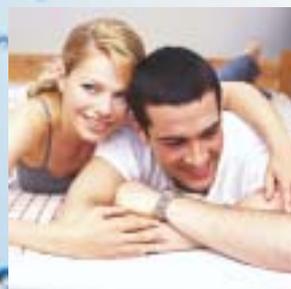


uponor

APLICAÇÕES SANITÁRIAS
E DE AQUECIMENTO

MANUAL TÉCNICO



**MANUAL TÉCNICO
DE APLICAÇÕES SANITÁRIAS
E DE AQUECIMENTO**

Índice	5
Introdução	7
Manual técnico sistema UPONOR para instalações sanitárias embebidas	9
1. Descrição do sistema	10
1.1. Tubo UPONOR wirsbo-PEX	10
1.2. Acessórios	15
2. Princípios do Projecto	22
2.1. Configuração da instalação	22
2.2. Caudal mínimo instantâneo	23
2.3. Caudal de cálculo	23
2.4. Caudal com base no regulamento	24
2.5. Velocidade da água	26
2.6. Recirculação da água quente	26
2.7. Quedas de Pressão	27
3. Exemplos de cálculo	28
3.1. Determinação dos diâmetros de uma instalação com bateria de contadores no rés-do-chão tendo em conta as perdas de carga admissíveis e os caudais de cálculo ..	28
3.2. Determinação dos diâmetros de uma instalação com coluna montante colectiva pelo método dos caudais de cálculo e perdas de carga	31
3.3. Determinação dos diâmetros de uma instalação com coluna montante colectiva, alimentada por um depósito colocado num nível superior, pelo método dos caudais de cálculo e perdas de carga	33
3.4. Traçado e determinação dos diâmetros de uma rede em UPONOR wirsbo Q & E ...	35
4. Armazenamento e instalação	40
4.1. Armazenamento	40
4.2. Desenrolamento do tubo	40
4.3. Corte do tubo	40
4.4. Reforços angulares para tubos	40
4.5. Contração longitudinal	41
4.6. Localização dos colectores	41
4.7. Colocação e suporte dos tubos	41
4.8. Memória térmica	41
4.9. Enchimento e comprovação do sistema	41
5. Instalação, detalhes dos suportes	42
5.1. Instalações que permitem a expansão	42
5.2. Instalação de tubos não permitindo a expansão	47
5.3. Tubos protegidos com manga corrugada	49
5.4. Tubos embebidos directamente na argamassa	50
Manual técnico sistema UPONOR para instalações de aquecimento por radiadores embebidas	51
1. Descrição do sistema	52
1.1. Generalidades	52
1.2. Emissores	53
1.3. Tipos de instalação	54
1.4. Tubos UPONOR wirsbo-evalPEX	60
1.5. Sistema	62
1.6. Depósito acumulador de AQS	70
2. Cálculo de uma instalação	71
2.1. Dados iniciais	71
2.2. Critérios do desenho	71
2.3. Cálculo do Ki dos elementos envolventes	72
2.4. Cálculo das necessidades caloríficas	76
2.5. Cálculo de uma instalação bitubo	78
2.6. Cálculo de uma instalação monotubo	85
2.7. Cálculo de uma instalação por colectores	90

Manual técnico sistema UPONOR para instalações à vista	95
1. Descrição do sistema	96
1.1. Filosofia	96
1.2. Tubo UPONOR unipipe	96
1.3. Acessórios	100
1.4. Ferramentas	106
1.5. Técnicas de instalação	106
Manual técnico sistema UPONOR para instalações pré-isoladas	115
1. O sistema	116
1.1. Imbatível no sistema de tubos de plásticos flexíveis e pré-isolados	116
1.2. Sectores de aplicação	117
1.3. Resumo das aplicações do sistema UPONOR para instalações pré-isoladas	118
1.4. Constituição do produto	119
1.5. Propriedades do material, tubo condutor PEX (Aquecimento e AQS)	120
1.6. Propriedades do material, tubo condutor PEAD (Refrigeração e água fria)	121
1.7. Propriedades do material, material isolante e tubo envolvente	122
2. Os produtos	123
2.1. UPONOR ecoflex Varia Single	123
2.2. UPONOR ecoflex Varia Twin	123
2.3. UPONOR ecoflex Thermo Mini	124
2.4. UPONOR ecoflex Thermo Single	124
2.5. UPONOR ecoflex Thermo Twin	125
2.6. UPONOR ecoflex Quattro	125
2.7. UPONOR ecoflex Supra	126
3. Dimensionamento das tubagens / Perdas de calor / Condições de utilização ..	127
3.1. Diagrama de queda de pressão para UPONOR ecoflex Thermo e Varia	127
3.2. Diagrama de queda de pressão UPONOR ecoflex Supra (PEAD)	128
3.3. Perdas de pressão e dimensionamento	129
3.4. Perdas de calor	131
3.5. Tubos UPONOR ecoflex com cabo anti-congelamento	133
3.6. Condições de utilização	137
4. Instruções de montagem / Indicações gerais	138
4.1. Transporte e armazenamento	138
4.2. Preparação da vala para o sistema UPONOR ecoflex	139
4.3. Assentamento dos rolos	140
4.4. Duração das montagens	141
4.5. Montagem em paredes	142
4.6. Montagem do UPONOR passa-muro	143
4.7. Montagem do UPONOR passa-muro estanque	144
4.8. UPONOR peça de isolamento em Tê	145
4.9. UPONOR peça de isolamento para uniões longitudinais	146
4.10. Peça de isolamento UPONOR ecoflex Supra sem cabo anticongelante	147
4.11. Peça de isolamento UPONOR ecoflex Supra com cabo anticongelante	148
4.12. UPONOR peça de isolamento para joelho 90°	149
4.13. Montagem dos UPONOR tampões terminais	150
4.14. Dimensões e características dos acessórios de isolamento	150
4.15. Montagem dos acessórios	155
4.16. UPONOR Caixa de inspecção. Montagens	158
4.17. Montagem Rayclíc	159
5. Consumos energéticos e mão-de-obra	160
5.1. Comparação de consumos energéticos	160
5.2. Comparação de mão-de-obra	162
1. Anexos para aplicações sanitárias	166
2. Anexos para aplicações de aquecimento	178

Introdução

Ao Longo dos anos a UPONOR tem acumulado uma vasta experiência, em todo o mundo, em instalações sanitárias e transporte de água. Estes sistemas têm sido desenvolvidos com sucesso, inclusivamente em condições desfavoráveis.

Este manual facilita a informação básica necessária para o projecto, cálculo e instalação de aplicações sanitárias e transportes de água UPONOR e está pensado para familiarizar os profissionais do sector com as soluções oferecidas pela marca UPONOR neste campo.

O exposto neste manual está direccionado para instalações em habitações, tanto unifamiliares como em edifícios; contudo, os sistemas Uponor, aplicam-se também a outras utilidades tais como instalações embebidas ou à vista de utilização não residencial, transporte de calor à distância, indústria alimentar, água de consumo doméstico, etc.. Cada aplicação específica implica a variação de alguns critérios de projecto, cálculo e instalação.

A UPONOR PORTUGAL oferece uma série de serviços, de grande interesse para os profissionais do sector:

- Realização de estudos técnicos.
- Apoio técnico.
- Cursos de formação em projecto, cálculo e instalação.
- Assistência na obra e pós-venda.

Para informações mais detalhadas, visite a nossa página WEB:

<http://www.uponoriberia.com>

Ou contacte o serviço de atendimento ao cliente:

800 207 157

Se tiver alguma questão, pode ainda pedir, de forma gratuita, o CD-ROM UPONOR que contém todo o tipo de informação do seu interesse assim como programas de cálculo e desenho de instalações.



uponor

uponor

APLICAÇÕES SANITÁRIAS
E DE AQUECIMENTO

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA UPONOR PARA
INSTALAÇÕES SANITÁRIAS
EMBEBIDAS



1. Descrição do sistema

1.1. Tubo UPONOR wirsbo-PEX

A UPONOR oferece um sistema completo para instalações sanitárias de água fria e quente. Este

sistema consiste numa gama completa de tubos e acessórios. É limpo, flexível e fácil de instalar.

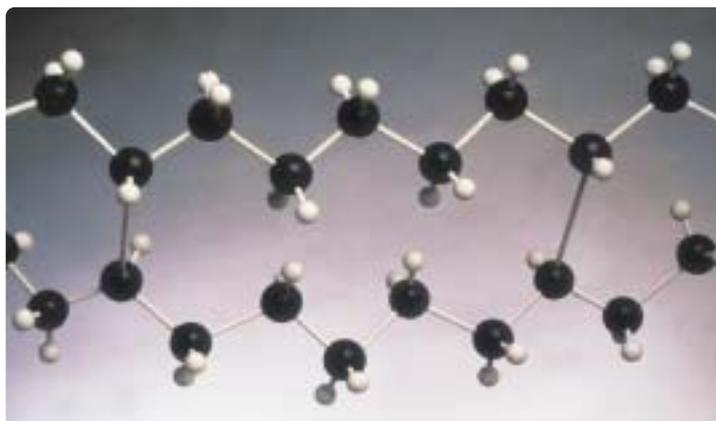


1.1.1. Propriedades dos tubos UPONOR wirsbo-PEX

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX são fabricados com polietileno de alta densidade, em conformidade com o processo Engel. A reticulação define-se como um processo que altera a estrutura química de tal forma que as cadeias do polímero são ligadas umas às outras para formarem uma rede tridimensional por meio de uniões químicas. Esta nova estrutura assim obtida torna impossível a fusão ou a dissolução do polímero, a não ser que a

sua estrutura seja previamente destruída. Desta forma, é possível determinar o grau de união transversal através da medição da temperatura de gelificação.

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX não são afectados por aditivos derivados do cimento e absorvem a expansão térmica evitando assim a formação de fendas nos tubos ou no betão.



As propriedades mais importantes dos tubos UPONOR wirsbo-PEX apresentam-se nas tabelas seguintes:

	Propriedades mecânicas	Valor	Unidade	Standard
Densidade		938	Kg/m ³	
Tensão de esmagamento	(20°C)	20-26	N/mm ²	DIN 53455
	(100°C)	9-13	N/mm ²	
Módulo de elasticidade	(20°C)	1180	N/mm ²	DIN 53457
	(80°C)	560	N/mm ²	
Alongamento e ruptura	(20°C)	300-450	%	DIN 53455
	(100°C)	500-700	%	
Resistência ao Choque	(20°C)	Não fractura	Kj/m ²	DIN 53453
	(-140°C)	Não fractura	Kj/m ²	
Absorção de humidade	(22°C)	0,01	mg/4d	DIN 53472
Coefficiente de atrito		0,08-0,1	-	
Tensão superficial		34.10 ⁻³	N/m	

Propriedades térmicas	Valor	Unidade
Condutividade térmica	0,35	W/m°C
Coefficiente de dilatação linear (20°C/100°C)	1,4.10 ⁻⁴	m/m°C
	2,05.10 ⁻⁴	m/m°C
Temperatura de amolecimento	+133	°C
Temperatura de trabalho	-100 a +110	°C
Calor específico	2,3	KJ/Kg°C

Pressão de rebentamento a +20°C	
Diâmetro tubo	Pressão Aprox.
15 x 2,5	92,8 Kg/cm ²
16 x 1,8	50,7 Kg/cm ²
18 x 2,5	64,8 Kg/cm ²
20 x 1,9	42 Kg/cm ²
22 x 3	68,2 Kg/cm ²
25 x 2,3	35 Kg/cm ²
32 x 2,9	40 Kg/cm ²

Propriedades elétricas	Valor	Unidade
Resistência específica interna (2K0°C)	10 ¹⁵	
Constante dielétrica (20°C)	2,3	
Factor de perdas dielétricas (20°C/50Hz)	1.10 ³	
Tensão de Ruptura (20°C)	60-90	Kv/mm

Raios de curvatura recomendados em mm.		
DN	Curva a quente	Curva a Frio
10	20	25
12	25	25
15	35	35
16	35	35
18	40	65
20	45	90
22	50	110
25	55	125
28	65	140

Para os tubos UPONOR wirsbo-PEX de grandes diâmetros, os raios mínimos de curvatura a frio são os seguintes:

DN 32-40: 8 vezes o diâmetro exterior
 DN 50-63: 10 vezes o diâmetro exterior
 DN 75-90-110: 15 vezes o diâmetro exterior

1.1.2. Designação

A norma EN ISO 15875 especifica a designação do tubo de polietileno reticulado segundo:

TIPO DE POLIETILENO RETICULADO	DESIGNAÇÃO
PERÓXIDO	PEX-a
SILANO	PEX-b
RADIAÇÃO DE ELECTRÕES	PEX-c

Tipo de Polietileno Reticulado:

A série a que um tubo pertence é definida pelo coeficiente entre o esforço tangencial de trabalho e a temperatura considerada e a pressão de trabalho à temperatura considerada:

$$S = \sigma / Pt$$

s = Esforço tangencial de trabalho, MPa

Pt = Pressão de trabalho, MPa

Existem duas séries de fabrico: 5 e 3,2

A gama de tubos tem dimensões que vão desde 12 a 110 mm (diâmetro), que são adequadas para tubos de alimentação e colunas montantes

1.1.3. Grau de reticulação

O grau de reticulação mínimo para polietilenos reticulados é estabelecido como:

PROCESO DE PRODUÇÃO	GRAU DE RETICULAÇÃO MÍNIMO EN ISO 15875
PERÓXIDO (UPONOR wirsbo-PEX)	70%
SILANO	65%
RADIAÇÃO DE ELECTRÕES	60%

1.1.4. Gama dos tubos UPONOR wirsbo-PEX

Sistemas UPONOR para instalações embebidas

Descrição	Código	Dimensão	(Caixa de anéis)	Unidade Embalagem	
				Caixa	Palete
Tubo UPONOR wirsbo-PEX Para instalações sanitárias * Esta dimensão pertence à Série 4.0  Contém anéis UPONOR Quick & Easy  SEGUNDO EN ISO 15875	Rolo	Rolo		Rolo	
	41000000	16 x 1,8*	(20)	25	350
	41000001	16 x 1,8*	(60)	100	1.100
	41000011	16 x 1,8*	(100)	200	1.200
	41006000	20 x 1,9	(20)	25	350
	41006001	20 x 1,9	(80)	120	840
	41006011	20 x 1,9	(120)	200	1.200
	41009001	25 x 2,3	(60)	100	600
	41012001	32 x 2,9	(30)	50	300
	Vara	Vara		Vara	
	41000002	16 x 1,8*	(60)	125	----
	41006002	20 x 1,9	(60)	80	----
	41009002	25 x 2,3	(40)	50	----
	41012002	32 x 2,9	(20)	35	----
Tubo UPONOR wirsbo-PEX Para instalações sanitárias  SEGUNDO EN ISO 15875	Rolo	Rolo		Rolo	
	31014001	40 x 3,7	----	50	----
	31016001	50 x 4,6	----	50	----
	31018001	63 x 5,8	----	50	----
	31020001	75 x 6,8	----	50	----
	31022001	90 x 8,2	----	50	----
	31023001	110 x 10,0	----	50	----
	Vara	Vara		Vara	
	31014002	40 x 3,7	----	15	----
	31016002	50 x 4,6	----	10	----
	31018002	63 x 5,8	----	5	----
	31020002	75 x 6,8	----	5	----
	31022002	90 x 8,2	----	5	----
	31023002	110 x 10,0	----	5	----

Todos os tubos fornecidos pela UPONOR são entregues com a seguinte informação marcada em cada intervalo de 1 m:

- O nome do produto.
- As dimensões (diâmetro externo e espessura da parede).

- Designação dos materiais especificando o tipo de reticulação (a, b ou c).
- Norma conforme a qual está fabricado EN ISO 15875
- Data de produção.
- Comprimento.

1.1.5. Vantagens dos tubos UPONOR wirsbo-PEX

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX oferecem as seguintes vantagens:

- Não são afectados pela corrosão nem pela erosão.
- Não são afectados por águas com baixo valor de pH (águas ácidas).
- É um sistema silencioso livre de ruídos de água.
- Estão preparados para suportar altas temperaturas e pressões (ver capítulos seguintes).
- O tubo não funde a elevadas temperaturas ambiente. O ponto de amolecimento é de 133°C.
- Resistências a fissuras podem ir até 20% da espessura da parede sem falha do sistema.
- O choque hidráulico da água é reduzido a um terço do que se verifica em tubos metálicos.
- São necessárias apenas ferramentas simples para a sua instalação
- Marcação com toda a informação necessária em intervalos de 1 m:
- Resistência ao fogo classe B2.

- Aprovações e certificações relativamente às normas sobre:
 - Propriedades do material
 - Instalação
 - Utilização em sistemas de água potável
- A alta velocidade da água não afecta o tubo.
- O diâmetro interno do tubo não sofre redução devido a efeitos corrosivos.
- Não contém nenhum composto à base de cloro.
- Longa duração.
- Resistência ao desgaste.
- Baixa rugosidade, o que significa, coeficiente fricção muito baixo e reduzida perda de carga.
- Pouco peso. 100 m de tubo de 16 x 2.2 mm pesam 10Kg.

Numa instalação onde o UPONOR wirsbo-PEX é colocado dentro de uma manga corrugada oferece as seguintes vantagens:

- Tubos substituíveis.
- Aviso de fuga. Se por exemplo, um berbequim furar um tubo, a água que sair será conduzida ao longo da manga até ao colector e é possível identificar o tubo danificado.
- Redução do custo dos danos causados pela água.
- Flexibilidade.
- Fornecimento em rolos, o que facilita o transporte, o armazenamento e a instalação.
- Memória térmica.



Uma instalação com UPONOR através de colectores oferece as seguintes vantagens:

- Menos pontos de ligação (um no colector e outro no ponto de consumo).
- Redução das possibilidades de fuga.
- Pontos de ligação acessíveis (no colector e na torneira). Nenhum ponto de ligação escondido.
- Redução das descompensações de pressão e da temperatura quando está mais de uma torneira em funcionamento.
- Rápida instalação.



1.2. Acessórios

Os acessórios do sistema UPONOR para instalações sanitárias e os diâmetros de aplicação são os seguintes:

DIÂMETRO	Até 63 mm	de 75 mm a 110 mm
ACESSÓRIOS	UPONOR Quick & Easy	UPONOR Grandes Dimensões Bronze

1.2.1. Acessórios UPONOR Quick & Easy

O sistema UPONOR Quick & Easy baseia-se na capacidade que os tubos UPONOR wirsbo-PEX têm em recuperar a sua forma original inclusivamente depois de serem submetidos a uma grande expansão. É uma técnica patenteada pela UPONOR e projectada exclusivamente para os tubos UPONOR wirsbo-PEX.

Elementos do sistema:

Os componentes do sistema foram desenhados muito criteriosamente para proporcionar uniões seguras. Qualquer mudança nas dimensões e características destes elementos podem alterar completamente o resultado das uniões.

Por isso é necessário utilizar apenas ferramentas originais.

- Tubo UPONOR Wirsbo-PEX.
- Cabeça de Expansão.
- Expansor.
- Anel.
- Acessório UPONOR Quick & Easy.



Instruções de montagem do sistema UPONOR Quick & Easy.

Para que o sistema UPONOR Quick & Easy funcione perfeitamente deve assegurar-se que cumpre as seguintes instruções de montagem.

Passo 1

Cortar o tubo em ângulo recto com um corta-tubos para plástico.

A extremidade do tubo deve estar limpa e sem gorduras, para que o anel não escorregue pelo tubo ao efectuar a expansão.



Passo 2

Montar o anel no tubo de modo a sobressair ligeiramente (máximo 1 mm) da extremidade do tubo.

No caso do anel ser ligeiramente mais largo que o tubo deve-se puxar o mesmo para trás, expandir o tubo e colocá-lo na sua correcta posição.

Escolher o acessório, anel e cabeça de expansão apropriados para a medida do tubo. A tabela indica a marcação correcta dos componentes.

Passo 3

Iniciar la união

Abrir totalmente os braços do expansor, introduzir o segmento da cabeça de expansão no tubo até bater no topo deste e pressionar os braços do expansor até ao fim. Abrir totalmente os braços do expansor e empurrar novamente o segmento dentro do tubo. Repetir as expansões até que o tubo toque no topo da cabeça expansora.



Passo 4

Retirar o expansor

para que a cabeça expansora se mova livremente sem tocar na parede do tubo.

Rodar o expansor (Máximo 1/8 de volta).

Se a montagem, por exemplo, devido ao local ser de difícil acesso, necessitar de mais de 5 segundos, deverá esperar um máximo de 3 segundos depois da última expansão antes de abrir o expansor e retirá-la.

Efectuar a expansão mais uma vez.

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



Passo 5

Abrir os braços do expansor, tirar a ferramenta e efectuar a montagem.

Manter o tubo na posição correcta (contra o topo do acessório) durante 3 segundos. Ao fim desse tempo a tubagem contrai sobre o acessório, e pode iniciar-se outra união.

A montagem pode fazer-se até uma temperatura ambiente mínima de -15°C.

DIMENSÃO	NÚMERO EXPANSÕES	MARCAÇÃO DA CABEÇA DE EXPANSÃO	TIPO DE EXPANSOR
16 x 1,8	4	16 Q&E	Manual/Bateria
16 x 1,8	4	16 Q&E	Hidráulica P40QC
20 x 1,9	5	20 Q&E	Manual/Bateria
20 x 1,9	3	H 20 Q&E	Hidráulica P40QC
20 x 1,9	4	H 20 Q&E	Bateria
25 x 2,3	7	25 Q&E	Manual/Bateria
25 x 2,3	4	H 25 Q&E	Hidráulica P40QC
25 x 2,3	4	H 25 Q&E	Bateria
32 x 2,9	5	H 32 x 2,9 Q&E	Hidráulica P40QC
32 x 2,9	13 - 15	32 x 2,9 Q&E	Manual/Bateria
32 x 2,9	4	H 32 x 2,9 Q&E	Bateria
40 x 3,7	5	H 40 x 3,7 Q&E	Hidráulica P40QC
40 x 3,7	7	H 40 x 3,7 Q&E	Bateria
50 x 4,6	3	H 50 x 4,6 Q&E	Hidráulica P63QC
63 x 5,8	5	H 63 x 5,8 Q&E	Hidráulica P63QC

Instruções de instalação UPONOR Q&E acessórios plásticos roscados

UPONOR Quick & Easy acessórios plásticos roscados PPSU. Instruções de Instalação

Os acessórios plásticos roscados UPONOR Quick & Easy apresentam-se exactamente iguais aos acessórios metálicos UPONOR Quick & Easy, embalados dentro de caixas.



Foto 1

Para unir estes acessórios com outra peça roscada, deverá apenas aplicar fita de teflon (PTFE) na rosca plástica.

Para facilitar a união é recomendado deixar livre de PTFE a primeira rosca do acessório.



Foto 2

As espessuras de fita de PTFE recomendados são:

- 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 o acessório se desenrosca é necessário voltar a colocar a fita de PTFE. A fita de PTFE que deve ser utilizada tem que ser 100% PTFE em conformidade com a norma EN 751 - 3 FRp.

Os acessórios possuem um desenho especial com aberturas, de forma a facilitar a utilização de ferramentas.

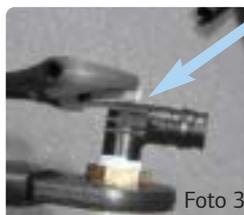


Foto 3

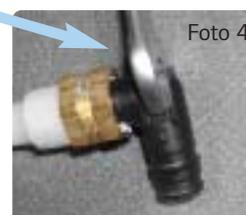


Foto 4

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

Ferramentas do sistema UPONOR Quick & Easy

• Uponor expansor Manual

-Válido para uniões até $\varnothing 32$ mm.
As cabeças vêm marcadas: $\varnothing 16$, $\varnothing 20$, $\varnothing 25$ e $\varnothing 32$.

-A ferramenta inclui:

- Expansor manual UPONOR Quick & Easy
- 3 Cabeças ($\varnothing 16$, $\varnothing 20$ e $\varnothing 25$)
- Instruções de montagem e manutenção
- Garantia
- Massa grafitada para manutenção da ferramenta
- Mala plástica porta-ferramenta



• Uponor expansor de Bateria

-Projectado para uniões até 40 mm.
Válida para cabeças tanto manuais como hidráulicas.

- Nota: As cabeças são as mesmos que para um expansor manual UPONOR Quick & Easy.

- A ferramenta inclui:

- Expansor de bateria UPONOR Quick & Easy
- 2 Baterias
- 1 Carregador de bateria
- Instruções de montagem e manutenção
- Garantia
- Massa grafitada para manutenção da ferramenta
- Mala metálica porta-ferramenta

- Características:

- Tempo de carga: 1 hora aprox.
- Autonomia: 44 ligações de 40x13,7 aprox.
- Peso: 2,5 kg com bateria



• Uponor expansor Hidráulico

- Válida para fazer uniões com diâmetros 16, 20, 25, 32 e 40 utilizando a pistola P40QC e em diâmetros de 50, 63 utilizando a pistola P63QC. As pistolas podem trocar-se através da ligação Quick Connection.

As cabeças vêm marcadas: 16, H20, H25, H32, H40, H50 e H63.

- Nota: Podem usar-se as cabeças do expansor manual, mas o número de expansões será diferente do aconselhado.

- A ferramenta inclui:

- Expansor hidráulico UPONOR Quick & Easy
- Pistola P40QC alimentada por Central Hidráulica
- Mangueira hidráulica de 3 m.
- Motor eléctrico
- 5 Cabeças (16, H20, H23, 32 y H40)
- Instruções de montagem e manutenção
- Garantia.
- Massa grafitada para manutenção da ferramenta
- Caixa plástica porta-ferramenta

- Características:

- Motor sincronizado de uma só fase de 230V - 50 Hz.
- Potência do motor 375 W.
- Peso do conjunto completo: 20kg.
- Comprimento x Largura x Espessura: 620x310x260 mm



Armazenamento e manutenção.

- Manuseie o expansor, o cone e as cabeças com precaução.
- O cone da cabeça deve manter-se sempre limpo e, antes de o utilizar deverá aplicar-lhe uma camada fina de massa grafitada. Caso contrário, aumentará a força de expansão e reduzirá a vida de serviço. A ferramenta deve estar sem gordura, completamente limpa.
- Manter as peças limpas e livres de gordura, excepto o cone.
- Montar manualmente a cabeça até ao topo (com os braços da tesoura totalmente abertos).
- Os segmentos da cabeça devem estar totalmente limpos e secos quando são utilizados.
- Para o armazenamento, o cone da ferramenta deverá estar sempre protegido, por exemplo, mantendo uma cabeça montada. Deverá soltar-se a cabeça, para que os braços do expansor fechem antes de o colocar na caixa.
- Controlo de funcionamento.
 - Medir o diâmetro da parte plana dos segmentos na posição aberta (com os braços do expansor fechados). O diâmetro mínimo deve ser o indicado na tabela.
 - Quando não se obtém o diâmetro mínimo ou quando a ferramenta, por alguma razão, não funciona correctamente, tem que se mudar o expansor e/ou a cabeça.

Prova de estanquicidade

A referida prova será efectuada com pressão hidráulica.

a.- Serão objectos desta prova todos os tubos, elementos e acessórios que integram a instalação.

b.- A prova efectuar-se-á a 20 kg/cm². Para iniciar a prova deve-se encher de água toda a instalação mantendo as torneiras terminais abertas até que tenhamos a certeza que a purga foi completa e que o ar não tenha ficado. Fecham-se as torneiras que nos serviram de purga e a da fonte de alimentação. Depois será utilizada uma bomba, estando esta já ligada à instalação e deverá ser mantida em funcionamento até atingir a pressão da prova. Uma vez esta conseguida, fecha-se a válvula de corte da bomba. Proceder-se-á à verificação de toda a instalação para assegurar-se de que não existem quaisquer fugas.

c.- O próximo passo é diminuir a pressão até chegar à de serviço, com um mínimo de 6 Kg/cm² e manter-se-á esta pressão durante 15 min. Dar-se-á por concluída a instalação, se durante este tempo a leitura do manómetro se mantiver constante.

d.- As pressões mencionadas anteriormente referem-se ao nível do solo.



1.2.2. Acessórios UPONOR Grandes dimensões bronze

Campo de aplicação

Com o nome UPONOR Grandes dimensões bronze define-se uma gama completa de acessórios e uniões ao tubo UPONOR wirsbo-PEX para instalações sanitárias, aquecimento e instalações industriais.

Os acessórios UPONOR Grandes dimensões bronze estão disponíveis para a série 3.2 desde 32 a 62 mm de diâmetro exterior do tubo e para a série 5 desde 32 a 110mm de diâmetro exterior de tubo.



Componentes

As uniões incluem um canhão interior integrado com uma junta tórica, uma abraçadeira exterior que se fixa ao corpo de união, uma base octogonal e um extremo roscado macho para a ligação entre os acessórios UPONOR e outro tipo de uniões. O canhão interior das uniões de diâmetros 32 a 63 mm, em ambas as séries, é DZR (Latão resistente à deszincificação). O anel tem uma abertura diagonal e uma abraçadeira exterior com parafuso.

As uniões de 75 a 110 mm são feitas inteiramente em bronze, enquanto que o parafuso e a porca são feitas em aço inoxidável.

Os acessórios UPONOR Grandes dimensões bronze são feitos em bronze ou aço inoxidável. Ligam-se através de uma rosca. A união pode ser selada com uma junta tórica de EPDM ou um outro tipo de agente de estanquicidade.

Montagem

1.- Corte o tubo perpendicularmente ao eixo. Utilize um corta-tubos adequado para PEX.



2.- Chanfrar o bordo interior do extremo cortado com uma faca ou navalha. Elimine também qualquer irregularidade exterior.



3.- Liberte o parafuso da abraçadeira. Para facilitar a montagem no tubo, pode-se extrair o anel e situá-lo sobre o tubo antes da montagem. Depois verifique se o anel está bem ajustado no seu encaixe na união.



4.- Verifique através da abertura da abraçadeira que a junta tórica não se moveu do sítio e que o tubo está totalmente encaixado no canhão.



Acessórios UPONOR Grandes dimensões bronze

Assegure-se que a junta tórica está limpa e que se utiliza este método de vedação. Certifique-se que a junta tem o tamanho correcto. Deve estar em contacto com a zona de assento e a sua fixação deve ser maior que a profundidade do assento. Situe a junta tórica com cuidado para não a danificar.

5.- Antes de apertar lubrifique a rosca do parafuso. Para apertar fixe a cabeça do parafuso e aperte lentamente a porca. Utilize uma chave-inglesa ou fixa, e não uma chave ajustável. Aperte até conseguir o par adequado. Seguidamente podemos encontrar uma tabela com os pares de apertos necessários. "O acessório UPONOR Grandes dimensões bronze, em todas as suas medidas (de 32 a 110) deve ser novamente apertado após 20 minutos".

a) Aperto da junção de 32 a 63 mm: Aperte lentamente com a chave Allen. Aguarde pelo menos um minuto e volte a apertar de novo lentamente.

b) Aperto da junção de 75 a 110 mm: Fixe o parafuso e aperte lentamente a porca. Utilize uma chave-inglesa ou fixa, e não uma chave ajustável. Aperte até conseguir o par adequado. Seguidamente apresenta-se uma tabela com os pares de apertos necessários.



Enrosque primeiro à mão e depois com ferramentas adequadas, junção e acessório UPONOR. Sele as uniões roscadas com óleo e linhaça.

Teste de pressão

Faça o teste de pressão em conformidade com a legislação.

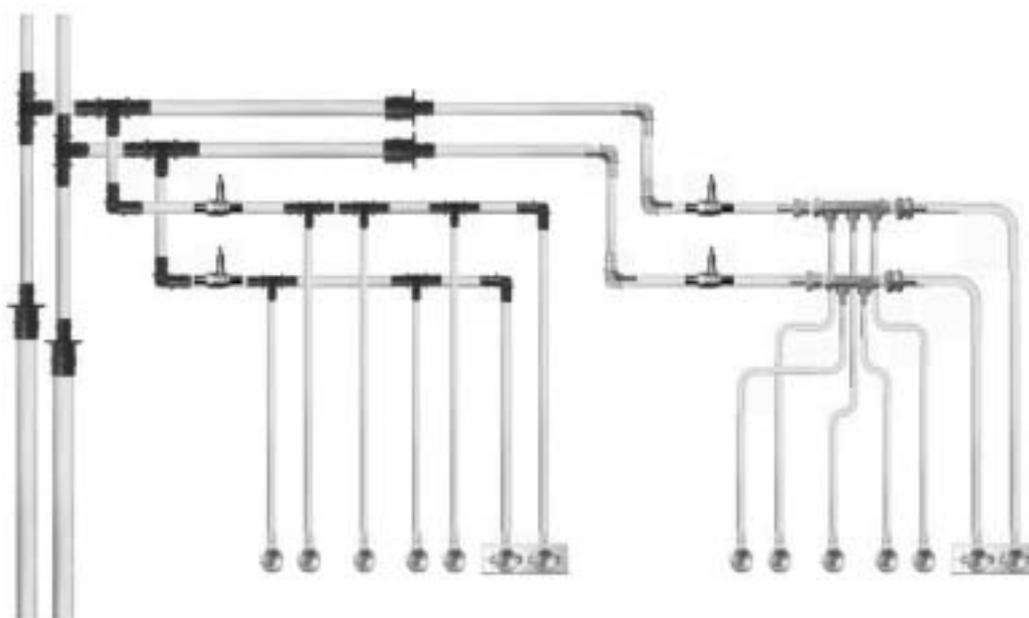
DIÂMETRO	Chave	Parafuso	Binário (Nm)
32	5	M8	9,3
40	6	M8	22
50	6	M10	22
63	8	M10	44
75	19	M12	76
90	24	M16	187
110	24	M16	187

2. Princípios do projecto

2.1. Configuração da instalação

Os sistemas de instalação sanitária podem realizar-se segundo a configuração tradicional (mediante Tês) ou seguindo a configuração através de colectores.

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX podem ser utilizados nos dois tipos de instalação.



INSTALAÇÃO TRADICIONAL

INSTALAÇÃO ATRAVÉS DE COLECTORES

Note-se a diferença no número de acessórios utilizados, de acordo com o tipo de instalação escolhido.

2.2. Caudal mínimo instantâneo

O Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais estabelece um caudal instantâneo mínimo que cada dispositivo de utilização deve receber independentemente do funcionamento dos outros.

Os caudais instantâneos mínimos dos diferentes aparelhos sanitários têm que ser segundo o regulamento:

Aparelho	Caudal (l/s)
Lavatório	0,10
Lavatório colectivo (por bica)	0,05
Bidê	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro	0,15
Autoclismo de bacia retrete	0,10
Urinol	0,15
Lava-loiça	0,20
Máquina de lavar loiça	0,15
Máquina ou Tanque de lavar roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Urinol com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou lavagem de diâmetro 16 mm	0,30

Tabela . Caudais instantâneos mínimos.

2.3. Caudal de cálculo

Na prática, uma instalação de água sanitária tem um tempo breve de funcionamento de cada torneira (menos de 15 minutos, geralmente). Não se abrem normalmente todas as torneiras ao mesmo tempo.

Por isso, o caudal simultâneo máximo previsível, ou seja o caudal de cálculo é obtido a partir do caudal total acumulado instalado multiplicado por

um coeficiente de simultaneidade. Este coeficiente de simultaneidade pode ser obtido de diferentes formas de acordo com as condições de utilização da rede e dos dados estatísticos aplicáveis. Nos capítulos seguintes analisar-se-ão diferentes formas de obtenção dos caudais de cálculo.

2.3.1. Cálculo com base no coeficiente de simultaneidade segundo o número de aparelhos

O coeficiente de simultaneidade K_v define-se como:

$$K_v = 1/\sqrt{(n-1)}$$

n = corresponde ao número de aparelhos instalados

K_v = não deve ser inferior a 0,20

Portanto, o caudal de cálculo Q_s , a considerar no cálculo da instalação será:

$$Q_s = (Q \text{ instalado}) * K_v$$

Exemplo:

Num apartamento estão instalados os seguintes aparelhos sanitários com os respectivos caudais mínimos:

Aparelho	Quantidade	Caudal mínimo (l/s)	Caudal (l/s)
Lavatório	2	0,10	0,20
WC	2	0,10	0,20
Bidê	1	0,10	0,10
Banheira	1	0,25	0,25
Máquina roupa	1	0,20	0,20
Lava loiça	1	0,20	0,20
Máquina loiça	1	0,15	0,15
TOTAL	9		1,30

Q instalado

$$Q = 1,3 \text{ l/s}$$

Coefficiente de simultaneidade

$$K_v = 1 / \sqrt{(9-1)} = 0,35$$

Caudal de cálculo

$$Q_s = 1,30 \cdot 0,35 = 0,455 \text{ l/s}$$

2.4. Cálculo com base no regulamento

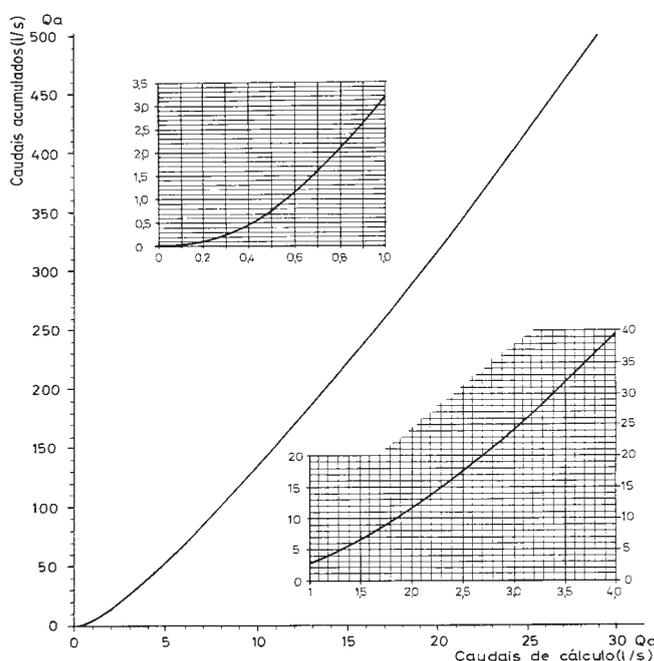
O regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais refere os coeficientes de simultaneidade no Artigo 91º. No nº 4 refere que “no anexo V é apresentada uma curva que, tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, fornece os caudais de cálculo para um nível de conforto médio em função dos caudais para um nível de conforto médio em função dos caudais

acumulados, e pode ser utilizada para os casos correntes de habitação sem fluxómetros.

O nº 5 do mesmo Artigo determina que “No caso de instalações de fluxómetros, ao caudal de cálculo obtido de acordo com os números anteriores deve ainda adicionar-se o caudal de cálculo dos fluxómetros, a determinar de acordo com indicado no anexo V”.

ANEXO V

Caudais de cálculo em função dos caudais acumulados para um nível médio de conforto



Número de fluxómetros instalados	Em utilização simultânea
3 a 10	2
11 a 20	3
21 a 50	4
superior a 50	5

2.4.1. Cálculo gráfico

Na determinação do caudal de cálculo pelo anexo V, utiliza-se a tabela com 3 gráficos, para caudais acumulados, um de 0 a 3,5 l/s que abrange os consumos de um apartamento normal, outro de 3,5 a 40 l/s que enquadra os consumos de um edifício de apartamentos médio e o terceiro que permite determinar caudais de cálculo para

caudais acumulados até 500 l/s. Os gráficos são de leitura directa por isso, entrando com o valor do caudal acumulado, obtém-se directamente o valor do caudal de cálculo.

Para o caso de existirem instalações de fluxómetros, a tabela junto aos gráficos permite obter o caudal de cálculo para estas.

Exemplo I:

Tomemos como exemplo o apartamento anterior:

Q instalado $Q = 1,3 \text{ l/s}$

Q cálculo (pelo gráfico do anexo V): $Q_s = 0,63 \text{ l/s}$

Exemplo II:

Consideremos um local público com uma parte da sua instalação sem fluxómetros e uma outra parte com 5 urinóis montados com fluxómetros.

Consideramos ainda que a parte da instalação normal tem um caudal instalado de 2,5 l/s:

Q instalado $Q = 2,5 \text{ l/s}$

Q cálculo (pelo gráfico do anexo V): $Q_s = 0,63 \text{ l/s}$

Pela tabela do anexo V, para 5 fluxómetros (caudal instantâneo 0,5 l/s) instalados são 2 os que têm utilização simultânea logo,

Q cálculo (pela tabela do anexo V): $Q_s = 0,50 \times 2 = 1,0 \text{ l/s}$

Somando o caudal de cálculo da instalação normal com o dos fluxómetros o caudal de cálculo será:

Q cálculo para a instalação total: $Q_s = 0,63 + 1,0 = 1,63 \text{ l/s}$

2.4.2. Cálculo analítico

Com base no gráfico do “Regulamento”, da página 25, determinamos os polinómios que melhor se ajustam às curvas do gráfico em vários intervalos.

Estudamos o gráfico com 3 intervalos, para as situações mais correntes, até um caudal total máximo de 30 l/s:

1º intervalo com $0 < Q < 0,33 \text{ l/s}$, em que:

$$Q_c = Q$$

2º intervalo com $0,33 < Q < 3 \text{ l/s}$, em que:

$$Q_c = 0,0113 \cdot Q^3 - 0,09 \cdot Q^2 + 0,423 \cdot Q + 0,204$$

3º intervalo com $3 < Q < 30 \text{ l/s}$, em que:

$$Q_c = 0,0008 \cdot Q^2 + 0,111 \cdot Q + 0,79$$

Estes polinómios permitem fazer uma determinação analítica muito aproximada dos caudais de

cálculo com base nos caudais totais e podem ser usados numa folha de cálculo tipo “excel”.

2.5. Velocidade da água

A velocidade da água nos sistemas de distribuição de água tem influência directa:

- No nível de erosão.
- No nível de ruído.
- Nos golpes de ariete.
- Nas perdas de carga.

O Regulamento Português recomenda que a velocidade nas instalações deve variar entre 0,5 e 2 m/s, sem especificar para que tipos de materiais.

É claro que, tendo em conta os quatro factores acima indicados, a acção da velocidade em tubos de diferentes materiais tem consequências diferentes.

- A erosão é mais intensa em tubos metálicos que em tubos plásticos.

Além disso, de entre todos os tubos plásticos o polietileno é o material de eleição para o transporte de matérias líquidas abrasivas.

- Os ruídos são provocados pelas vibrações que a água transmite às paredes dos tubos pelo efeito de circular em regime turbulento. Ora, um tubo flexível amortece essas vibrações enquanto que um tubo rígido as transmite e até as amplia.

- O golpe de ariete em tubos flexíveis é bastante mais amortecido. Ensaios mostraram que os golpes de ariete com tubos UPONOR wirsbo-PEX são três vezes menores que com tubos metálicos.

- As perdas de carga aumentam à medida que aumenta a velocidade, mas esse efeito é mais atenuado nos tubos UPONOR wirsbo-PEX devido à parede mais lisa e ao raio de curvatura alargado das curvas.

- Por tudo isto, é recomendável limitar as velocidades de circulação de água nas tubagens em função do tipo de conforto que se pretende e também do tipo de tubagens a utilizar. Ou seja, dever-se-á adoptar valores de velocidade inferiores para tubos em que estes efeitos sejam mais nocivos e velocidades mais elevadas para onde estes efeitos estejam mais atenuados como é o caso dos tubos plásticos.

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX podem ser projectados para velocidades até 6 m/s.

2.6. Recirculação da água quente

Em geral é desejável que o tempo de chegada da água quente à torneira seja o mais curto possível. A recirculação da água quente é uma maneira eficiente de encurtar o tempo de espera.

O tempo de espera pode ser controlado facilmente.

Exemplo:

Temos uma instalação com colectores e recirculação de água quente. Depois de abrirmos a torneira de água quente do lavatório, esperamos cerca de 10 segundos no máximo para ter água quente. A distância entre a torneira do lavatório (0,1 l/s) e o colector é de 10m. O tubo é UPONOR wirsbo-PEX 16 x 1,8 mm.

Um tubo UPONOR wirsbo-PEX de 16 x 1,8 mm contém um volume de 0,12 litros de água por metro. Como a distância é de 10 m, haverá 1,2 litros de água no tubo. Como o caudal de água é de 0,1 l/s, o tempo de escoamento de toda a água parada no tubo (fria) é de:

$$1,2 \text{ seg} / 0,1 \text{ l/seg} = 12 \text{ seg}$$

Tempo de escoamento = 12 seg

Isto significa que o sistema de recirculação é adequado segundo as premissas iniciais, o que é o mesmo, que a distância entre o colector e a torneira é adequada deste ponto de vista.

2.7. Quedas de pressão

Perdas de carga nos tubos

Uma vez determinado o caudal de cálculo de cada um dos circuitos, pode determinar-se o diâmetro do tubo adequado para uma determinada perda de carga. Inclui-se um diagrama de perdas de carga nos tubos UPONOR wirsbo-PEX que permite a selecção do tubo com base no caudal de cálculo para uma perda de carga considerada aceitável. Para o cálculo da perda de carga é necessário também ter em conta a correcção devida à temperatura do fluido. Para conhecer a perdas de carga nos tubos UPONOR wirsbo-PEX ver anexos.

Perdas de carga localizadas

As perdas de carga localizadas ocorrem nos pontos de mudança de direcção, nas ramificações e em outros acessórios e componentes que alterem o regimes de escoamento.

Para o cálculo rigoroso da perda de carga total, é necessário introduzir as perdas de carga localizadas em contadores, válvulas, curvas, tês, colectores e outros acessórios.

Para tal, utilizam-se dados dos fabricantes, ou tabelas com os valores dos coeficientes de acordo com o tipo de peça e o seu diâmetro. Alguns autores acrescentam 15% à perda de carga nos tubos para compensar as perdas de carga localizadas (Os 15% são a avaliação empírica fixada pelas Normas. Esta avaliação já ampla para a maior parte dos imóveis urbanos, únicos considerados, manifesta-se frequentemente muito grande para os edifícios industriais e para as explorações agrícolas. Brigaux-Garrigou-Fontaneria e Instalaciones sanitárias).

Pressão mínima à entrada do edifício

“A pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 kPa, o que na rede pública ao nível do arruamento corresponde aproximadamente a:

$$H = 100 + 40n$$

onde H é a pressão mínima (kPa) e n o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo;...” refere o Regulamento Geral no artigo 21º.

Ora, isto significa que num prédio de 4 pisos, a pressão mínima de entrada deverá ser:

$$H = 100 + 40 \times 4 = 260 \text{ kPa}$$

Pressão máxima de entrada do edifício

Do “Regulamento”, também se tira que, a pressão máxima estática ou de serviço em cada ponto de utilização, medida ao nível do solo, não deve exceder os 600 kPa, não sendo aceitável que existam ao longo do dia variações superiores a 300 kPa. (artº 21º)

NOTA: 1 mca = 9,81 kPa

Pressão mínima na saída de cada aparelho

As pressões de serviço a verificar nos dispositivos de utilização devem variar entre 50 e 600 kPa, sendo recomendável por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 e 300 kPa. (artº 87º).

Pressão disponível

Num edifício, é necessário saber qual a pressão disponível à entrada, que garanta uma pressão de serviço aceitável nos dispositivos de utilização.

O cálculo do diâmetro das diferentes tubagens será feito com base na diferença entre a pressão de entrada no edifício e a pressão estabelecida para cada ponto de utilização.

A entidade gestora da rede pública deve fornecer os valores das pressões máxima e mínima na rede, no ponto de inserção do ramal de ligação ao edifício.

Exemplo:

O caudal de cálculo para urna alimentação de água fria (20°C) é de 5 l/s. O comprimento do tubo é de 20 m e a queda de pressão não deve ser superior a 20 kPa, estabelecida por critério de cálculo (deve ser, sempre que possível, inferior a diferença entre a pressão de entrada e a pressão de serviço no dispositivo de utilização).

Na tabela pode-se ver que o tubo de 63 x 5,8 mm dá uma queda de pressão de 0,82 kPa/m para água a 70°C e de 0,98 para água a 20°C (coef. de correcção = 1,2).

O comprimento do tubo é 20 m, logo a queda de pressão será:

$$20 \times 0,98 = 19,6 \text{ Kpa}$$

O valor é aceitável segundo os critérios de partida.

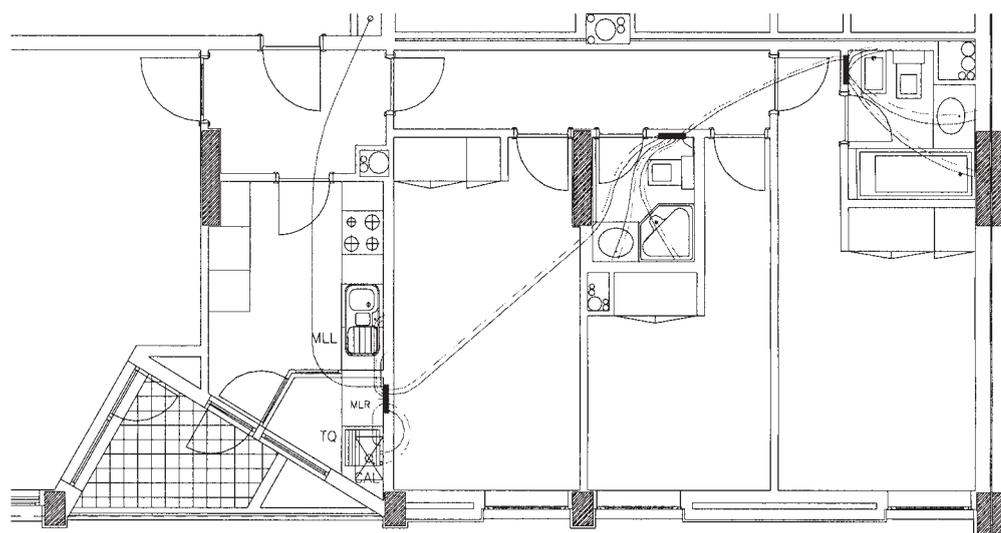


3. Exemplos de cálculo

3.1. Determinação dos diâmetros de uma instalação com bateria de contadores no rés-do-chão tendo em conta as perdas de carga admissíveis e os caudais de cálculo.

Este método de cálculo permite determinar os diâmetros dos tubos a partir da pressão da rede à qual se deduz todas as perdas de carga que se produzem num determinado tramo considerado mais desfavorável. A pressão residual em todos os pontos de água deve ser igual ou superior a pressão mínima exigida nestes.

Suponhamos as instalações de água potável quente e fria sob pressão num bloco de 5 apartamentos, com um apartamento por andar, alimentados individualmente por uma bateria de contadores individuais centralizados, no rés-do-chão e com distribuição por colectores.



Cada apartamento tem:

-Quarto de Banho.	
1 Banheira	0,25 l/s
1 Bidé	0,1 l/s
1 Sanita	0,1 l/s
1 Lavatório	0,1 l/s
-WC	
1 Duche	0,15 l/s
1 Sanita	0,1 l/s
1 Lavatório	0,1 l/s
-Cozinha e lavandaria:	
1 Lava-Loiça	0,2 l/s
1 Mâq. loiça	0,15 l/s
1 Tanque	0,2 l/s
1 Mâq. Roupa	0,2 l/s

O prédio tem uma bateria de contadores individuais centralizados e a pressão disponível à saída de cada contador (P_d) é de 600 Kpa.

A pressão de serviço desejada na saída de qualquer dispositivo de utilização é $P_m = 200$ kPa.

A perda de pressão na fonte de aquecimento da água (D_{Pc}) é de 100 Kpa (dependente do tipo de aparelho).

Altura entre andares de 3 m.

Escolha da canalização que vai servir de base de cálculo (tramo mais desfavorável).

O tramo mais desfavorável terá origem na entrada do edifício e terminará no dispositivo de utilização que exija maior altura de carga (normalmente o mais afastado e, ou com maior caudal). Neste exemplo, a rede é constituída por uma coluna montante individual que parte dos contadores no rés-do-chão para cada apartamento em cada piso e aí distribui a cada colector e a cada ponto de utilização.

O tramo mais desfavorável neste tipo de instalação (determinado a partir do contador para simplificação) inclui:

- A - Coluna montante (troço vertical de um ramal de introdução ou um ramal de distribuição).
- B - Ramal de distribuição (troço entre o contador individual e o colector ou os ramos de alimentação).
- C - Ramal de alimentação (troço de alimentação aos aparelhos).

Cálculo da perda de carga admissível:

A perda de carga unitária média admissível D_{Pm} , é determinada, para o tramo mais desfavorável, pela razão da soma de todas as perdas de carga nesse tramo e o seu comprimento ($S P/L$).

Perdas de carga localizadas

As perdas de cargas localizadas ocorrem nos pontos de mudança de secção, de direcção, nas ramificações e na introdução de acessórios e outros componentes. Para se realizar um cálculo rigoroso, é necessário determinar a perda de carga em cada uma dessas singularidades para acrescentar a perda de carga dos tubos.

Um dos métodos para acrescentar as perdas de carga localizadas, chama-se dos comprimentos equivalentes por transformar a perda de carga num comprimento a adicionar à extensão do respectivo tramo.

De uma forma empírica pode considerar-se que as perdas de carga localizadas acrescentam 15% as perdas de carga dos tubos.

- Perda de carga disponível:

$$(\Delta P_a) = P_d - (P_m + \Delta P_c + \Delta P_g + \Delta H) = 600 - (200 + 100 + 147,2) = 152,8 \text{ kPa}$$

em que a queda de pressão com a altura (ΔH) é:

$$(\Delta H) = 5 \times 3 \times 9,81 \text{ kPa} = 147,2 \text{ kPa}$$

- Comprimento do tramo mais desfavorável:

$$L = 5 \times 3 + 21 = 36 \text{ m.}$$

- Comprimento equivalente (perdas de carga localizadas): $36 \times 1,15 = 41,4 \text{ m.}$
- Perda de carga admissível por metro no tramo mais desfavorável:

$$(\Delta P_m) = \Delta P_a / L = 152,8 / 41,4 = 3,7 \text{ kPa/m}$$

Cálculo dos diâmetros:

TRAMO DA COLUNA MONTANTE.

Tramo desde o contador até à cozinha

Nº de aparelhos alimentados: 11

Caudal total:

$$Q = 0,25 + 5 \times 0,1 + 0,15 + 3 \times 0,2 + 0,15 = 1,65 \text{ l/seg}$$

1- Pelo método do coeficiente de simultaneidade (pág. 23):

$$K_v = 1 / \sqrt{(n-1)} = 1 / \sqrt{(11-1)} = 0,32$$

Caudal de cálculo:

$$Q_c = Q \times K_v = 1,65 \times 0,32 = 0,53 \text{ l/seg}$$

2- Pela leitura directa no ábaco do anexo V do Regulamento (pág.25):

Para $Q = 1,65 \text{ l/seg}$ vem $Q_c = 0,71 \text{ l/seg}$

3- Pelo cálculo analítico (págs. 26, 27)

Para $Q = 1,65 \text{ l/seg}$ vem $Q_c = 0,71 \text{ l/seg}$

CONDIÇÕES A VERIFICAR:

$$Q_c = 0,71 \text{ l/seg e } D_{Pm} \leq 3,7 \text{ kPa/m}$$

O tubo adequado será calculado para estas condições, no gráfico das perdas de carga. Para o caudal de $0,71 \text{ l/seg}$, o tubo **UPONOR wirsbo-PEX 25 x 2,3 mm** tem uma perda de carga unitária de $2,4 \text{ kPa/m}$ ($2,0 \times 1,2$) e uma velocidade de $V = 2,2 \text{ m/s}$. Verifica-se que apesar do tubo cumprir as condições respeitantes ao caudal e à pressão pretendida, a velocidade excede 2 m/s . Seleccionando um tubo do diâmetro imediatamente superior, **UPONOR wirsbo-PEX 32 x 2,9 mm**, a perda de carga passa a ser $0,75 \text{ kPa/m}$ ($0,62 \times 1,2$) e a velocidade de $1,3 \text{ m/s}$.

TRAMO DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO COZ-WC

Tramo da cozinha ao WC

Nº de aparelhos alimentados: 7

Caudal total:

$$Q = 0,25 + 5 \times 0,1 + 0,15 = 0,9 \text{ l/seg}$$

1- Pelo método do coeficiente de simultaneidade (pág. 23):

$$K_v = 1 / \sqrt{(n-1)} = 1 / \sqrt{(7-1)} = 0,41$$

Caudal de cálculo pelo:

$$Q_c = Q \times K_v = 0,9 \times 0,41 = 0,37 \text{ l/seg}$$

2- Pela leitura directa no ábaco do anexo V do Regulamento (pág.25):

Para $Q = 0,9 \text{ l/seg}$ temos $Q_c = 0,52 \text{ l/seg}$

3- Pelo cálculo analítico (págs. 26, 27)

Para $Q = 0,9 \text{ l/seg}$ temos $Q_c = 0,52 \text{ l/seg}$

CONDIÇÕES A VERIFICAR:

$$Q_c = 0,52 \text{ l/seg e } \Delta P_m \leq 3,7 \text{ kPa/m}$$

Com estas condições de caudal de cálculo do tramo e ΔP_m , podemos escolher o tubo adequado no gráfico das quedas de pressão, UPONOR wirsbo-PEX = 25 x 2,3 mm que para o caudal de 0,52 l/seg, garante uma perda de carga de 1,4 kPa/m (1,15 x 1,2) e uma velocidade de $V = 1,6 \text{ m/s}$.

TRAMO DO RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO WC-
BANHO

Tramo do WC ao quarto de banho

Nº de aparelhos alimentados: 4

Caudal total:

$$Q = 0,25 + 3 \times 0,1 = 0,55 \text{ l/seg}$$

1- Pelo método do coeficiente de simultaneidade (pág. 22):

$$K_v = 1/\sqrt{(n-1)} = 1/\sqrt{(4-1)} = 0,58$$

Caudal de cálculo:

$$Q_c = Q \times K_v = 0,55 \times 0,58 = 0,32 \text{ l/seg}$$

2- Pela leitura directa no ábaco do anexo V do Regulamento (pág.24):

Para $Q = 0,55 \text{ l/seg}$ temos $Q_c = 0,41 \text{ l/seg}$

3- Pelo cálculo analítico (págs. 25)

Para $Q = 0,55 \text{ l/seg}$ temos $Q_c = 0,41 \text{ l/seg}$

CONDIÇÕES A VERIFICAR:

$$Q_c = 0,41 \text{ l/seg e } \Delta P_m \leq 3,7 \text{ kPa/m}$$

Com o caudal de cálculo do tramo e ΔP_m , podemos escolher o tubo adequado no gráfico das quedas de pressão: UPONOR wirsbo-PEX = 20 x 1,9 mm.

Neste tubo, o caudal de 0,41 l/seg, origina uma queda de pressão de 2,88 kPa/m (2,4 x 1,2) e uma velocidade de $V = 2,0 \text{ m/s}$.

TRAMO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO AO BIDÉ /
LAVATÓRIO / SANITA

Como os ramais do bidé, lavatório e sanita têm o mesmo caudal, terão a mesma perda de carga admissível por metro.

CONDIÇÕES:

$$Q = Q_c = 0,1 \text{ l/seg e } \Delta P_m = 3,7 \text{ kPa/m}$$

Com o caudal de cálculo do tramo e ΔP_m calcula-se o tubo adequado no gráfico das quedas de pressão: UPONOR wirsbo-PEX = 16x1,8 mm.

Para um caudal de 0,1 l/s, o tubo indicado dá uma queda de pressão de 0,96 kPa/m (0,8 x 1,2) e uma velocidade de $V = 0,8 \text{ m/s}$.

TRAMO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO À
BANHEIRA

CONDIÇÕES:

$$Q = Q_c = 0,25 \text{ l/seg e } \Delta P_m = 3,7 \text{ kPa/m}$$

Com o caudal de cálculo para o tramo e ΔP_m , o tubo adequado eleito no gráfico das quedas de pressão é UPONOR wirsbo-PEX = 20 x 1,9 mm. Este tubo, para um caudal de 0,25 l/s, proporciona uma queda de pressão de 1,2 kPa/m (1,0 x 1,2) e uma velocidade $V = 1,2 \text{ m/s}$.

TRAMO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO NA
COZINHA

Os ramais da cozinha, têm praticamente o mesmo caudal e por isso a mesma perda de carga admissível por metro para o mesmo diâmetro de tubo.

CONDIÇÕES:

$$Q = Q_c = 0,20 \text{ l/seg e } \Delta P_m = 3,7 \text{ kPa/m}$$

Com o caudal de cálculo para o tramo e ΔP_m pode-se escolher o tubo adequado no gráfico das quedas de pressão é UPONOR wirsbo-PEX = 16 x 1,8 mm. Este tubo, para um caudal de 0,2 l/s, apresenta uma queda de pressão de 3,2 kPa/m (2,7 x 1,2) e uma velocidade $V = 1,7 \text{ m/s}$.

Verifica-se que a perda de carga de qualquer dos tramos é sempre inferior à perda de carga admissível, por isso os diâmetros eleitos são aceitáveis.



3.2. Determinação dos diâmetros de uma instalação com coluna montante colectiva pelo método dos caudais de cálculo e perdas de carga.

Neste exemplo dimensiona-se uma rede de águas potável com uma coluna montante para a instalação do edifício de 5 andares, com um apartamento por andar.

Descrição da instalação:

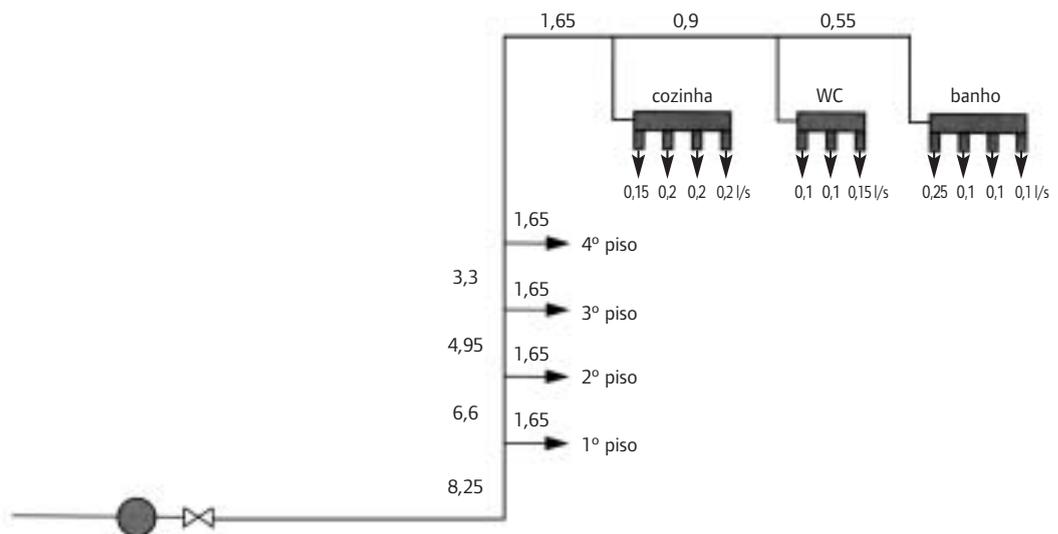
- A coluna montante é alimentada directamente da rede, com uma pressão disponível na alimentação de 600 Kpa.
- A coluna montante abastece uma habitação em cada um dos 5 andares do edifício.
- Cada habitação tem um quarto de banho, um WC e uma cozinha.

- A altura entre andares é de 3 m e o edifício tem portanto uma altura 15m.

- A queda de pressão no aparelho produtor de água quente é de 100 Kpa (não deve ser tomado como valor geral).

- A pressão mínima desejada a saída de uma torneira é de 200 KPa.

As perdas de carga localizadas nos acessórios e outras singularidades da rede, serão consideradas, majorando os comprimentos dos tramos de 1,15 para determinação dos comprimentos equivalentes.



Passo 1 - Cálculo da perda de carga disponível.

Pressão na entrada da rede	600 kPa
Queda de pressão no esquentador	-100 kPa
Queda de pressão devido a gravidade (piezométrica) (9,81 kPa/m x 15 m= 147,2 kPa)	-147,2 kPa
Pressão mínima na torneira	-200 kPa
Perda de carga disponível	152,8 kPa

Os valores negativos desta soma são as perdas de carga conhecidas previamente, (a utilizar no passo 5) que totalizam 447,2 kPa.

Passo 2 - Cálculo da perda de carga média unitária.

Este cálculo permite pré-seleccionar o tubo para uma determinada perda de carga unitária. Tomando o comprimento aproximado da tubagem desde o contador até ao aparelho mais distante: 15 m (altura do edifício) + 21m (aparelho mais distante) = 36 m. Dividindo a perda de carga disponível pela distancia encontrada, obtém-se uma perda de carga unitária média de:

$$152,8 \text{ kPa} / 36 \text{ m} = 4,2 \text{ kPa/m}$$

Passo 3: Cálculo da perda de carga no dispositivo de utilização mais desfavorável.

O dispositivo de utilização mais desfavorável é o que necessita de maior carga, ou seja, o que apresenta maior queda de pressão. Em princípio,

esse dispositivo estará no último andar do edifício e é normalmente o aparelho mais afastado e o que tem maior caudal. Neste caso o dispositivo de utilização mais desfavorável estará em princípio no quarto de banho mais distante.

Aparelho	Distância ao colector	Comprimento equivalente	Tubagem	Caudal	Perda de carga unit.	Perda de carga total
	m	m	mm x mm	l/seg	kPa/m	kPa
Banheira	3	3,45	20 x 1,9	0,25	1,0	3,5
Lavatório	3	3,45	16 x 1,8	0,10	0,8	2,8
Sanita	2	2,30	16 x 1,8	0,10	0,8	1,8
Bidet	1	1,15	16 x 1,8	0,10	0,8	0,9

Tabela 2. Queda de pressão nos aparelhos do local mais desfavorável

No quarto de banho, o aparelho com perda de carga mais desfavorável é a banheira.

Agora, importa calcular as perdas de carga até à coluna montante.

O comprimento equivalente é o comprimento total acrescido de um coeficiente (1,15) considerado para o cálculo das perdas de carga localizadas.

Tramo	Comprimento	Comprimento equivalente	Caudal Total	Caudal de cálculo	Tubo	Velocidade	Perda de carga unitária	Perda de carga total
	m	m	l/s	l/s	mm	m/s	kPa/m	kPa
Banheira	3	3,45	0,25	0,25	20 x 1,9	1,2	1,2	4,1
QB - WC	4	4,6	0,55	0,41	20 x 1,9	2,0	2,8	12,9
WC - Coz	7	8,1	0,9	0,52	25 x 2,3	1,6	1,4	11,3
Coz - col.	7	8,1	1,65	0,71	32 x 2,9	1,3	0,75	6,1
Perda de carga até à coluna montante								34,4

Passo 4 - Cálculo da perda de carga na coluna montante.

Para dimensionar a coluna montante segue-se a seguinte ordem:

1º Determina-se em cada piso o caudal total que corresponde à soma dos caudais dos aparelhos alimentados pela coluna montante. Somam-se em cada tramo da coluna montante os caudais totais de cada piso.

Por apartamento, o caudal total é a soma dos caudais dos dois quartos de banho e da cozinha: $0,25 + 5 \times 0,1 + 2 \times 0,15 + 3 \times 0,2 = 1,65$ l/s.

Os caudais máximos (caudais totais) de cada um dos tramos da coluna montante serão:

No 5º piso 1,65 l/s4
 No 4º piso- soma dos caudais do 5º e do 4º pisos $1,65 + 1,65 = 3,30$ l/s
 No 3º piso- soma dos caudais do 5º, 4º e 3º pisos $3,3 + 1,65 = 4,95$ l/s
 No 2º piso- soma dos caudais do 5º ao 2º pisos $4,95 + 1,65 = 6,60$ l/s
 No 1º piso- soma dos caudais do 5º ao 1º pisos $6,60 + 1,65 = 8,25$ l/s

2º Com base nesses caudais determinam-se os caudais de cálculo. Há vários métodos para fazer este cálculo e todos se baseiam na probabilidade de os aparelhos não estarem a consumir o caudal máximo simultaneamente. Por isso são determinados caudais prováveis com os quais se dimensionam as instalações. No parágrafo 2.3 deste manual estão explanados alguns dos métodos que se utilizam. Neste exemplo utilizamos os caudais de cálculo determinados com base no Regulamento (parágrafo 2.4).

3º Com os caudais de cálculo em cada tramo e a perda de carga média unitária obtida no passo 2 (4,2 kPa/m), escolhem-se os diâmetros mais adequados para cada tramo.

Piso	Comprimento	Comprimento equivalente	Caudal Total	Caudal de cálculo	Tubo	Velocidade	Perda de carga unitária	Perda de carga total
	m	m	l/s	l/s	mm	m/s	kPa/m	kPa
5	3,0	3,45	1,65	0,71	32 x 2,9	1,3	0,73	2,5
4	3,0	3,45	3,3	1,15	40 x 3,7	1,4	0,52	1,8
3	3,0	3,45	4,95	1,32	40 x 3,7	1,6	0,66	2,3
2	3,0	3,45	6,6	1,49	40 x 3,7	1,8	0,84	2,9
1	3,0	3,45	8,25	1,65	40 x 3,7	2,0	1,10	3,8
Perda de carga total na coluna montante								13,3

Como se verifica as perdas de carga unitárias em cada tramo estão francamente abaixo da perda de carga média unitária calculada no passo 2, pelo que a verdadeira limitação é a velocidade. A perda de carga total na coluna montante é de 13,3 kPa.

Passo 5 - Verificação.

Perdas de carga conhecidas (passo 1)	447,2 kPa
Perda de carga no aparelho mais desfavorável (passo 3)	494,9 kPa
Perda de carga na coluna montante (passo 4)	<u>13,3 kPa</u>
Perda de carga máxima	494,9 kPa

A perda de carga máxima calculada é aceitável porque é inferior à pressão à entrada da rede (600 kPa).

3.3. Determinação dos diâmetros de uma instalação com coluna montante colectiva, alimentada por um depósito colocado num nível superior, pelo método dos caudais de cálculo e perdas de carga.

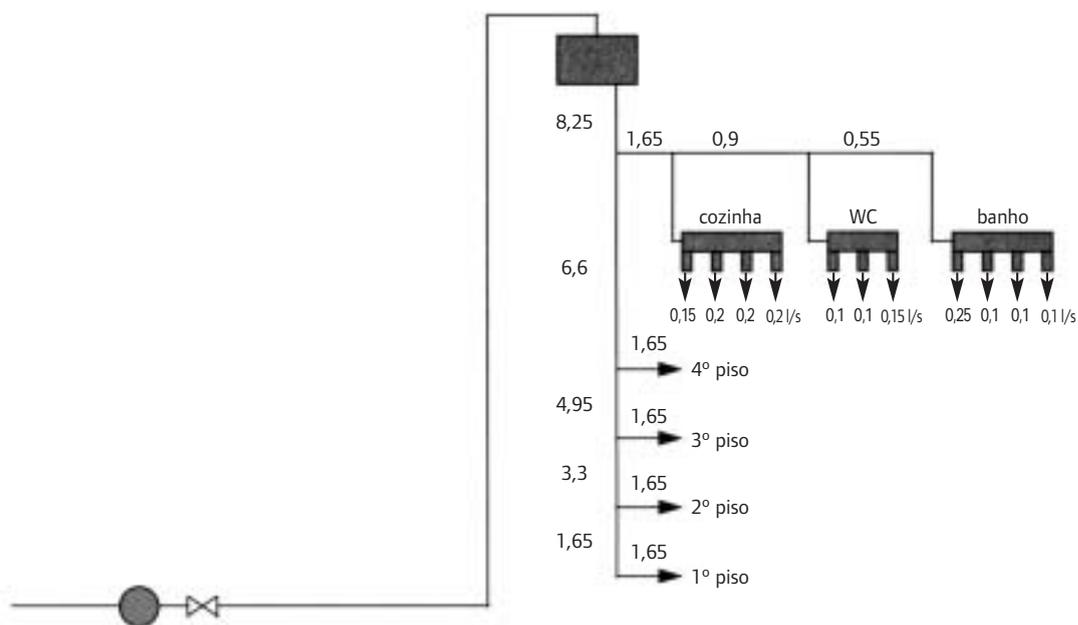
O exemplo seguinte apresenta o dimensionamento da coluna montante de um pequeno edifício com um depósito colocado no seu topo.

Descrição da instalação:

- O edifício tem cinco andares.
- A coluna montante abastece uma habitação com um quarto de banho, um WC e uma cozinha em cada andar.

- A altura entre andares é de 3 m.
- A diferença de cota entre o depósito e a torneira mais alta é de 9 m.

Para se entrar em conta com as perdas de carga localizadas, foi considerado o método dos comprimentos equivalentes.



Passo 1 - Cálculo da pressão disponível desde o depósito.

A pressão disponível resulta da diferença de nível entre o depósito e a torneira mais elevada. Esse desnível é de 9m, portanto a pressão disponível em kPa é de $9,81 \text{ kPa/m} \times 9 \text{ m} = 88,3 \text{ kPa}$

Passo 2 - Cálculo da perda de carga desde o depósito até ao apartamento mais elevado.

O caudal a saída do depósito é o somatório dos caudais da coluna, que é $Q = 1,65 \times 5 = 8,25 \text{ l/s}$ ao qual corresponde um caudal de cálculo $Q_c = 1,65 \text{ l/s}$.

Calculando o tramo de saída do depósito com um tubo de $50 \times 4,6$, a velocidade de escoamento e a queda de pressão unitária para o caudal de $1,65 \text{ l/s}$ é de respectivamente $1,3 \text{ m/seg}$ e $0,4 \text{ kPa/m}$. A queda de pressão total é de $0,4 \text{ kPa/m} \times (9 \times 1,15) \text{ m} = 4,2 \text{ kPa}$.

Passo 3 - Cálculo da perda de carga no aparelho mais desfavorável.

Verificar qual o aparelho que apresenta maior queda de pressão. Neste caso, esse aparelho encontrar-se-á no último andar. Tal como no exemplo anterior, calculando da mesma maneira que no passo 3, o resultado é de $34,4 \text{ kPa}$.

Passo 4 - Verificação da capacidade de alimentação do aparelho mais desfavorável.

Pressão disponível	88,3 kPa
Perda de carga na coluna montante	-4,2 kPa
Perda de carga no aparelho mais desfavorável	<u>-34,4 kPa</u>

49,7 kPa

A pressão resultante desta soma, é a pressão residual depois de deduzidas todas as perdas de carga (as perdas de carga localizadas estão consideradas pelo acréscimo nos comprimentos de $1,15$). Se o resultado desta soma fosse negativo, seria necessário aumentar o diâmetro das tubagens escolhidas.

Passo 5 - Verificação da pressão disponível nos outros pisos.

Devido à força da gravidade, a pressão disponível aumenta à medida que se desce no edifício. Com as comprovações finais pretende-se verificar se a pressão disponível é ainda suficiente para o abastecimento do quarto andar e se a pressão nos pisos inferiores é demasiado elevada.

Piso	Comprimento	Comprimento equivalente	Caudal Total	Caudal de cálculo	Tubo	Velocidade	Perda de carga unitária	Perda de carga total
	m	m	l/s	l/s	mm	m/s	kPa/m	kPa
5	9,0	10,4	8,25	1,65	50 x 4,6	1,3	0,4	4,2
4	3,0	3,45	6,6	1,49	40 x 3,7	1,8	0,84	2,9
3	3,0	3,45	4,95	1,32	40 x 3,7	1,6	0,66	2,3
2	3,0	3,45	3,3	1,15	40 x 3,7	1,4	0,52	1,8
1	3,0	3,45	1,65	0,71	32 x 2,9	1,3	0,73	2,5
Perda de carga total na coluna montante								13,7

a) Verificação da pressão no 4º andar.

A perda de carga na coluna montante do 5º ao 4º andar é de $2,9 \text{ kPa}$. O incremento da pressão devido à força da gravidade é de $9,81 \times 3 \text{ m} = 29,43 \text{ kPa}$.

Como o incremento da pressão é superior à perda de carga, a pressão disponível será suficiente.

b) Cálculo da pressão nos andares mais baixos.

A queda de pressão no montante é de: $13,7 \text{ kPa}$
A pressão devida à gravidade (piezométrica) é de $9,81 \times (9+12) \text{ m} = 206 \text{ kPa}$.

A pressão na base da coluna não é excessiva.

3.4. Traçado e determinação dos diâmetros de uma rede em UPONOR wirsbo Q & E

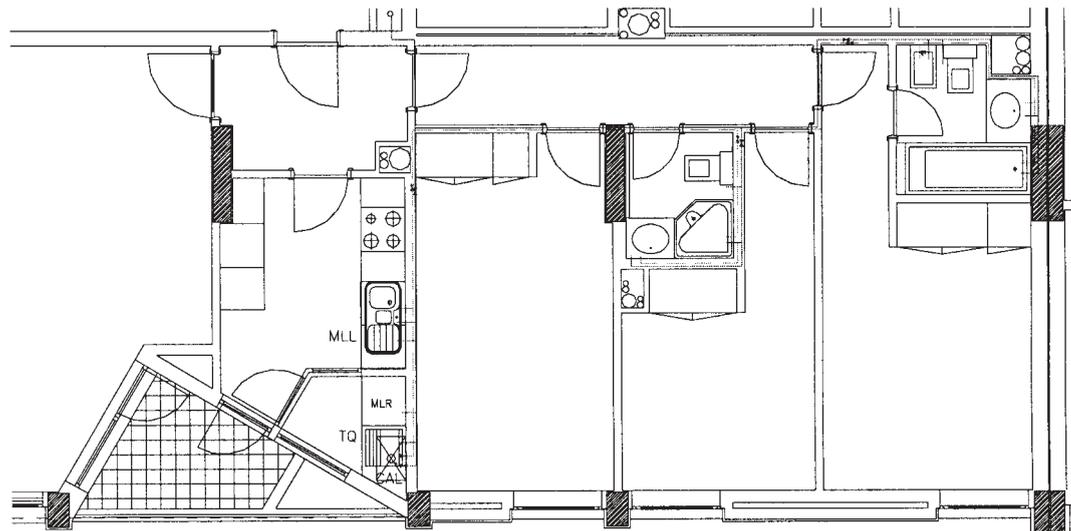
Tomando como exemplo o mesmo apartamento tipo, desenhou-se um traçado das tubagens pelas paredes.

O sistema Q&E, pode ser montado embebido nas paredes pelo sistema tradicional por:

1. Ter nas ligações o tubo a fazer pressão constante sobre o acessório (não é um acessório de aperto por porca e anel).

2. Ter os tubos e acessórios resistentes à corrosão e às argamassa.

3. Utilizar tubos finos graças à baixa perda de carga.

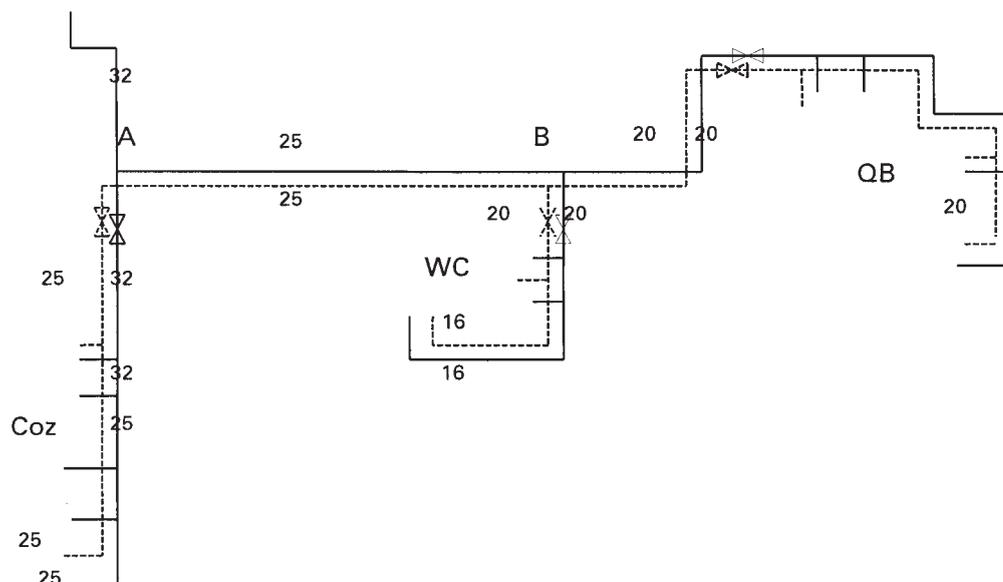


O traçado pelas paredes executa-se dentro da apartamento a uma altura de 2,10 metros (passando os tubos sobre as portas), baixando nas zonas húmidas (cozinha, lavandaria, quartos de banho e WC) para uma altura de 0,40 a 0,70 m. Na entrada das zonas húmidas está considerada uma válvula de corte.

Os diâmetros das tubagens estão calculados de acordo com os pressupostos do Capítulo 3 tanto no que respeita a caudais, simultaneidades ou perdas de carga localizadas.

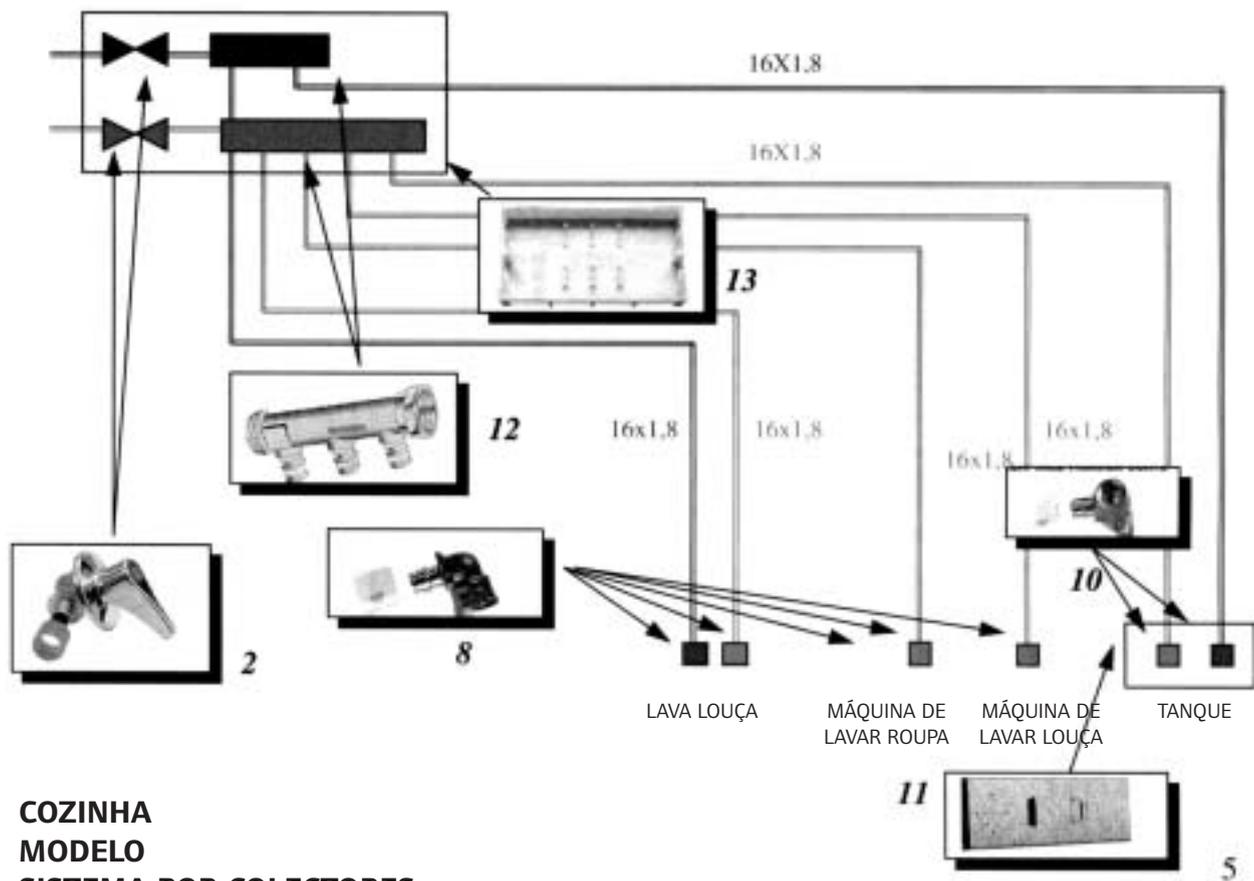
A determinação dos diâmetros pode ser feita com a ajuda do seguinte quadro:

Tramo	Comprimento	Comprimento equivalente	Caudal Total	Caudal de cálculo	Tubo	Velocidade	Perda de carga unitária	Perda de carga total
A. Quente	m	m	l/s	l/s	mm	m/s	kPa/m	kPa
Banheira			0,25	0,25	20 x 1,9	1,2		
Lavatório			0,1	0,1	16 x 1,8	0,8		
Banh-lav	1	1,2	0,25	0,25	20 x 1,9	1,2	0,40	0,46
Lav-bidé	2,5	2,9	0,35	0,34	20 x 1,9	1,7	0,69	1,99
Bidé-B	5	5,8	0,45	0,38	20 x 1,9	1,8	0,83	4,75
Lav-chuv	2	2,3	0,1	0,10	16 x 1,8	0,8	0,23	0,54
Chuv-B	3	3,5	0,25	0,25	20 x 1,9	1,2	0,40	1,39
B-L. loiças	8,5	9,8	0,7	0,46	25 x 2,3	1,4	0,40	3,95
L.L.-cald.	3	3,5	0,9	0,52	25 x 2,3	1,6	0,50	1,73
A. Fria								
Banh-lav	1	1,2	0,25	0,25	20 x 1,9	1,2	0,40	0,46
Lav-sanit	2	2,3	0,35	0,34	20 x 1,9	1,7	0,69	1,60
Sanit-bidé	0,5	0,6	0,45	0,38	20 x 1,9	1,8	0,83	0,47
Bidé-B	5	5,8	0,55	0,41	20 x 1,9	2,0	0,96	5,53
Lav-chuv	2	2,3	0,1	0,10	16 x 1,8	0,8	0,23	0,54
Chuv-sanit	1	1,2	0,25	0,25	20 x 1,9	1,2	0,40	0,46
Sanit-B	2	2,3	0,35	0,34	20 x 1,9	1,7	0,69	1,60
B-A	4,5	5,2	0,9	0,52	25 x 2,3	1,6	0,50	2,60
Cald-tanq	1,5	1,7	0,9	0,52	25 x 2,3	1,6	0,50	0,87
Tanq-MLR	1	1,2	1,1	0,58	25 x 2,3	1,8	0,60	0,69
MLR-MLL	1	1,2	1,3	0,63	25 x 2,3	1,9	0,70	0,80
MLL-L-loiça	0,5	0,6	1,5	0,67	32 x 2,9	1,3	0,24	0,14
L-loiça-A	3	3,5	1,65	0,71	32 x 2,9	1,3	0,27	0,92
A-contador	4	4,6	2,55	0,88	32 x 2,9	1,6	0,39	1,81



A perda de carga máxima no apartamento é obtida no troço mais desfavorável. Tira-se do quadro de cálculo que o trajecto mais desfavorável é o que vai da banheira à caldeira (água quente) e daí ao

contador passando por A:
 $0,46+1,99+4,75+3,95+1,73+0,87+0,69+0,8+0,14+0,92+1,81 = 18,12 \text{ kPa}$



ARTIGOS

1	VÁLVULA DE CORTE PARA ENCASTRAR 25x25
2	VÁLVULA DE CORTE PARA ENCASTRAR 20x20
3	TÊ 20x16x20
4	TÊ 20x20x16
5	TÊ 25x20x25
6	TÊ 25x25x25
7	TÊ 25x20x20
8	JOELHO TERMINAL FÊMEA 16x1/2"
9	JOELHO TERMINAL 20x3/4 "
10	JOELHO TERMINAL 16x1/2 "
11	BITOLAS FIXAS
12	COLECTOR PORCA MÓVEL 3/4" MACHO
13	CAIXA PLÁSTICA PARA COLECTORES
14	UNIÕES MACHO 25 x 3/4"
15	UNIÕES FÊMEA 25 x 3/4"
16	UNIÕES FÊMEA PORCA MÓVEL

4. Armazenamento e instalação

4.1. Armazenamento

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX são fornecidos de fábrica em rolos ou varas. Estes tubos são embalados em caixas de cartão ou protegidas por mangas de plástico preto. Juntamente com os tubos enviam-se as instruções de instalação. Evite que a radiação ultravioleta (luz solar) afecte

os tubos durante o seu armazenamento e instalação. Armazene-os na sua embalagem original. Evite que os produtos à base de óleo, dissolventes, tintas e fitas adesivas entrem em contacto com os tubos, porque a composição destes produtos pode ser prejudicial.

4.2. Desenrolamento do tubo

Durante a instalação dos tubos, mantenha os tampões de protecção colocados nas extremidades, de forma a evitar a entrada de sujidade. Os desenroladores, tal como mostra a figura, podem tornar mais simples o desenrolamento dos tubos.



4.3. Corte do tubo

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX de dimensões menores podem ser cortados com uma tesoura corta tubo de plástico como a comercializada pela Uponor. O corte deve ser feito sempre perpendicularmente à direcção longitudinal do tubo. Não deverá ficar qualquer excesso de material ou resíduos que possam afectar a ligação.



Corta-tubos Uponor

4.4. Reforços angulares para tubos

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX curvam-se normalmente sem necessidade de ferramentas especiais. Quando se dobram com um raio pequeno (90°) e a frio pode ser necessário um reforço angular.

O raio mínimo de curvatura para os tubos UPONOR wirsbo-PEX de 20 x 1,9 m é de 100 mm, sem aquecimento.

Os tubos UPONOR wirsbo-PEX podem dobrar-se a quente. Para o fazer utilize uma pistola de ar quente, se for possível com difusor (máx. 180°C). Não utilize chama, uma vez que o tubo poderia danificar-se já que não haveria controlo da temperatura aplicada. O tubo deve ser aquecido até que o material onde vai ser curvado se ponha

quase transparente (máx. 140°C). Dobre o tubo de uma só vez até alcançar a posição requerida. Arrefeça o tubo na água ou deixe-o arrefecer ao ar.

Nota: Quando se aquece o tubo, as tolerâncias de dimensões calibradas na fábrica perdem-se.

Uma secção aquecida não deveria ser utilizada como ponto de união.

4.5. Contração longitudinal

Quando os tubos estão em funcionamento e a temperatura e a pressão descem, dá-se o processo de contração (máx. 1,5% do comprimento). Havendo uma distância adequada entre ligações, a força de fixação do tubo ao acessório é superior à

força de contração e por isso não haverá nenhum problema sempre que a instalação dos acessórios seja efectuada conforme as instruções do fabricante.

4.6. Localização dos colectores

A localização dos colectores deve ser escolhida para que:

- Sejam acessíveis para uma futura manutenção.
- Fácil acesso aos pontos de consumo.

- Permita uma fácil ligação aos tubos de alimentação.

Por vezes é conveniente situar mais de um coletor.

4.7. Colocação e suporte dos tubos

Os tubos devem situar-se de maneira a que as possibilidades de perfuração por acidente sejam minimizadas. Nas instalações com manga corrugada, a redução da quantidade de curvas no traçado, facilita a substituição em caso de avaria.

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

Os tubos a vista devem ser instalados com meias canas e abraçadeiras que mantenham a sua forma.

4.8. Memória Térmica

No caso de ocorrer um vinco accidental do tubo durante a instalação é recomendado que o tubo se aqueça suavemente com muito cuidado. A memória térmica será activada e o tubo voltará à

forma inicial. Nunca utilize chama. O tubo poder-se-ia danificar uma vez que não haveria controlo da temperatura aplicada. Arrefeça o tubo com um pano molhado.



4.9. Enchimento e comprovação do sistema

O enchimento da instalação deve fazer-se lentamente para que não se formem bolsas de ar no sistema. Assegure-se de que não existem fugas.

Para verificarmos que isto não se produz devemos realizar a prova de pressão.

5. Instalação, detalhes dos suportes

5.1. Instalações que permitem a expansão

5.1.1. Generalidades

O UPONOR wirsbo-PEX, como todos os materiais, está sujeito à expansão térmica. Para evitar problemas posteriores, devemos ter em conta este fenómeno ao desenhar a instalação. A expansão e

contração do tubo UPONOR wirsbo-PEX podem calcular-se da seguinte forma:

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

ΔL é a variação do comprimento, em milímetros.

ΔT é a variação da temperatura.

L é o comprimento do tubo, em metros.

α é o coeficiente de expansão térmica do PEX (0.18 em milímetros por metro e grau centígrado).

Como podemos observar, a dilatação no polietileno reticulado é maior que a dos metais. Todavia as forças de expansões térmica são depreciáveis. Com o UPONOR wirsbo-PEX não

existe o problema de uma soldadura partir por efeito das forças de dilatação ou de fissuras no betão, isto quando os tubos estão embebidos.

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	1000	400
40 x 3,7	900	1500	600
50 x 4,6	1400	2300	900
63 x 5,8	2300	3800	1500
75 x 6,8	3200	5300	2100
90 x 8,2	4600	7500	2900
110 x 10	6900	11300	4400

Força máxima de expansão

É a força produzida quando se aquece um tubo fixo até alcançar a máxima temperatura operativa, 95°C.

Força máxima de contração

É a força devido à contração térmica, produzida por arrefecimento, quando um tubo é instalado numa posição fixa à temperatura operativa máxima.

Força de contração

É a força restante no tubo à temperatura da instalação devido ao encurtamento longitudinal depois do tubo fixo ter estado à pressão operativa máxima e à temperatura máxima durante determinado tempo.

5.1.2. Posicionamento dos pontos fixos

Chama-se um ponto fixo, o ponto que fixa a tubagem sem possibilitar qualquer tipo de movimento. Normalmente ocorre na fixação de um acessório ou num colector. As abraçadeiras alinhadas que suportam um tubo não se consideram pontos fixos, já que permitem movimentos longitudinais, mas quando suportam um tubo numa mudança de direcção podem ser

considerados como tal, uma vez que se opõem ao movimento de expansão ou contracção do braço contrário.

Os pontos fixos determinam-se de forma a garantir que as expansões se realizem de forma controlada na direcção pretendida.

A figura seguinte esclarece-nos este ponto.

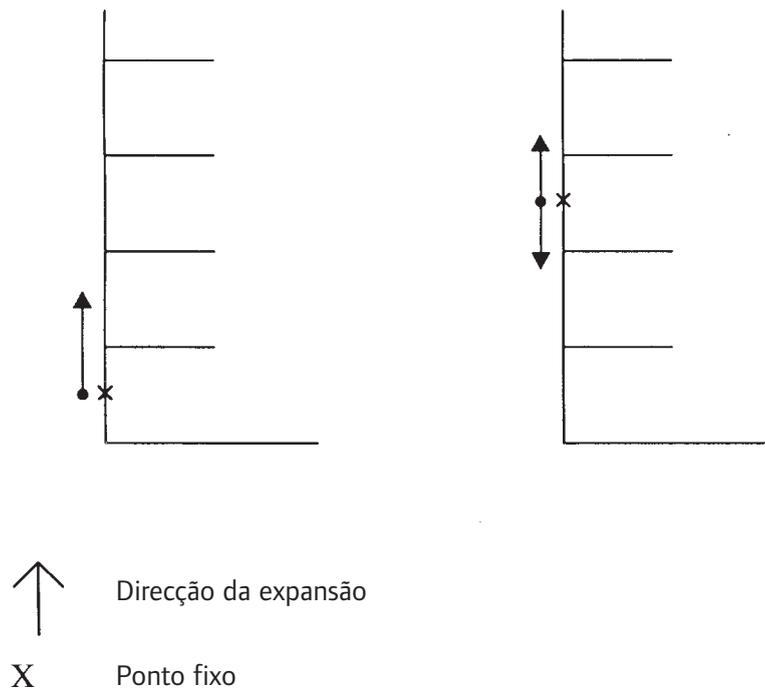


Figura 2: Posicionamento dos pontos fixos, instalação em ramais

5.1.3. Instalação de tubos permitindo a expansão por meio de um braço flexível

O braço flexível deve ser suficientemente comprido para prevenir qualquer dano. As abraçadeiras devem deixar espaço suficiente para que o joelho não entre em contacto com a parede depois da expansão. Uma instalação típica é apresentada nas

figuras 2 e 3.

Como podemos verificar a abraçadeira que está na mudança de direcção é considerada um ponto fixo dada a dilatação do braço contrário.

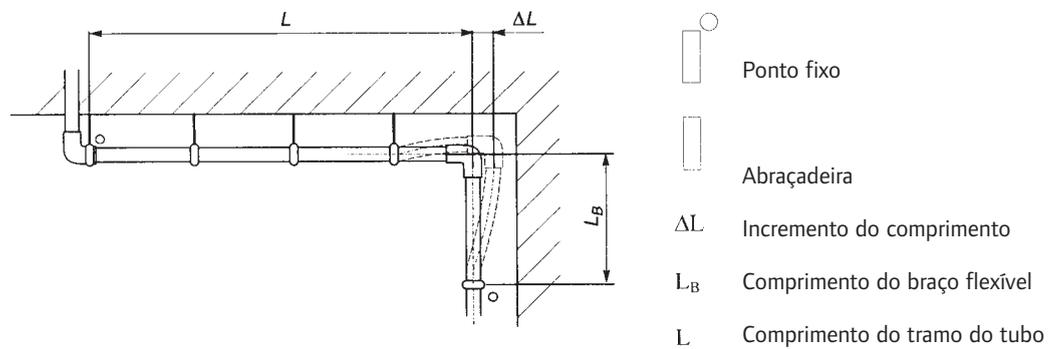


Figura 2: A expansão compensa-se com um braço flexível

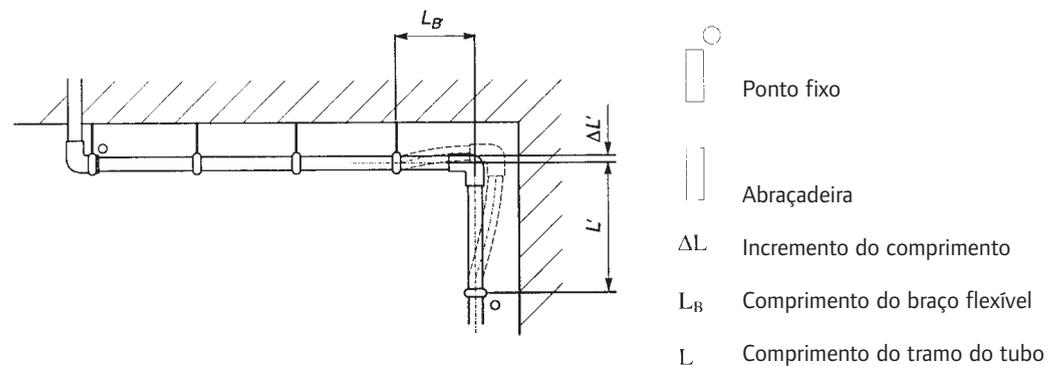


Figura 3: Compensação da expansão $\Delta L'$ com braço flexível

O comprimento do braço flexível, L_B pode calcular-se com a seguinte equação:

$$L_B = c \cdot \sqrt{(d_e \cdot \Delta L)}$$

Onde

ΔL é o incremento do comprimento em milímetros

L_B é o braço flexível em milímetros.

c é uma constante que para o PEX vale 12.

d_e é o diâmetro exterior em milímetros.

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

Apresentamos a instalação típica na figura 4.

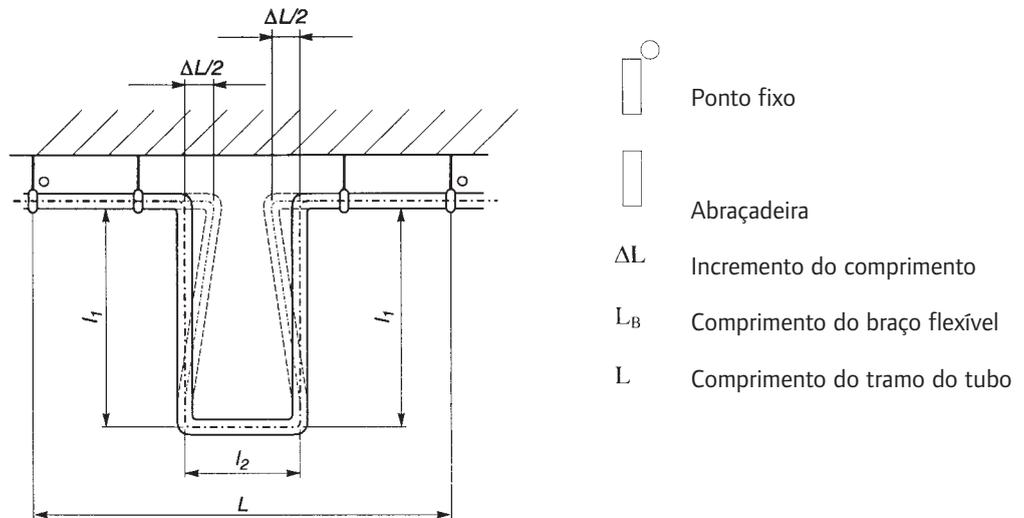


Figura 4: Compensação da expansão através do uso de liras.

É preferível que a lira seja tal que $l_2 = 0.5 \cdot l_1$

A lira calcula-se como no ponto anterior tendo em conta que $L_B = l_1 + l_1 + l_2$

5.1.5. Instalação de tubos permitindo a expansão com meias canas e suportadas por abraçadeiras

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

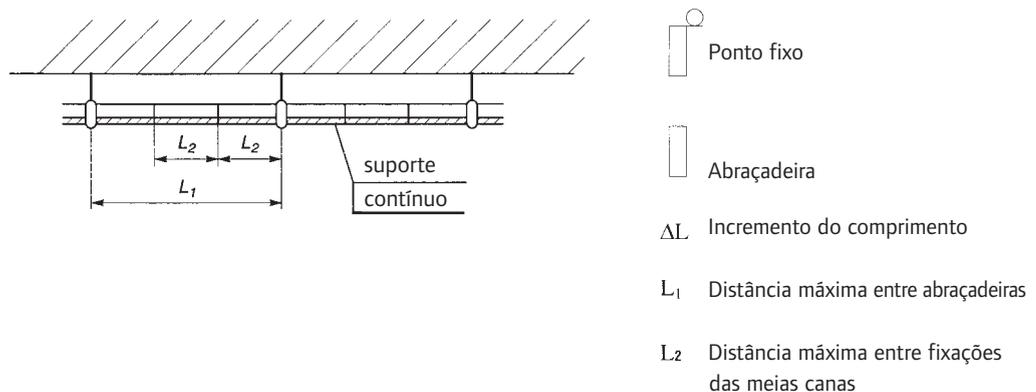


Figura 5: Meias canas e abraçadeiras

Distância L_1

Diâmetro exterior dos tubos mm	L_1 , água fria	L_1 , água quente
$d_e \leq 20$	1500	1000
$20 < d_e \leq 40$	1500	1200
$40 < d_e \leq 75$	1500	1500
$75 < d_e \leq 110$	2000	2000

Distância L_2

Diâmetro exterior dos tubos mm	L_2 , água fria	L_2 , água quente
$d_e \leq 20$	500	200
$20 < d_e \leq 25$	500	300
$25 < d_e \leq 32$	750	400
$32 < d_e \leq 40$	750	600
$40 < d_e \leq 75$	750	750
$75 < d_e \leq 110$	1000	1000

5.1.6. Instalação de tubos permitindo a expansão através de abraçadeiras

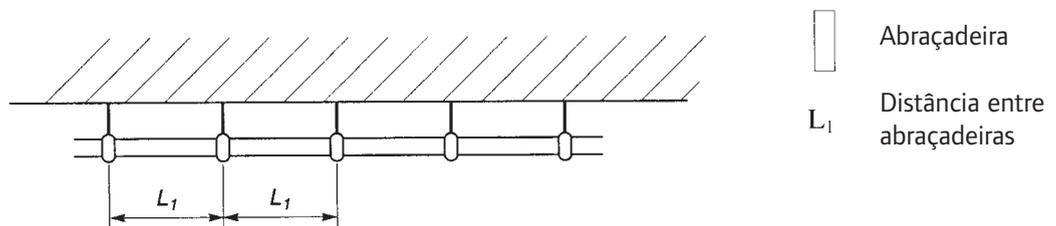


Figura 6: instalação com abraçadeiras

Distância L_1

Diâmetro exterior dos tubos mm	L_1 , água fria	L_1 , água quente
$d_e \leq 16$	750	400
$16 < d_e \leq 20$	800	500
$20 < d_e \leq 25$	850	600
$25 < d_e \leq 32$	1000	650
$32 < d_e \leq 40$	1100	800
$40 < d_e \leq 50$	1250	1000
$50 < d_e \leq 63$	1400	1200
$63 < d_e \leq 75$	1500	1300
$75 < d_e \leq 90$	1650	1450
$90 < d_e \leq 110$	1900	1600

Para tubos verticais L_1 deve multiplicar-se por 1.3

5.2. Instalação de tubos não permitindo a expansão

Em muitas situações é necessário instalar o tubo entre os pontos fixos. Neste caso as forças devido à expansão ou à contracção térmica transmitem-se à estrutura do edifício através de suportes. Novamente insistimos que o facto de suportar o

tubo em pontos fixos não representa nenhum problema devido às depreciáveis forças de dilatação e contracção. Apresentamos alguns exemplos nas figuras 7, 8, 9 e 10.

5.2.1. Posicionamento dos pontos fixos

Os pontos fixos posicionam-se para que não tenhamos dilatações nem contracções.

A distância máxima entre os pontos fixos não deverá ser superior a 6 m.

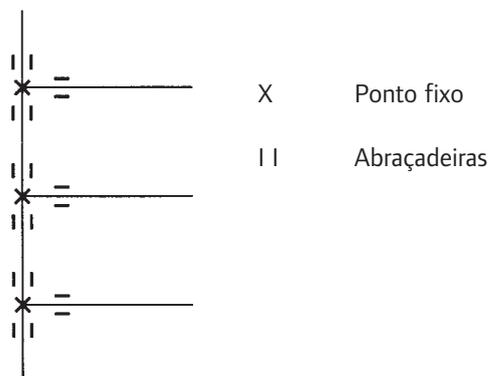


Figura 7: Posição dos pontos fixos na instalação com ramais

5.2.2. Instalação entre pontos fixos com meias canas

Distâncias máximas entre pontos fixos, apresenta na figura 8, devem estar de acordo com abraçadeiras e fixação às meias canas como se as tabelas anteriores.

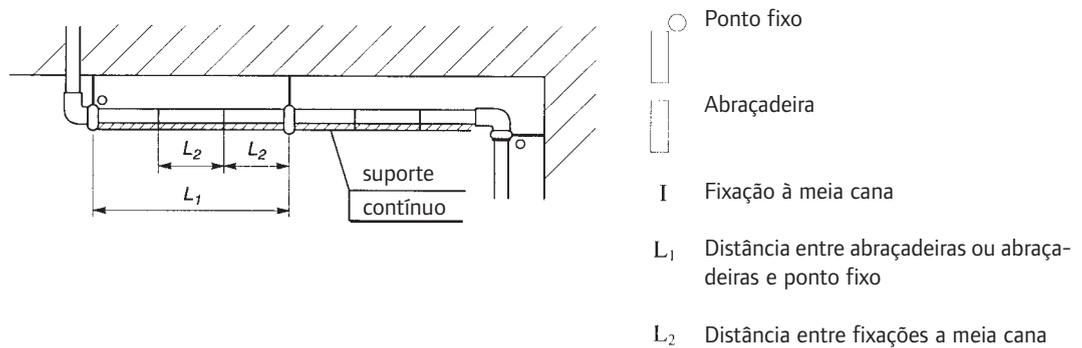


Figura 8: Meias canas e abraçadeiras não permitindo a expansão

5.2.3. Instalação entre pontos fixos com abraçadeiras

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

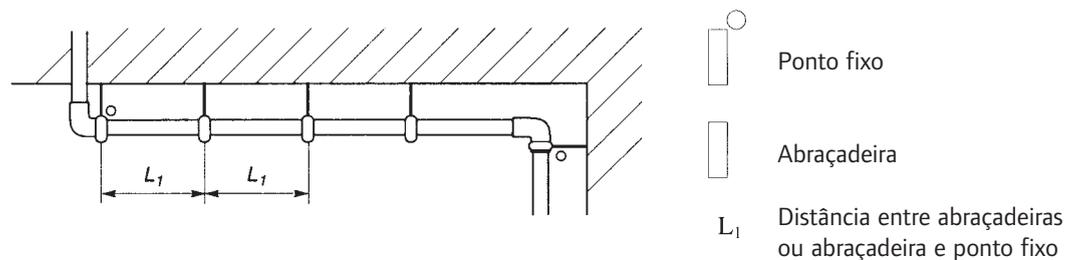


Figura 9: Instalação entre pontos fixos com abraçadeiras

Distância L_1

Diâmetro exterior dos tubos mm	L_1 , água fria	L_1 , água quente
$d_e \leq 16$	600	250
$16 < d_e \leq 20$	700	300
$20 < d_e \leq 25$	800	350
$25 < d_e \leq 32$	900	400
$32 < d_e \leq 40$	1100	500
$40 < d_e \leq 50$	1250	600
$50 < d_e \leq 63$	1400	750
$63 < d_e \leq 75$	1500	900
$75 < d_e \leq 90$	1650	1100
$90 < d_e \leq 110$	1850	1300

Para tubos verticais L_1 deve multiplicar-se por 1.3

5.2.4. Instalação de tubos apenas com pontos fixos

Neste caso as forças provocadas pela expansão e contracção térmica apenas se transmitem parcialmente através dos pontos fixos até à estrutura do edifício.

Este tipo de instalação pode fazer-se quando a dilatação pelo aumento de temperatura não supõe um problema ou é aceitável visualmente.

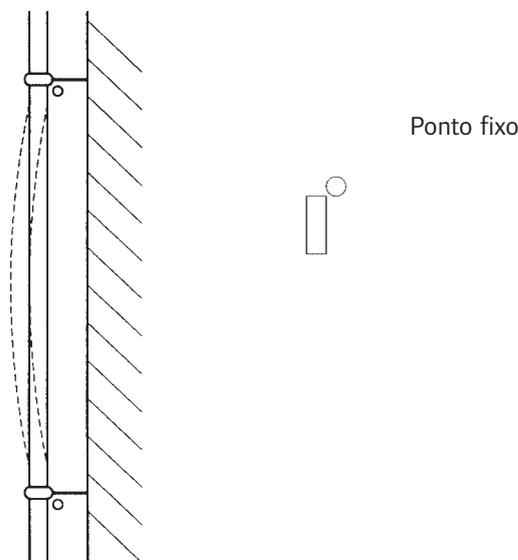


Figura 10: Tubos fixos apenas por pontos fixos

5.3. Tubos protegidos com manga corrugada

Normalmente a manga corrugada é utilizada com tubos embebidos, de diâmetro menor ou igual a 25 quando se utilizam colectores em caixas acessíveis na instalação. Esta montagem permite a substituição de um tubo sem necessidade de partir a parede. Basta desligar o tubo do colector e retirá-lo pelo extremo da saída do ponto de água. O tubo sairá sem dificuldade podendo de seguida introduzir um novo tubo.

Para facilitar o trabalho tanto de retirar como de introduzir um tubo numa manga corrugada

embebida na parede, recomenda-se que as curvas do traçado da instalação tenham como mínimo um raio igual a oito vezes o diâmetro do tubo UPONOR wirsbo-PEX a introduzir. Também se deve evitar a introdução de cimento entre o tubo e a manga protectora.

Nestes casos, não é necessário considerar a expansão térmica, basta fixar os tubos nas extremidades da parede ou do chão, por exemplo, no colector num extremo e no joelho da base de fixação no outro.

5.4. Tubos embebidos directamente na argamassa

Não há qualquer problema em embeber tubos nos pavimentos ou paredes porque as forças de dilatação ou contracção são muito pequenas em comparação com os tubos metálicos e não originam nenhum tipo de fissuras devido às dilatações.

O raio mínimo de curvatura aconselhado é o seguinte:

DN	Curva a quente	Curva a frio
16	20	25
12	25	25
15	35	35
16	35	35
18	40	65
20	45	90
22	50	110
25	55	125
28	65	140

Os raios de curvatura mínimos em frio são:
DN 32-40: 8 vezes o diâmetro externo
DN 50-63: 10 vezes o diâmetro externo
DN 75-90-110: 15 vezes o diâmetro externo

É recomendável fixar a tubagem na posição desejada antes de ser embebida, sobretudo nos pontos de saída da parede ou do chão.