a 1". Para ligações de tubos de diâmetro menor, utilizam-se reduções (ver tabela seguinte). Os painéis vêm com ligação a 1/2".

Potência emissor (kcal/h)	F entrada/saída
< 1.500	3/8"
> 1.500	1/2"

Los radiadores suelen ir roscados a 1". Para conexiones de tuberías de diámetro menor, se utilizan reducciones (ver tabla). Los paneles vienen con conexión a 1/2".

Com o objetivo de obter uma boa regulação do caudal de água que entra nos emissores, instalam-se na entrada de cada um deles uma chave de regulação simples ou dupla. Nas chaves de regulação dupla o instalador realiza uma primeira regulação que limita a abertura da chave. A regulação simples é realizada pelo utilizador, abrindo ou fechando a chave.

Coloca-se também uma ligação retentora como mostra a figura 3, instalada à saída de cada emissor. Utilizando esta chave juntamente com a da regulação, pode desmontar-se o emissor sem esvaziar a instalação.

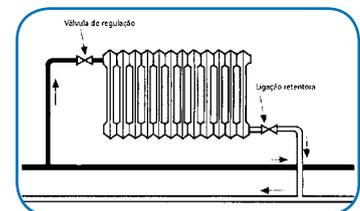


Figura 3. Colocação da válvula e da ligação retentora.

Os diâmetros de chaves e retentores obtêm-se de acordo com a potência do emissor, conforme a tabela anterior.

Como variante das chaves de regulação, podem instalar-se chaves termostáticas, as quais permitem controlar a temperatura ambiente do local onde se encontram.

Estas chaves podem ser um componente de poupança energética. As chaves podem ser retas ou de esquadria, conforme se coloquem na instalação.

Do mesmo modo podem utilizar-se cabeças termostáticas, ou atuadores eletrotérmicos comandados por termostatos ou centrais de regulação:

- Existem múltiplas chaves de ligação a radiador no mercado. Para a união com o tubo Uponor Uni Pipe PLUS, recomenda-se a utilização de válvulas, ligação retentora e adaptadores Uponor.
- Para a união com o tubo Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe recomenda-se a utilização de uma chave com adaptador para tubos de polietileno reticulado 16 x 2,0 mm (consultar o fabricante da válvula).



Uponor RC válvula termostática de esquadria.



Uponor RC cabeça termostática.

1.3.1.1. Solução Uponor para instalação Bitubo

A Uponor desenvolveu para este tipo de instalações o joelho cego saída Q&E de união direta ao radiador. O joelho cego Q&E é fabricado em tubo Uponor PEX com barreira anti-difusão de oxigénio, conta com um tampão na extremidade que facilita o teste de pressão. Figura 4.

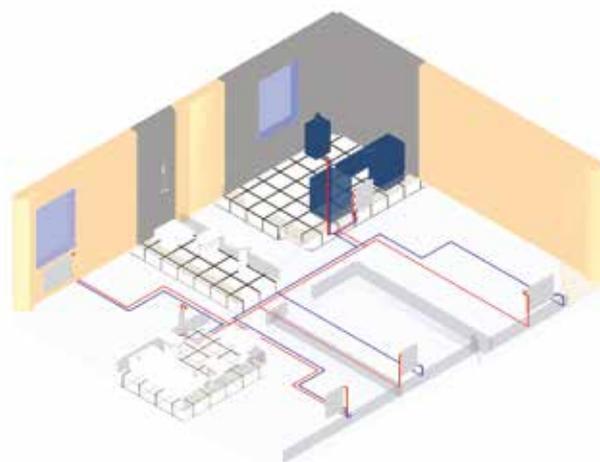


Vantagens do Uponor Smart Aqua joelho saída radiador Q&E:

- Segurança
- Poupança de tempo de instalação
- Instalação simples e cómoda
- Ligação direta ao radiador



Figura 4. Instalação de aquecimento por radiadores com tubo Uponor Comfort Pipe PLUS, Uponor tes Q&E e com Uponor Smart Aqua joelho saída radiador Q&E.



Esquema de instalação bitubo.

1.3.2. Instalação monotubo

Sistema de instalação no qual os emissores estão instalados em série, ou seja, o retorno do primeiro radiador faz de ida do segundo, por sua vez o retorno deste faz de ida do terceiro, e assim sucessivamente até regressar à caldeira. Este tipo de circuito recebe o nome de anel.

Neste caso, as temperaturas da água são diferentes em cada emissor. Pelo que os últimos emissores do anel terão de sobredimensionar-se ligeiramente para compensar essa descida de temperatura.

Para este tipo de sistema existe uma chave específica para acoplar os emissores com facilidade e rapidez. Como mostra a seguinte figura 6, a água entra por A, uma parte desta água distribuir-se-á por todo o emissor, enquanto que a restante irá diretamente para o retorno B, misturando-se com a água de saída do emissor A. A água do retorno B, a menor temperatura, aproveitar-se-á para alimentar o emissor seguinte do anel.

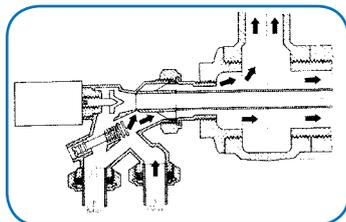


Figura 6. Secção da chave monotubo.

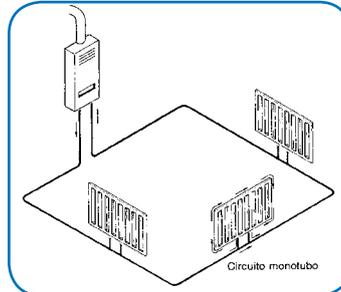


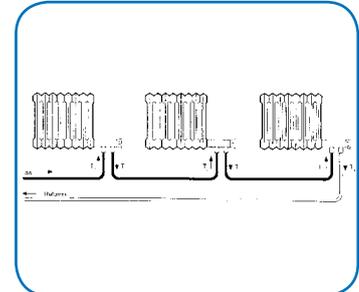
Figura 5. Instalação monotubo.

1.3.2.1. Solução Uponor para instalações monotubo

El acessório Uponor Flex guia monotubo permite-lhe unir o tubo Uponor Comfort Pipe PLUS e as válvulas monotubo de um modo mais profissional e seguro.

Passos para sua instalação:

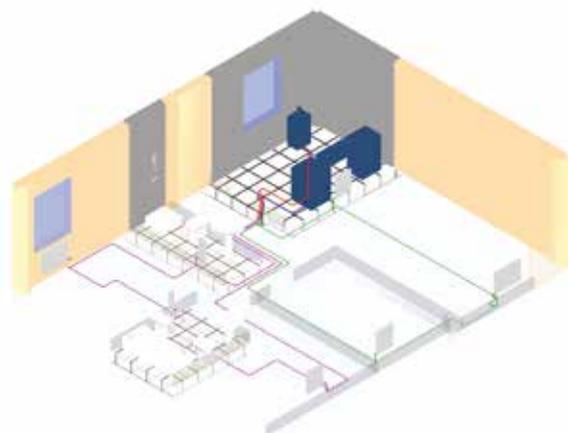
- Fixar a Uponor Flex guia monotubo ao chão. Pode utilizar-se gesso, cravadoras ou calço e parafuso.
- Introduzir o tubo pelas condutas inferiores da guia até que apareça pelas superiores.
- (Opcional) Colocar o prolongador na saída do tubo. O prolongador permite orientar o tubo com um ângulo mais fechado em paredes com uma espessura superior a 40 mm.



- A instalação está pronta para o reboco da parede. Depois de terminado, colocar as válvulas monotubo e o embelezador.

Vantagens

- **Poupança do tempo** de instalação em mais de 75 %.
- Mantém constante a **distância entre centros: 35 mm.**
- **Protege o tubo** no momento de rebocar a parede.
- Solução **ideal para pladur** ou azulejos de grande formato.
- **Inclui embelezadores e tampões.**



Esquema de instalação monotubo.

1.3.3. Instalação por coletores

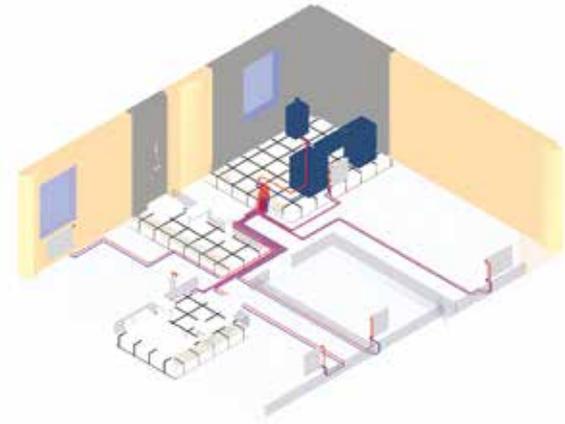
É um sistema de instalação no qual os emissores são alimentados a partir de um coletor. A água da caldeira alimenta um coletor que efetua a distribuição para cada radiador, e o retorno dos mesmos para outro coletor, e deste para a caldeira. Assim a temperatura de entrada em todos os radiadores é praticamente a mesma.

As suas principais vantagens são:

- Desenho fácil
- Instalação fácil
- Mínimas perdas de pressão
- Sem uniões no chão ou paredes
- Redução do número de acessórios
- Melhor equilíbrio de pressão e temperatura

Neste tipo de instalação a perda de carga em acessórios é reduzida ao mínimo, dado que os circuitos de ida e retorno fazem-se de forma direta, sem acessórios.

Nós na Uponor recomendamos este método de instalação uma vez que este método tem grandes vantagens em comparação com os métodos bitubo e monotubo.



Esquema de instalação por coletores.



Coletor fixo sistema Uponor Q&E



Coletor fixo sistema Uponor S-Press



Coletor fixo com válvula sistema Uponor S-Press



Válvulas de corte para coletor



Caixas de plástico para coletores

1.4. Depósito acumulador de AQS

Permite dispor de água quente sanitária abundante aproveitando o circuito de aquecimento.

Os depósitos são formados por dois circuitos independentes; um de aquecimento, que é o mesmo que o de calefação e cuja missão é aquecer a água de consumo, e um segundo que contém a água sanitária para aquecer e consumir.

Seleção do depósito acumulador

A escolha desse depósito deve fazer-se de acordo com as necessidades da casa e de acordo com o seguinte critério:

	Capacidade do depósito	Potência a acrescentar para cálculo de caldeira
<ul style="list-style-type: none"> • Casa de Banho • Cozinha 	80 litros	2.000 kcal/h
<ul style="list-style-type: none"> • Casa de Banho • Casa de banho serviço • Cozinha 	110 litros	3.000 kcal/h
<ul style="list-style-type: none"> • 2 casas banho • Casa de banho serviço • Cozinha 	140 litros	4.000 kcal/h
<ul style="list-style-type: none"> • 3 casas banho • Casa de banho serviço • Cozinha 	225 litros	6.000 kcal/h

Exemplo

Uma instalação de aquecimento tem necessidades caloríficas de 6500 Kcal/h, sabendo-se que essa instalação disporá de um depósito de 140 litros. Que potência necessitará a caldeira?

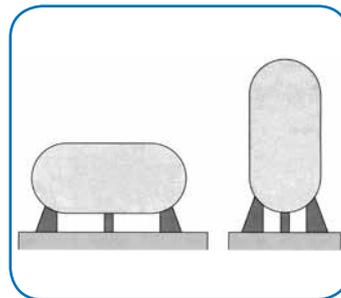
Potência de radiadores: 6.500 kcal/h
 Potência acrescentada acumulador: 4.000 kcal/h
 Total: 10.500 kcal/h

Aumentando o resultado obtido entre 10 e 15 %, para compensar as perdas de calor em tubos, etc.

Potencia da caldeira: 11.550 kcal/h

Instalação de depósitos acumuladores

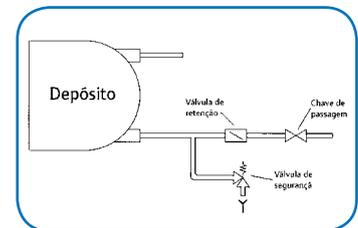
Em função da sua capacidade podem instalarse em posição horizontal ou vertical; instalamse depósitos horizontais até 140 litros, e verticais para todos os volumes.



Esquema depósito de acumulação.

Com a instalação de cada depósito é indispensável colocar no tubo de água na entrada do depósito os componentes indicados a seguir:

- Válvula de retenção.
- válvula de segurança.
- Chave de passagem.



Esquema de situação de elementos de uso obrigatório.

1.5. Tubos com barreira antidifusão de oxigênio Uponor Comfort Pipe PLUS

Os tubos Uponor Comfort Pipe PLUS com barreira antidifusão de oxigênio, foi redesenhado e melhorado para se converter no tubo idóneo para os sistemas de aquecimento tanto por radiadores como por chão radiante.

Entre as suas principais características destacam-se:

- Nova fórmula melhorada: camada de eval mais flexível para uma adaptação ótima ao sistema de união Q&E.
- Cor branca opaca: melhora o aspeto estético do tubo e torna-o adequado para ramais ou partes à vista.
- Impermeabilidade ao oxigênio 25 vezes superior ao exigido DIN 4726: esta norma considera o nível mínimo de impermeabilidade ao oxigênio para uma proteção aceitável contra a corrosão em 0,1 mg/litro-dia a 40°.

Las tuberías Uponor Comfort Pipe PLUS están fabricadas en polietileno de alta densidad según el método exclusivo de Uponor UAX™. El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura química de tal manera que las cadenas de polímeros se conectan unas con otras alcanzando una red tridimensional mediante enlaces químicos.



Esta nova estrutura torna impossível fundir ou dissolver o polímero sem destruir previamente a sua estrutura. É possível avaliar o nível alcançado de ligação transversal medindo o grau de reticulação.

Durante este processo de fabrico aplica-se na superfície do tubo Uponor evalPEX uma fina película de cola e uma camada de plástico EVOH, que impede a passagem do oxigênio através da mesma, evitando assim a oxigenação da água.

Nos tubos plásticos utilizados para a condução de água quente em circuitos fechados, as moléculas de oxigênio do ar podem difundir-se (migrar) através das paredes do tubo, oxigenando a água, criando problemas de oxidação nas partes metálicas da instalação. Por isso, os tubos Uponor evalPEX estão equipados com a referida barreira plástica (etil vinil-álcool) que impede essa difusão.

Os tubos Uponor Comfort Pipe PLUS com barreira antidifusão de oxigênio (EVOH) são, portanto, herméticos à difusão de oxigênio.

Fabricam-se de acordo com as exigências da norma UNE EN ISO 15875 e dos futuros requisitos Europeus.

Assim, os tubos Uponor Comfort Pipe PLUS acumula as características excecionais dos tubos de polietileno reticulado PEX e as propriedades especiais para a distribuição de água quente em instalações de aquecimento por radiadores e chão radiante.



Nas tabelas que se seguem, detalham-se as propriedades e qualidades técnicas mais significativas dos tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe:

Propiedades mecânicas		Valor	Unidade	Padrão
Densidade		938	kg/m ³	
Tensão de estrangulamento	20 °C 100 °C	20-26 9-13	N/mm ²	DIN 53455
Módulo de elasticidade	20 °C 80 °C	1180 560	N/mm ²	DIN 53457
Alongamento de fratura	20 °C 100 °C	300-450 500-700	%	DIN 53455
Rutura por impacto	20 °C -140 °C	No fractura No fractura	kJ/m ²	DIN 53453
Absorção de água	(22 °C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coefficiente de fricção		0,08-0,1	-	
Tensão superficial		34·10 ⁻³	N/m	
Propiedades térmicas		Valor	Unidade	
Condutividade térmica		0,35	W/m°C	
Coefficiente linear de expansão (20 °C/100 °C)		1,4·10 ⁻⁴ 2,05·10 ⁻⁴	m/m°C	
Temperatura de amolecimento		133	°C	
Limite de temperatura ambiente de trabalho		-100 a 110	°C	
Calor específico		2,3	kJ/kg°C	
Pressão de rebentamento a 20 °C				
Diâmetro do tubo (mm)			Aprox. Pressão (kg/cm ²)	
16 x 1,8			50,7	
20 x 1,9			42	
25 x 2,3			35	
32 x 2,9			40	
Propiedades elétricas		Valor	Unidade	
Resistência específica interna (20 °C)		10 ¹⁵		
Constante dielétrica (20 °C)		2,3		
Fator de perdas dielétricas (20 °C/50 Hz)		1·10 ³		
Rutura do dielétrico (20 °C)		60-90	Kv/mm	
Raios de curvatura recomendados em mm		Curva a quente	Curva a frio	
Ø 16 x 1,8		35	35	
Ø 20 x 1,9		45	90	
Ø 25 x 2,3		55	125	

Para os tubos Uponor PEX de diâmetros maiores, os raios de curvatura mínimos a frio são, respetivamente:

- DN 32-40: 8 vezes o Ø_{ext}
- DN 50-63: 10 vezes o Ø_{ext}
- DN 75-90-110: 15 vezes o Ø_{ext}

1.5.1. Gama de tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe

Os tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe com barreira antidifusão de oxigénio, estão disponíveis em diferentes formatos e longitudes para se adaptarem o melhor possível às necessidades das instalações:

- Tubo Uponor Comfort Pipe PLUS em rolo do diâmetro 16 a 25 mm.
- Tubo Uponor Radi Pipe em rolo do diâmetro 32 a 63 mm.
- Tubo Uponor Radi Pipe em vara do diâmetro 16 a 90 mm.

Do mesmo modo que outros tubos fabricados pela Uponor, os tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe com barreira antidifusão de oxigénio (EVOH), vêm marcadas em intervalos de 1 m com a seguinte informação:

- Nome do produto.
- Dimensões (diâmetro externo e espessura da parede).
- Designação dos materiais especificando o tipo de reticulação.
- Norma segundo a qual é fabricado (UNE EN ISO 15875).
- Lote e data de produção.

1.6. Sistema Uponor Q&E para aquecimento por radiadores

O sistema Uponor Q&E baseia-se na capacidade dos tubos Uponor Comfort Pipe PLUS e Uponor Radi Pipe de recuperar a sua forma original inclusive após submetidos a uma grande expansão.

1.6.1. Elementos do sistema

Os componentes do sistema foram desenhados de forma escrupulosa para proporcionar uniões seguras. Qualquer alteração nas dimensões e Características destes elementos poderá alterar completamente o resultados dos acoplamentos. Para isso, é necessário utilizar apenas ferramentas originais:

- Tubos Uponor com barreira anti-difusão de oxigénio (EVOH).
- Expansor.
- Cabeça.
- Anéis Uponor Q&E evalPEX ou Uponor Q&E Evolution.
- Acessórios Uponor Q&E.

1.6.2. Vantagens do sistema

O sistema Uponor Q&E, único no mercado, é o sistema ideal para as instalações de aquecimento por radiadores e apresenta as seguintes vantagens principais:

Máxima Segurança

- Instalações 100 % seguras e duradouras. Ao contrário de outros sistemas, a passagem do tempo faz com que as uniões se tornem ainda mais sólidas. Depois de comprovada a instalação correta, não existirá nenhum tipo de problema que possa ocorrer devido à passagem da água quente e às dilatações.

- A flexibilidade do tubo minimiza o risco de separação, embora se isto ocorrer, a sua memória térmica e elasticidade permite recuperá-lo facilmente sem necessidade de desmontar todo o circuito ou o ramal afetado.
- As juntas tóricas sofrem um rápido desgaste que reduz as suas propriedades e a sua funcionalidade. Deste modo, são facilmente deslocáveis sem que o operário perceba o erro. Ambos os fatores aumentam em grande medida a probabilidade de fugas na instalação.
- O sistema Q&E não permite unir o tubo ao acessório sem realizar os três passos necessários para isso, pelo que elimina a possibilidade de esquecimentos e descuidos que provoquem uma falsa e aparente união entre ambos.
- As uniões do sistema Q&E não são uniões mecânicas, mas naturais. É a própria natureza do polietileno reticulado da Uponor que realiza o processo de união.
- O tubo apresenta uma alta resistência a fissuras, até 20 % da espessura da parede sem falha do sistema.
- Os acessórios plásticos Uponor Q&E são altamente resistentes aos impactos devido à sua capacidade para absorver os golpes, o que implica que seja muito difícil fazer mossa.

Excelente Qualidade

- Não são afetados pela corrosão ou erosão. Sem depósitos que obstruam o circuito e reduzam o caudal da instalação.
- Não são afetados por águas com Ph baixo (águas ácidas).
- Sistema silencioso, livre de ruídos de água. Não são afetados por altas velocidades da água.
- Não contém qualquer composto de cloro.

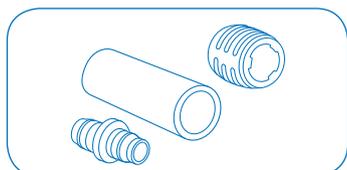
- Sistema preparado para suportar temperaturas e pressões altas.
- Os tubos não amolecem a altas temperaturas ambiente. O ponto de amolecimento é de 133 °C.
- Marcação dos tubos em intervalos de 1 m.
- Classificação perante o fogo C-s1, d2.

Facilidade de Instalação

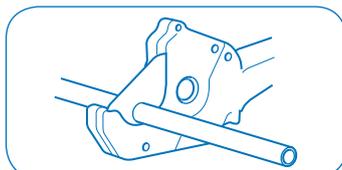
- Só são necessárias uma simples ferramentas para realizar as uniões.
- A grande flexibilidade dos tubos facilita o seu manuseamento e impede separações e erros na instalação.
- Peso baixo. 100 m de tubos Uponor de 16 x 1,8 mm pesam 8,8 kg. Por sua vez, os acessórios Uponor Q&E são 7 vezes mais leves do que os acessórios de latão.
- Os acessórios plásticos Uponor Q&E são isolantes térmicos melhores do que qualquer acessório metálico.
- Vasta gama de acessórios Uponor Q&E até 63 mm e Uponor Acessórios Modulares desde 75 mm até 110 mm. Para além disso, a Uponor dispõe de acessórios de ligação a radiadores únicos e exclusivos no mercado. Consulte o nosso catálogo para obter mais informações.

1.6.2. Instruções de montagem do sistema Uponor Q&E

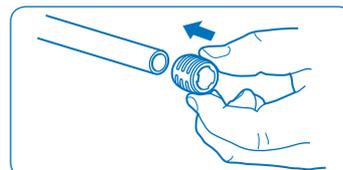
Para que o sistema Uponor Q&E funcione perfeitamente deverá certificar-se que cumpre as instruções de montagem seguintes:



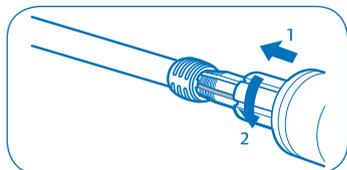
Utilizar apenas ferramentas originais: tubos (PEX-a), Anéis Q&E Evolution e Acessórios Uponor Q&E.



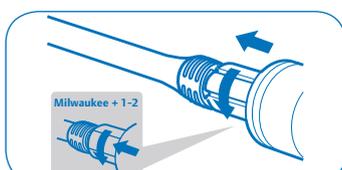
Cortar o tubo em ângulo reto com um corta-tubos para plástico. A extremidade do tubo deve estar limpa e sem massa lubrificante.



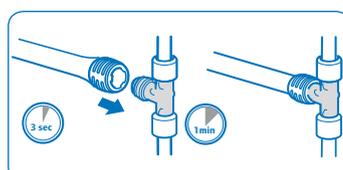
Introduzir o anel Uponor Q&E Evolution através do ângulo de entrada e até chegar ao limite máximo.



Colocar a cabeça dentro do tubo. Realizar expansões até que o tubo chegue ao limite máximo contra a base da cabeça. Com a ferramenta manual, entre expansões, rodar de forma a que a cabeça se desloque livremente sem tocar nas paredes do tubo.



Quando o tubo tocar no topo da cabeça, deverá fazer uma última expansão.



Manter o tubo no sítio (contra o batente do acessório) durante 3 segundos. No final deste tempo, os tubos contraíram-se sobre o acessório e já se pode iniciar outra união.

A montagem pode ser realizada até a uma temperatura ambiente mínima de -15 °C

Diâmetro	Número de expansões segundo o tipo de expansor				
	Fta. Manual	Fta. M12	Fta. M18	Fta. Hidráulica	Fta. Elétrica
16 mm	4	4	4	4	-
20 mm	5	7	6/4	3	-
25 mm	7	10	9/5	4	-
32 mm	13	15	14/5	5	-
40 mm	-	-	8	5	5
50 mm	-	-	-	3	5
63 mm	-	-	-	5	5

Tabela 1. Não se deve exceder o número de expansões indicado na tabela.

1.7. Ferramentas do Sistema

Uponor Q&E

Expansor Manual Uponor

Válido para uniões de até 32 mm.
As cabeças estão marcadas: 16, 20, 25 e 32.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Uponor Q&E expansora com cabeças M12

Ferramenta expansora a bateria com cabeças expansoras autogiratórias para acessórios Uponor Q&E do 16 até 32 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Uponor Q&E expansora com cabeças M18

Ferramenta expansora a bateria com cabeças expansoras autogiratórias para acessórios Uponor Q&E do 16 até 40 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Uponor Q&E Ferramenta grandes dimensões elétrica

Ferramenta expansora eléctrica para acessórios Uponor Q&E do 40 até 63 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Uponor Q&E expansor hidráulico

Ferramenta expansor hidráulico para acessórios Uponor Q&E de diâmetro 16 a 63 mm.

Concebido exclusivamente para o Sistema Uponor Q&E.

Inclui:

- Ferramenta Uponor Q&E manual.
- 3 cabeças expansoras 16, 20 e 25 mm.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Inclui:

- Expansor Q&E de bateria M12.
- 2 baterias de Li-ion 12 V 2.0 Ah.
- Carregador de baterias 12 V.
- Cabeças expansoras 16, 20 e 25 mm autogiratórias.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Inclui:

- Expansor Q&E de bateria M18.
- 2 baterias de Li-ion 18 V 2.0 Ah.
- Carregador de baterias 18 V e 12 V.
- Cabeças expansoras 16, 20, 25 e 32 mm autogiratórias.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



Inclui:

- Expansor Q&E eléctrico.
- Mala de metal porta-ferramentas.



Inclui:

- Central hidráulica.
- Pistola expansora P40QC.
- Mangueira hidráulica de 3 m.
- Cabeças 16, H20, H25, H32 y H40 mm.
- Massa lubrificante grafitica.
- Instruções de montagem e manutenção.
- Mala de plástico porta-ferramentas.



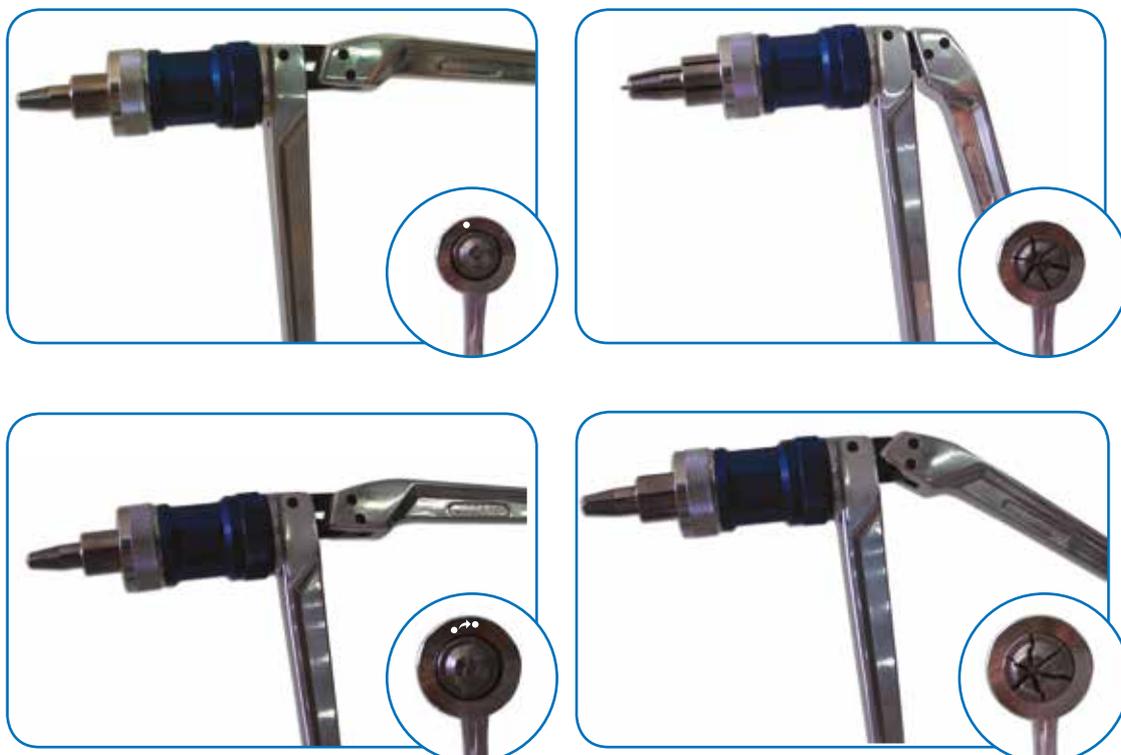
1.7.1. Armazenamento e manutenção das ferramentas

- Manuseie o expansor, o cone e as cabeças com cuidado.
 - O cone da cabeça deverá manter-se sempre limpo e, antes da utilização, dever-se-á aplicar pressão.
 - Caso contrário, a força de expansão aumentará e a vida de serviço será reduzida. A ferramenta é entregue sem camada de massa lubrificante, totalmente limpa.
 - É necessário manter as peças limpas e livres de massa lubrificante, excetuando o cone.
 - Montar a cabeça manualmente até ao batente (com os braços da pinça na posição totalmente aberta).
 - Os segmentos da cabeça deverão estar totalmente limpos e secos para poderem ser utilizados.
- Para o armazenamento, o cone da ferramenta deverá estar sempre protegido, por exemplo, mantendo uma cabeça montada.
 - Controlo de funcionamento:
 - Quando não for possível alcançar o diâmetro mínimo ou quando a ferramenta, por qualquer razão, não funcionar corretamente, dever-se-á substituir a pinça e/ou a cabeça.
 - Quando os segmentos não fizerem a abertura de forma simétrica, devem ser reparados ou substituídos.

1.7.2. Adaptador giratório para ferramenta manual Q&E

O Adaptador giratório Uponor Q&E permite fazer as expansões necessárias para realizar uma união Q&E sem ter de rodar a ferramenta entre expansões, uma vez que o adaptador roda a cabeça automaticamente:

Com este adaptador, poderão realizar-se uniões com diâmetros entre 16 e 32 mm. Utilizando a ferramenta manual do sistema Uponor Q&E:



1.8. Teste de estanquidade em instalações de aquecimento.

De acordo com o RITE no seu IT 2.2.2 (Teste de estanquidade de redes de tubos de água) é necessário realizar:

Teste de estanquidade preliminar

- Este teste efetuar-se-á a baixa pressão, para detetar falhas de continuidade da rede e evitar os danos que o teste de resistência mecânica poderia provocar; utilizar-se-á o mesmo fluido transportado ou, geralmente, água à pressão de enchimento.
- O teste preliminar terá a duração suficiente para verificar a estanquidade de todas as uniões.

Teste de estanquidade

- Este teste efetuar-se-á a seguir ao teste preliminar: após encher a rede com o fluido de teste, submeter-se-ão as uniões a um esforço pela aplicação da pressão de teste.
- No caso de circuitos fechados de água refrigerada ou de água quente até uma temperatura máxima de serviço de 100 °C, a pressão de teste será equivalente a uma vez e meia a pressão efetiva do trabalho à temperatura de serviço com um mínimo de 6 bar; para circuitos de água quente sanitária, a pressão de teste será equivalente a duas vezes, no mínimo 6 bar.

Não obstante, o RITE também considera válidos os testes de estanquidade descritos na Norma UNE 100151 e os descritos na Norma UNE ENV 12108.

2. Cálculo de uma instalação

2.1. Dados iniciais

O primeiro passo antes de iniciar o desenho e os cálculos é verificar se inicialmente se possui todas as informações necessárias:

- Um plano claro e legível do edifício indicando a escala e a orientação do mesmo.
- Descrição de qualidades dos materiais.
- Indicação de onde estará colocada a caldeira no edifício e a localização dos tubos de alimentação ascendentes e bifurcações dentro do edifício.

Convém ter disponíveis alguns elementos, como por exemplo uma roda de medição ou planímetro (dispositivo para medir distâncias nos planos), e um modelo (para desenhar os circuitos dos tubos).

A casa deverá estar sempre bem isolada para que as perdas de transmissão através das paredes diminuam, com a conseqüente poupança energética que isso implica.

Os radiadores deverão, sempre que possível, colocar-se debaixo das janelas, sem qualquer elemento que possa impedir a convecção do ar na divisão (cortinas, elementos decorativos, etc.).

Para além disso, deverão seguir-se as normas em vigor a nível nacional (drenagem, barreiras de vapor, etc.).

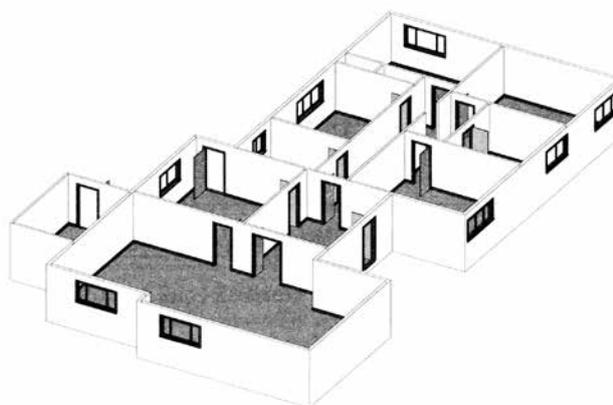
Também é necessário saber a localização do gerador de calor desde o princípio.

2.2. Cálculo de uma instalação bitubo

Analisaremos agora, através de um exemplo prático, os pormenores de uma instalação de aquecimento por radiadores com sistema bitubular, e

analisaremos também um exemplo de instalação através de coletores.

Consideremos um apartamento tipo como o da figura :



Para simplificar depois de calcular o Ki dos encerramentos, as exigências caloríficas da casa serão.

Sistema bitubular			
Local	Nº	Área (m²)	Exigência (kcal/h)
Sala comum	1	45	5.625
Cozinha	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Casa de banho de serviço	4	2,8	308
Quart 1	5	7,8	897
Quart 2	6	8,6	989
Quart 3	7	10	1.150
Banho	8	4,4	484
Quart 4	9	9,3	1.070
Corredor	10	5	300
TOTAL CASA			12.527

Em seguida escolheremos o tipo de emissor a colocar em cada local de acordo com as tabelas fornecidas por cada fabricante; neste caso escolhemos radiadores de alumínio injetado, de acordo com a tabela anexa.

Modelo	Altura total (mm)	Distância eixos (mm)	Largura frontal (mm)	Profundidade lateral (mm)	Capacidade (l)	Peso (kg)	Ø de ligação	Emissão com $\Delta t = 60\text{ }^\circ\text{C}$ Conforme Norma UNE 9015-83		Exp. n	Registro no Ministerio de Industria
								W	kcal/h		
2000/350	350	260	80	95	0,355	0,950	1"	102,0	88	1,33	1143
2000/600	590	500	80	95	0,510	1,520	1"	174,7	150,2	1,30	1144
2000/700	690	600	80	95	0,535	1,820	1"	201,8	174	1,25	1145

Para calcular o número de elementos por radiador a colocar em cada local, basta dividir o número total de kcal/h que o radiador deve emitir entre as kcal/h que cada elemento emite.

Assim, por exemplo, para o radiador colocado na cozinha escolheu-se um radiador modelo 2000/600, que emite de acordo com a tabela anexa 150,2 kcal/h por elemento.

Sabendo que se considerou a exigência térmica desse local como

sendo 1.134 kcal/h obtém-se:
Nº de elem. Rad. cozinha:

$$= \frac{1.134}{150,2} = 5,66 \rightarrow 6 \text{ elementos.}$$

Operando da mesma forma para as restantes divisões obtém-se::

Número de elementos por radiador						
Local	Nº	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	Nº de elementos	Nº total de elementos
Sala de jantar	1	1.856	2000/700	174	10,67	11
Sala de jantar	1'	1.913	2000/700	174	19,94	20
Sala de jantar	1''	1.856	2000/700	174	10,67	11
Cozinha	2	1.134	2000/600	150,2	7,55	8
Hall de entrada	3	570	2000/350	88	6,48	7
Casa de banho de serviço	4	308	2000/350	88	3,50	4
Quart 1	5	897	2000/600	150,2	5,97	6
Quart 2	6	989	2000/600	150,2	6,58	7
Quart 3	7	1.150	2000/600	150,2	7,66	8
Casa de banho	8	484	2000/350	88	5,50	6
Quart 4	9	1.070	2000/350	150,2	7,72	8
Corredor	10	300	2000/350	88	3,41	4

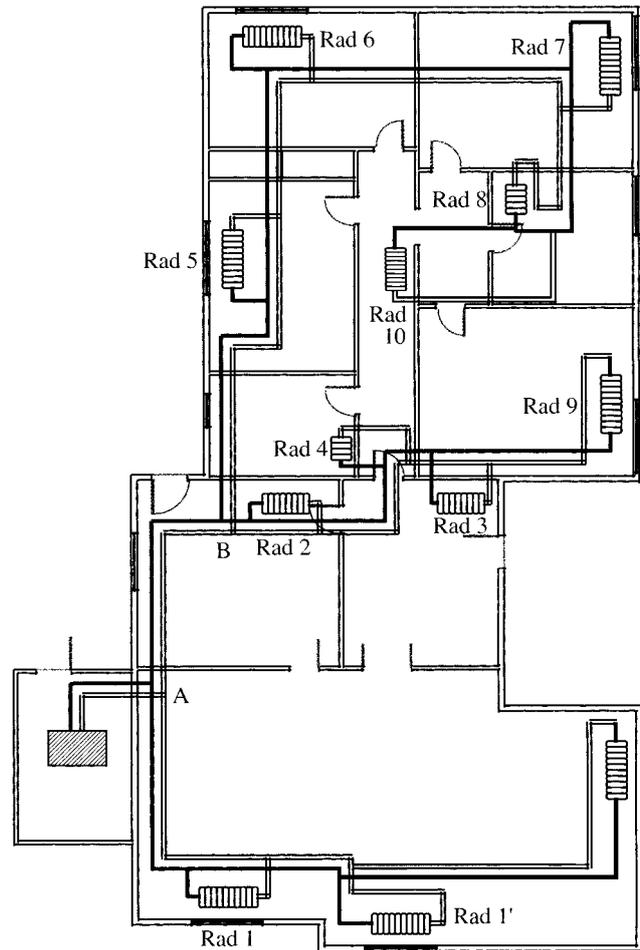
Uma vez conhecidos os radiadores a colocar em cada local, vamos calcular o diâmetro dos tubos por ramal de instalação, desde a caldeira até ao último radiador.

Marcámos um critério de desenho de forma a que a perda de carga não ultrapasse em ramais retos os 40 mm.c.a/m e que fixe uma velocidade máxima de 2 m/s.

Para a presente instalação previu-se instalar tubos de polietileno reticulado Uponor Radi Pipe com com barreira antidifusão de oxigénio. Dado que a rugosidade dos tubos Uponor Radi Pipe é muito baixa, poderemos dimensionar os nossos tubos para muito próximo dos limites que a norma estabelece, sem que isso produza qualquer problema de ruídos ou de erosão dos mesmos.

Com o objetivo de simplificar os cálculos, todos os dados foram obtidos dos nomogramas de perda de carga-caudal-velocidade anexos ao presente manual (ver anexos). Os comprimentos correspondentes aos diferentes ramais são tomados como dados de partida, dado que na realidade foram obtidos sobre o terreno ou medidos sobre planos reais da instalação.

Neste caso desenhou-se uma instalação de retorno direto. O circuito de retorno começa nos radiadores, mas longe da caldeira, e vai recolhendo a água dos restantes radiadores.

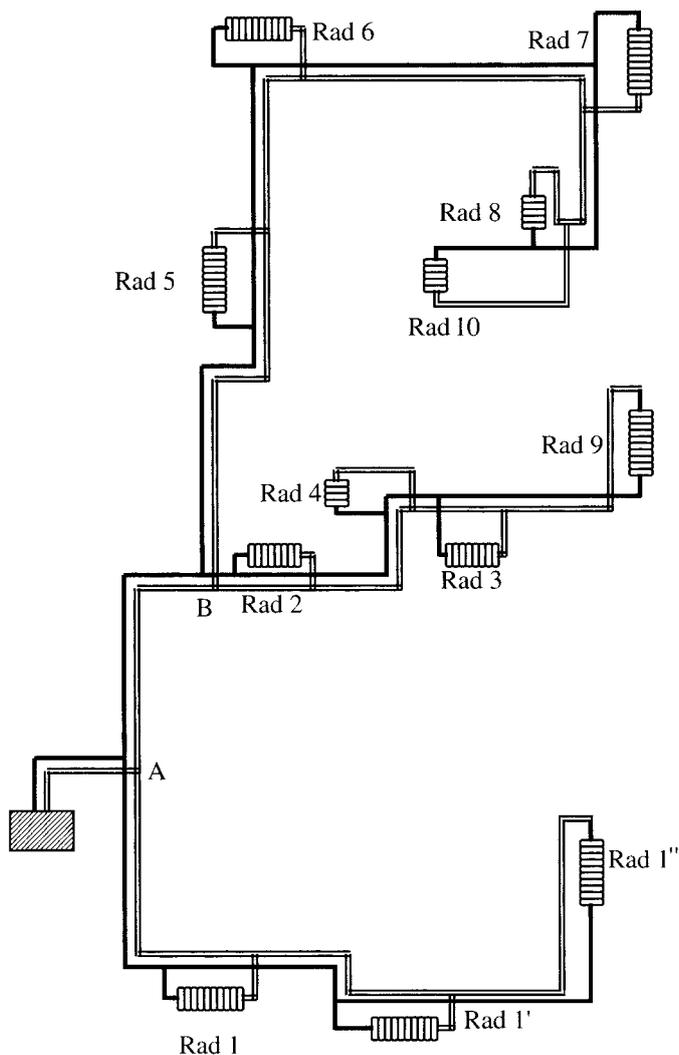


Esquema de instalação.

Para estabelecer que diâmetro é o adequado, basta entrar no nomograma de perda de carga-caudal-velocidade (ver anexo) com as kcal/h a transportar, e ler que perdas de carga e que velocidade lhe correspondem.

Assim, por exemplo, para o troço de B a Rad 5, que transporta 3040 kcal/h, lemos que para um tubo Uponor Radi Pipe de 16 x 1,8 mm corresponde uma perda de carga de 18 mm.c.a/m e 0,39 m/s de velocidade. Quantidades que são perfeitamente aceitáveis.

O seguinte esquema mostra a distribuição de potências caloríficas necessárias em cada um dos ramais:



Ramal	Potência (kcal/h)
Rad 8 - Rad 10	300
Rad 7 - Rad 8	784
Rad 6 - Rad 7	1.934
Rad 5 - Rad 6	3.923
B - Rad 5	3.820
Rad 3 - Rad 9	1.070
Rad 4 - Rad 3	1.690
Rad 2 - Rad 4	1.948
B - Rad 2	3.082
Rad 1 - Rad 1'	3.769
Rad 1' - Rad 1''	1.856
A - Rad 1	5.625
A - B	6.902
Caldeira - A	12.527

Por ser uma instalação de retorno direto, as dimensões dos tubos de ida e de retorno por treços são idênticas, pois os caudais coincidem em ambas.

Mas para o caso de desenhar uma instalação em retorno invertido deverão fazerse duas tabelas (uma para a impulsão e outra para o retorno) dos ramais, pois os caudais neste caso serão inversos.

A tabela anexa mostra um resumo dos diâmetros escolhidos por ramal, para os tubos da instalação (como já

se indicou, esta tabela corresponde à impulsão e ao retorno, pois serão idênticos):

Ramal	Potência (kcal/h)	Ø (mm)	Perdas (mm.c.a/m)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a/m)
Rad 8 - Rad 10	300	16 x 1,8	0,26	2	0,52
Rad 7 - Rad 8	784	16 x 1,8	1,40	4	5,60
Rad 6 - Rad 7	1.934	16 x 1,8	7,27	7	50,89
Rad 5 - Rad 6	2.923	16 x 1,8	15,42	5	77,11
B - Rad 5	3.820	16 x 1,8	25,02	6	150,20
Total Tramo					284,23

Ramal	Potência (kcal/h)	Ø (mm)	Perdas (mm.c.a/m)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a/m)
Rad 3 - Rad 9	1.070	16 x 1,8	2,50	5	12,50
Rad 4 - Rad 3	1.640	16 x 1,8	5,38	5	26,90
Rad 2 - Rad 4	1.948	16 x 1,8	7,33	3	21,99
B - Rad 2	3.082	16 x 1,8	16,71	2	33,42
Total Tramo					94,81

Ramal	Potência (kcal/h)	Ø (mm)	Perdas (mm.c.a/m)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a/m)
Rad 1'' - Rad 1'	1.856	16 x 1,8	6,83	3	20,50
Rad 1 - Rad 1'	3.769	16 x 1,8	24,43	5	122,14
A - Rad 1	5.625	20 x 1,9	13,21	7	92,50
Total Tramo					235,14

Ramal	Potência (kcal/h)	Ø (mm)	Perdas (mm.c.a/m)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a/m)
A - B	6.902	20 x 1,9	19,18	8	153,43
Total Tramo					153,43

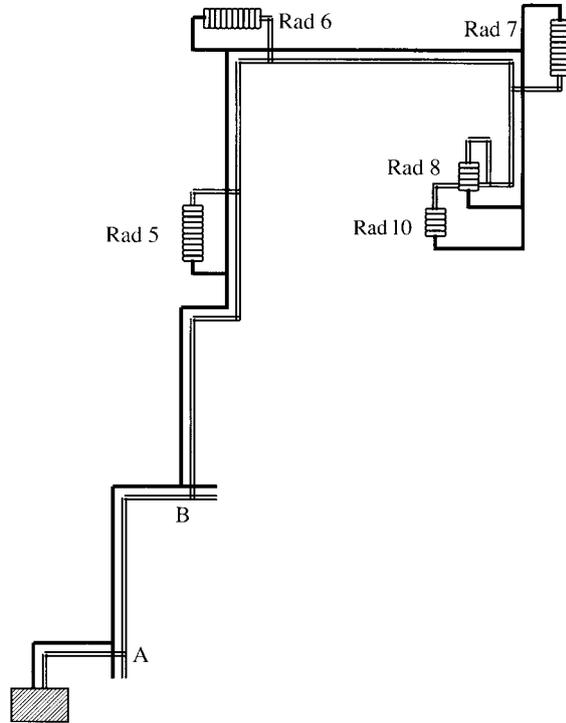
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø (mm)	Perdas (mm.c.a/m)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a/m)
Caldeira - A	12.527	25 x 2,3	17,64	7	123,48
Total Tramo					123,48

Resta-nos agora escolher a bomba para alimentar o circuito de aquecimento; para isso teremos que procurar uma bomba capaz de fornecer caudal a toda a instalação e capaz de vencer as perdas de carga do circuito mais desfavorável.

A perda de carga do circuito mais desfavorável será a soma das válvulas, etc., e as perdas em radiadores, caldeiras, etc.

Neste caso o circuito mais desfavorável é o que vai desde a caldeira até ao radiador 8, tal como mostra o esquema anexo.

Observando a tabela anterior, pode deduzir-se que as perdas de carga devidas ao atrito nos tubos de impulsão e retorno do circuito caldeira-radiador 8 são:



$$\Delta P_{\text{circuito impulsão}} = \Delta P_{\text{CAL-A}} + \Delta P_{\text{A-B}} + \Delta P_{\text{B-RAD10}} = 123,48 + 153,43 + 284,23$$

$$\Delta P_{\text{circuito impulsão}} = \mathbf{561,75 \text{ mm.c.a}}$$

$$\Delta P_{\text{circuito retorno}} = \Delta P_{\text{RAD 10-B}} + \Delta P_{\text{B-A}} + \Delta P_{\text{A-CALD}} = 138,07 + 87,81 + 210,93$$

$$\Delta P_{\text{circuito retorno}} = \mathbf{561,75 \text{ mm.c.a}}$$

As perdas de carga nos acessórios estimam-se em 150 % da perda de carga dos ramais retos:

$$\Delta P_{\text{acessórios}} = \mathbf{168,34 \text{ mm.c.a}}$$

A queda de pressão que a bomba deve vencer será:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{circuito impulsão}} + \Delta P_{\text{circuito retorno}} + \Delta P_{\text{acessórios}} + \Delta P_{\text{caldeira}}$$

Vindo a queda $\Delta P_{\text{caldeira}}$ da caldeira definida pelo fabricante da mesma.

$$\text{Portanto: } \Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{circuito impulsão}} + \Delta P_{\text{circuito retorno}} + \Delta P_{\text{acessórios}} = 561,15 + 561,15 + 168,34$$

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \mathbf{1.290,64 \text{ mm.c.a}} \text{ (sem considerar } \Delta P_{\text{caldeira}} \text{)}$$

Falta conhecer o caudal que a bomba deverá fornecer. Conhecendo a potência da caldeira, podemos calcular este caudal necessário para a instalação com a fórmula: (Imaginando um ΔT do circuito de 20 °C)

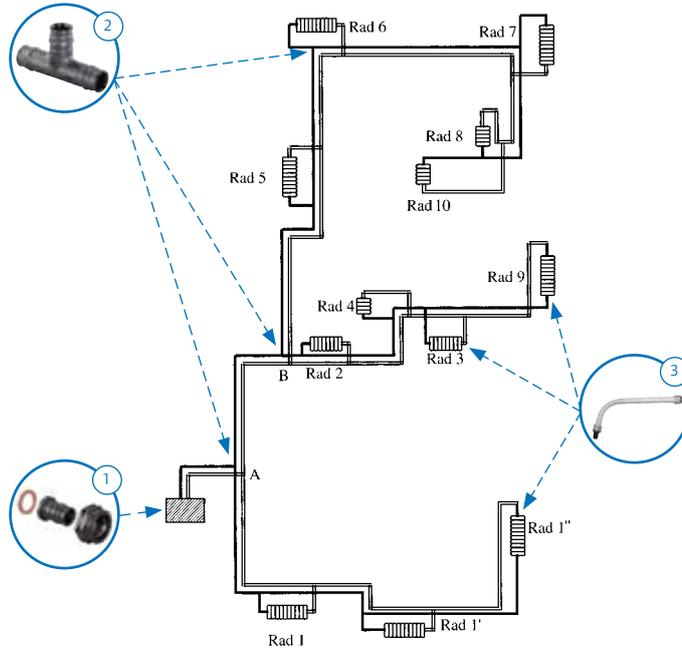
$$Q = \frac{P_{\text{caldeira}}}{\Delta t_{\text{circuito}} \cdot 3.600} \text{ (l/s)} \quad Q = \frac{12.527}{20 \times 3.600} = 0,174 \text{ (l/s)}$$

Portanto, as características da bomba que procuramos serão as seguintes:

$$\mathbf{Q = 0,174 \text{ l/s}} \quad \text{Estariamos a procurar uma bomba capaz de fornecer um caudal de}$$

$$\mathbf{\Delta P = 1,29 \text{ m.c.a}} \quad 0,174 \text{ l/s com uma sobrepressão de 1,29 metros de coluna de água.}$$

2.2.1. Elementos da instalação bitubo



Separação de material

1. Uponor Q&E união porca móvel
2. Uponor Q&E T de redução
3. Uponor Smart Aqua joelho saída radiador Q&E

2.3. Cálculo de uma instalação monotubo

Como já se explicou na secção sobre as particularidades das instalações monotubo, baseiam-se na colocação em série dos emissores, através de um único tubo cuja ida e retorno constituem um circuito fechado, chamado anel, figura 7.

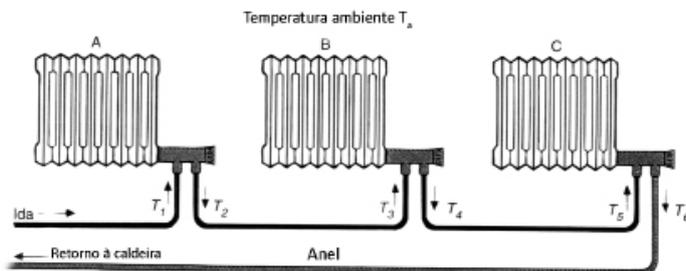
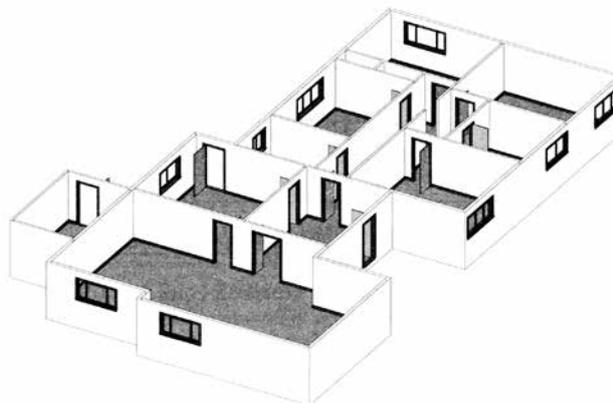


Figura 7. Exemplo de instalação monotubo.

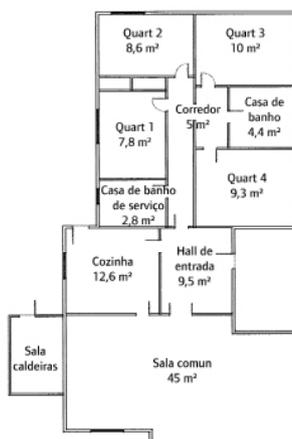
À medida que a água quente vai circulando pelos emissores, a temperatura vai diminuindo e, conseqüentemente, a temperatura de entrada para cada emissor é diferente. Este facto deve ser compensado colocando emissores maiores à medida que avançamos no anel. Para avaliar este facto durante os cálculos, corrigiremos a potência de cada emissor de acordo com o seu número de ordem no anel.



Do mesmo modo, essa diferença de temperaturas condiciona o número máximo de emissores por anel, que se aconselha não seja superior a 6 emissores. Se o número de emissores fosse maior, a água chegaria a uma temperatura tão baixa que este ou seria praticamente inoperante ou o seu tamanho teria de ser excessivamente grande.

Poderia dar-se o caso em que, sendo a potência total necessária muito alta (5500 a 6000 kcal/h) e com 6 ou 7 radiadores, seria mais recomendável fazer dois anéis, mesmo quando o número de emissores nos permitisse fazer apenas um.

A seguir expõe-se o mesmo exemplo de instalação que no capítulo anterior mas com o desenho de uma instalação monotubo. Como pode observar o efeito de ter que instalar dez emissores obriga-nos a pensar diretamente em mais de um anel.



Para simplificar depois de calcular o K_i dos encerramentos, as exigências caloríficas da casa serão.

Sistema monotubular			
Local	Nº	Área (m ²)	Exigência (kcal/h)
Sala comum	1	45	5.625
Cozinha	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Casa de banho de serviço	4	2,8	308
Quart 1	5	7,8	897
Quart 2	6	8,6	989
Quart 3	7	10	1.150
Banho	8	4,4	484
Quart 4	9	9,3	1.070
Corredor	10	5	300
TOTAL CASA			12.527

Os anéis ficarão como se segue:

Anel 1		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Sala de jantar	1	1.856
Sala de jantar	1'	1.913
Vestíbulo	3	570
Total Anel 1		4.339

Anel 2		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Sala de jantar	1''	1.856
Cozinha	2	1.134
Casa de banho de serviço	4	308
Total Anel 2		3.298

Anel 3		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Quart 1	5	897
Quart 2	6	989
Corredor	10	300
Total Anel 1		2.186

Anel 4		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Quart 3	7	1.150
Casa de banho	8	484
Quart 4	9	1.070
Total Anel 4		2.704

Para corrigir as potências de acordo com o número de ordem por anel e emissor utilizarse- à a seguinte tabela:

Nº de ordem do emissor no anel	FATOR DE CORREÇÃO				
	Número de emissores no anel				
	3	4	5	6	7
1	1,06	1,03	1,01	1	0,9
2	1,15	1,10	1,07	1,05	1,04
3	1,25	1,17	1,13	1,10	1,06
4	-	1,25	1,19	1,15	1,12
5	-	-	1,25	1,20	1,15
6	-	-	-	1,25	1,20
7	-	-	-	-	1,25

Assim, por exemplo, no anel n.º 2, com 4 emissores, a potência corrigida do emissor situado na casa de banho de serviço (Rad 4), último do anel, seria:

- Fator de correção conforme tabela: 1.25
- Potência estimada: 308 kcal/h
- Potência corrigida: 385 kcal/h.

A tabela que se segue mostra as potências corrigidas de acordo com

o número de emissores anel e o número de ordem dos mesmos:

Anel 1		Número de emissores no anel = 4		
Local	Potência (kcal/h)	Nº de ordem	Fator de correção	Potência corrigida (kcal/h)
Comedor (1)	1.856	1	1,06	1.967,36
Comedor (1')	1.913	2	1,15	2.199,95
Vestíbulo (3)	570	3	1,25	712,50
Total Anel 1				4.879,81

Anel 2		Número de emissores no anel = 3		
Local	Potência (kcal/h)	Nº de ordem	Fator de correção	Potência corrigida (kcal/h)
Comedor (1'')	1.856	1	1,06	1.967,36
Cocina (2)	1.134	2	1,15	1.304,10
Aseo (4)	308	3	1,25	385,00
Total Anel 2				3.656,46

Anel 3		Número de emissores no anel = 3		
Local	Potência (kcal/h)	Nº de ordem	Fator de correção	Potência corrigida (kcal/h)
Dorm. 1 (5)	897	1	1,06	950,82
Dorm. 2 (6)	989	2	1,15	1.137,35
Pasillo (10)	300	3	1,25	375,00
Total Anel 3				2.463,17

Anel 4		Número de emissores no anel = 4		
Local	Potência (kcal/h)	Nº de ordem	Fator de correção	Potência corrigida (kcal/h)
Dorm. 3 (7)	1.150	3	1,25	1.437,50
Baño (8)	484	2	1,15	556,60
Dorm. 4 (9)	1.070	1	1,06	1.134,20
Total Anel 3				3.128,30

Em seguida escolheremos o tipo de emissor a colocar em cada local de acordo com as tabelas fornecidas por cada fabricante; neste caso escolhemos radiadores de alumínio injetado, de acordo com a tabela anexa.

Modelo	Altura total (mm)	Distância eixos (mm)	Largura frontal (mm)	Profundidade lateral (mm)	Capacidade (l)	Peso (kg)	Ø de ligação	Emissão com $\Delta t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ Conforme Norma UNE 9015-83		Exp. n	Registro no Ministério de Industria
								W	kcal/h		
2000/350	350	260	80	95	0,355	0,950	1"	102,0	88	1,33	1143
2000/600	590	500	80	95	0,510	1,520	1"	174,7	150,2	1,30	1144
2000/700	690	600	80	95	0,535	1,820	1"	201,8	174	1,25	1145

Para calcular o número de elementos por radiador a colocar em cada local, basta dividir o número total de kcal/h que o radiador deve emitir entre as kcal/h que cada elemento emite.

Assim, por exemplo, para o radiador colocado na cozinha escolheu-se um radiador modelo 2000/600, que emite de acordo com a tabela anexa 150,2 kcal/h por elemento.

Sabendo que se considerou a exigência térmica desse local como sendo 1.304 kcal/h obtém-se: N° de elem. Rad. cozinha:

$$= \frac{1.304,10}{150,2} = 8,68 \rightarrow 9 \text{ elementos.}$$

Operando da mesma forma para as restantes divisões obtém-se::

Número de elementos por radiador						
Local	N°	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	N° de elementos	N° total de elementos
Sala de jantar	1	1.967,36	2000/700	174	11,30	12
Sala de jantar	1'	2.199,95	2000/700	174	12,64	13
Sala de jantar	1''	1.967,36	2000/700	174	11,30	12
Cozinha	2	1.304,10	2000/600	150,2	8,68	9
Hall de entrada	3	712,50	2000/350	88	8,09	9
Casa de banho de serviço	4	385	2000/350	88	4,38	5
Quart 1	5	950,82	2000/600	150,2	6,33	7
Quart 2	6	1.137,35	2000/600	150,2	7,57	8
Quart 3	7	1.437,50	2000/600	150,2	9,57	10
Casa de banho	8	556,60	2000/350	88	6,33	7
Quart 4	9	1.134,20	2000/350	150,2	7,55	8
Corredor	10	375	2000/350	88	4,26	5

Em seguida, deveremos escolher os tubos necessários para cada anel; fá-lo-emos em função do caudal total, ou das kcal/h totais por anel para obter, como sempre, perdas de carga mínimas.

Escolhemos novamente tubos Uponor Radi Pipe por ser uma instalação encastrada, ou qualquer outra alternativa que a Uponor oferece para este tipo de instalações.

Portanto, considerando as potências totais por anel, entrando no nomograma de perdas de carga, como em ocasiões anteriores, obtêm-se:

Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
Anel 1	4.879,81	16 x 1,8	38,53	15	577,95
Anel 2	3.656,46	16 x 1,8	23,19	22	510,18
Anel 3	2.463,17	16 x 1,8	11,36	33	374,88
Anel 4	3.128,30	16 x 1,8	17,63	35	617,05
Caldeira - Coletor	14.127,74	25 x 2,3	21,86	4	87,44

Uma vez mais para o cálculo da bomba selecionamos o circuito mais desfavorável; também é necessário ter em conta as perdas de carga nas chaves monotubo, dado que o fabricante deve fornecer, em função do caudal, etc.

Portanto, a perda de carga do circuito mais desfavorável será a soma das perdas de carga devidas ao atrito dos tubos, a devida aos acessórios, chaves monotubo, etc. e às perdas em radiadores, caldeiras, etc. Neste caso o circuito mais desfavorável é o correspondente ao anel n.º 4, como mostra o esquema anexo.

De acordo com a tabela anterior, as perdas de carga no anel 4 serão:

$$\Delta P_{\text{anel4}} = 617,05 \text{ mm.c.a}$$

As perdas de carga nos acessórios, chaves monotubo, estimam-se em 10 %.

$$\Delta P_{\text{acessórios}} = 61,70 \text{ mm.c.a}$$

A perda de carga na caldeira será determinada pelo fabricante

Portanto:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{anel4}} + \Delta P_{\text{acessórios}} = 617,05 + 61,70 = 678,75 \text{ mm.c.a}$$

Falta conhecer o caudal que a bomba deverá fornecer. Conhecendo a potência da caldeira, podemos calcular este caudal necessário para a instalação com a fórmula: (Imaginando um ΔT do circuito de 20 °C)

$$Q = \frac{P_{\text{caldeira}}}{\Delta T_{\text{circuito}} \times 3.600} = (\text{l/s})$$

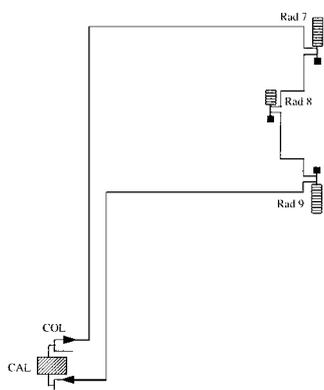
$$Q = \frac{14.127}{20 \times 3.600} = 0,196 \text{ l/s}$$

Portanto, as características da bomba que procuramos serão as seguintes:

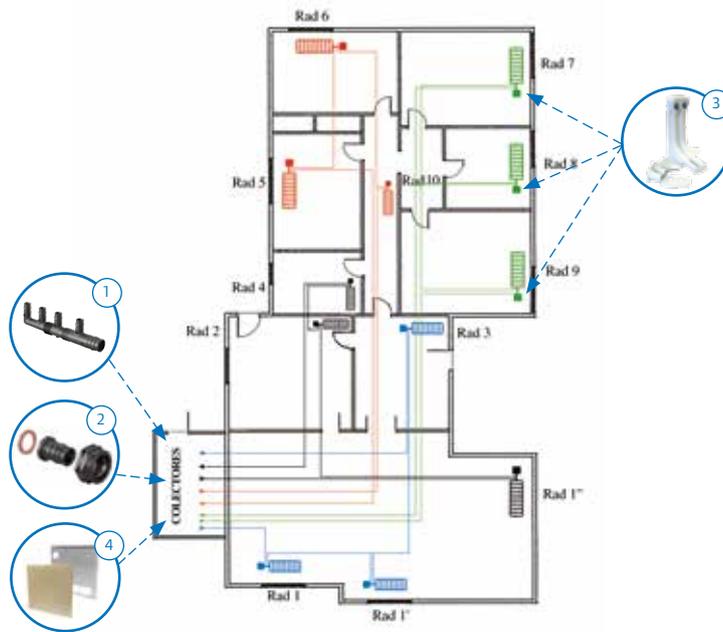
$$Q = 0,196 \text{ l/s}$$

$$\Delta P = 0,67 \text{ m.c.a}$$

Estariamos a procurar uma bomba capaz de fornecer um caudal de 0,196 l/s com uma sobrepressão de 0,67 metros de coluna de água.



2.3.1. Elementos da instalação monotubo

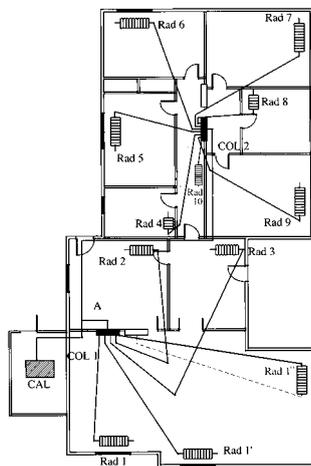


Separação de material

1. Uponor Q&E coletor cônico PPSU
2. Uponor Q&E união porca móvel
3. Uponor Flex guia monotubo
4. Uponor caixa de plástico para coletores

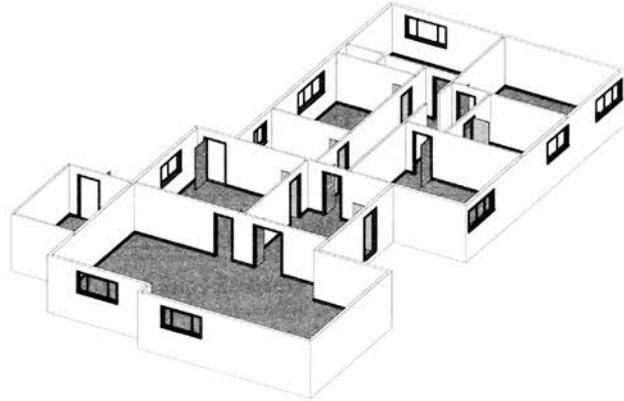
2.4. Cálculo de uma instalação por coletores

Seguindo o exemplo das secções anteriores vamos desenhar uma instalação por coletores. É interessante ter em conta este tipo de sistema pela sua simplicidade de instalação, o seu menor gasto de acessórios e, inclusive, a sua maior facilidade de equilíbrio da instalação.



Para este sistema colocaremos dois coletores independentes, de cinco e sete saídas respetivamente, conforme o esquema.

No presente esquema desenharam-se os tubos de alimentação e retorno claramente diferenciados e separados, no entanto, podem traçar-se os seus percursos de ida e retorno de maneira a que sejam praticamente iguais.



As necessidades caloríficas da casa são:

Sistema coletores			
Local	Nº	Área (m ²)	Exigência (kcal/h)
Sala de jantar	1	45	5.625
Cozinha	2	12,6	1.134
Vestíbulo	3	9,5	570
Casa de banho de serviço	4	2,8	308
Quart 1	5	7,8	897
Quart 2	6	8,6	989
Quart 3	7	10	1.150
Casa de banho	8	4,4	484
Quart 4	9	9,3	1.070
Corredor	10	5	300
TOTAL CASA			12.527

Como nos exemplos anteriores e de acordo com as exigências térmicas de cada local, escolhem-se em primeiro lugar os radiadores e o número de elementos de cada um deles.

Neste caso, a escolha dos radiadores e seus elementos é exatamente a mesma que no sistema bitubo, ou seja:

Número de elementos por radiador						
Local	Nº	kcal/h local	Modelo de radiador	kcal/h por elemento	Nº de elementos	Nº total de elementos
Sala de jantar	1	1.856	2000/700	174	10,67	11
Sala de jantar	1'	1.913	2000/700	174	19,94	20
Sala de jantar	1''	1.856	2000/700	174	10,67	11
Cozinha	2	1.134	2000/600	150,2	7,55	8
Hall de entrada	3	570	2000/350	88	6,48	7
Casa de banho de serviço	4	308	2000/350	88	3,50	4
Quart 1	5	897	2000/600	150,2	5,97	6
Quart 2	6	989	2000/600	150,2	6,58	7
Quart 3	7	1.150	2000/600	150,2	7,66	8
Casa de banho	8	484	2000/350	88	5,50	6
Quart 4	9	1.070	2000/350	150,2	7,72	8
Corredor	10	300	2000/350	88	3,41	4

Coletor 1		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Sala de jantar	1	1.856
Sala de jantar	1'	1.913
Sala de jantar	1''	1.856
Cozinha	2	1.134
Vestíbulo	3	570
Total Coletor 1		7.329

Coletor 2		
Local	Nº	Exigência (kcal/h)
Casa de banho de serviço	4	308
Quart 1	5	897
Quart 2	6	989
Quart 3	7	1.150
Casa de banho	8	484
Quart 4	9	1.070
Corredor	10	300
Total Coletor 2		5.197

Para a escolha de tubos, escolhemos de novo o tubo Uponor Radi Pipe com barreira antidifusão de oxigênio (EVOH), uma vez que se trata de uma instalação embutida.

Como nos exemplos anteriores a escolha do diâmetro do tubo, fizemos em função das perdas de carga e da velocidade, segundo os monogramas que estão nos anexos. A escolha é feita para assegurar perdas de carga mínimas.

A tabela seguinte mostra, como no exemplo anterior, os diâmetros escolhidos e as perdas de carga por circuito.

É preciso ter em conta que neste caso o circuito de ida e o de retorno foram considerados iguais, pelo que, para obter a perda de carga total, bastará multiplicar por dois a perda de carga obtida no circuito

de alimentação ou no de retorno indistintamente. Como se poderá apreciar, o método seguido para o cálculo dos diâmetros é exatamente igual ao seguido no sistema bitubo.

Tendo em vista o nomograma de perdas de carga anexo e em função das kcal/h obteremos um valor de perda de carga por metro linear de tubo.

Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe (Coletor 1)					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
Rad 1	1.856	16 x 1,8	6,83	10	68,30
Rad 1'	1.913	16 x 1,8	7,20	12	86,40
Rad 1''	1.856	16 x 1,8	6,83	12	95,62
Rad 2	1.134	16 x 1,8	2,75	9	24,75
Rad 3	570	16 x 1,8	0,83	11	9,13
Total Coletor 1					284,20

Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe (Coletor 2)					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
Rad 4	308	16 x 1,8	0,26	15	3,90
Rad 5	897	16 x 1,8	1,77	18	31,86
Rad 6	989	16 x 1,8	2,14	12	25,68
Rad 7	1.150	16 x 1,8	2,89	14	40,52
Rad 8	484	16 x 1,8	0,53	6	3,48
Rad 9	1.070	16 x 1,8	2,50	10	25,00
Rad 10	300	16 x 1,8	0,26	8	2,06
Total Coletor 2					132,50

Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe (Tramo A - Coletor 1)					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
A - Coletor 1	7.324	25 x 2,3	6,76	8	54,08
Total A - Coletor 1					54,08

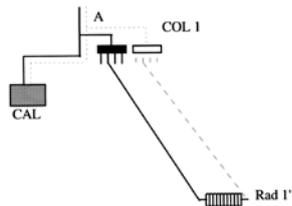
Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe (Tramo A - Coletor 2)					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
A - Coletor 2	5.198	25 x 2,3	3,61	14	50,54
Total A - Coletor 2					50,54

Tabela resumo dimensões de tubos Uponor Radi Pipe (Tramo Caldeira - A)					
Ramal	Potência (kcal/h)	Ø x espessura (mm)	Perdas de carga (mm.c.a)	Comprimento (m)	Total perdas (mm.c.a)
Caldeira - A	12.527	25 x 2,3	17,64	6	105,84
Total Caldeira - A					105,84

Escolhidos os tubos, só nos falta escolher o circulador necessário à instalação; para isso, vejamos primeiro qual é o circuito mais desfavorável.

Como já sabemos, a perda de carga do circuito mais desfavorável será a soma das perdas de carga devidas ao atrito dos tubos, a devida aos coletores, etc. e às perdas em radiadores, caldeiras, etc.

Tendo em vista a tabela, observa-se que o circuito mais desfavorável é o correspondente ao do radiador 1" (Rad 1"), como mostra o esquema anexo:



Portanto, as perdas de carga desde a caldeira até Rad 1" serão:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} &= (\Delta P_{\text{Rad 1''- Col 1}} + \Delta P_{\text{Col 1-A}} + \Delta P_{\text{A-CAL}}) \times 2 \\ \Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} &= (95,62 + 54,08 + 105,84) \times 2 \\ \Delta P_{\text{CAL-Rad 1''}} &= 511,08 \text{ mm.c.a} \end{aligned}$$

As perdas de carga no coletor serão (anexos):

$$\Delta P_{\text{Col}} = 50,99 \text{ mm.c.a}$$

E as perdas de carga na caldeira, tal como nos anos anteriores, serão definidas pelo fabricante.

Portanto:

$$\Delta P_{\text{bomba}} = \Delta P_{\text{CAL - Rad 1}} + \Delta P_{\text{Col}} = 511,08 + 50,99 = 562,07 \text{ mm.c.a}$$

Falta conhecer o caudal que a bomba deverá fornecer. Conhecendo a potência da caldeira, podemos calcular este caudal necessário para a instalação com a fórmula: (Imaginando um ΔT do circuito de 20 °C)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{P_{\text{caldeira}}}{\Delta T_{\text{circuito}} \times 3.600} = (\text{l/s}) \\ Q &= \frac{12.527}{20 \times 3.600} = 0,174 \text{ l/s} \end{aligned}$$

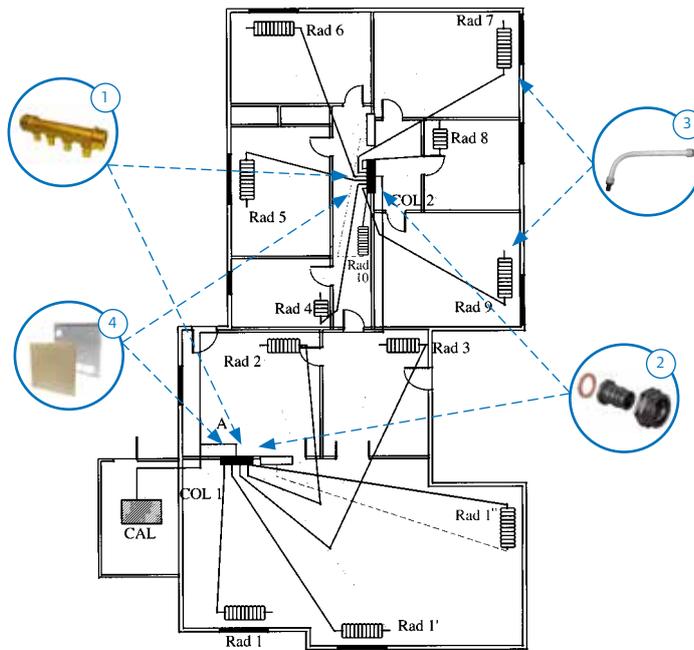
Portanto, as características da bomba que procuramos serão as seguintes:

$$\begin{aligned} Q &= 0,174 \text{ l/s} \\ \Delta P &= 1,56 \text{ m.c.a} \end{aligned}$$

Estariamos a procurar uma bomba capaz de fornecer um caudal de 0,174 l/s com uma sobrepressão de 1,56 metros de coluna de água.

Salientamos que neste tipo de instalação a perda de carga em acessórios é reduzida ao mínimo, dado que os circuitos de ida e retorno fazem-se de forma direta, sem acessórios, devido à grande flexibilidade que os tubos Uponor evalPEX têm. De qualquer forma, anexam-se tabelas de perda de carga equivalentes em acessórios, no anexo, para a realização dos cálculos necessários.

2.4.1. Elementos da instalação por coletores



Separação de material

1. Uponor Q&E coletor fixo
2. Uponor Q&E união porca móvel
3. Uponor Smart Aqua joelho saída radiador Q&E
4. Uponor caixa de plástico para coletores

Salientamos que neste tipo de instalação a perda de carga em acessórios é reduzida ao mínimo, dado que os circuitos de ida e retorno fazem-se de forma direta, sem acessórios, devido à grande flexibilidade que os tubos Uponor evalPEX têm. De qualquer forma, anexam-se tabelas de perda de carga equivalentes em acessórios, no anexo, para a realização dos cálculos necessários.

ANEXOS

TABELAS E DIAGRAMAS

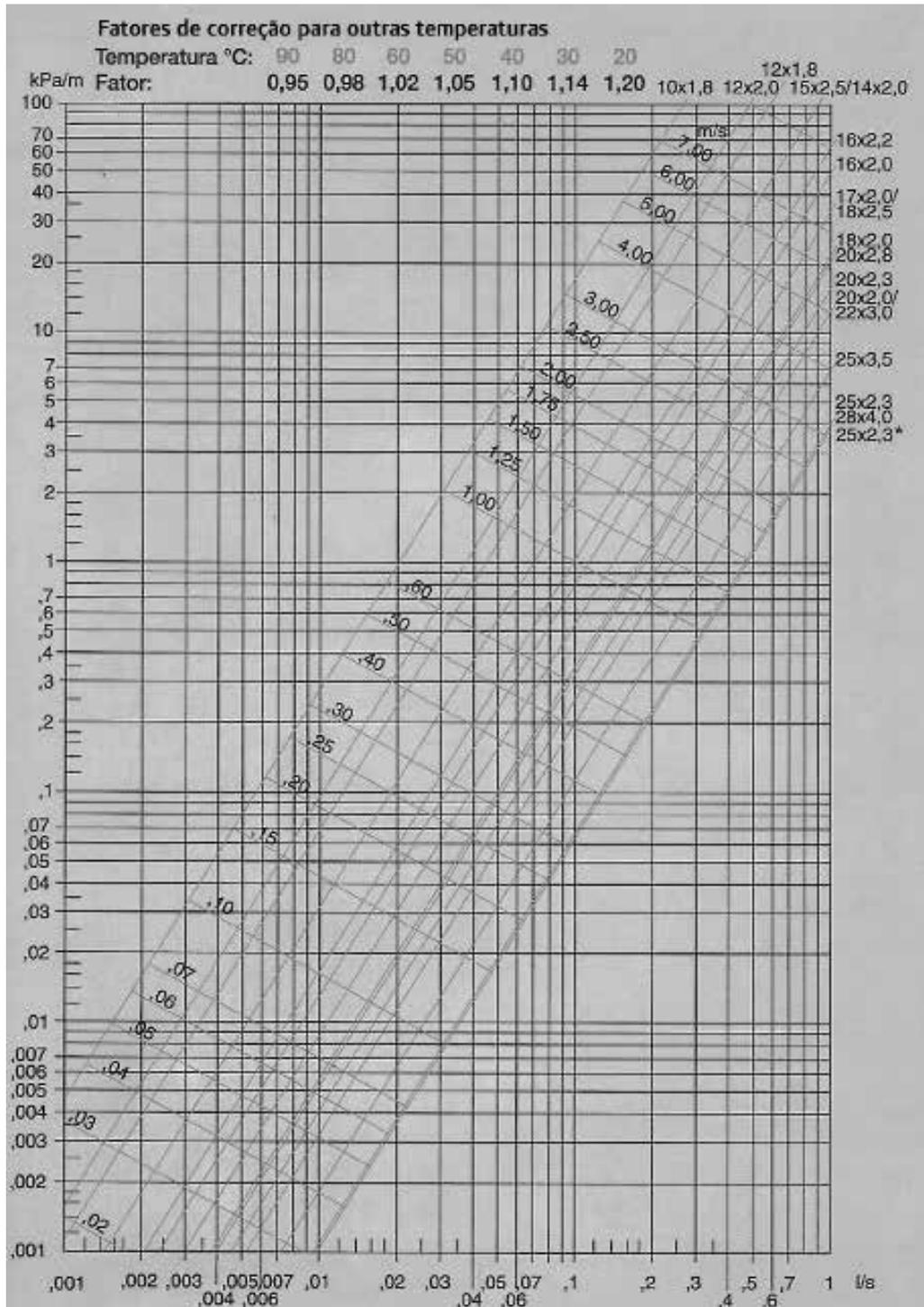


1. Diagramas e tabelas de Tubos Uponor

1.1. Diagrama de queda de pressão em tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Nomograma de perdas de carga Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

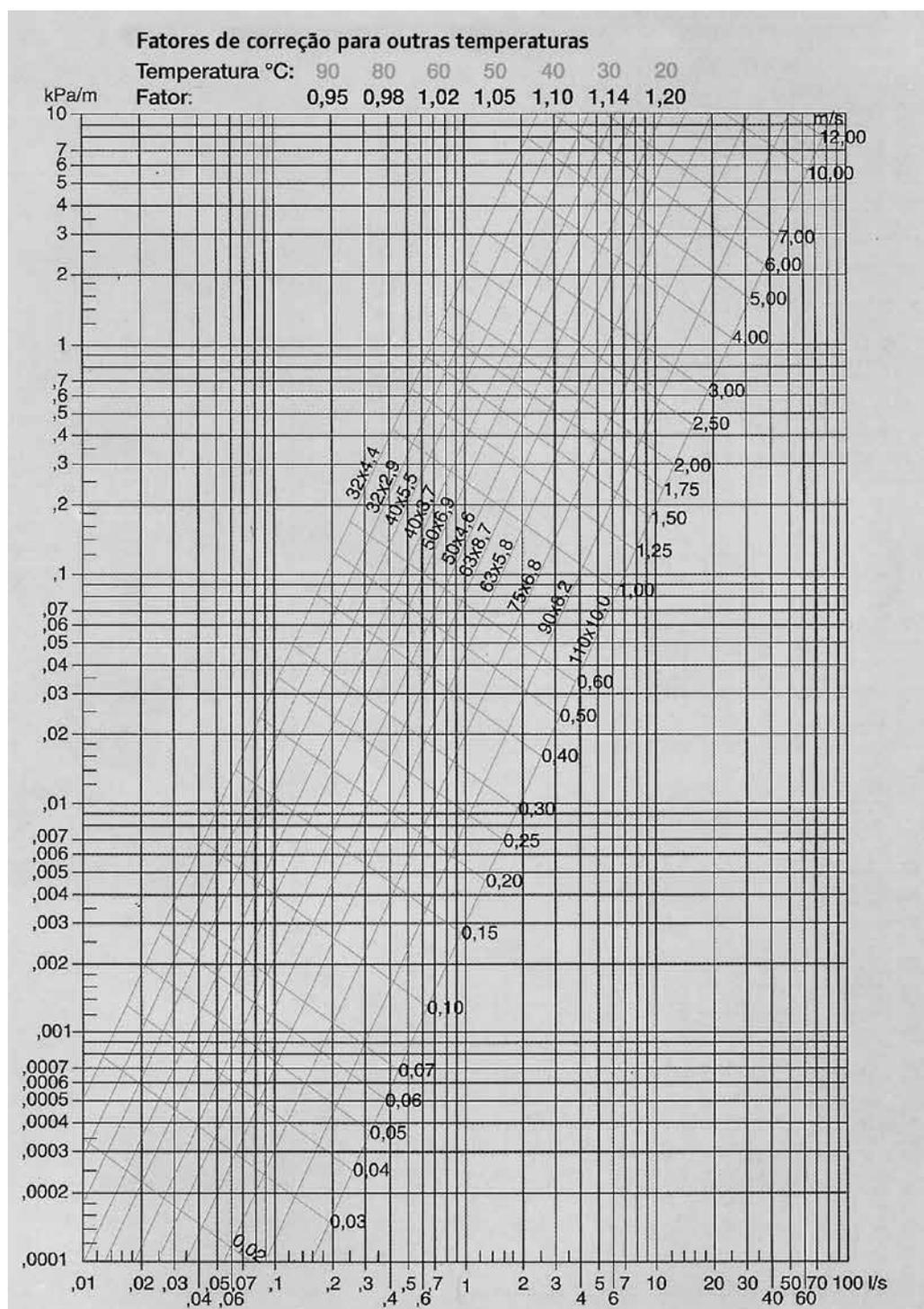
Temperatura da água: 70 °C



*Rugosidade efetiva; 0,0005 mm

Nomograma de perdas de carga Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Temperatura da água: 70 °C



*Rugosidade efetiva; 0,0005 mm

1.2. Tabela de perdas de carga em tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	16 1,8 12,4		20 1,9 16,2		25 2,3 20,4	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
0,01	0,125	0,083	0,032	0,049	0,011	0,031
0,02	0,434	0,166	0,113	0,097	0,038	0,061
0,03	0,900	0,248	0,236	0,146	0,078	0,092
0,04	1,511	0,331	0,396	0,194	0,130	0,122
0,05	2,258	0,414	0,593	0,243	0,194	0,153
0,06	3,136	0,497	0,824	0,291	0,266	0,184
0,07	4,138	0,580	1,086	0,340	0,352	0,214
0,08	5,263	0,662	1,384	0,388	0,447	0,245
0,09	6,506	0,745	1,712	0,437	0,515	0,275
0,10	7,865	0,828	2,070	0,485	0,664	0,306
0,15	16,319	1,242	4,303	0,728	1,366	0,459
0,20	27,392	1,656	7,230	0,970	2,278	0,612
0,25	40,934	2,070	10,815	1,213	3,387	0,765
0,30	56,837	2,484	15,027	1,455	4,684	0,918
0,35	75,016	2,898	19,845	1,698	6,162	1,071
0,40	95,401	3,312	25,252	1,941	7,813	1,224
0,45	117,934	3,726	31,231	2,183	9,633	1,377
0,50	142,565	4,140	37,769	2,426	11,618	1,530
0,55	169,251	4,554	44,856	2,678	13,764	1,683
0,60	197,952	4,968	52,480	2,911	16,067	1,836
0,65	228,633	5,382	6,634	3,154	18,525	1,989
0,70	261,264	5,796	69,308	3,396	21,134	2,142
0,75	295,815	6,244	78,495	3,639	23,893	2,295
0,80	332,261	6,625	88,189	3,881	26,798	2,448
0,85	370,577	7,039	98,362	4,124	29,848	2,601
0,90	410,740	7,453	109,069	4,366	33,042	2,754
0,95	452,729	7,867	120,245	4,609	36,376	2,907
1,00			131,904	4,852	39,850	3,059
1,05			144,042	5,094	43,462	3,212
1,10			156,653	5,337	47,210	3,365
1,15			169,735	5,579	51,093	3,518
1,20			183,281	5,822	55,110	3,671
1,25			197,290	6,064	59,259	3,824
1,30			211,757	6,307	63,539	3,977
1,40			242,050	6,792	72,849	4,283
1,50			274,135	7,277	81,950	4,589
1,60			307,989	7,762	91,916	4,895
1,70			343,588	8,248	102,379	5,201
1,80			380,912	8,733	113,332	5,507
1,90			419,942	9,218	124,768	5,813
2,00			460,661	9,703	136,684	6,119
2,10					149,072	6,425
2,20					161,927	6,731
2,30					175,246	7,037
2,40					189,023	7,343
2,50					203,255	7,649
2,60					217,936	7,955
2,64					223,934	8,077
2,70					233,064	8,261
2,80					248,634	8,567
2,90					264,642	8,873
3,00					281,087	9,178
3,10					297,963	9,484
3,20					315,269	9,790

D_e: Diâmetro externo (mm)

Esp: Espessura (mm)

D_i: Diâmetro interno (mm)

Q: Caudal (l/s)

Vel: Velocidade da água (m/s)

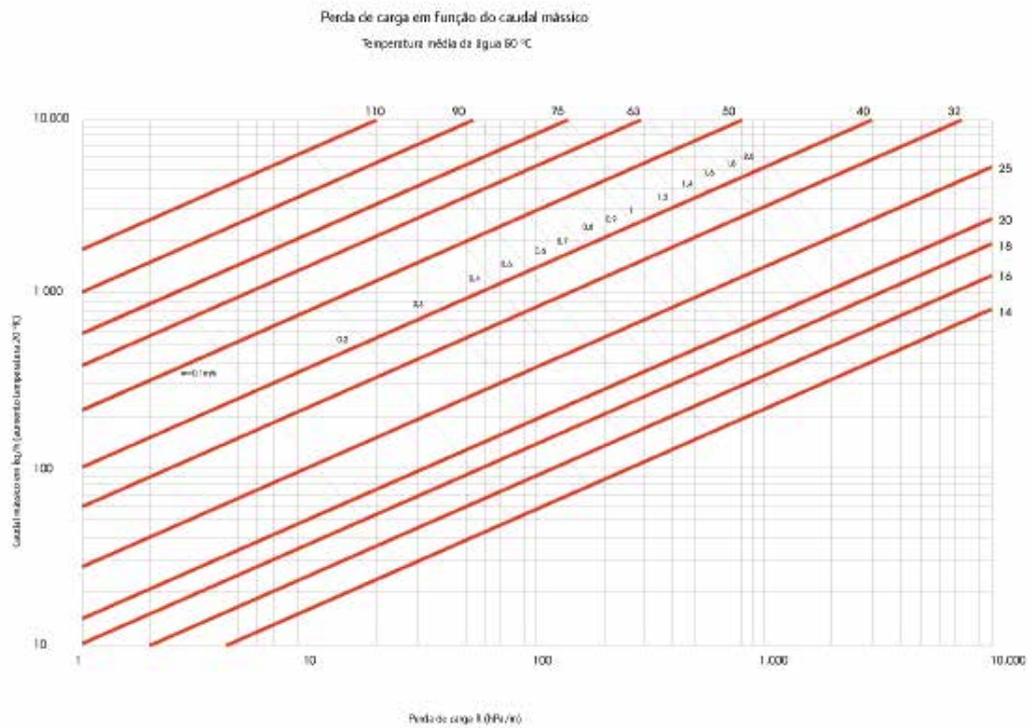
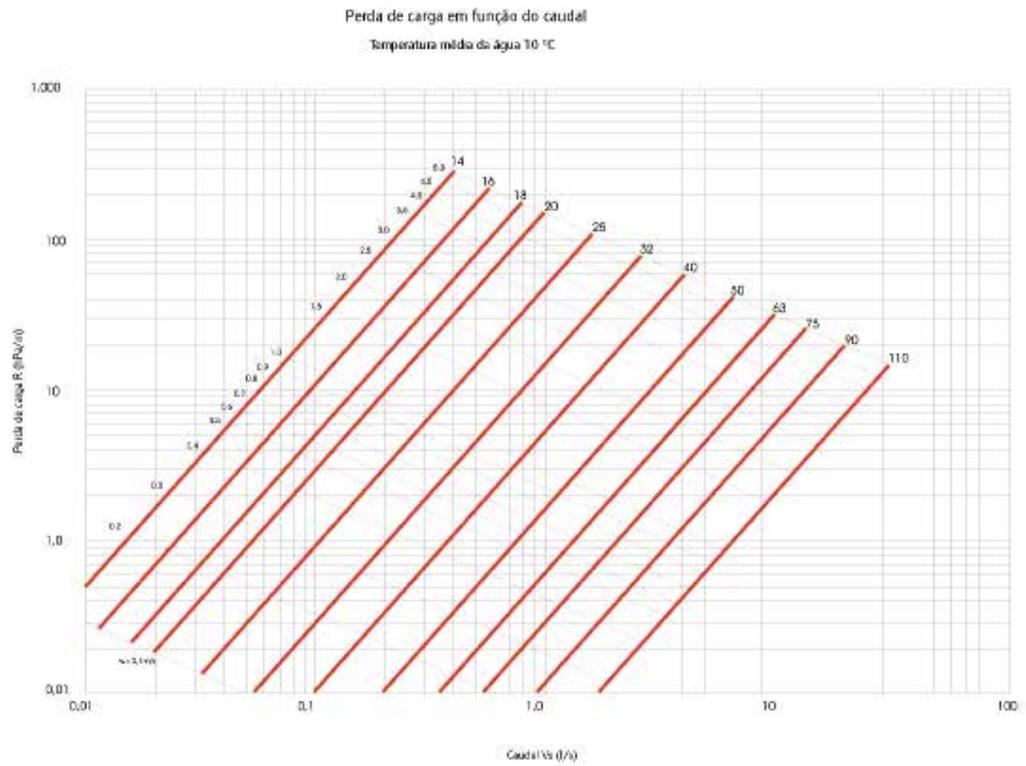
R: Perda de carga (mbar/m)

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	32 2,9 26,2		40 3,7 32,6		50 4,6 40,8	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
0,01	0,003	0,019				
0,02	0,010	0,037				
0,03	0,021	0,056				
0,04	0,036	0,074				
0,05	0,053	0,093				
0,06	0,074	0,111				
0,07	0,097	0,130				
0,08	0,123	0,148				
0,09	0,152	0,167				
0,10	0,184	0,185	0,061	0,120	0,021	0,076
0,15	0,381	0,278	0,126	0,180	0,044	0,115
0,20	0,639	0,371	0,212	0,240	0,074	0,153
0,25	0,954	0,464	0,317	0,300	0,110	0,191
0,30	1,324	0,556	0,440	0,359	0,153	0,229
0,35	1,747	0,649	0,580	0,419	0,201	0,268
0,40	2,220	0,742	0,737	0,479	0,256	0,306
0,45	2,743	0,835	0,911	0,539	0,316	0,344
0,50	3,314	0,927	1,102	0,599	0,382	0,382
0,55	3,933	1,020	1,308	0,659	0,453	0,421
0,60	4,598	1,113	1,529	0,719	0,530	0,459
0,65	5,309	1,206	1,766	0,779	0,611	0,497
0,70	6,065	1,298	2,017	0,839	0,698	0,535
0,75	6,865	1,391	2,284	0,899	0,790	0,574
0,80	7,709	1,484	2,565	0,958	0,888	0,612
0,85	8,596	1,577	2,860	1,018	0,990	0,650
0,90	9,525	1,669	3,170	1,078	1,097	0,688
0,95	10,497	1,762	3,494	1,138	1,208	0,727
1,00	11,510	1,855	3,831	1,198	1,325	0,765
1,05	12,564	1,948	4,183	1,258	1,446	0,803
1,10	13,659	2,040	4,548	1,318	1,572	0,841
1,15	14,794	2,133	4,926	1,378	1,703	0,880
1,20	15,969	2,226	5,318	1,438	1,838	0,918
1,25	17,184	2,319	5,723	1,498	1,978	0,958
1,30	18,438	2,411	6,141	1,557	2,122	0,994
1,40	21,063	2,597	7,017	1,677	2,424	1,071
1,50	23,842	2,782	7,944	1,797	2,743	1,147
1,60	26,772	2,968	8,921	1,917	3,080	1,224
1,70	29,852	3,153	9,949	2,037	3,434	1,300
1,80	33,079	3,339	11,026	2,156	3,806	1,377
1,90	36,453	3,524	12,151	2,276	4,193	1,453
2,00	39,970	3,710	13,326	2,396	4,598	1,530
2,10	43,631	3,895	14,548	2,516	5,019	1,606
2,20	47,433	4,081	15,817	2,636	5,456	1,683
2,30	51,375	4,266	17,133	2,756	5,909	1,759
2,40	55,457	4,452	18,496	2,875	6,378	1,836
2,50	59,675	4,637	19,905	2,995	6,863	1,912
2,60	64,031	4,823	21,359	3,115	7,364	1,989
2,64	65,811	4,897	21,954	3,163	7,568	2,019
2,70	68,522	5,082	22,859	3,235	7,880	2,065
2,80	73,147	5,194	24,404	3,355	8,412	2,142
2,90	77,905	5,379	25,994	3,474	8,959	2,218
3,00	82,796	5,565	27,628	3,594	9,521	2,295
3,10	87,819	5,750	29,306	3,714	10,096	2,371
3,20	92,972	5,936	31,025	3,834	10,690	2,448
3,30	98,255	6,121	32,793	3,954	11,297	2,524
3,40	103,667	6,306	34,602	4,073	11,919	2,601
3,50	109,207	6,492	36,454	4,193	12,556	2,677
3,60	114,875	6,677	38,348	4,313	13,207	2,754
3,70	120,670	6,863	40,285	4,433	13,873	2,930
3,80	126,590	7,048	42,264	4,553	14,553	2,907
3,90	132,636	7,234	44,285	4,672	15,248	2,983
4,00	138,807	7,419	46,347	4,792	15,957	3,059
4,10	145,101	7,605	48,452	4,912	16,680	3,136
4,20	151,519	7,790	50,598	5,032	17,418	3,212
4,30	158,060	7,976	52,785	5,152	18,169	3,289
4,40	164,723	8,161	55,012	5,271	18,935	3,365
4,50			57,281	5,391	19,714	3,442
4,60			59,591	5,511	20,508	3,518
4,70			61,940	5,631	21,315	3,595
4,80			64,330	5,751	22,136	3,671
4,90			66,760	5,870	22,971	3,748
5,00			69,230	5,990	23,819	3,824
5,10			71,740	6,110	24,681	3,901
5,20			74,290	6,230	25,557	3,977
5,30			76,878	6,350	26,446	4,054
5,40					27,348	4,130
5,50					28,264	4,207
5,60					29,193	4,283
5,70					30,135	4,360
5,80					31,091	4,436
5,90					32,060	4,513

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	63 5,8 51,4		75 6,8 61,4		90 8,2 73,6		110 10 90	
	Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)
1,00	0,443	0,482	0,191	0,338	0,081	0,235	0,030	0,157
1,05	0,484	0,506	0,209	0,355	0,088	0,247	0,033	0,165
1,10	0,526	0,530	0,227	0,372	0,096	0,259	0,036	0,173
1,15	0,570	0,554	0,246	0,388	0,104	0,270	0,039	0,181
1,20	0,616	0,578	0,265	0,405	0,113	0,282	0,042	0,189
1,25	0,663	0,602	0,284	0,422	0,121	0,294	0,045	0,196
1,30	0,712	0,627	0,306	0,439	0,130	0,306	0,049	0,204
1,40	0,814	0,675	0,350	0,473	0,149	0,329	0,056	0,220
1,50	0,922	0,723	0,396	0,507	0,169	0,353	0,063	0,236
1,60	1,036	0,771	0,445	0,540	0,190	0,376	0,071	0,252
1,70	1,156	0,819	0,496	0,574	0,212	0,400	0,079	0,267
1,80	1,281	0,867	0,549	0,608	0,235	0,423	0,088	0,283
1,90	1,413	0,916	0,605	0,642	0,259	0,447	0,097	0,299
2,00	1,550	0,964	0,664	0,675	0,285	0,470	0,106	0,314
2,10	1,693	1,012	0,725	0,709	0,311	0,494	0,116	0,330
2,20	1,842	1,060	0,788	0,743	0,338	0,517	0,126	0,346
2,30	1,996	1,108	0,853	0,777	0,367	0,541	0,137	0,362
2,40	2,155	1,157	0,921	0,811	0,396	0,564	0,148	0,377
2,50	2,320	1,205	0,991	0,844	0,427	0,588	0,159	0,393
2,60	2,491	1,253	1,063	0,878	0,458	0,611	0,171	0,409
2,64	2,561	1,272	1,093	0,892	0,471	0,621	0,175	0,415
2,70	2,667	1,301	1,138	0,912	0,491	0,635	0,183	0,424
2,80	2,848	1,349	1,215	0,946	0,524	0,658	0,195	0,440
2,90	3,034	1,398	1,294	0,979	0,558	0,682	0,208	0,456
3,00	3,226	1,446	1,375	1,013	0,594	0,705	0,221	0,472
3,10	3,423	1,494	1,459	1,047	0,630	0,729	0,235	0,487
3,20	3,625	1,542	1,544	1,081	0,668	0,752	0,249	0,503
3,30	3,833	1,590	1,632	1,115	0,706	0,776	0,263	0,519
3,40	4,045	1,639	1,722	1,148	0,745	0,799	0,277	0,534
3,50	4,263	1,687	1,814	1,182	0,786	0,823	0,292	0,550
3,60	4,486	1,735	1,908	1,216	0,827	0,846	0,308	0,566
3,70	4,713	1,783	2,004	1,250	0,869	0,870	0,323	0,582
3,80	4,946	1,831	2,103	1,283	0,912	0,893	0,339	0,597
3,90	5,184	1,880	2,203	1,317	0,956	0,917	0,356	0,613
4,00	5,427	1,928	2,306	1,351	1,001	0,940	0,372	0,629
4,10	5,674	1,976	2,410	1,385	1,047	0,964	0,389	0,644
4,20	5,927	2,024	2,517	1,419	1,094	0,987	0,407	0,660
4,30	6,184	2,072	2,625	1,453	1,141	1,011	0,425	0,676
4,40	6,447	2,120	2,736	1,486	1,190	1,034	0,443	0,692
4,50	6,714	2,169	2,849	1,520	1,239	1,058	0,461	0,707
4,60	6,986	2,217	2,964	1,554	1,290	1,081	0,480	0,723
4,70	7,263	2,265	3,080	1,587	1,341	1,105	0,499	0,739
4,80	7,545	2,313	3,199	1,621	1,393	1,128	0,518	0,755
4,90	7,831	2,361	3,320	1,655	1,446	1,152	0,538	0,770
5,00	8,123	2,410	3,442	1,689	1,500	1,175	0,558	0,786
5,10	8,419	2,458	3,567	1,722	1,555	1,199	0,578	0,802
5,20	8,719	2,506	3,694	1,756	1,611	1,222	0,599	0,817
5,30	9,025	2,554	3,822	1,790	1,668	1,246	0,620	0,833
5,40	9,335	2,602	3,953	1,824	1,725	1,269	0,641	0,849
5,50	9,650	2,651	4,085	1,858	1,784	1,293	0,663	0,865
5,60	9,969	2,699	4,220	1,891	1,843	1,316	0,685	0,880
5,70	10,293	2,747	4,356	1,925	1,903	1,340	0,707	0,896
5,80	10,622	2,795	4,494	1,959	1,964	1,363	0,730	0,912
5,90	10,956	2,843	4,634	1,993	2,026	1,387	0,753	0,927
6,00	11,293	2,892	4,776	2,026	2,089	1,410	0,776	0,943
6,10	11,636	2,940	4,920	2,060	2,152	1,434	0,800	0,959
6,20	11,983	2,988	5,066	2,094	2,217	1,457	0,823	0,975
6,30	12,335	3,036	5,214	2,128	2,282	1,481	0,846	0,990
6,40	12,691	3,084	5,364	2,161	2,348	1,504	0,872	1,006
6,50	13,052	3,133	5,515	2,195	2,415	1,528	0,897	1,022
6,60	13,417	3,181	5,668	2,229	2,483	1,551	0,922	1,037
6,70	13,787	3,229	5,824	2,263	2,552	1,575	0,948	1,053
6,80	14,161	3,277	5,981	2,297	2,621	1,598	0,973	1,069
6,90	14,539	3,325	6,140	2,330	2,691	1,622	0,999	1,085
7,00	14,922	3,374	6,300	2,364	2,763	1,645	1,026	1,100
7,10	15,310	3,422	6,463	2,398	2,835	1,669	1,053	1,116
7,20	15,702	3,470	6,627	2,432	2,908	1,692	1,080	1,132
7,30			6,794	2,465	2,981	1,716	1,107	1,147
7,40			6,962	2,499	3,056	1,739	1,134	1,163
7,50			7,132	2,533	3,131	1,763	1,162	1,179
7,60			7,303	2,567	3,207	1,786	1,191	1,195
7,70			7,477	2,601	3,284	1,810	1,219	1,210
7,80			7,652	2,634	3,362	1,833	1,248	1,226
7,90			7,829	2,668	3,441	1,857	1,277	1,242

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	75		90		110	
	6,8 61,4		8,2 73,6		10 90	
Q (l/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
8	8,008	2,702	3,520	1,880	1,306	1,258
8,10	8,189	2,736	3,600	1,904	1,336	1,273
8,20	8,371	2,769	3,681	1,927	1,366	1,289
8,30	8,566	2,803	3,763	1,951	1,397	1,305
8,40			3,846	1,974	1,427	1,320
8,50			3,929	1,998	1,458	1,336
8,60			4,014	2,021	1,489	1,352
8,70			4,099	2,045	1,521	1,368
8,80			4,184	2,068	1,553	1,383
8,90			4,271	2,092	1,585	1,399
9,00			4,359	2,115	1,617	1,415
10			5,277	2,350	1,957	1,572
11			6,273	2,586	2,326	1,729
12			7,346	2,821	2,722	1,886
13			8,494	3,056	3,147	2,043
14					3,599	2,201
15					4,078	2,358
16					4,583	2,515
17					5,115	2,672
18					5,673	2,829
19					6,256	2,987
20					6,665	3,144

1.3. Diagramas de Quedas de Pressão em tubos multicamada Uponor



1.4. Tabela de perdas de carga em tubos multicamada Uponor

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	16 2,0 12		20 2,25 15,5		25 2,5 20	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
0,01	0,09	0,22	0,05	0,07		
0,02	0,18	0,69	0,11	0,21		
0,03	0,27	1,36	0,16	0,41		
0,04	0,35	2,21	0,21	0,66		
0,05	0,44	3,23	0,26	0,97		
0,06	0,53	4,41	0,32	1,32		
0,07	0,62	5,75	0,37	1,72		
0,08	0,71	7,23	0,42	2,16		
0,09	0,80	8,86	0,48	2,66		
0,10	0,88	10,63	0,53	3,17	0,32	0,95
0,15	1,33	21,49	0,79	6,39		
0,20	1,77	35,52	1,06	10,54	0,64	3,15
0,25	2,21	52,55	1,32	15,56		
0,30	2,65	72,43	1,59	21,41	0,95	6,38
0,35	3,09	95,07	1,85	28,07		
0,40	3,54	120,39	2,12	35,52	1,27	10,55
0,45	3,98	148,33	2,38	43,72		
0,50	4,42	178,83	2,65	52,67	1,59	15,62
0,55	4,86	211,85	2,91	62,35		
0,60	5,31	247,33	3,18	72,74	1,91	21,55
0,65	5,75	285,24	3,44	83,84		
0,70	6,19	325,56	3,71	95,64	2,23	28,30
0,75	6,63	368,25	3,97	108,13		
0,80	7,07	413,27	4,24	121,29	1,55	35,86
0,85			4,50	135,12		
0,90			4,77	149,62	2,86	44,20
0,95			5,03	164,77		
1,00			5,30	180,57	3,18	53,30
1,05			5,56	197,02		
1,10			5,83	214,11	3,50	63,16
1,15			6,09	231,84		
1,20			6,36	250,19	3,82	73,76
1,25			6,62	269,17		
1,30			6,89	288,77	4,14	85,08
1,35			7,15	308,99		
1,40					4,46	97,12
1,50					4,77	109,88
1,60					5,09	123,33

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	32 3,0 26		40 4,0 32		50 4,5 41	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
0,10	0,19	0,28	0,12	0,10	0,08	0,03
0,20	0,38	0,91	0,25	0,34	0,15	0,11
0,30	0,57	1,84	0,37	0,69	0,23	0,21
0,40	0,75	3,03	0,50	1,13	0,30	0,35
0,50	0,94	4,48	0,62	1,67	0,38	0,52
0,60	1,13	6,17	0,75	2,30	0,45	0,71
0,70	1,32	8,10	0,87	3,01	0,53	0,93
0,80	1,51	10,25	0,99	3,81	0,61	1,17
0,90	1,70	12,63	1,12	4,69	0,68	1,44
1,00	1,88	15,22	1,24	5,65	0,76	1,73
1,10	2,07	18,02	1,37	6,69	0,83	2,05
1,20	2,26	21,03	1,49	7,80	0,91	2,39
1,30	2,45	24,24	1,62	8,99	0,98	2,76
1,40	2,64	27,66	1,74	10,25	1,06	3,14
1,50	2,83	31,28	1,87	11,59	1,14	3,55
1,60	3,01	35,09	1,99	13,00	1,21	3,98
1,70	3,20	39,10	2,11	14,48	1,29	4,43
1,80	3,39	43,30	2,24	16,03	1,36	4,90
1,90	3,58	47,69	2,36	17,65	1,44	5,40
2,00	3,77	52,27	2,49	19,34	1,51	5,91
2,10	3,96	57,04	2,61	21,10	1,59	6,45
2,20	4,14	61,99	2,74	22,92	1,67	7,00
2,30	4,33	67,13	2,86	24,82	1,74	7,58
2,40	4,52	72,45	2,98	26,78	1,82	8,18
2,50	4,71	77,96	3,11	28,81	1,89	8,79
2,60	4,90	83,64	3,23	30,90	1,97	9,43
2,70	5,09	89,50	3,36	33,06	2,05	10,09
2,80			3,48	35,28	2,12	10,76
2,90			3,61	37,57	2,20	11,46
3,00			3,73	39,93	2,27	12,17
3,50			4,35	52,65	2,65	16,04
4,00			4,97	66,93	3,03	20,37
4,50			5,60	82,73	3,41	25,17
5,00					3,79	30,41
5,50					4,17	36,09
6,00					4,54	42,22
6,50					4,92	48,77
7,00					5,30	55,74
7,50					5,68	63,13
8,00					6,06	70,94
8,50					6,44	79,16
9,00					6,82	87,78

D _e (mm) Esp (mm) D _i (mm)	63 6 51		75 7,5 60		90 8,5 73		110 10 90	
	Q (l/s)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)	R (mbar/m)	Vel (m/s)
1,00	0,49	0,61	0,35	0,28	0,24	0,11	0,16	0,04
1,25	0,61	0,91	0,44	0,42	0,30	0,17	0,20	0,06
1,50	0,73	1,25	0,53	0,58	0,36	0,23	0,24	0,08
1,75	0,86	1,65	0,62	0,76	0,42	0,30	0,28	0,11
2,00	0,98	2,08	0,71	0,96	0,48	0,38	0,31	0,14
2,25	1,10	2,57	0,80	1,18	0,54	0,46	0,35	0,17
2,50	1,22	3,10	0,88	1,43	0,60	0,56	0,39	0,21
2,75	1,35	3,67	0,97	1,69	0,66	0,66	0,43	0,24
3,00	1,47	4,28	1,06	1,97	0,72	0,77	0,47	0,28
3,25	1,59	4,94	1,15	2,27	0,78	0,89	0,51	0,33
3,50	1,71	5,64	1,24	2,59	0,84	1,01	0,55	0,37
3,75	1,84	6,38	1,33	2,93	0,90	1,15	0,59	0,42
4,00	1,96	7,16	1,41	3,29	0,96	1,29	0,63	0,47
4,25	2,08	7,99	1,50	3,66	1,02	1,43	0,67	0,53
4,50	2,20	8,84	1,59	4,06	1,08	1,59	0,71	0,58
4,75	2,33	9,73	1,68	4,47	1,13	1,75	0,75	0,64
5,00	2,45	10,67	1,77	4,90	1,19	1,92	0,79	0,70
6,00	2,94	14,80	2,12	6,79	1,43	2,65	0,94	0,97
7,00	3,43	19,53	2,48	8,95	1,67	3,49	1,10	1,28
8,00	3,92	24,84	2,83	11,38	1,91	4,44	1,26	1,63
9,00	4,41	30,71	3,18	14,07	2,15	5,49	1,41	2,01
10,00	4,90	37,15	3,54	17,01	2,39	6,63	1,57	2,43
11,00	5,38	44,13	3,89	20,20	2,63	7,87	1,73	2,88
12,00			4,24	23,63	2,87	9,21	1,89	3,37
13,00			4,60	27,31	3,11	10,63	2,04	3,89
14,00			4,95	31,23	3,34	12,16	2,20	4,45
15,00			5,31	35,38	3,58	13,77	2,36	5,03
16,00			5,66	39,77	3,82	15,47	2,52	5,65
17,00			6,01	44,39	4,06	17,27	2,67	6,31
18,00					4,30	19,15	2,83	6,99
19,00					4,54	21,12	2,99	7,71
20,00					4,78	23,17	3,14	8,46
21,00					5,02	25,31	3,30	9,24
22,00					5,26	27,54	3,46	10,05
23,00					5,50	29,86	3,62	10,89
24,00					5,73	32,25	3,77	11,77
25,00							3,93	12,67
26,00							4,09	13,60
27,00							4,24	14,57
28,00							4,40	15,56
29,00							4,56	16,58
30,00							4,72	17,63

2. Isolamentos

Os tubos Uponor oferecem uma série de características que as tornam muito diferentes de outros tubos do mercado.

Do mesmo modo, nos tubos plásticos reduzimos os problemas tão comuns de condensação nos tubos metálicos.

Se adicionarmos a isto que os materiais normais de obra (gesso, cimento, etc.) não provocam dano no tubo, obtemos características ideais para a instalação.

2.1. Regulamento RITE. Isolamento térmico de redes de tubos (IT 1.2.4.2.1)

Todos os tubos e acessórios, bem como equipamentos, aparelhos e depósitos das instalações térmicas, disporão de um isolamento térmico quando contiverem fluidos com:

- Temperatura inferior à temperatura ambiente do local pelo qual circulam.
- Temperatura superior a 40 °C quando estiverem instalados em locais não aquecidos, entre os quais se devem considerar corredores, galerias, pátios, parques de estacionamento, salas de máquinas, tetos falsos e pisos técnicos, entendendo como excluídos os tubos de torres de refrigeração e os tubos de descarga de compressores frigoríficos, exceto quando estiverem ao alcance das pessoas.

2.1.1. Espessuras mínimas de isolamento

Tabla 1.2.4.2.1: Espessuras mínimas de isolamento (mm), de tubos e acessórios que transportam fluidos quentes que circulam pelo interno de edifícios

Ø externo (mm)	Temperatura máxima do fluido (°C)		
	40 a 60	> 60 a 100	> 101 a 180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.3 Espessuras mínimas de isolamento (mm), de tubos e acessórios que transportam fluidos frios que circulam pelo interno de edifícios

Ø externo (mm)	Temperatura máxima do fluido (°C)		
	> -10 a 0	> 0 a 10	> 10
D ≤ 35	30	25	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

As espessuras mínimas de isolamento para ambos os casos foram calculados para um material com condutividade térmica de referência a 10 °C igual a 0,040 W/(m · K)

2.1.2. Isolamento em tubos Uponor

Os tubos Uponor oferecem melhores propriedades de isolamento em comparação com os tubos metálicos de aço e cobre, pelo que, tecnicamente, se poderia reduzir a espessura do isolamento neste tubo, embora, não obstante, recomendemos a adaptação à regulamentação existente em cada país.

2.2. Proteção nos tubos Uponor

Os tubos Uponor não são afetados pelos materiais de obra, quer sejam gessos, cimentos ou qualquer tipo de argamassas, Segundo o Documento Básico de Salubridade HS4, os tubos plásticos e os respetivos acessórios, não sendo afetados pelos materiais da construção, não será necessário protegê-los ao serem encastrados na parede. Por vezes surge a dúvida de protegê-los quando vão ser instalados no exterior de edifícios; pois bem, neste caso recomenda-se proteger os tubos.

2.3. Perdas de calor nos tubos Uponor

2.3.1. Perdas de calor nos tubos expostos Uponor

Objeto de estudo

Avaliar as perdas de calor que ocorrem nos tubos Uponor expostos.

Bases de cálculo

A transmissão de calor desde a água que circula pelo tubo até ao ambiente exterior do local por metro de tubo calcula-se pela fórmula geral:

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta_t$$

Sendo:

- **A**: área de contacto com a superfície exterior.
- **K**: coeficiente total soma de transmissão de calor.
- Δ_t : diferencial de temperatura entre o ambiente exterior e a água do tubo.

$$Q = \frac{\Pi \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{ext-Uponor}})}{\left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} \right) + \left(\frac{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)}{2 \cdot \lambda_1} \right)} \quad (W / m)$$

Considerando que os coeficientes de transmissão de calor λ_i são constantes com a temperatura, e a velocidade da água é de 2 m/s, o valor que os coeficientes assumem é o seguinte:

- α_1 : Coeficiente superficial da água (9.500 W/m²·°C).
- D_1 : Diâmetro interno do tubo Uponor (mm).
- λ_1 : Coeficiente de transmissão de calor dos tubos Uponor.
 - Uponor MLC 0,40 W/m²·°C
 - Uponor PEX 0,35 W/m²·°C
- D_2 : Diâmetro externo do tubo Uponor (mm).
- α_2 : 6 W/m²·°C
- T_{ext} : temperatura ambiente (°C)
- T_{agua} : temperatura da água (°C)

Desta forma, para diferentes diâmetros e saltos térmicos, obteríamos que as perdas de calor (W/m) num tubo exposto multicamada Uponor e Uponor Aqua Pipe son:

Salto térmico (°C)	Tubos multicamada Uponor (Uponor Uni Pipe PLUS / Uponor MLC)									
	16 x 2,0	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3,0	40 x 4,0	50 x 4,5	63 x 6,0	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10,0
	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)
10	85,3	96,5	110,5	119,2	111,3	125,3	118,0	111,9	119,4	124,7
20	170,6	193,1	221,1	238,4	222,6	250,7	236,0	223,9	238,8	249,3
30	255,8	289,6	331,6	357,5	334,0	376,0	354,0	335,8	358,2	374,0
40	341,1	386,2	442,2	476,7	445,3	501,4	472,1	447,7	477,6	498,6
50	426,4	482,7	552,7	595,9	556,6	626,7	290,1	559,6	597,0	623,3
60	511,7	579,3	663,3	715,1	667,9	752,1	708,1	671,6	716,4	748,0
70	597,0	675,8	773,8	834,3	779,2	877,4	826,1	783,5	835,8	872,6
80	682,3	772,3	884,4	953,5	890,5	1002,8	944,1	895,4	955,1	997,3

Salto térmico (°C)	Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)									
	16 x 1,8	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0
	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)
10	84,3	102,2	106,3	108,4	106,3	107,2	107,3	109,3	108,8	109,1
20	168,6	204,3	212,5	216,9	212,7	214,4	214,6	218,5	217,6	218,3
30	252,9	306,5	318,8	325,3	319,0	321,6	321,9	327,8	326,3	327,4
40	337,2	408,6	425,0	433,8	425,3	428,8	429,2	437,0	435,1	436,6
50	421,6	510,8	531,3	542,2	531,6	536,0	536,6	546,3	543,9	545,7
60	505,9	612,9	637,6	650,7	638,0	643,2	643,9	655,5	652,7	654,9
70	590,2	715,1	743,8	759,1	744,3	750,4	751,2	764,8	761,4	764,0
80	674,5	817,3	850,1	867,5	850,6	857,6	858,5	874,1	870,2	873,1

2.3.2. Perdas de calor em tubos

Uponor revestidos

Objeto de estudo

Avaliar as perdas de calor que ocorrem num tubo Uponor revestido com coquilha.

Bases de cálculo

Baseando-nos no exposto até agora, o processo de cálculo das perdas de calor num tubo Uponor revestido seria:

$$Q = \frac{\pi \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})}{\left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot D_1} \right) + \left(\frac{\ln \left(\frac{D_2}{D_1} \right)}{2 \cdot \lambda_1} \right) + \left(\frac{\ln \left(\frac{D_3}{D_2} \right)}{2 \cdot \lambda_2} \right)} \quad (\text{W/m})$$

Considerando que os coeficientes de transmissão de calor λ_i são constantes com a temperatura, e a velocidade da água é de 2 m/s, o valor que os coeficientes assumem é o seguinte:

- α_1 : Coeficiente superficial da água (9.500 W/m²·°C).
- D_1 : Diâmetro interno do tubo Uponor (mm).
- λ_1 : Coeficiente de transmissão de calor do tubos Uponor.
 - Uponor MLC 0,40 W/m·°C
 - Uponor PEX 0,35 W/m·°C
- D_2 : Diâmetro externo do tubo Uponor (mm).
- λ_2 : Coeficiente de transmissão de calor do isolamento (0,040 W/m·°C).
- D_3 : Diâmetro externo di isolamento (mm).
- T_{ext} : temperatura ambiente (°C)
- $T_{\text{água}}$: temperatura da água (°C)

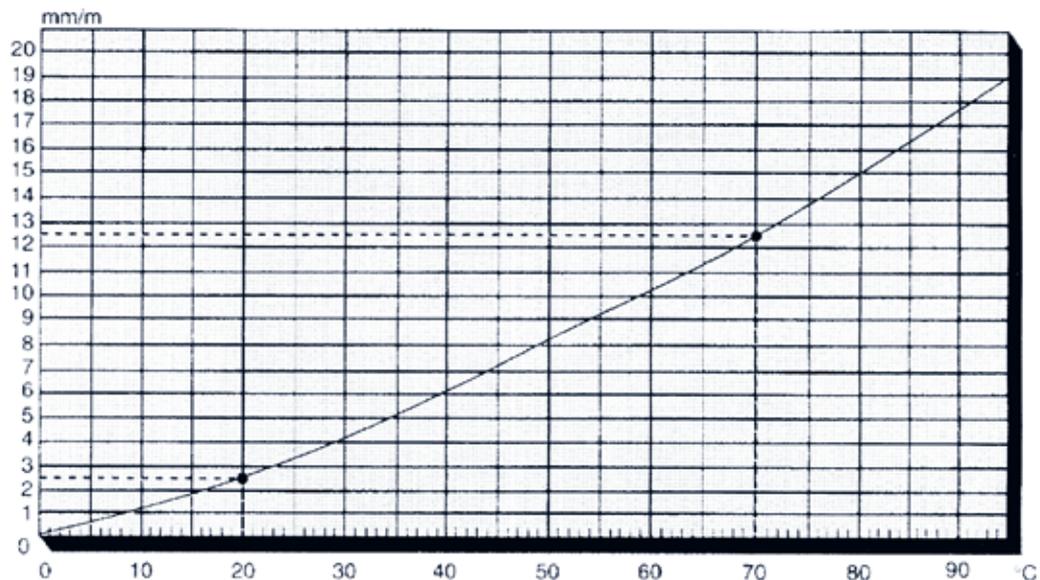
Desta forma, para diferentes diâmetros e saltos térmicos, obteríamos que as perdas de calor (W/m) num tubo Uponor com coquilha são:

Salto térmico (°C)	Tubos multicamada Uponor (Uponor Uni Pipe PLUS / Uponor MLC)									
	16 x 2,0	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3,0	40 x 4,0	50 x 4,5	63 x 6,0	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10,0
	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)
10	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,9	5,6	6,5	7,6
20	3,9	4,5	5,1	6,0	7,0	8,3	9,8	11,2	12,9	15,2
30	5,9	6,7	7,7	9,1	10,5	12,4	14,7	16,8	19,4	22,8
40	7,8	8,9	10,3	12,1	14,0	16,5	19,6	22,3	25,9	30,4
50	9,8	11,2	12,8	15,1	17,6	20,7	24,5	27,9	32,3	38,0
60	11,8	13,4	15,4	18,1	21,1	24,8	29,4	33,5	38,3	45,7
70	13,7	15,6	18,0	21,1	24,6	28,9	34,3	39,1	45,3	53,3
80	15,7	17,9	20,6	24,2	28,1	33,1	39,2	44,7	51,7	60,9

Salto térmico (°C)	Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a)									
	16 x 1,8	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10,0
	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)	Perdas (W/m)
10	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,9	5,6	6,4	7,5
20	3,9	4,5	5,1	6,0	7,0	8,2	9,8	11,2	12,9	15,1
30	5,9	6,7	7,7	9,0	10,5	12,3	14,6	16,7	19,3	22,6
40	7,8	9,0	10,3	12,1	14,0	16,4	19,5	22,3	25,7	30,2
50	9,8	11,2	12,8	15,1	17,5	20,6	24,4	27,9	32,2	37,7
60	11,8	13,4	15,4	18,1	21,0	24,7	29,3	33,5	38,6	45,3
70	13,7	15,7	18,0	21,1	24,5	28,8	34,2	39,1	45,0	52,8
80	15,7	17,9	20,5	24,1	28,1	32,9	39,0	44,6	51,4	60,3

Espessura de isolamento: 20 mm. Para outras espessuras de isolamento, as perdas de calor deveriam calcular-se com a fórmula anteriormente exposta.

3. Expansão térmica Uponor Aqua Pipe (PEX-a)



4. Forças de expansão e contração Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

Dimensão (mm)	Máx. Força de expansão (N)	Máx. Força de contração (N)	Força de contração
25 x 2,3	350	550	200
32 x 2,9	600	1.000	400
40 x 3,7	900	1.500	600
50 x 4,6	1.400	2.300	900
63 x 5,8	2.300	3.800	1.500
75 x 6,8	3.200	5.300	2.100
90 x 8,2	4.600	7.500	2.900
110 x 10	6.900	11.300	4.400

Força máxima de expansão

É a força que surge quando se aquecem tubos fixos até atingir a temperatura máxima de funcionamento de 95 °C.

Força máxima de contração

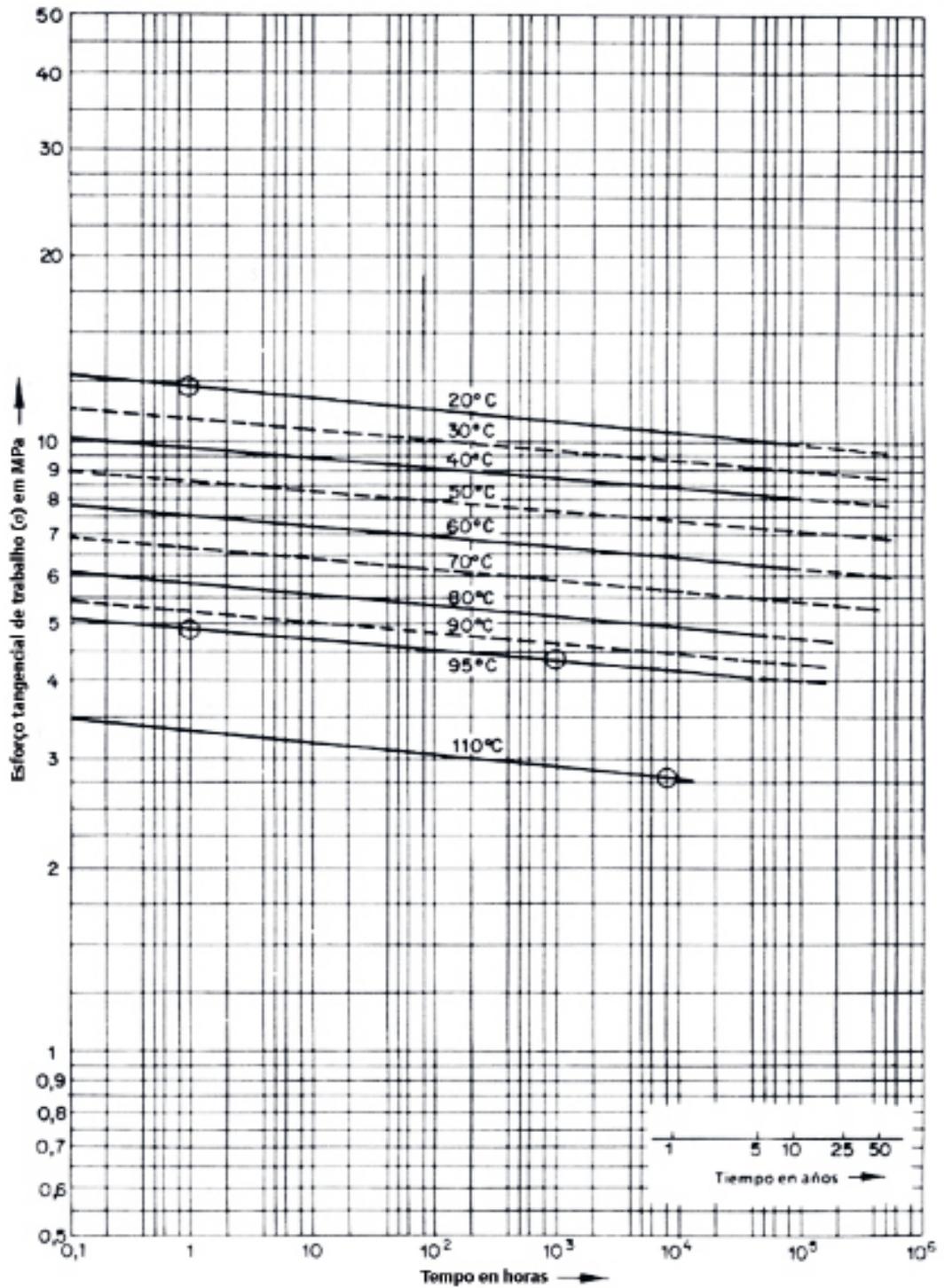
É a força devida à contração térmica quando os tubos tiverem sido instalados numa posição fixa à temperatura máxima de funcionamento.

Força de contração

É a força restante nos tubos à temperatura de instalação devida ao encurtamento longitudinal quando os tubos fixos tiverem estado a uma pressão máxima de funcionamento durante algum tempo.

5. Curvas de regressão Uponor Aqua Pipe (PEX-a)

5.1. Curva de regressão tubos PEX



Curva de regressão mínima tubos PEX.

5.2. Pressão e temperatura de trabalho

A pressão de trabalho pode encontrar-se para qualquer condição de funcionamento a partir do diagrama de esforço tangencial conhecendo a série dos tubos:

Exemplo 1

Qual é a pressão de trabalho contínuo que tubos de Uponor PEX da série 5 conseguem suportar trabalhando continuamente a 60 °C durante 50 anos?

No gráfico procuramos a reta de 60 °C para 50 anos:

- $\sigma = 6 \text{ MPa}$
- $P_t = \sigma / S = 6/5 = 1,2 \text{ MPa}$
- **$P_t = 12 \text{ kg/cm}^2$**

Portanto, os tubos podem trabalhar a 12 kg/cm² e 60°C durante 50 anos.

Exemplo 2

Qual é a pressão de trabalho contínuo que tubos de Uponor PEX da série 5 conseguem suportar trabalhando continuamente a 20 °C durante 50 anos?

No gráfico procuramos a reta de 20 °C para 50 anos:

- $\sigma = 9,5 \text{ MPa}$
- $P_t = \sigma / S = 9,5/5 = 1,9 \text{ MPa}$
- **$P_t = 19 \text{ kg/cm}^2$**

Portanto, os tubos podem trabalhar a 19 kg/cm² e 20 °C durante 50 anos.

6. Coeficiente de simultaneidade para diferentes tipos de edifícios

6.1. Caudal de simultaneidade

Na prática, o funcionamento das torneiras nas instalações de água quente sanitária é breve (menos de 15 minutos, em geral). Não é possível abrir todas as torneiras ao mesmo tempo, por tanto, o caudal instalado reduz-se a um caudal de simultaneidade através de um coeficiente de simultaneidade.

6.1.1. Cálculo do caudal de simultaneidade

O caudal de cálculo ou o caudal simultâneo, Q_c , é o caudal utilizado para o dimensionamento dos diferentes ramais da instalação. Estabelece-se a partir da soma dos caudais instantâneos mínimos, calculados segundo as fórmulas seguintes, dependendo do tipo de edificação. Segundo o Documento de Salubridade, secção HS4, Fornecimento de Água, escolher-se-á o coeficiente de simultaneidade de acordo com um critério adequado. A Uponor baseia-se assim na Norma DIN 1988 devido ao facto desta norma contar com uma vasta gama de coeficientes de simultaneidade em função da casa e do caudal com o qual estejamos a trabalhar.

Edifícios de apartamentos

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Edifícios de escritórios, estações, aeroportos, etc.

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$ (l/s)

Edifícios de hotéis, discotecas, museus

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 1,08 \times (Q_t)^{0,5} - 1,83$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de centros comerciais

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 4,3 \times (Q_t)^{0,27} - 6,65$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de hospitais

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 0,25 \times (Q_t)^{0,65} + 1,25$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s (dependendo dos caudais mínimos):

Si tudo $Q_{\min} < 0,5$ l/s: $Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12$ (l/s)

Si algum $Q_{\min} \geq 0,5$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = (Q_t)^{0,366}$ (l/s)

Edifícios de escolas, complexos desportivos

Para $Q_t > 20$ l/s: $Q_c = 22,5 \times (Q_t)^{0,5} + 11,5$ (l/s)

Para $Q_t \leq 20$ l/s: $Q_t \leq 1$ l/s: $Q_c = Q_t$ (Sem simultaneidade)

$Q_t > 1$ l/s: $Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41$ (l/s)

Para outras construções especiais (quartéis, prisões, seminários, indústrias) há que estabelecer considerações especiais sobre a simultaneidade. Isto deve justificar-se no projeto específico, sendo:

- Caudal instantâneo mínimo Q_{\min} (l/s; l/min; m³/h). Caudal instantâneo que se deve fornecer a cada um dos aparelhos sanitários independentemente do estado de funcionamento.

- Caudal simultâneo ou caudal de cálculo Q_c (l/s; l/min; m³/h). Caudal que se produz através do funcionamento lógico-simultâneo de aparelhos de consumo ou unidades de fornecimento.
- Caudal total instalado, Q_t (l/s; l/min; m³/h). É a soma dos caudais instantâneos mínimos de todos os aparelhos instalados

7. Tabelas de perda de carga em função do fluxo térmico

7.1. Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 16 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
100	0,001	5	0,012	0,000	0,036
150	0,002	7,5	0,017	0,001	0,074
200	0,003	10	0,023	0,001	0,124
250	0,003	12,5	0,029	0,002	0,186
300	0,004	15	0,035	0,003	0,258
350	0,005	17,5	0,040	0,003	0,340
400	0,006	20	0,046	0,004	0,432
450	0,006	22,5	0,052	0,005	0,535
500	0,007	25	0,058	0,006	0,646
550	0,008	27,5	0,063	0,008	0,767
600	0,008	30	0,069	0,009	0,897
650	0,009	32,5	0,075	0,010	1,036
700	0,010	35	0,081	0,012	1,184
750	0,010	37,5	0,086	0,013	1,341
800	0,011	40	0,092	0,015	1,506
850	0,012	42,5	0,098	0,017	1,680
900	0,013	45	0,104	0,019	1,862
950	0,013	47,5	0,109	0,021	2,052
1.000	0,014	50	0,115	0,023	2,251
1.050	0,015	52,5	0,121	0,025	2,457
1.100	0,015	55	0,127	0,027	2,672
1.150	0,016	57,5	0,132	0,029	2,894
1.200	0,017	60	0,138	0,031	3,125
1.250	0,017	62,5	0,144	0,034	3,363
1.300	0,018	65	0,150	0,036	3,609
1.350	0,019	67,5	0,155	0,039	3,863
1.400	0,019	70	0,161	0,041	4,124
1.450	0,020	72,5	0,167	0,044	4,393
1.500	0,021	75	0,173	0,047	4,670
1.550	0,022	77,5	0,178	0,050	4,954
1.600	0,022	80	0,184	0,052	5,245
1.650	0,023	82,5	0,190	0,055	5,544
1.700	0,024	85	0,196	0,058	5,850
1.750	0,024	87,5	0,201	0,062	6,163
1.800	0,025	90	0,207	0,065	6,484
1.850	0,026	92,5	0,213	0,068	6,812
1.900	0,026	95	0,219	0,071	7,147
1.950	0,027	97,5	0,224	0,075	7,489
2.000	0,028	100	0,230	0,078	7,838
2.050	0,028	102,5	0,236	0,082	8,194
2.100	0,029	105	0,242	0,086	8,558
2.150	0,030	107,5	0,247	0,089	8,928
2.200	0,031	110	0,253	0,093	9,305
2.250	0,031	112,5	0,259	0,097	9,690
2.300	0,032	115	0,265	0,101	10,081
2.350	0,033	117,5	0,270	0,105	10,479

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 16 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
2.400	0,033	120	0,276	0,109	10,883
2.450	0,034	122,5	0,282	0,113	11,295
2.500	0,035	125	0,288	0,117	11,713
2.550	0,035	127,5	0,293	0,121	12,138
2.600	0,036	130	0,299	0,126	12,570
2.650	0,037	132,5	0,305	0,130	13,009
2.700	0,038	135	0,311	0,135	13,454
2.750	0,038	137,5	0,316	0,139	13,906
2.800	0,039	140	0,322	0,144	14,364
2.850	0,040	142,5	0,328	0,148	14,829
2.900	0,040	145	0,334	0,153	15,301
2.950	0,041	147,5	0,339	0,158	15,779
3.000	0,042	150	0,345	0,163	16,264
3.050	0,042	152,5	0,351	0,168	16,755
3.100	0,043	155	0,357	0,173	17,253
3.150	0,044	157,5	0,362	0,178	17,757
3.200	0,044	160	0,368	0,183	18,268
3.250	0,045	162,5	0,374	0,188	18,785
3.300	0,046	165	0,380	0,193	19,308
3.350	0,047	167,5	0,385	0,198	19,838
3.400	0,047	170	0,391	0,204	20,374
3.450	0,048	172,5	0,397	0,209	20,917
3.500	0,049	175	0,403	0,215	21,466
3.550	0,049	177,5	0,408	0,220	22,021
3.600	0,050	180	0,414	0,226	22,582
3.650	0,051	182,5	0,420	0,232	23,150
3.700	0,051	185	0,426	0,237	23,724
3.750	0,052	187,5	0,431	0,243	24,304
3.800	0,053	190	0,437	0,249	24,891
3.850	0,053	192,5	0,443	0,255	25,484
3.900	0,054	195	0,449	0,261	26,082
3.950	0,055	197,5	0,454	0,267	26,688
4.000	0,056	200	0,460	0,273	27,299
4.100	0,057	205	0,472	0,285	28,540
4.200	0,058	210	0,483	0,298	29,805
4.300	0,060	215	0,495	0,311	31,095
4.400	0,061	220	0,506	0,324	32,409
4.500	0,063	225	0,518	0,337	33,747
4.600	0,064	230	0,529	0,351	35,109
4.700	0,065	235	0,541	0,365	36,495
4.800	0,067	240	0,552	0,379	37,904
4.900	0,068	245	0,564	0,393	39,338
5.000	0,069	250	0,575	0,408	40,795

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 20 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
500	0,007	25	0,034	0,002	0,168
600	0,008	30	0,040	0,002	0,234
700	0,010	35	0,047	0,003	0,309
800	0,011	40	0,054	0,004	0,393
900	0,013	45	0,061	0,005	0,486
1.000	0,014	50	0,067	0,006	0,588
1.100	0,015	55	0,074	0,007	0,698
1.200	0,017	60	0,081	0,008	0,817
1.300	0,018	65	0,088	0,009	0,944
1.400	0,019	70	0,094	0,011	1,079
1.500	0,021	75	0,101	0,012	1,222
1.600	0,022	80	0,108	0,014	1,372
1.700	0,024	85	0,115	0,015	1,531
1.800	0,025	90	0,121	0,017	1,697
1.900	0,026	95	0,128	0,019	1,871
2.000	0,028	100	0,135	0,021	2,053
2.100	0,029	105	0,142	0,022	2,242
2.200	0,031	110	0,148	0,024	2,438
2.300	0,032	115	0,155	0,026	2,642
2.400	0,033	120	0,162	0,029	2,852
2.500	0,035	125	0,168	0,031	3,070
2.600	0,036	130	0,175	0,033	3,296
2.700	0,038	135	0,182	0,035	3,528
2.800	0,039	140	0,189	0,038	3,767
2.900	0,040	145	0,195	0,040	4,013
3.000	0,042	150	0,202	0,043	4,266
3.100	0,043	155	0,209	0,045	4,526
3.200	0,044	160	0,216	0,048	4,793
3.300	0,046	165	0,222	0,051	5,067
3.400	0,047	170	0,229	0,053	5,347
3.500	0,049	175	0,236	0,056	5,634
3.600	0,050	180	0,243	0,059	5,928
3.700	0,051	185	0,249	0,062	6,229
3.800	0,053	190	0,256	0,065	6,536
3.900	0,054	195	0,263	0,068	6,849
4.000	0,056	200	0,270	0,072	7,169
4.100	0,057	205	0,276	0,075	7,496
4.200	0,058	210	0,283	0,078	7,829
4.300	0,060	215	0,290	0,082	8,169
4.400	0,061	220	0,296	0,085	8,515
4.500	0,063	225	0,303	0,089	8,867
4.600	0,064	230	0,310	0,092	9,226
4.700	0,065	235	0,317	0,096	9,591
4.800	0,067	240	0,323	0,100	9,962
4.900	0,068	245	0,330	0,103	10,339
5.000	0,069	250	0,337	0,107	10,723

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 20 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.100	0,071	255	0,344	0,111	11,113
5.200	0,072	260	0,350	0,115	11,510
5.300	0,074	265	0,357	0,119	11,912
5.400	0,075	270	0,364	0,123	12,321
5.500	0,076	275	0,371	0,127	12,735
5.600	0,078	280	0,377	0,132	13,156
5.700	0,079	285	0,384	0,136	13,583
5.800	0,081	290	0,391	0,140	14,016
5.900	0,082	295	0,398	0,145	14,455
6.000	0,083	300	0,404	0,149	14,900
6.100	0,085	305	0,411	0,154	15,351
6.200	0,086	310	0,418	0,158	15,808
6.300	0,088	315	0,425	0,163	16,271
6.400	0,089	320	0,431	0,167	16,740
6.500	0,090	325	0,438	0,172	17,215
6.600	0,092	330	0,445	0,177	17,696
6.700	0,093	335	0,451	0,182	18,182
6.800	0,094	340	0,458	0,187	18,675
6.900	0,096	345	0,465	0,192	19,173
7.000	0,097	350	0,472	0,197	19,678
7.200	0,100	360	0,485	0,207	20,704
7.400	0,103	370	0,499	0,218	21,753
7.600	0,106	380	0,512	0,228	22,825
7.800	0,108	390	0,526	0,239	23,920
8.000	0,111	400	0,539	0,250	25,038
8.200	0,114	410	0,553	0,262	26,179
8.400	0,117	420	0,566	0,273	27,342
8.600	0,119	430	0,579	0,285	28,528
8.800	0,122	440	0,593	0,297	29,736
9.000	0,125	450	0,606	0,310	30,966
9.200	0,128	460	0,620	0,322	32,219
9.400	0,131	470	0,633	0,335	33,494
9.600	0,133	480	0,647	0,348	34,791
9.800	0,136	490	0,660	0,361	36,109
10.000	0,139	500	0,674	0,374	37,450
10.200	0,142	510	0,687	0,388	38,812
10.400	0,144	520	0,701	0,402	40,196

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 25 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
1.000	0,014	50	0,042	0,002	0,198
1.100	0,015	55	0,047	0,002	0,235
1.200	0,017	60	0,051	0,003	0,274
1.300	0,018	65	0,055	0,003	0,316
1.400	0,019	70	0,059	0,004	0,361
1.500	0,021	75	0,064	0,004	0,408
1.600	0,022	80	0,068	0,005	0,458
1.700	0,024	85	0,072	0,005	0,510
1.800	0,025	90	0,076	0,006	0,564
1.900	0,026	95	0,081	0,006	0,621
2.000	0,028	100	0,085	0,007	0,681
2.100	0,029	105	0,089	0,007	0,743
2.200	0,031	110	0,093	0,008	0,807
2.300	0,032	115	0,098	0,009	0,873
2.400	0,033	120	0,102	0,009	0,942
2.500	0,035	125	0,106	0,010	1,012
2.600	0,036	130	0,110	0,011	1,086
2.700	0,038	135	0,115	0,012	1,161
2.800	0,039	140	0,119	0,012	1,238
2.900	0,040	145	0,123	0,013	1,318
3.000	0,042	150	0,127	0,014	1,400
3.100	0,043	155	0,132	0,015	1,484
3.200	0,044	160	0,136	0,016	1,570
3.300	0,046	165	0,140	0,017	1,659
3.400	0,047	170	0,144	0,017	1,749
3.500	0,049	175	0,149	0,018	1,842
3.600	0,050	180	0,153	0,019	1,936
3.700	0,051	185	0,157	0,020	2,033
3.800	0,053	190	0,161	0,021	2,132
3.900	0,054	195	0,166	0,022	2,232
4.000	0,056	200	0,170	0,023	2,335
4.100	0,057	205	0,174	0,024	2,440
4.200	0,058	210	0,178	0,025	2,547
4.300	0,060	215	0,183	0,027	2,656
4.400	0,061	220	0,187	0,028	2,766
4.500	0,063	225	0,191	0,029	2,879
4.600	0,064	230	0,195	0,030	2,994
4.700	0,065	235	0,200	0,031	3,111
4.800	0,067	240	0,204	0,032	3,229
4.900	0,068	245	0,208	0,033	3,350
5.000	0,069	250	0,212	0,035	3,472
5.200	0,072	260	0,221	0,037	3,723
5.400	0,075	270	0,229	0,040	3,982
5.600	0,078	280	0,238	0,042	4,248
5.800	0,081	290	0,246	0,045	4,521
6.000	0,083	300	0,255	0,048	4,802

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 25 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
6.200	0,086	310	0,263	0,051	5,090
6.400	0,089	320	0,272	0,054	5,386
6.600	0,092	330	0,280	0,057	5,689
6.800	0,094	340	0,289	0,060	5,999
7.000	0,097	350	0,297	0,063	6,317
7.200	0,100	360	0,306	0,066	6,641
7.400	0,103	370	0,314	0,070	6,973
7.600	0,106	380	0,323	0,073	7,311
7.800	0,108	390	0,331	0,077	7,657
8.000	0,111	400	0,340	0,080	8,009
8.400	0,117	420	0,357	0,087	8,735
8.800	0,122	440	0,374	0,095	9,489
9.200	0,128	460	0,391	0,103	10,269
9.600	0,133	480	0,408	0,111	11,076
10.000	0,139	500	0,425	0,119	11,910
10.400	0,144	520	0,442	0,128	12,771
10.800	0,150	540	0,459	0,137	13,657
11.200	0,156	560	0,476	0,146	14,570
11.600	0,161	580	0,493	0,155	15,508
12.000	0,167	600	0,510	0,165	16,471
12.400	0,172	620	0,527	0,175	17,460
12.800	0,178	640	0,544	0,185	18,474
13.200	0,183	660	0,561	0,195	19,513
13.600	0,189	680	0,578	0,206	20,577
14.000	0,194	700	0,595	0,217	21,666
14.400	0,200	720	0,612	0,228	22,778
14.800	0,2063	740	0,629	0,239	23,916
15.200	0,211	760	0,646	0,251	25,077
15.600	0,217	780	0,663	0,263	26,263
16.000	0,222	800	0,680	0,275	27,472
16.400	0,228	820	0,697	0,287	28,705
16.800	0,233	840	0,714	0,300	29,962
17.200	0,239	860	0,731	0,312	31,242
17.600	0,244	880	0,748	0,325	32,546
18.000	0,250	900	0,765	0,339	33,873
18.400	0,256	920	0,782	0,352	35,223
18.800	0,261	940	0,799	0,366	36,596
19.200	0,267	960	0,816	0,380	37,992
19.600	0,272	980	0,833	0,394	39,411
20.000	0,278	1000	0,850	0,409	40,852

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 32 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.000	0,069	250	0,129	0,010	0,956
5.250	0,073	262	0,135	0,010	1,044
5.500	0,076	275	0,142	0,011	1,135
5.750	0,080	287,5	0,148	0,012	1,229
6.000	0,083	300	0,155	0,013	1,327
6.250	0,087	312,5	0,161	0,014	1,428
6.500	0,090	325	0,167	0,015	1,532
6.750	0,094	337,5	0,174	0,016	1,639
7.000	0,097	350	0,180	0,017	1,750
7.250	0,101	362,5	0,187	0,019	1,864
7.500	0,104	375	0,193	0,020	1,981
7.750	0,108	387,5	0,200	0,021	2,101
8.000	0,111	400	0,206	0,022	2,224
8.250	0,115	412,5	0,213	0,024	2,351
8.500	0,118	425	0,219	0,025	2,480
8.750	0,122	437,5	0,225	0,026	2,613
9.000	0,125	450	0,232	0,027	2,748
9.250	0,128	462,5	0,238	0,029	2,887
9.500	0,132	475	0,245	0,030	3,028
9.750	0,135	487,5	0,251	0,032	3,173
10.000	0,139	500	0,258	0,033	3,321
10.250	0,142	512,5	0,264	0,035	3,471
10.500	0,146	525	0,270	0,036	3,625
10.750	0,149	537,5	0,277	0,038	3,781
11.000	0,153	550	0,283	0,039	3,941
11.250	0,156	562,5	0,290	0,041	4,103
11.500	0,160	575	0,296	0,043	4,268
11.750	0,163	587,5	0,303	0,044	4,436
12.000	0,167	600	0,309	0,046	4,607
12.250	0,170	612,5	0,316	0,048	4,781
12.500	0,174	625	0,322	0,050	4,958
12.750	0,177	637,5	0,328	0,051	5,137
13.000	0,181	650	0,335	0,053	5,320
13.500	0,188	675	0,348	0,057	5,693
14.000	0,194	700	0,361	0,061	6,077
14.500	0,201	725	0,374	0,065	6,472
15.000	0,208	750	0,386	0,069	6,879
15.500	0,215	775	0,399	0,073	7,296
16.000	0,222	800	0,412	0,077	7,724
16.500	0,229	825	0,425	0,082	8,163
17.000	0,236	850	0,438	0,086	8,613
17.500	0,243	875	0,451	0,091	9,073
18.000	0,250	900	0,464	0,095	9,544
18.500	0,257	925	0,477	0,100	10,025
19.000	0,264	950	0,489	0,105	10,517
19.500	0,271	975	0,502	0,110	11,019

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 32 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
20.000	0,278	1.000	0,515	0,115	11,532
20.500	0,285	1.025	0,528	0,121	12,055
21.000	0,292	1.050	0,541	0,126	12,588
21.500	0,299	1.075	0,554	0,131	13,132
22.000	0,306	1.100	0,567	0,137	13,685
22.500	0,313	1.125	0,580	0,142	14,249
23.000	0,319	1.150	0,593	0,148	14,823
23.500	0,326	1.175	0,605	0,154	15,406
24.000	0,333	1.200	0,618	0,160	16,000
24.500	0,340	1.225	0,631	0,166	16,604
25.000	0,347	1.250	0,644	0,172	17,217
25.500	0,354	1.275	0,657	0,178	17,841
26.000	0,361	1.300	0,670	0,185	18,474
26.500	0,368	1.325	0,683	0,191	19,117
27.000	0,375	1.350	0,696	0,198	19,769
27.500	0,382	1.375	0,708	0,204	20,432
28.000	0,389	1.400	0,721	0,211	21,104
28.500	0,396	1.425	0,734	0,218	21,786
29.000	0,403	1.450	0,747	0,225	22,477
29.500	0,410	1.475	0,760	0,232	23,178
30.000	0,417	1.500	0,773	0,239	23,888
30.500	0,424	1.525	0,786	0,246	24,608
31.000	0,431	1.550	0,799	0,253	25,337
31.500	0,438	1.575	0,811	0,261	26,076
32.000	0,444	1.600	0,824	0,268	26,824
32.500	0,451	1.625	0,837	0,276	27,581
33.000	0,458	1.650	0,850	0,283	28,348
33.500	0,465	1.675	0,863	0,291	29,124
34.000	0,472	1.700	0,876	0,299	29,910
34.500	0,479	1.725	0,889	0,307	30,704
35.000	0,486	1.750	0,902	0,315	31,508
35.500	0,493	1.775	0,915	0,323	32,321
36.000	0,500	1.800	0,927	0,331	33,143
36.500	0,507	1.825	0,940	0,340	33,975
37.000	0,514	1.850	0,953	0,348	34,815
37.500	0,521	1.875	0,966	0,357	35,665
38.000	0,528	1.900	0,979	0,365	36,523
38.500	0,535	1.925	0,992	0,374	37,391
39.000	0,542	1.950	1,005	0,383	38,267
39.500	0,549	1.975	1,018	0,392	39,153
40.000	0,556	2.000	1,030	0,400	40,048

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 40 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
5.000	0,069	250	0,083	0,003	0,316
5.500	0,076	275	0,092	0,004	0,376
6.000	0,083	300	0,100	0,004	0,439
6.500	0,090	325	0,108	0,005	0,507
7.000	0,097	350	0,116	0,006	0,580
7.500	0,104	375	0,125	0,007	0,656
8.000	0,111	400	0,133	0,007	0,737
8.500	0,118	425	0,141	0,008	0,822
9.000	0,125	450	0,150	0,009	0,911
9.500	0,132	475	0,158	0,010	1,004
10.000	0,139	500	0,166	0,011	1,101
10.500	0,146	525	0,175	0,012	1,202
11.000	0,153	550	0,183	0,013	1,306
11.500	0,160	575	0,191	0,014	1,415
12.000	0,167	600	0,200	0,015	1,528
12.500	0,174	625	0,208	0,016	1,644
13.000	0,181	650	0,216	0,018	1,764
13.500	0,188	675	0,225	0,019	1,888
14.000	0,194	700	0,233	0,020	2,016
14.500	0,201	725	0,241	0,021	2,147
15.000	0,208	750	0,250	0,023	2,282
15.500	0,215	775	0,258	0,024	2,420
16.000	0,222	800	0,266	0,026	2,563
16.500	0,229	825	0,275	0,027	2,708
17.000	0,236	850	0,283	0,029	2,858
17.500	0,243	875	0,291	0,030	3,011
18.000	0,250	900	0,300	0,032	3,167
18.500	0,257	925	0,308	0,033	3,327
19.000	0,264	950	0,316	0,035	3,491
19.500	0,271	975	0,324	0,037	3,658
20.000	0,278	1.000	0,333	0,038	3,828
20.500	0,285	1.025	0,341	0,040	4,002
21.000	0,292	1.050	0,349	0,042	4,179
21.500	0,299	1.075	0,358	0,044	4,360
22.000	0,306	1.100	0,366	0,045	4,544
22.500	0,313	1.125	0,374	0,047	4,731
23.000	0,319	1.150	0,383	0,049	4,922
23.500	0,326	1.175	0,391	0,051	5,116
24.000	0,333	1.200	0,399	0,053	5,313
24.500	0,340	1.225	0,408	0,055	5,514
25.000	0,347	1.250	0,416	0,057	5,718
26.000	0,361	1.300	0,433	0,061	6,136
27.000	0,375	1.350	0,449	0,066	6,567
28.000	0,389	1.400	0,466	0,070	7,010
29.000	0,403	1.450	0,483	0,075	7,467
30.000	0,417	1.500	0,499	0,079	7,936

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 40 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
31.000	0,431	1.550	0,516	0,084	8,418
32.000	0,444	1.600	0,532	0,089	8,913
33.000	0,458	1.650	0,549	0,094	9,420
34.000	0,472	1.700	0,566	0,099	9,940
35.000	0,486	1.750	0,582	0,105	10,472
36.000	0,500	1.800	0,599	0,110	11,016
37.000	0,514	1.850	0,616	0,116	11,572
38.000	0,528	1.900	0,632	0,121	12,141
39.000	0,542	1.950	0,649	0,127	12,721
40.000	0,556	2.000	0,666	0,133	13,314
41.000	0,569	2.050	0,682	0,139	13,918
42.000	0,583	2.100	0,699	0,145	14,535
43.000	0,597	2.150	0,716	0,152	15,163
44.000	0,611	2.200	0,732	0,158	15,803
45.000	0,625	2.250	0,749	0,165	16,455
46.000	0,639	2.300	0,765	0,171	17,118
47.000	0,653	2.350	0,782	0,178	17,793
48.000	0,667	2.400	0,799	0,185	18,480
49.000	0,681	2.450	0,815	0,192	19,178
50.000	0,694	2.500	0,832	0,199	19,887
51.000	0,708	2.550	0,849	0,206	20,608
52.000	0,722	2.600	0,865	0,213	21,340
53.000	0,736	2.650	0,882	0,221	22,084
54.000	0,750	2.700	0,899	0,228	22,839
55.000	0,764	2.750	0,915	0,236	23,605
56.000	0,778	2.800	0,932	0,244	24,383
57.000	0,792	2.850	0,948	0,252	25,171
58.000	0,806	2.900	0,965	0,260	25,971
59.000	0,819	2.950	0,982	0,268	26,782
60.000	0,833	3.000	0,998	0,276	27,603
61.000	0,847	3.050	1,015	0,284	28,436
62.000	0,861	3.100	1,032	0,293	29,280
63.000	0,875	3.150	1,048	0,301	30,135
64.000	0,889	3.200	1,065	0,310	31,000
65.000	0,903	3.250	1,082	0,319	31,877
66.000	0,917	3.300	1,098	0,328	32,764
67.000	0,931	3.350	1,115	0,337	33,662
68.000	0,944	3.400	1,131	0,346	34,571
69.000	0,958	3.450	1,148	0,355	35,491
70.000	0,972	3.500	1,165	0,364	36,421
71.000	0,986	3.550	1,181	0,374	37,362
72.000	1,000	3.600	1,198	0,383	38,314
73.000	1,014	3.650	1,215	0,393	39,276
74.000	1,028	3.700	1,231	0,402	40,249

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 50 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,106	0,004	0,383
11.000	0,153	550	0,117	0,005	0,454
12.000	0,167	600	0,127	0,005	0,531
13.000	0,181	650	0,138	0,006	0,613
14.000	0,194	700	0,149	0,007	0,701
15.000	0,208	750	0,159	0,008	0,793
16.000	0,222	800	0,170	0,009	0,890
17.000	0,236	850	0,181	0,010	0,993
18.000	0,250	900	0,191	0,011	1,100
19.000	0,264	950	0,202	0,012	1,212
20.000	0,278	1.000	0,212	0,013	1,329
21.000	0,292	1.050	0,223	0,015	1,451
22.000	0,306	1.100	0,234	0,016	1,577
23.000	0,319	1.150	0,244	0,017	1,708
24.000	0,333	1.200	0,255	0,018	1,844
25.000	0,347	1.250	0,266	0,020	1,984
26.000	0,361	1.300	0,276	0,021	2,128
27.000	0,375	1.350	0,287	0,023	2,278
28.000	0,389	1.400	0,297	0,024	2,431
29.000	0,403	1.450	0,308	0,026	2,589
30.000	0,417	1.500	0,319	0,028	2,752
31.000	0,431	1.550	0,329	0,029	2,919
32.000	0,444	1.600	0,340	0,031	3,090
33.000	0,458	1.650	0,351	0,033	3,265
34.000	0,472	1.700	0,361	0,034	3,446
35.000	0,486	1.750	0,372	0,036	3,629
36.000	0,500	1.800	0,382	0,038	3,817
37.000	0,514	1.850	0,393	0,040	4,010
38.000	0,528	1.900	0,404	0,042	4,206
39.000	0,542	1.950	0,414	0,044	4,407
40.000	0,556	2.000	0,425	0,046	4,612
41.000	0,569	2.050	0,436	0,048	4,821
42.000	0,583	2.100	0,446	0,050	5,034
43.000	0,597	2.150	0,457	0,053	5,252
44.000	0,611	2.200	0,467	0,055	5,473
45.000	0,625	2.250	0,478	0,057	5,698
46.000	0,639	2.300	0,489	0,059	5,927
47.000	0,653	2.350	0,499	0,062	6,161
48.000	0,667	2.400	0,510	0,064	6,398
49.000	0,681	2.450	0,521	0,066	6,639
50.000	0,694	2.500	0,531	0,069	6,885
52.000	0,722	2.600	0,552	0,074	7,387
54.000	0,750	2.700	0,574	0,079	7,905
56.000	0,778	2.800	0,595	0,084	8,438
58.000	0,806	2.900	0,616	0,090	8,986
60.000	0,833	3.000	0,637	0,096	9,550

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 50 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
62.000	0,861	3.100	0,659	0,101	10,129
64.000	0,889	3.200	0,680	0,107	10,723
66.000	0,971	3.300	0,701	0,113	11,332
68.000	0,944	3.400	0,722	0,120	11,956
70.000	0,972	3.500	0,744	0,126	12,595
72.000	1,000	3.600	0,765	0,132	13,248
74.000	1,028	3.700	0,786	0,139	13,916
76.000	1,056	3.800	0,807	0,146	14,599
78.000	1,083	3.900	0,829	0,153	15,296
80.000	1,111	4.000	0,850	0,160	16,007
82.000	1,139	4.100	0,871	0,167	16,732
84.000	1,167	4.200	0,892	0,175	17,472
86.000	1,194	4.300	0,914	0,182	18,226
88.000	1,222	4.400	0,935	0,190	18,994
90.000	1,250	4.500	0,956	0,198	19,776
92.000	1,278	4.600	0,9877	0,206	20,571
94.000	1,306	4.700	0,999	0,214	21,381
96.000	1,333	4.800	1,020	0,222	22,205
98.000	1,361	4.900	1,041	0,230	23,042
100.000	1,389	5.000	1,062	0,239	23,893
102.000	1,417	5.100	1,084	0,248	24,758
104.000	1,444	5.200	1,105	0,256	25,636
106.000	1,472	5.300	1,126	0,265	26,528
108.000	1,500	5.400	1,147	0,274	27,433
110.000	1,528	5.500	1,169	0,284	28,352
112.000	1,556	5.600	1,190	0,293	29,284
114.000	1,583	5.700	1,211	0,302	30,229
116.000	1,611	5.800	1,232	0,312	31,188
118.000	1,639	5.900	1,254	0,322	32,160
120.000	1,667	6.000	1,275	0,331	33,145
122.000	1,694	6.100	1,296	0,341	34,143
124.000	1,722	6.200	1,317	0,352	35,154
126.000	1,750	6.300	1,339	0,362	36,179
128.000	1,778	6.400	1,360	0,372	37,216
130.000	1,806	6.500	1,381	0,383	38,267
132.000	1,833	6.600	1,402	0,393	39,330
134.000	1,861	6.700	1,424	0,404	40,406

Fatores de correção para outras temperaturas

Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 63 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,067	0,001	0,125
12.000	0,167	600	0,080	0,002	0,174
14.000	0,194	700	0,094	0,002	0,229
16.000	0,222	800	0,107	0,003	0,292
18.000	0,250	900	0,120	0,004	0,361
20.000	0,278	1.000	0,134	0,004	0,437
22.000	0,306	1.100	0,147	0,005	0,519
24.000	0,333	1.200	0,161	0,006	0,608
26.000	0,361	1.300	0,174	0,007	0,702
28.000	0,389	1.400	0,187	0,008	0,803
30.000	0,417	1.500	0,201	0,009	0,910
32.000	0,444	1.600	0,214	0,010	1,022
34.000	0,472	1.700	0,228	0,011	1,141
36.000	0,500	1.800	0,241	0,013	1,265
38.000	0,528	1.900	0,254	0,014	1,395
40.000	0,556	2.000	0,268	0,015	1,530
42.000	0,583	2.400	0,281	0,017	1,672
44.000	0,611	2.200	0,295	0,018	1,818
46.000	0,639	2.300	0,308	0,020	1,970
48.000	0,667	2.400	0,321	0,021	2,128
50.000	0,694	2.500	0,335	0,023	2,291
52.000	0,722	2.600	0,348	0,025	2,459
54.000	0,750	2.700	0,361	0,026	2,633
56.000	0,778	2.800	0,375	0,028	2,812
58.000	0,806	2.900	0,388	0,030	2,996
60.000	0,833	3.000	0,402	0,032	3,185
62.000	0,861	3.100	0,415	0,034	3,380
64.000	0,889	3.200	0,428	0,036	3,579
66.000	0,917	3.300	0,442	0,038	3,784
68.000	0,944	3.400	0,455	0,040	3,994
70.000	0,972	3.500	0,469	0,042	4,208
72.000	1,000	3.600	0,482	0,044	4,428
74.000	1,028	3.700	0,495	0,047	4,653
76.000	1,056	3.800	0,509	0,049	4,883
78.000	1,083	3.900	0,522	0,051	5,118
80.000	1,111	4.000	0,535	0,054	5,357
82.000	1,139	4.100	0,549	0,056	5,602
84.000	1,167	4.200	0,562	0,059	5,851
86.000	1,194	4.300	0,576	0,061	6,106
88.000	1,222	4.400	0,589	0,064	6,365
90.000	1,250	4.500	0,602	0,066	6,628
92.000	1,278	4.600	0,616	0,069	6,897
94.000	1,306	4.700	0,629	0,072	7,171
96.000	1,333	4.800	0,643	0,074	7,449
98.000	1,361	4.900	0,656	0,077	7,732
100.000	1,389	5.000	0,669	0,080	8,019

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 63 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
102.000	1,417	5.100	0,683	0,083	8,311
104.000	1,444	5.200	0,696	0,086	8,608
106.000	1,472	5.300	0,710	0,089	8,910
108.000	1,500	5.400	0,723	0,092	9,216
110.000	1,528	5.500	0,736	0,095	9,527
112.000	1,556	5.600	0,750	0,098	9,842
114.000	1,583	5.700	0,763	0,102	10,162
116.000	1,611	5.800	0,776	0,105	10,487
118.000	1,639	5.900	0,790	0,108	10,816
120.000	1,667	6.000	0,803	0,111	11,149
122.000	1,694	6.100	0,817	0,115	11,488
124.000	1,722	6.200	0,830	0,118	11,830
126.000	1,750	6.300	0,843	0,122	12,177
128.000	1,778	6.400	0,857	0,125	12,529
130.000	1,806	6.500	0,870	0,129	12,885
135.000	1,875	6.750	0,904	0,138	13,795
140.000	1,944	7.000	0,937	0,147	14,732
145.000	2,014	7.250	0,971	0,157	15,697
150.000	2,083	7.500	1,004	0,167	16,689
155.000	2,153	7.750	1,037	0,177	17,708
160.000	2,222	8.000	1,071	0,188	18,754
165.000	2,292	8.250	1,104	0,198	19,827
170.000	2,361	8.500	1,138	0,209	20,926
175.000	2,431	8.750	1,171	0,221	22,052
180.000	2,500	9.000	1,205	0,232	23,204
185.000	2,569	9.250	1,238	0,244	24,382
190.000	2,639	9.500	1,272	0,256	25,586
195.000	2,708	9.750	1,305	0,268	26,816
200.000	2,778	10.000	1,339	0,281	28,072
205.000	2,847	10.250	1,372	0,294	29,353
210.000	2,917	10.500	1,406	0,307	30,660
215.000	2,986	10.750	1,439	0,320	31,992
220.000	3,056	11.000	1,473	0,333	33,350
225.000	3,125	11.250	1,506	0,347	34,732
230.000	3,194	11.500	1,539	0,361	36,140
235.000	3,264	11.750	1,573	0,376	37,572
240.000	3,333	12.000	1,606	0,390	39,030
245.000	3,403	12.250	1,640	0,405	40,512

Fatores de correção para outras temperaturas					
Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 75 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
10.000	0,139	500	0,047	0,001	0,055
15.000	0,208	750	0,070	0,001	0,114
20.000	0,278	1.000	0,094	0,002	0,191
25.000	0,347	1.250	0,117	0,003	0,286
30.000	0,417	1.500	0,141	0,004	0,397
35.000	0,486	1.750	0,164	0,005	0,523
40.000	0,556	2.000	0,188	0,007	0,665
45.000	0,625	2.250	0,211	0,008	0,821
50.000	0,694	2.500	0,235	0,010	0,993
55.000	0,764	2.750	0,258	0,012	1,178
60.000	0,833	3.000	0,281	0,014	1,377
65.000	0,903	3.250	0,305	0,016	1,590
70.000	0,972	3.500	0,328	0,018	1,817
75.000	1,042	3.750	0,352	0,021	2,056
80.000	1,111	4.000	0,375	0,023	2,309
85.000	1,181	4.250	0,399	0,026	2,575
90.000	1,250	4.500	0,422	0,029	2,853
95.000	1,319	4.750	0,446	0,031	3,144
100.000	1,389	5.000	0,469	0,034	3,448
105.000	1,458	5.250	0,493	0,038	3,764
110.000	1,528	5.500	0,516	0,041	4,092
115.000	1,597	5.750	0,539	0,044	4,432
120.000	1,667	6.000	0,563	0,048	4,784
125.000	1,736	6.250	0,586	0,051	5,148
130.000	1,806	6.500	0,610	0,055	5,524
135.000	1,875	6.750	0,633	0,059	5,911
140.000	1,944	7.000	0,657	0,063	6,310
145.000	2,014	7.250	0,680	0,067	6,721
150.000	2,083	7.500	0,704	0,071	7,143
155.000	2,153	7.750	0,727	0,076	7,576
160.000	2,222	8.000	0,751	0,080	8,021
165.000	2,292	8.250	0,774	0,085	8,477
170.000	2,361	8.500	0,797	0,089	8,944
175.000	2,431	8.750	0,821	0,094	9,422
180.000	2,500	9.000	0,844	0,099	9,911
185.000	2,569	9.250	0,868	0,104	10,411
190.000	2,639	9.500	0,891	0,109	10,922
195.000	2,708	9.750	0,915	0,114	11,443
200.000	2,778	10.000	0,938	0,120	11,976
205.000	2,847	10.250	0,962	0,125	12,519
210.000	2,917	10.500	0,985	0,131	13,073
215.000	2,986	10.750	1,009	0,136	13,637
220.000	3,056	11.000	1,032	0,142	14,212
225.000	3,125	11.250	1,055	0,148	14,798
230.000	3,194	11.500	1,079	0,154	15,394
235.000	3,264	11.750	1,102	0,160	16,000

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 75 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
240.000	3,333	12.000	1,126	0,166	16,617
245.000	3,403	12.250	1,149	0,172	17,244
250.000	3,472	12.500	1,173	0,179	17,881
255.000	3,542	12.750	1,196	0,185	18,528
260.000	3,611	13.000	1,220	0,192	19,186
265.000	3,681	13.250	1,243	0,199	19,854
270.000	3,750	13.500	1,266	0,205	20,532
275.000	3,819	13.750	1,290	0,212	21,220
280.000	3,889	14.000	1,313	0,219	21,918
285.000	3,958	14.250	1,337	0,226	22,626
290.000	4,028	14.500	1,360	0,233	23,344
295.000	4,097	14.750	1,384	0,241	24,072
300.000	4,167	15.000	1,407	0,248	24,810
305.000	4,236	15.250	1,431	0,256	25,558
310.000	4,306	15.500	1,454	0,263	26,315
315.000	4,375	15.750	1,478	0,271	27,083
320.000	4,444	16.000	1,501	0,279	27,860
325.000	4,514	16.250	1,524	0,286	28,647
330.000	4,583	16.500	1,548	0,294	29,443
335.000	4,653	16.750	1,571	0,302	30,249
340.000	4,722	17.000	1,595	0,311	31,065
345.000	4,792	17.250	1,618	0,319	31,891
350.000	4,861	17.500	1,642	0,327	32,726
355.000	4,931	17.750	1,665	0,336	33,570
360.000	5,000	18.000	1,689	0,344	34,424
365.000	5,069	18.250	1,712	0,353	35,288
370.000	5,139	18.500	1,736	0,362	36,161
375.000	5,208	18.750	1,759	0,370	37,043
380.000	5,278	19.000	1,782	0,379	37,935
385.000	5,347	19.250	1,806	0,388	38,837
390.000	5,417	19.500	1,829	0,397	39,747
395.000	5,486	19.750	1,853	0,407	40,668

Fatores de correção para outras temperaturas

Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 90 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
50.000	0,694	2.500	0,163	0,004	0,418
55.000	0,764	2.750	0,180	0,005	0,496
60.000	0,833	3.000	0,196	0,006	0,518
65.000	0,903	3.250	0,212	0,007	0,672
70.000	0,972	3.500	0,229	0,008	0,769
75.000	1,042	3.750	0,245	0,009	0,871
80.000	1,111	4.000	0,261	0,010	0,980
85.000	1,181	4.250	0,277	0,011	1,094
90.000	1,250	4.500	0,294	0,012	1,213
95.000	1,319	4.750	0,310	0,013	1,338
100.000	1,389	5.000	0,326	0,015	1,469
105.000	1,458	5.250	0,343	0,016	1,605
110.000	1,528	5.500	0,359	0,017	1,746
115.000	1,597	5.750	0,375	0,019	1,892
120.000	1,667	6.000	0,392	0,020	2,044
125.000	1,736	6.250	0,408	0,022	2,202
130.000	1,806	6.500	0,424	0,024	2,364
135.000	1,875	6.750	0,441	0,025	2,531
140.000	1,944	7.000	0,457	0,027	2,704
145.000	2,014	7.250	0,473	0,029	2,882
150.000	2,083	7.500	0,490	0,031	3,065
155.000	2,153	7.750	0,506	0,033	3,253
160.000	2,222	8.000	0,522	0,034	3,445
165.000	2,292	8.250	0,539	0,036	3,643
170.000	2,361	8.500	0,555	0,038	3,846
175.000	2,431	8.750	0,571	0,041	4,054
180.000	2,500	9.000	0,588	0,043	4,266
185.000	2,569	9.250	0,604	0,045	4,484
190.000	2,639	9.500	0,620	0,047	4,706
195.000	2,708	9.750	0,637	0,049	4,933
200.000	2,778	10.000	0,653	0,052	5,165
205.000	2,847	10.250	0,669	0,054	5,402
210.000	2,917	10.500	0,686	0,056	5,643
215.000	2,986	10.750	0,702	0,059	5,889
220.000	3,056	11.000	0,718	0,061	6,140
225.000	3,125	11.250	0,735	0,064	6,395
230.000	3,194	11.500	0,751	0,067	6,656
235.000	3,264	11.750	0,767	0,069	6,920
240.000	3,333	12.000	0,783	0,072	7,190
245.000	3,403	12.250	0,800	0,075	7,464
250.000	3,472	12.500	0,816	0,077	7,743
260.000	3,611	13.000	0,849	0,083	8,314
270.000	3,750	13.500	0,881	0,089	8,903
280.000	3,889	14.000	0,914	0,095	9,510
290.000	4,028	14.500	0,947	0,101	10,135
300.000	4,167	15.000	0,979	0,108	10,778

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 90 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
310.000	4,306	15.500	1,012	0,114	11,439
320.000	4,444	16.000	1,045	0,121	12,117
330.000	4,583	16.500	1,077	0,128	12,813
340.000	4,722	17.000	1,110	0,135	13,526
350.000	4,861	17.500	1,143	0,143	14,256
360.000	5,000	18.000	1,175	0,150	15,004
370.000	5,139	18.500	1,208	0,158	15,769
380.000	5,278	19.000	1,241	0,166	16,550
390.000	5,417	19.500	1,273	0,173	17,349
400.000	5,556	20.000	1,306	0,182	18,164
410.000	5,694	20.500	1,338	0,190	18,997
420.000	5,833	21.000	1,371	0,198	19,846
430.000	5,972	21.500	1,404	0,207	20,711
440.000	6,111	22.000	1,436	0,216	21,593
450.000	6,250	22.500	1,469	0,225	22,492
460.000	6,389	23.000	1,502	0,234	23,407
470.000	6,528	23.500	1,534	0,243	24,338
480.000	6,667	24.000	1,567	0,253	25,286
490.000	6,806	24.500	1,600	0,262	26,250
500.000	6,944	25.000	1,632	0,272	27,230
510.000	7,083	25.500	1,665	0,282	28,226
520.000	7,222	26.000	1,698	0,292	29,238
530.000	7,361	26.500	1,730	0,303	30,266
540.000	7,500	27.000	1,763	0,313	31,310
550.000	7,639	27.500	1,795	0,324	32,370
560.000	7,778	28.000	1,828	0,334	33,446
570.000	7,917	28.500	1,861	0,345	34,537
580.000	8,056	29.000	1,893	0,356	35,644
590.000	8,194	29.500	1,926	0,386	36,767
600.000	8,333	30.000	1,959	0,379	37,906
610.000	8,472	30.500	1,991	0,391	39,060
620.000	8,611	31.000	2,024	0,402	40,229

Fatores de correção para outras temperaturas

Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 110 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
100.000	1,389	5.000	0,218	0,005	0,549
110.000	1,528	5.500	0,240	0,007	0,652
120.000	1,667	6.000	0,262	0,008	0,763
130.000	1,806	6.500	0,284	0,009	0,882
140.000	1,944	7.000	0,306	0,010	1,009
150.000	2,083	7.500	0,327	0,011	1,143
160.000	2,222	8.000	0,349	0,013	1,285
170.000	2,361	8.500	0,371	0,014	1,434
180.000	2,500	9.000	0,393	0,016	1,590
190.000	2,639	9.500	0,415	0,018	1,754
200.000	2,778	10.000	0,437	0,019	1,924
210.000	2,917	10.500	0,458	0,021	2,102
220.000	3,056	11.000	0,480	0,023	2,287
230.000	3,194	11.500	0,502	0,025	2,478
240.000	3,333	12.000	0,524	0,027	2,677
250.000	3,472	12.500	0,546	0,029	2,882
260.000	3,611	13.000	0,568	0,031	3,094
270.000	3,750	13.500	0,589	0,033	3,313
280.000	3,889	14.000	0,611	0,035	3,539
290.000	4,028	14.500	0,633	0,038	3,771
300.000	4,167	15.000	0,655	0,040	4,010
310.000	4,306	15.500	0,677	0,043	4,255
320.000	4,444	16.000	0,699	0,045	4,507
330.000	4,583	16.500	0,720	0,048	4,765
340.000	4,722	17.000	0,742	0,050	5,030
350.000	4,861	17.500	0,764	0,053	5,301
360.000	5,000	18.000	0,786	0,056	5,578
370.000	5,139	18.500	0,808	0,059	5,862
380.000	5,278	19.000	0,830	0,062	6,152
390.000	5,417	19.500	0,851	0,064	6,448
400.000	5,556	20.000	0,873	0,068	6,751
410.000	5,694	20.500	0,895	0,071	7,059
420.000	5,833	21.000	0,917	0,074	7,374
430.000	5,972	21.500	0,939	0,077	7,695
440.000	6,111	22.000	0,961	0,080	8,022
450.000	6,250	22.500	0,982	0,084	8,355
460.000	6,389	23.000	1,004	0,087	8,695
470.000	6,528	23.500	1,026	0,090	9,040
480.000	6,667	24.000	1,048	0,094	9,391
490.000	6,806	24.500	1,070	0,097	9,748
500.000	6,944	25.000	1,092	0,101	10,112
510.000	7,083	25.500	1,113	0,105	10,481
520.000	7,222	26.000	1,135	0,109	10,856
530.000	7,361	26.500	1,157	0,112	11,237
540.000	7,500	27.000	1,179	0,116	11,624
550.000	7,639	27.500	1,201	0,120	12,016

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Aqua Pipe (PEX-a) e Uponor Radi Pipe (com barreira antidifusão de oxigênio EVOH)

Diâmetro 110 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal de água		Velocidade	Perda de carga	
	kcal/h	l/s	l/h	m/s	kPa/m
560.000	7,778	28.000	1,223	0,124	12,415
570.000	7,917	28.500	1,224	0,128	12,819
580.000	8,056	29.000	1,266	0,132	13,229
590.000	8,194	29.500	1,288	0,136	13,645
600.000	8,333	30.000	1,310	0,141	14,067
610.000	8,472	30.500	1,332	0,145	14,494
620.000	8,611	31.000	1,354	0,149	14,927
630.000	8,750	31.500	1,375	0,154	15,366
640.000	8,889	32.000	1,397	0,158	15,811
650.000	9,028	32.500	1,419	0,163	16,261
660.000	9,167	33.000	1,441	0,167	16,717
670.000	9,306	33.500	1,463	0,172	17,178
680.000	9,444	34.000	1,485	0,176	17,645
690.000	9,583	34.500	1,506	0,181	18,118
700.000	9,722	35.000	1,528	0,186	18,596
710.000	9,861	35.500	1,550	0,191	19,080
720.000	10,000	36.000	1,572	0,196	19,569
730.000	10,139	36.500	1,594	0,201	20,064
740.000	10,278	37.000	1,616	0,206	20,565
750.000	10,417	37.500	1,637	0,211	21,070
760.000	10,556	38.000	1,659	0,216	21,582
770.000	10,694	38.500	1,681	0,221	22,099
780.000	10,833	39.000	1,703	0,226	22,621
790.000	10,972	39.500	1,725	0,231	23,149
800.000	11,111	40.000	1,747	0,237	23,682
825.000	11,458	41.250	1,801	0,250	25,039
850.000	11,806	42.500	1,856	0,264	23,430
875.000	12,153	43.750	1,910	0,279	27,855
900.000	12,500	45.000	1,965	0,293	29,312
925.000	12,847	46.250	2,019	0,308	30,803
950.000	13,194	47.500	2,074	0,323	32,327
975.000	16,542	48.750	2,129	0,339	33,884
1.000.000	13,889	50.000	2,183	0,355	35,473
1.025.000	14,236	51.250	2,238	0,371	37,095
1.050.000	14,583	52.500	2,292	0,387	38,750
1.075.000	14,931	53.750	2,347	0,404	40,437

Fatores de correção para outras temperaturas

Temperatura	90	80	60	50	40
Fator	0,95	0,98	1,02	1,05	1,1

8. Tabelas de perdas de carga em tubos multicamada Uponor

8.1. Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 16 mm / 18 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor Uni Pipe PLUS Ø 16 x 2,0 V/l = 0,11 l/m		Uponor MLC Ø 18 x 2,0 V/l = 0,15 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
200	9	0,02	1	0,02	1
300	13	0,03	3	0,02	1
400	17	0,04	5	0,03	2
500	22	0,06	7	0,04	3
600	26	0,08	9	0,05	4
700	30	0,09	12	0,06	6
800	34	0,10	15	0,06	7
900	39	0,11	18	0,07	9
1.000	43	0,12	21	0,08	10
1.100	47	0,13	25	0,09	12
1.200	52	0,14	29	0,09	14
1.300	56	0,15	33	0,10	16
1.400	60	0,16	38	0,11	18
1.500	65	0,17	42	0,12	21
1.600	69	0,18	47	0,16	23
1.700	73	0,19	53	0,13	25
1.800	78	0,20	58	0,14	28
1.900	82	0,22	64	0,15	31
2.000	86	0,23	69	0,16	34
2.100	90	0,24	76	0,17	36
2.200	95	0,25	82	0,17	40
2.300	99	0,25	88	0,18	43
2.400	103	0,26	95	0,19	46
2.500	108	0,27	102	0,20	49
2.600	112	0,28	109	0,21	53
2.700	116	0,29	116	0,21	56
2.800	121	0,30	124	0,22	60
2.900	125	0,31	132	0,23	64
3.000	129	0,32	140	0,24	67
3.100	133	0,33	148	0,25	71
3.200	138	0,34	156	0,25	75
3.300	142	0,36	165	0,26	79
3.400	146	0,37	173	0,27	84
3.500	151	0,38	182	0,28	88
3.600	155	0,39	191	0,28	92
3.700	159	0,40	201	0,29	97
3.800	164	0,41	210	0,30	101
3.900	168	0,42	220	0,31	106
4.000	172	0,43	230	0,32	111
4.100	177	0,44	240	0,32	116
4.200	181	0,45	250	0,33	121
4.300	185	0,46	261	0,34	126
4.400	189	0,47	271	0,35	131
4.500	194	0,48	282	0,36	136
4.600	198	0,50	293	0,36	141
4.700	202	0,51	305	0,37	147
4.800	207	0,52	316	0,38	152
4.900	211	0,53	327	0,39	158
5.000	215	0,54	339	0,40	163
5.500	237	0,59	401	0,43	193
6.000	258	0,65	467	0,47	224
6.500	280	0,70	537	0,51	258
7.000	301	0,75	611	0,55	294
7.500	323	0,81	690	0,59	331
8.000	344	0,86	773	0,63	372
8.500	366	0,91	860	0,67	413
9.000	388	0,97	951	0,71	456
9.500	409	1,02	1.046	0,75	502

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 20 mm / 25 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 20 x 2,25 V/l = 0,19 l/m		Uponor MLC Ø 25 x 2,5 V/l = 0,31 l/m	
Exigência	Caudal mássico	Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
4.000	172	0,26	68	0,15	21
4.500	194	0,29	84	0,17	25
5.000	215	0,32	101	0,19	30
5.500	237	0,35	119	0,21	36
6.000	258	0,39	138	0,23	41
6.500	280	0,42	159	0,25	47
7.000	301	0,45	181	0,27	54
7.500	323	0,48	204	0,29	61
8.000	344	0,52	229	0,31	68
8.500	366	0,55	254	0,33	76
9.000	388	0,58	281	0,35	84
9.500	409	0,61	309	0,37	92
10.000	431	0,64	338	0,39	101
10.500	452	0,68	369	0,41	107
11.000	474	0,71	400	0,43	119
11.500	495	0,74	433	0,45	129
12.000	517	0,77	466	0,46	139
12.500	538	0,81	501	0,48	149
13.000	560	0,84	537	0,50	160
13.500	581	0,87	574	0,52	170
14.000	603	0,90	612	0,54	182
14.500	624	0,94	651	0,56	193
15.000	646	0,97	692	0,58	205
15.500	667	1,00	733	0,60	217
16.000	689	1,03	775	0,62	230
16.500	711	1,06	819	0,64	243
17.000	732	1,10	863	0,66	256
17.500	754	1,13	909	0,68	269
18.000	775	1,16	955	0,70	283
18.500	797	1,19	1.003	0,72	297
19.000	818			0,74	311
19.500	839			0,76	326
20.000	861			0,77	341
20.500	883			0,79	356
21.000	904			0,81	372
21.500	926			0,83	388
22.000	947			0,85	404
22.500	969			0,87	420
23.000	990			0,89	437
23.500	1.012			0,91	454
24.000	1.033			0,93	471
24.500	1.055			0,95	488
25.000	1.077			0,97	506
25.500	1.098			0,99	524
26.000	1.120			1,01	543
27.000	1.163			1,03	562
28.000	1.206			1,05	581
29.000	1.249			1,07	601
30.000	1.292			1,09	621
31.000	1.335				
32.000	1.378				
33.000	1.421				
34.000	1.464				
35.000	1.507				

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,94	0,97	1,04	1,09

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 32 mm / 40 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor Uni Pipe PLUS Ø 32 x 3,0 V/l = 0,53 l/m		Uponor MLC Ø 40 x 4,0 V/l = 0,80 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
9.000	388	0,21	24	0,01	2
9.500	409	0,22	26	0,02	4
10.000	431	0,23	29	0,03	6
10.500	452	0,24	32	0,04	8
11.000	474	0,25	34	0,06	10
11.500	495	0,26	37	0,08	12
12.000	517	0,28	40	0,10	14
13.000	560	0,30	46	0,12	17
14.000	603	0,32	52	0,15	20
15.000	646	0,34	59	0,19	23
16.500	711	0,38	70	0,22	274
18.000	775	0,41	81	0,26	319
20.000	861	0,46	98	0,30	36
22.500	969	0,52	120	0,34	45
25.000	1.077	0,57	145	0,38	54
27.500	1.142	0,63	160	0,42	64
30.000	1.292	0,69	200	0,45	74
32.500	1.400	0,75	230	0,49	85
35.000	1.507	0,80	263	0,53	97
37.500	1.615	0,86	297	0,57	110
40.000	1.722	0,92	333	0,61	123
42.500	1.830	0,97	371	0,64	137
45.000	1.938	1,03	411	0,68	152
47.500	2.045	1,10	454	0,72	168
50.000	2.153	1,17	498	0,76	184
55.000	2.368	1,24	547	0,83	217
60.000	2.584			0,91	254
65.000	2.799			0,98	293
70.000	3.014			1,06	334
75.000	3.230			1,13	378
80.000	3.445			1,21	425
85.000	3.660			1,29	473
90.000	3.876			1,36	524
95.000	4.091			1,44	578
100.000	4.306			1,51	633
105.000	4.522			1,59	691
110.000	4.737			1,66	751
115.000	4.952			1,74	814
120.000	5.167			1,82	879
125.000	5.382			1,89	946
130.000	5.598			1,97	1.015
140.000	6.029			2,05	1.164
150.000	6.459			2,13	1.322
160.000	6.890			2,22	1.497
170.000	7.321			2,30	1.679
180.000	7.751				
190.000	8.182				
200.000	8.612				
210.000	9.043				
220.000	9.474				
230.000	9.904				
240.000	10.335				
250.000	10.766				
260.000	11.196				

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,94	0,97	1,04	1,09

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 50 mm / 63 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor MLC Ø 50 x 4,5		Uponor MLC Ø 63 x 2,5	
		V/l = 1,32 l/m		V/l = 2,04 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
20.000	861	0,18	11	0,12	4
22.500	969	0,21	14	0,13	5
25.000	1.077	0,23	17	0,15	6
27.500	1.184	0,25	20	0,16	7
30.000	1.292	0,28	23	0,18	8
32.500	1.400	0,30	26	0,19	9
35.000	1.507	0,32	30	0,21	11
37.500	1.615	0,35	34	0,22	12
40.000	1.722	0,37	38	0,24	13
42.500	1.830	0,39	42	0,25	15
45.000	1.938	0,41	47	0,27	16
47.500	2.045	0,44	51	0,28	18
50.000	2.153	0,46	56	0,30	20
52.500	2.261	0,48	61	0,31	22
55.000	2.368	0,51	67	0,33	23
57.500	2.476	0,53	72	0,34	25
60.000	2.584	0,55	78	0,36	27
62.500	2.691	0,58	83	0,37	29
65.000	2.799	0,60	90	0,39	32
67.500	2.907	0,62	96	0,40	34
70.000	3.014	0,65	102	0,42	36
72.500	3.122	0,67	109	0,43	38
75.000	3.230	0,69	115	0,45	41
77.500	3.337	0,71	122	0,46	43
80.000	3.445	0,74	135	0,48	46
82.500	3.553	0,76	130	0,49	48
85.000	3.660	0,78	144	0,51	51
87.500	3.768	0,81	152	0,52	53
90.000	3.876	0,83	160	0,54	56
92.500	3.983	0,85	168	0,55	59
95.000	4.091	0,88	176	0,57	62
97.500	4.199	0,90	184	0,58	65
100.000	4.306	0,92	193	0,60	68
105.000	4.522	0,97	211	0,63	74
110.000	4.737	1,01	229	0,66	80
115.000	4.952	1,06	248	0,69	87
120.000	5.167	1,11	267	0,71	94
125.000	5.382	1,15	288	0,74	101
130.000	5.598	1,20	309	0,77	108
135.000	5.813	1,24	330	0,80	116
140.000	6.029	1,29	353	0,83	124
145.000	6.244	1,34	376	0,86	132
150.000	6.459	1,38	399	0,89	140
160.000	6.890	1,47	448	0,95	157
170.000	7.321	1,57	500	1,01	175
180.000	7.751	1,66	554	1,07	194
190.000	8.182	1,75	610	1,13	214
200.000	8.612	1,84	670	0,19	235
210.000	9.043	1,94	732	1,25	256
220.000	9.474	2,03	796	1,31	279
230.000	9.904	2,12	862	1,37	302
240.000	10.335	2,21	931	1,43	326
250.000	10.766	2,30	1.003	1,49	351
260.000	11.196	2,39	1.072	1,55	377

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,94	0,97	1,04	1,09

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 75 mm / 90 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor MLC Ø 75 x 7,5 V/l = 2,83 l/m		Uponor MLC Ø 90 x 8,5 V/l = 4,18 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
50.000	2.153	0,22	9	0,15	4
60.000	2.584	0,26	13	0,17	5
70.000	3.014	0,30	17	0,20	6
80.000	3.445	0,34	21	0,23	8
90.000	3.876	0,39	26	0,26	10
100.000	4.306	0,43	31	0,29	12
110.000	4.737	0,47	37	0,32	14
120.000	5.167	0,52	43	0,35	17
130.000	5.598	0,56	50	0,38	19
140.000	6.029	0,60	57	0,41	22
150.000	6.459	0,65	64	0,44	25
160.000	6.890	0,69	72	0,47	28
170.000	7.321	0,73	80	0,49	31
180.000	7.751	0,77	89	0,52	35
190.000	8.182	0,82	98	0,55	38
200.000	8.612	0,86	108	0,58	42
210.000	9.043	0,90	118	0,61	46
220.000	9.474	0,95	128	0,64	52
230.000	9.904	0,99	138	0,67	54
240.000	10.335	1,03	149	0,70	58
250.000	10.766	1,08	161	0,73	63
260.000	11.196	1,12	173	0,76	67
270.000	11.627	1,16	185	0,79	72
280.000	12.057	1,21	197	0,81	77
290.000	12.488	1,25	210	0,84	82
300.000	12.919	1,29	223	0,87	87
310.000	13.349	1,33	237	0,90	92
320.000	13.780	1,38	251	0,93	98
330.000	14.211	1,42	265	0,96	103
340.000	14.641	1,46	280	0,99	109
350.000	15.072	1,51	295	1,02	115
360.000	15.502	1,55	310	1,05	121
370.000	15.933	1,59	326	1,08	127
380.000	16.364	1,64	342	1,10	133
390.000	16.794	1,68	359	1,13	140
400.000	17.225	1,72	375	1,16	146
410.000	17.656	1,76	392	1,19	153
420.000	18.086	1,81	410	1,22	160
430.000	18.517	1,85	428	1,25	167
440.000	18.947	1,89	446	1,28	174
450.000	19.378	1,94	464	1,31	181
460.000	19.809	1,98	483	1,34	188
470.000	20.239	2,02	503	1,37	196
480.000	20.670	2,07	522	1,40	203
490.000	21.100	2,11	542	1,42	211
500.000	21.531	2,15	562	1,45	219
510.000	21.962	2,20	583	1,48	227
520.000	22.392	2,24	604	1,51	235
530.000	22.823	2,28	625	1,54	243
540.000	23.254	2,32	646	1,57	251
550.000	23.675	2,36	667	1,60	259
560.000	24.102	2,41	688	1,63	267
570.000	24.435	2,45	709	1,66	276
580.000	24.874	2,50	730	1,69	283

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,94	0,97	1,04	1,09

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 110 mm

Salto térmico: 20 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

		Uponor MLC Ø 110 x 10,0 V/l = 6,63 l/m	
Exigência	Caudal mássico	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
100.000	4.306	0,19	4
110.000	4.737	0,21	5
120.000	5.167	0,23	6
130.000	5.598	0,25	7
140.000	6.029	0,27	8
150.000	6.459	0,29	9
160.000	6.890	0,31	10
170.000	7.321	0,33	12
180.000	7.751	0,34	13
190.000	8.182	0,36	14
200.000	8.612	0,38	15
210.000	9.043	0,40	17
220.000	9.474	0,42	18
230.000	9.904	0,44	20
240.000	10.335	0,46	21
250.000	10.766	0,48	23
260.000	11.196	0,50	25
270.000	11.627	0,52	26
280.000	12.057	0,54	28
290.000	12.488	0,55	30
300.000	12.919	0,57	32
310.000	13.349	0,59	34
320.000	13.780	0,61	36
330.000	14.211	0,63	38
340.000	14.641	0,65	40
350.000	15.072	0,67	42
360.000	15.502	0,69	44
370.000	15.933	0,71	46
380.000	16.364	0,73	49
390.000	16.794	0,75	51
400.000	17.225	0,77	53
410.000	17.656	0,78	56
420.000	18.086	0,80	58
430.000	18.517	0,82	61
440.000	18.947	0,84	63
450.000	19.378	0,86	66
460.000	19.809	0,88	69
470.000	20.239	0,90	71
480.000	20.670	0,92	74
490.000	21.100	0,94	77
500.000	21.513	0,96	80
550.000	23.450	1,05	84
600.000	25.837	1,14	87
650.000	27.750	1,23	91
700.000	30.143	1,32	94
750.000	32.056	1,41	98
800.000	34.449	1,50	102
850.000	36.362	1,59	106
900.000	38.755	1,68	111
950.000	40.668	1,77	115
1.000.000	43.061	1,86	118
1.050.000	45.514	1,95	122
1.100.000	47.367	2,04	126

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,94	0,97	1,04	1,09

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 16 mm / 18 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor Uni Pipe PLUS Ø 16 x 2,0 V/l = 0,11 l/m		Uponor MLC Ø 18 x 2,0 V/l = 0,15 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
200	11	0,03	2	0,02	1
300	17	0,04	5	0,03	2
400	23	0,06	7	0,04	4
500	29	0,07	11	0,05	5
600	34	0,09	14	0,06	7
700	40	0,10	19	0,07	9
800	46	0,11	24	0,08	11
900	52	0,13	29	0,09	14
1.000	57	0,14	34	0,11	17
1.100	63	0,16	40	0,12	20
1.200	69	0,17	47	0,13	23
1.300	75	0,19	54	0,14	26
1.400	80	0,20	61	0,15	30
1.500	86	0,22	69	0,16	33
1.600	92	0,23	77	0,17	37
1.700	98	0,24	85	0,18	41
1.800	103	0,26	94	0,19	45
1.900	109	0,27	103	0,20	50
2.000	115	0,29	113	0,22	55
2.100	121	0,30	123	0,23	59
2.200	126	0,32	133	0,24	64
2.300	132	0,33	144	0,25	69
2.400	138	0,34	155	0,26	75
2.500	144	0,36	166	0,27	80
2.600	149	0,37	178	0,28	86
2.700	155	0,39	190	0,30	92
2.800	161	0,40	202	0,31	97
2.900	167	0,42	215	0,32	104
3.000	172	0,43	228	0,33	110
3.100	178	0,44	241	0,34	116
3.200	184	0,46	255	0,35	123
3.300	189	0,47	269	0,36	130
3.400	195	0,49	284	0,37	137
3.500	201	0,50	298	0,38	144
3.600	207	0,52	313	0,39	151
3.700	212	0,53	329	0,40	158
3.800	218	0,55	344	0,41	166
3.900	224	0,56	360	0,42	173
4.000	230	0,57	377	0,43	181
4.100	235	0,59	393	0,44	189
4.200	241	0,60	410	0,45	197
4.300	247	0,62	428	0,46	206
4.400	253	0,63	445	0,47	214
4.500	258	0,65	463	0,48	223
4.600	264	0,66	481	0,49	231
4.700	270	0,67	500	0,50	240
4.800	276	0,69	518	0,51	249
4.900	281	0,70	538	0,52	258
5.000	287	0,72	557	0,53	268
5.500	316	0,79	658	0,58	316
6.000	344	0,86	767	0,63	368
6.500	373	0,93	883	0,69	424
7.000	402	1,01	1.007	0,74	483
7.500	431	1,09	1.136	0,79	545
8.000	459	1,19	1.262	0,84	611
8.500	488	1,28	1.403	0,90	680
9.000	517	1,38	1.548	0,95	752
9.500	545	1,49	1.700	1,00	828

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 20 mm / 25 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 20 x 2,25 V/l = 0,19 l/m		Uponor MLC Ø 25 x 2,5 V/l = 0,31 l/m	
Exigência	Caudal mássico	Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
4.000	230	0,34	112	0,21	33
4.500	258	0,39	137	0,23	41
5.000	287	0,43	165	0,26	49
5.500	316	0,47	195	0,28	58
6.000	344	0,52	227	0,31	68
6.500	373	0,56	261	0,34	78
7.000	402	0,60	298	0,36	89
7.500	431	0,65	336	0,39	100
8.000	459	0,69	376	0,41	112
8.500	488	0,73	419	0,44	124
9.000	517	0,78	463	0,46	138
9.500	545	0,82	509	0,49	151
10.000	574	0,86	558	0,52	166
10.500	603	0,90	608	0,54	180
11.000	632	0,95	660	0,57	196
11.500	660	0,99	714	0,59	212
12.000	689	1,03	770	0,62	228
12.500	718	1,08	828	0,65	245
13.000	746	1,12	887	0,67	263
13.500	775	1,16	949	0,70	281
14.000	804	1,21	1.012	0,72	300
14.500	833	1,25	1.077	0,75	319
15.000	861	1,29	1.142	0,77	339
15.500	890	1,34	1.187	0,80	359
16.000	919	1,38	1.256	0,83	380
16.500	947			0,85	401
17.000	976			0,88	423
17.500	1.005			0,90	445
18.000	1.033			0,93	468
18.500	1.062			0,96	489
19.000	1.091			0,98	515
19.500	1.120			1,01	539
20.000	1.148			1,03	564
20.500	1.177			1,06	589
21.000	1.206			1,08	615
21.500	1.234			1,11	641
22.000	1.263			1,14	668
22.500	1.292			1,16	695
23.000	1.321			1,19	723
23.500	1.349			1,21	750
24.000	1.378			1,24	778
24.500	1.407			1,27	807
25.000	1.435			1,30	836
25.500	1.464			1,32	866
26.000	1.493			1,35	897
27.000	1.550			1,41	961
28.000	1.608			1,46	1.028
29.000	1.665			1,52	1.098
30.000	1.722			1,58	1.179
31.000	1.780			1,64	1.268
32.000	1.837			1,69	1.350
33.000	1.895			1,77	1.434
34.000	1.953			1,84	1.619
35.000	2.010			1,90	1.706

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,93	0,96	1,03	1,08

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor Uni Pipe PLUS e Uponor MLC

Diâmetro 32 mm / 40 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

		Uponor Uni Pipe PLUS Ø 32 x 3,0 V/l = 0,53 l/m		Uponor MLC Ø 40 x 4,0 V/l = 0,80 l/m	
Exigência	Caudal mássico	Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)	v (m/s)	R (Pa/m)
9.000	517	0,28	40	0,16	1
9.500	545	0,29	43	0,17	1
10.000	574	0,31	48	0,18	2
10.500	603	0,32	52	0,19	2
11.000	632	0,34	56	0,21	3
11.500	660	0,35	61	0,23	4
12.000	689	0,37	65	0,25	6
13.000	746	0,40	75	0,27	10
14.000	804	0,43	86	0,29	17
15.000	861	0,46	97	0,31	28
16.500	947	0,50	115	0,34	32
18.000	1.033	0,55	134	0,37	46
20.000	1.148	0,61	161	0,40	60
22.500	1.292	0,69	198	0,45	74
25.000	1.435	0,76	239	0,50	89
27.500	1.579	0,84	283	0,55	105
30.000	1.722	0,92	331	0,61	123
32.500	1.866	0,99	381	0,66	141
35.000	2.010	1,07	434	0,71	161
37.500	2.153	1,15	489	0,76	182
40.000	2.297	1,23	548	0,81	204
42.500	2.440	1,33	608	0,86	228
45.000	2.584	1,42	675	0,91	252
47.500	2.727	1,52	744	0,96	278
50.000	2.871	1,62	819	1,01	304
55.000	3.158			1,11	361
60.000	3.445			1,21	422
65.000	3.732			1,31	487
70.000	4.020			1,41	556
75.000	4.306			1,51	629
80.000	4.593			1,61	707
85.000	4.880			1,72	788
90.000	5.167			1,82	873
95.000	5.455			1,92	963
100.000	5.742			2,02	1.056
105.000	6.029			2,13	1.153
110.000	6.316			2,23	1.256
115.000	6.603			2,34	1.361
120.000	6.890			2,45	1.470
125.000	7.177			2,56	1.583
130.000	7.464			2,67	1.700
140.000	8.038			2,89	1.946
150.000	8.612			3,12	2.208
160.000	9.187			3,36	2.486
170.000	9.761			3,60	2.780
180.000	10.335			3,86	3.090
190.000	10.909			4,12	3.416
200.000	11.483			4,41	3.758
210.000	12.057			4,70	4.116
220.000	12.632			4,80	4.490
230.000	13.206			5,12	4.880
240.000	13.780			5,46	5.286
250.000	14.354			5,80	5.708
260.000	14.928			6,16	6.146

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,93	0,96	1,03	1,08

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 50 mm / 63 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor MLC Ø 50 x 4,5 V/l = 1,32 l/m		Uponor MLC Ø 63 x 2,5 V/l = 2,04 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
20.000	1.148	0,25	18	0,16	7
22.500	1.292	0,28	23	0,18	8
25.000	1.435	0,31	27	0,20	10
27.500	1.579	0,34	32	0,22	11
30.000	1.722	0,37	38	0,24	13
32.500	1.866	0,40	43	0,26	15
35.000	2.010	0,43	49	0,28	17
37.500	2.153	0,46	56	0,30	20
40.000	2.297	0,49	63	0,32	22
42.500	2.440	0,52	70	0,34	25
45.000	2.584	0,55	77	0,36	27
47.500	2.727	0,58	85	0,38	30
50.000	2.871	0,61	93	0,40	33
52.500	3.014	0,65	101	0,42	36
55.000	3.158	0,68	110	0,44	39
57.500	3.301	0,71	119	0,46	42
60.000	3.445	0,74	129	0,48	45
62.500	3.589	0,77	138	0,50	49
65.000	3.732	0,80	148	0,52	52
67.500	3.876	0,83	159	0,54	56
70.000	4.020	0,86	169	0,56	60
72.500	4.163	0,89	180	0,58	63
75.000	4.306	0,92	192	0,60	67
77.500	4.450	0,95	203	0,62	71
80.000	4.593	0,98	215	0,64	76
82.500	4.737	1,01	227	0,66	80
85.000	4.880	1,04	240	0,68	84
87.500	5.024	1,08	253	0,70	89
90.000	5.167	1,11	266	0,71	93
92.500	5.311	1,14	279	0,73	98
95.000	5.455	1,17	293	0,75	103
97.500	5.598	1,20	307	0,77	108
100.000	5.742	1,23	321	0,79	113
105.000	6.029	1,29	351	0,83	123
110.000	6.316	1,35	381	0,87	134
115.000	6.603	1,41	416	0,91	145
120.000	6.890	1,47	446	0,95	156
125.000	7.177	1,54	480	0,99	168
130.000	7.464	1,60	551	1,03	180
135.000	7.751	1,66	588	1,07	193
140.000	8.038	1,72	627	1,11	206
145.000	8.325	1,84	666	1,15	220
150.000	8.612	1,97	749	1,19	233
160.000	9.187	2,09	835	1,27	262
170.000	9.761	2,21	926	1,35	292
180.000	10.335	2,34	1.021	1,43	324
190.000	10.909			1,51	357
200.000	11.483			1,59	392
210.000	12.057			1,67	428
220.000	12.632			1,75	466
230.000	13.206			1,83	505
240.000	13.780			1,91	545
250.000	14.354			1,99	587
260.000	14.928			2,07	630

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,93	0,96	1,03	1,08

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 75 mm / 90 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

Exigência	Caudal mássico	Uponor MLC Ø 75 x 7,5 V/l = 2,83 l/m		Uponor MLC Ø 90 x 8,5 V/l = 4,18 l/m	
		Velocidade	Perda de carga	Velocidade	Perda de carga
		Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
50.000	2.871	0,29	15	0,19	6
60.000	3.445	0,34	21	0,23	8
70.000	4.019	0,40	27	0,27	11
80.000	4.593	0,46	35	0,31	4
90.000	5.167	0,52	43	0,35	17
100.000	5.742	0,57	52	0,39	20
110.000	6.316	0,63	61	0,43	24
120.000	6.890	0,69	72	0,47	28
130.000	7.464	0,75	83	0,50	32
140.000	8.038	0,80	95	0,54	37
150.000	8.612	0,86	107	0,58	42
160.000	9.187	0,92	120	0,62	47
170.000	9.761	0,98	134	0,66	52
180.000	10.335	1,03	148	0,70	58
190.000	10.909	1,09	164	0,74	64
200.000	11.483	1,15	180	0,78	70
210.000	12.057	1,21	196	0,82	76
220.000	12.632	1,26	213	0,85	83
230.000	13.206	1,32	231	0,89	90
240.000	16.780	1,38	249	0,93	97
250.000	14.354	1,44	268	0,97	105
260.000	14.928	1,49	288	1,01	112
270.000	15.502	1,55	308	1,05	120
280.000	16.077	1,61	329	1,09	128
290.000	16.651	1,67	351	1,13	137
300.000	17.225	1,72	373	1,16	145
310.000	17.799	1,78	396	1,20	154
320.000	18.373	1,84	419	1,24	163
330.000	18.947	1,90	443	1,28	173
340.000	19.522	1,95	468	1,32	182
350.000	20.096	2,01	493	1,36	192
360.000	20.670	2,07	519	1,40	202
370.000	21.244	2,13	546	1,44	212
380.000	21.818	2,18	573	1,48	223
390.000	22.392	2,24	600	1,51	233
400.000	22.966	2,30	628	1,55	244
410.000	23.540	2,35	656	1,59	256
420.000	24.114	2,41	684	1,63	267
430.000	24.688	2,47	711	1,67	279
440.000	25.263	2,53	735	1,71	290
450.000	25.837	2,58	761	1,75	303
460.000	26.411	2,64	788	1,79	315
470.000	26.986	2,72	813	1,82	327
480.000	27.560	2,78	839	1,86	340
490.000	28.134	2,83	865	1,90	353
500.000	28.708	2,89	890	1,94	366
510.000	29.282	2,95	917	1,98	380
520.000	29.856	3,00	943	2,02	393
530.000	30.431	3,06	969	2,06	407
540.000	31.011	3,12	996	2,10	421
550.000	31.585	3,17	1.022	2,14	435
560.000	32.159	3,23	1.050	2,18	449
570.000	32.733	3,29	1.077	2,22	463
580.000	33.307	3,34	1.105	2,26	478

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,93	0,96	1,03	1,08

Nomograma de perdas de carga - caudal - velocidade

Tubos Uponor MLC

Diâmetro 110 mm

Salto térmico: 15 °C - Temperatura de impulsão: 70 °C

		Uponor MLC Ø 110 x 10,0 V/l = 6,63 l/m	
Exigência	Caudal mássico	Velocidade	Perda de carga
Q (kcal/h)	m (kg/h)	v (m/s)	R (Pa/m)
100.000	5.742	0,26	7
110.000	6.316	0,28	9
120.000	6.890	0,31	10
130.000	7.464	0,33	12
140.000	8.038	0,36	14
150.000	8.612	0,38	15
160.000	9.187	0,41	17
170.000	9.761	0,43	19
180.000	10.335	0,46	21
190.000	10.909	0,49	23
200.000	11.483	0,51	26
210.000	12.057	0,54	28
220.000	12.632	0,56	30
230.000	13.206	0,59	33
240.000	13.780	0,61	36
250.000	14.354	0,64	38
260.000	14.928	0,66	41
270.000	15.502	0,69	44
280.000	16.077	0,72	47
290.000	16.651	0,74	50
300.000	17.225	0,77	53
310.000	17.799	0,79	56
320.000	18.373	0,82	60
330.000	18.947	0,84	63
340.000	19.522	0,87	67
350.000	20.096	0,89	70
360.000	20.670	0,92	74
370.000	21.244	0,95	78
380.000	21.818	0,97	81
390.000	22.392	1,00	85
400.000	22.967	1,02	89
410.000	23.541	1,05	93
420.000	24.115	1,07	97
430.000	24.689	1,10	102
440.000	25.263	1,12	106
450.000	25.837	1,15	110
460.000	26.411	1,17	115
470.000	26.986	1,20	119
480.000	27.560	1,23	124
490.000	28.134	1,25	129
500.000	28.708	1,28	134
550.000	31.579	1,41	161
600.000	34.450	1,54	191
650.000	37.321	1,67	225
700.000	40.192	1,80	262
750.000	43.063	1,93	302
800.000	45.934	2,07	346
850.000	48.805	2,20	395
900.000	51.676	2,33	447
950.000	54.547	2,46	502
1.000.000	57.418	2,59	562
1.050.000	60.289	2,73	628
1.100.000	63.160	2,86	698

Fatores de correção para outras temperaturas				
Temperatura	90	80	60	50
Fator	0,93	0,96	1,03	1,08

Uponor Hispania, S.A.U.
Oficinas y Plataforma Logística

Polígono Industrial Las Monjas
Senda de la Chirivina, s/n.
28935 Móstoles,
MADRID

T +34 91 685 36 00
T + 34 902 100 240
F +34 91 647 32 45
W www.uponor.es

Fábrica Uponor
Polígono Industrial N° 1- Calle C, 24
28938 Móstoles,
e-mail: atencion.cliente@uponor.com
MADRID

T +34 91 685 36 00
F +34 91 647 32 45

Uponor Portugal, agente autorizado
Escritórios
Rua Central do Olival, 1100
4415-726 Olival VNG
e-mail: atencao.cliente@uponor.com

T +351 227 860 200
F +351 800 207 157
F +351 227 829 644
W www.uponor.pt

uponor