

tema em destaque

Exemplo de Dimensionamento R.I. com recurso à folha de cálculo APTA

versão 2010

Sustentado no Sistema de Tubagem:



Tubos de Aço NP EN 10255
Série Média



Acessórios Roscados
NP EN 10242 - Proj. A

Projecto de rede de incêndio armada com bocas de incêndio tipo carretel

Representação isométrica sem escala

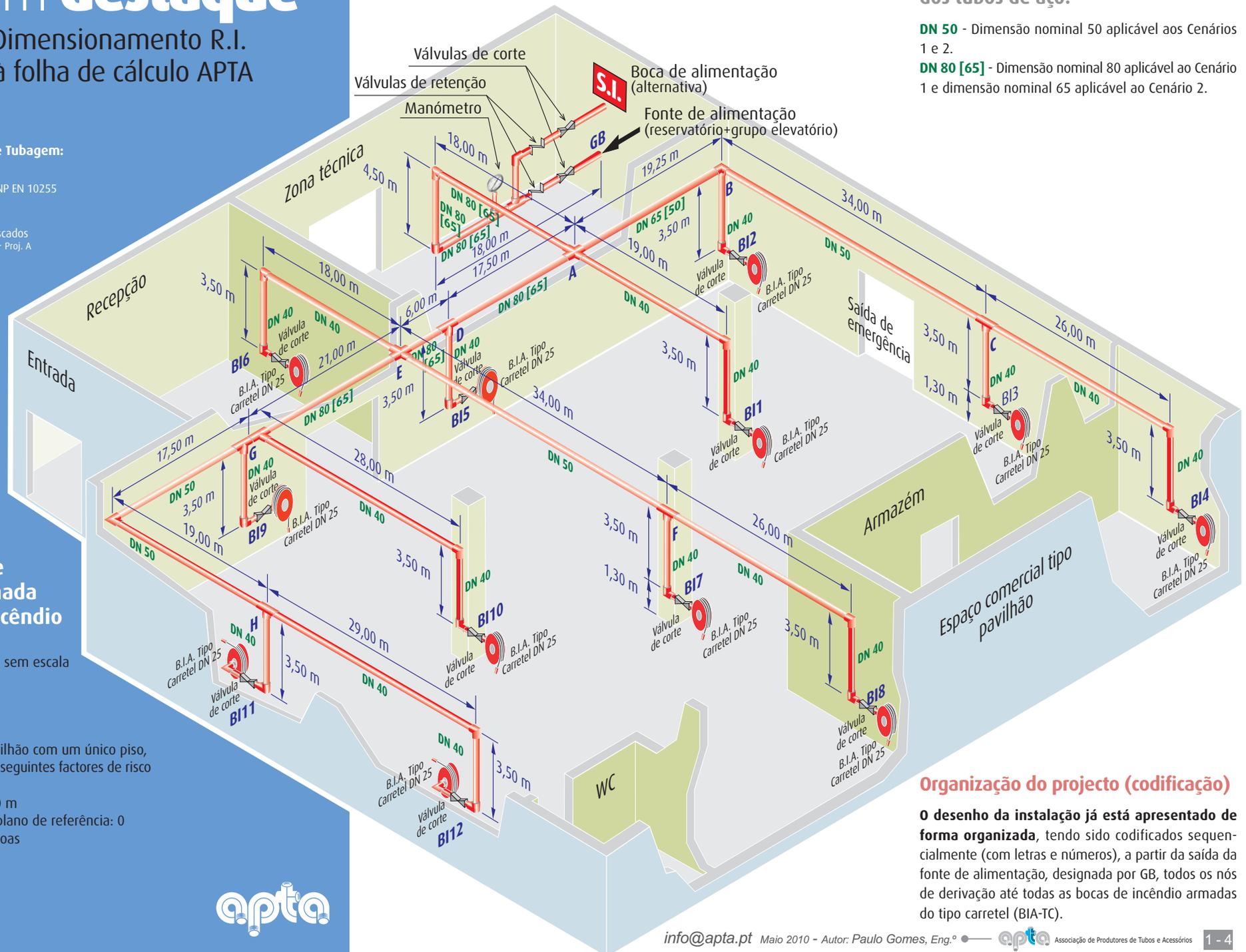
Aplicação:

Espaço comercial tipo pavilhão com um único piso, sendo caracterizado pelos seguintes factores de risco aplicáveis:

1. Altura do edifício (H): 0 m
2. Nº de pisos abaixo do plano de referência: 0
3. Efectivo total: 500 pessoas

Classificação técnica:

- Utilização-Tipo VIII
- 2ª categoria de risco



Legenda referente à dimensão dos tubos de aço:

DN 50 - Dimensão nominal 50 aplicável aos Cenários 1 e 2.

DN 80 [65] - Dimensão nominal 80 aplicável ao Cenário 1 e dimensão nominal 65 aplicável ao Cenário 2.

Organização do projecto (codificação)

O desenho da instalação já está apresentado de forma organizada, tendo sido codificados sequencialmente (com letras e números), a partir da saída da fonte de alimentação, designada por GB, todos os nós de derivação até todas as bocas de incêndio armadas do tipo carretel (BIA-TC).

Resultados do dimensionamento - Cenário 1

Dimensionamento de Rede de Segurança Contra Incêndios do tipo:

R. I. Armada

Ref.ª APTitude nº 35

Descrição: Cálculo de Rede de Incêndio Armada com Carretéis - Cenário n.º 1

Data: 2010.05.15

Parâmetros de dimensionamento

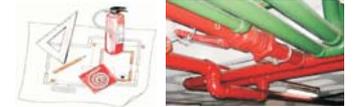
Características e Especificações:

Características e Especificações:	Decisões	Adoptado	Observações	
Dimensionamento de Rede de Incêndio Armada - RIA-TC (X)		X	Por defeito, admite-se o dimensionamento de uma Rede de Incêndio Armada Tipo Carretel.	
Dimensionamento de Coluna / Rede Húmida - RH ou RHA-TT (X)				
Dimensionamento de Coluna / Rede Seca - RS (X)				
1.1 Pressão máxima de abastecimento da rede	$P_{máx.A}$	kPa	600,0	Recomenda-se uma valor máximo igual a 600 kPa para selecção da fonte de alimentação.
1.2 Pressão mínima na B.I. mais desfavorável	$P_{mín.B.I.}$	kPa	250,0	Requisito aplicável em Portugal.
1.3 N.º total de B.I. existentes na rede de incêndios	N°_{total}	nº		
1.4 N.º máximo de B.I. abastecidas em simultâneo	$N^{\circ}_{máx.}$	nº	4	Por defeito, a rede deve alimentar simultaneamente 50% das bocas de incêndio existentes num máximo de 4.
1.5 Boca de Incêndio DN 25: $\phi_i = 25 / 33$ mm (X)		X	Q_{BI} DN 25 l/min 90,0	Caudal Instantâneo adoptado por defeito, referente a cada B.I. tipo carretel.
1.6 Boca de Incêndio DN 50: $\phi_i = 45 / 50$ mm (X)			Q_{BI} DN 50 l/min 0,0	
1.7 % de afectação das perdas de carga locais ($J_{\%}$)	$J_{\%}$	%	25%	Para cálculo do comprimento equivalente recomenda-se a adopção de um valor igual 25%.
1.8 Opção de dimensionamento pela fórmula de Flamant (X)				Dimensionamento efectuado com base na fórmula de Hazen & Williams.
1.9 Constante de rugosidade / água fria	C		120	Valor típico da constante de rugosidade para tubagens em aço galvanizado na condução de água fria.
1.10 Velocidade de escoamento admissível	$V_{adm.}$	m/s	2,5	Por defeito, adopta-se de um valor máximo igual a 2,5 m/s (com um mínimo de 0,5 m/s).
1.11 Usar "l/s" como unidade de caudal (X)				
1.12 Usar "bar" como unidade de pressão (X)				

Requisitos Critérios avaliação alimentação Trajecto crítico

3.5	Comprimento crítico real	$L_{critico}$	m	154,0
3.6	Comprimento crítico equiv.	$L_{eq.máx.}$	m	192,5
3.7	Perda de carga linear média	J_{media}	m/m	0,185
8.2	Perda de carga admissível	$\Delta P_{adm.}$	kPa	350,0
1.10	Velocidade admissível	$V_{adm.}$	m/s	2,5
9.1	Necessidade de pressão	$P_{1.máx.}$	kPa	326,3
9.2	Necessidade de caudal	$Q_{máx.}$	l/min	360,0
10.1	Potência mín. - Fonte Alimentação considerando um rendimento= 75%		kW	2,6
			CV	3,5

Avaliação global: Dimensionamento Conforme



Característica:	0.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4	2.2	2.3	4.0	4.1	Quadro 3	4.3 - Quadro 1 - NP EN 10255	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	8.1	8.2
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------	------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Análise dos troços de tubagem da rede de incêndio

Codificação dos troços	Nº Bocas Incêndio abastecidas-Nº _{abast.}	Comprimentos dos troços				Nº B.I. cálculo	Caudal cálculo	Tubo material	Diâmetro normalizado			Designação tubo aço com costura	Pressões Instaladas			Perda de Carga - ΔP				Velocidade				
		real	altura	local	equiv.				imposto	interior	exterior		inicial	final	corrigida	unitária	dinâmica	total	acumul.	avaliação	troço	avaliação		
		L_{real}	h^1	$L_{eq.local}$	L_{eq}				$N^{\circ}_{cál.}$	$Q_{troço}$	Classe S235		$D_{imposto}$	D_i	D	Série Média R / NPS	DN	P_i	P_f	P_{fc}	J	ΔP	ΔP_c	$\Delta P_{acum.}$
1	GB A	12	40,50	4,50		50,63	4	360,0	Aço		80,9	88,9	3	DN 80	326,3	314,3	270,2	0,024	11,95	56,09	56,09	Conforme	1,17	Conforme
2	A BI1	1	22,50	-3,50		28,13	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	270,2	257,6	291,9	0,046	12,58	-21,75	34,34	Conforme	1,09	Conforme
3	A B	3	19,25			24,06	3	270,0	Aço		68,9	76,1	2 1/2	DN 65	270,2	262,9	262,9	0,031	7,29	7,29	63,38	Conforme	1,21	Conforme
4	B BI2	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	262,9	260,9	295,3	0,046	1,96	-32,38	31,00	Conforme	1,09	Conforme
5	B C	2	34,00			42,50	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	262,9	241,3	241,3	0,052	21,62	21,62	85,00	Conforme	1,35	Conforme
6	C BI3	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	241,3	239,3	273,6	0,046	1,96	-32,38	52,63	Conforme	1,09	Conforme
7	C BI4	1	29,50	-3,50		36,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	241,3	224,8	259,1	0,046	16,50	-17,84	67,17	Conforme	1,09	Conforme
8	A D	8	17,50			21,88	4	360,0	Aço		80,9	88,9	3	DN 80	270,2	265,0	265,0	0,024	5,16	5,16	61,26	Conforme	1,17	Conforme
9	D BI5	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	265,0	263,1	297,4	0,046	1,96	-32,38	28,88	Conforme	1,09	Conforme
10	D E	7	6,00			7,50	4	360,0	Aço		80,9	88,9	3	DN 80	265,0	263,2	263,2	0,024	1,77	1,77	63,03	Conforme	1,17	Conforme
11	E BI6	1	21,50	-3,50		26,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	263,2	251,2	285,6	0,046	12,02	-22,31	40,71	Conforme	1,09	Conforme
12	E F	2	34,00			42,50	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	263,2	241,6	241,6	0,052	21,62	21,62	84,65	Conforme	1,35	Conforme
13	F BI7	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	241,6	239,7	274,0	0,046	1,96	-32,38	52,27	Conforme	1,09	Conforme
14	F BI8	1	29,50	-3,50		36,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	241,6	225,1	259,5	0,046	16,50	-17,84	66,81	Conforme	1,09	Conforme
15	E G	4	21,00			26,25	4	360,0	Aço		80,9	88,9	3	DN 80	263,2	257,1	257,1	0,024	6,20	6,20	69,22	Conforme	1,17	Conforme
16	G BI9	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	257,1	255,1	289,4	0,046	1,96	-32,38	36,84	Conforme	1,09	Conforme
17	G BI10	1	31,50	-3,50		39,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	257,1	239,4	273,8	0,046	17,61	-16,72	52,50	Conforme	1,09	Conforme
18	G H	2	36,50			45,63	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	257,1	233,8	233,8	0,052	23,21	23,21	92,43	Conforme	1,35	Conforme
19	H BI11	1	3,50	-3,50		4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	233,8	231,9	266,2	0,046	1,96	-32,38	60,05	Conforme	1,09	Conforme
20	H BI12	1	32,50	-3,50		40,63	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	233,8	215,7	250,0	0,046	18,17	-16,16	76,27	Conforme	1,09	Conforme

Resultados e avaliação do dimensionamento

Legenda e nota(s):

- Obtido no desenho para o dimensionamento
- Dados de entrada / decisões
- Calculado com recurso a fórmulas
- Retirado de quadros de especificações
- Restrições / Alertas
- Conclusões

Dados introduzidos para o dimensionamento

1) Desnível h, inserir valor positivo (+) se o troço é ascendente e negativo (-) se o troço é descendente.

Exmos. Profissionais:
Respeitem e façam respeitar as preocupações de execução de redes da canalização de fluidos, consagrada em termos legais no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (D.R. n.º 23/95, de 23 de Agosto), em matéria de prevenção da Corrosão Galvânica.
Na execução de redes de canalização de águas e em particular nas redes de segurança contra incêndios, utilize sempre materiais homogêneos e nunca misture tubos de aço preto ou galvanizado com acessórios de ligação em latão ou bronze.
As ligações entre tubos de aço preto ou galvanizado devem ser efectuadas com acessórios roscados em ferro maleável pretos ou galvanizados respectivamente.

Consumo de Tubos de Aço e Especificações Aplicáveis

188,00	m - 1 1/2	- Tubo W (DN 40)
104,50	m - 2	- Tubo W (DN 50)
19,25	m - 2 1/2	- Tubo W (DN 65)
85,00	m - 3	- Tubo W (DN 80)

Estimativa automática do consumo de tubos em aço.

Especificações gerais do sistema de canalização:

Tubos de Aço - Série Média (M) - Com Costura - Conformes NP EN 10255 - Opção: Galvanizados conforme EN 10240 - com Certificação CERTIF.

Unidos mediante:

Acessórios Roscados em Ferro Fundido Maleável - Conformes NP EN 10242 - Símbolo de Projecto A - Opção: Galvanizados - com Certificação CERTIF.

$$\Delta P_{acumul.} \leq \Delta P_{adm.} \quad V \leq V_{admissível} \quad 1 \text{ m.c.a.} = 9,81 \text{ kPa}$$

Ferramenta de distribuição gratuita. Para efeitos legais, declinamos qualquer responsabilidade sobre os resultados obtidos.

Resultados do dimensionamento - Cenário 2

Dimensionamento de Rede de Segurança Contra Incêndios do tipo:

R. I. Armada

Ref.ª APTitude nº 35

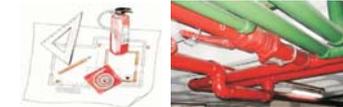
Descrição: Cálculo de Rede de Incêndio Armada com Carretéis - Cenário n.º 2

Data: 2010.05.15

Características e Especificações:		Decisões	Adoptado	Observações	Especificações fixadas / calculadas	
- Dimensionamento de Rede de Incêndio Armada - RIA-TC (X)			X	Por defeito, admite-se o dimensionamento de uma Rede de Incêndio Armada Tipo Carretel.		
- Dimensionamento de Coluna / Rede Húmida - RH ou RHA-TT (X)						
- Dimensionamento de Coluna / Rede Seca - RS (X)						
1.1	Pressão máxima de abastecimento da rede	P _{máx. A.}	kPa	600,0	Recomenda-se um valor máximo igual a 600 kPa para selecção da fonte de alimentação.	
1.2	Pressão mínima na B.I. mais desfavorável	P _{mín. B.I.}	kPa	250,0	Requisito aplicável em Portugal.	
1.3	N.º total de B.I. existentes na rede de incêndios	Nº total	nº			
1.4	N.º máximo de B.I. abastecidas em simultâneo	Nº máx.	nº	4	Por defeito, a rede deve alimentar simultaneamente 50% das bocas de incêndio existentes num máximo de 4.	
1.5	 Boca de Incêndio DN 25: ØI = 25 / 33 mm (X)		X	Q _{BI DN 25}	l/min	90,0
1.6	 Boca de Incêndio DN 50: ØI = 45 / 50 mm (X)		X	Q _{BI DN 50}	l/min	0,0
1.7	% de afectação das perdas de carga locais (J _%)	J _%	%	25%	Para cálculo do comprimento equivalente recomenda-se a adopção de um valor igual a 25%.	
1.8	Opção de dimensionamento pela fórmula de Flamant (X)		X		Dimensionamento efectuado com base na fórmula de Hazen & Williams.	
1.9	Constante de rugosidade / água fria	C		120	Valor típico da constante de rugosidade para tubagens em aço galvanizado na condução de água fria.	
1.10	Velocidade de escoamento admissível	V _{adm.}	m/s	2,5	Por defeito, adopta-se de um valor máximo igual a 2,5 m/s (com um mínimo de 0,5 m/s).	
1.11	Usar "l/s" como unidade de caudal (X)		X			
1.12	Usar "bar" como unidade de pressão (X)		X			

Requisitos alimentação	Trajecto crítico	Critérios avaliação	Valor	Unidade	Resultado
3.5	Comprimento crítico real	L _{crítico}	m	154,0	
3.6	Comprimento crítico equiv.	L _{eq.máx.}	m	192,5	
3.7	Perda de carga linear média	J _{média}	m/m	0,185	
8.2	Perda de carga admissível	ΔP _{adm.}	kPa	350,0	
1.10	Velocidade admissível	V _{adm.}	m/s	2,5	
9.1	Necessidade de pressão	P _{i.máx.}	kPa	356,0	
9.2	Necessidade de caudal	Q _{máx.}	l/min	360,0	
10.1	Potência mín. - Fonte Alimentação considerando um rendimento= 75%		kW	2,8	10.2
			CV	3,9	

Avaliação global: Dimensionamento Conforme



Característica:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
	0.2			2.1				3.1	3.2	3.3	3.4	2.2	2.3	4.0	4.1	Quadro 3	4.3 - Quadro 1 - NP EN 10255	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	8.1	8.2

N	Codificação dos troços		Nº Bocas Incêndio abastecidas-Nº _{abast.}	Comprimentos dos troços				Nº B.I. cálculo	Caudal cálculo	Tubo material	Diâmetro normalizado			Designação tubo aço com costura	Pressões Instaladas			Perda de Carga - ΔP				Velocidade				
	Início	Fim		real	altura	local	equiv.				imposto	interior	exterior		inicial	final	corrigida	unitária	dinâmica	total	acumul.	avaliação	troço	avaliação		
	n.º	n.º		m	m	m	m				mm	mm	mm		kPa	kPa	kPa	m/m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	m/s	0,5 ≤ V ≤ 2,5	
1	GB	A	12	40,50	4,50			50,63	4	360,0	Aço	65,0	68,9	76,1	2 1/2	DN 65	356,0	329,9	285,7	0,053	26,11	70,26	70,26	Conforme	1,61	Conforme
2	A	BI1	1	22,50	-3,50			28,13	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	285,7	273,2	307,5	0,046	12,58	-21,75	48,50	Conforme	1,09	Conforme
3	A	B	3	19,25				24,06	3	270,0	Aço	50,0	53,1	60,3	2	DN 50	285,7	259,8	259,8	0,110	25,92	25,92	96,18	Conforme	2,03	Conforme
4	B	BI2	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	259,8	257,9	292,2	0,046	1,96	-32,38	63,80	Conforme	1,09	Conforme
5	B	C	2	34,00				42,50	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	259,8	238,2	238,2	0,052	21,62	21,62	117,80	Conforme	1,35	Conforme
6	C	BI3	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	238,2	236,2	270,6	0,046	1,96	-32,38	85,42	Conforme	1,09	Conforme
7	C	BI4	1	29,50	-3,50			36,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	238,2	221,7	256,0	0,046	16,50	-17,84	99,96	Conforme	1,09	Conforme
8	A	D	8	17,50				21,88	4	360,0	Aço	65,0	68,9	76,1	2 1/2	DN 65	285,7	274,5	274,5	0,053	11,28	11,28	81,54	Conforme	1,61	Conforme
9	D	BI5	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	274,5	272,5	306,8	0,046	1,96	-32,38	49,16	Conforme	1,09	Conforme
10	D	E	7	6,00				7,50	4	360,0	Aço	65,0	68,9	76,1	2 1/2	DN 65	274,5	270,6	270,6	0,053	3,87	3,87	85,41	Conforme	1,61	Conforme
11	E	BI6	1	21,50	-3,50			26,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	270,6	258,6	292,9	0,046	12,02	-22,31	63,10	Conforme	1,09	Conforme
12	E	F	2	34,00				42,50	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	270,6	249,0	249,0	0,052	21,62	21,62	107,03	Conforme	1,35	Conforme
13	F	BI7	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	249,0	247,0	281,3	0,046	1,96	-32,38	74,66	Conforme	1,09	Conforme
14	F	BI8	1	29,50	-3,50			36,88	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	249,0	232,5	266,8	0,046	16,50	-17,84	89,19	Conforme	1,09	Conforme
15	E	G	4	21,00				26,25	4	360,0	Aço	65,0	68,9	76,1	2 1/2	DN 65	270,6	257,1	257,1	0,053	13,54	13,54	98,95	Conforme	1,61	Conforme
16	G	BI9	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	257,1	255,1	289,4	0,046	1,96	-32,38	66,57	Conforme	1,09	Conforme
17	G	BI10	1	31,50	-3,50			39,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	257,1	239,4	273,8	0,046	17,61	-16,72	82,23	Conforme	1,09	Conforme
18	G	H	2	36,50				45,63	2	180,0	Aço		53,1	60,3	2	DN 50	257,1	233,8	233,8	0,052	23,21	23,21	122,16	Conforme	1,35	Conforme
19	H	BI11	1	3,50	-3,50			4,38	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	233,8	231,9	266,2	0,046	1,96	-32,38	89,79	Conforme	1,09	Conforme
20	H	BI12	1	32,50	-3,50			40,63	1	90,0	Aço		41,9	48,3	1 1/2	DN 40	233,8	215,7	250,0	0,046	18,17	-16,16	106,00	Conforme	1,09	Conforme

Legenda e nota(s):
 1) Desnível h, inserir valor positivo (+) se o troço é ascendente e negativo (-) se o troço é descendente.

Dados introduzidos para o dimensionamento

- Obtido no desenho
- Dados de entrada / decisões
- Calculado com recurso a fórmulas
- Retirado de quadros de especificações
- Restrições / Alertas
- Conclusões

Exmos. Profissionais:
 Respeitem e façam respeitar as preocupações de execução de redes de canalização de fluidos, consagrada em termos legais no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (D.R. n.º 23/95, de 23 de Agosto), em matéria de prevenção da Corrosão Galvânica.
 Na execução de redes de canalização de águas e em particular nas redes de segurança contra incêndios, utilize sempre materiais homogêneos e nunca misture tubos de aço preto ou galvanizado com acessórios de ligação em latão ou bronze.
 As ligações entre tubos de aço preto ou galvanizado devem ser efectuadas com acessórios roscados em ferro maleável pretos ou galvanizados respectivamente.

Consumo de Tubos de Aço e Especificações Aplicáveis	Valor	Unidade
188,00	m - 1 1/2 - Tubo W (DN 40)	
123,75	m - 2 - Tubo W (DN 50)	
85,00	m - 2 1/2 - Tubo W (DN 65)	

Estimativa automática do consumo de tubos em aço.

Especificações gerais do sistema de canalização:
Tubos de Aço - Série Média (M) - Com Costura - Conformes NP EN 10255 - Opção: Galvanizados conforme EN 10240 - com Certificação CERTIF.
 Unidos mediante:
Acessórios Roscados em Ferro Fundido Maleável - Conformes NP EN 10242 - Símbolo de Projecto A - Opção: Galvanizados - com Certificação CERTIF.

$$\Delta P_{acumul.} \leq \Delta P_{adm.} \quad V \leq V_{admissível} \quad 1 \text{ m.c.a.} = 9,81 \text{ kPa}$$



Análise

Comparação dos resultados correspondentes aos Cenários 1 e 2

O Cenário 2 corresponde à optimização do Cenário 1, através da imposição pelo projectista de diâmetros interiores máximos nos troços de com maiores diâmetros, tendo em vista diminuir o diâmetro médio da tubagem e consequentemente **reduzir custos**, salvaguardando os requisitos de perdas de carga e velocidades máximas aplicáveis. Estas decisões **são realizadas na**

coluna nº 13 da folha de cálculo APTA, conforme ilustrado nos resultados correspondentes ao Cenário 2.

Com base nos resultados do dimensionamento, efectuado com recurso à **folha de cálculo APTA-RI-versão 2010**, os consumos de tubos de aço em cada cenário são os seguintes:

Quadro A - Consumo de tubos de aço

Cenário 1	Cenário 2
188,00 m - 1 1/2 - Tubo W (DN 40)	188,00 m - 1 1/2 - Tubo W (DN 40)
104,50 m - 2 - Tubo W (DN 50)	123,75 m - 2 - Tubo W (DN 50)
19,25 m - 2 1/2 - Tubo W (DN 65)	85,00 m - 2 1/2 - Tubo W (DN 65)
85,00 m - 3 - Tubo W (DN 80)	



Detalhando e expandindo os consumos anteriores aos respectivos acessórios de ligação a utilizar e acrescentando os correspondentes preços unitários de venda ao público (PVP), temos o seguinte quadro de trabalho:

Quadro B - Consumos detalhados

Utilização no troço n.º	Quantidades		Especificações detalhadas	Custos unitários (sem IVA)
	Cenário 1	Cenário 2		
2, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20	188,00 m	188,00 m	Tubo de aço galvanizado, 1 1/2, série média, conforme EN 10255 e EN 10240, com certificado CERTIF, marca FERPINTA	4,87 €/metro
3, 5, 12, 18	104,50 m	123,75 m	Tubo de aço galvanizado 2, série média, conforme EN 10255 e EN 10240, com certificado CERTIF, marca FERPINTA	6,82 €/metro
1, 3, 8, 10, 15	19,25 m	85,00 m	Tubo de aço galvanizado 2 1/2, série média, conforme EN 10255 e EN 10240, com certificado CERTIF, marca FERPINTA	8,80 €/metro
1, 8, 10, 15	85,00 m	-----	Tubo de aço galvanizado 3, série média, conforme EN 10255 e EN 10240, com certificado CERTIF, marca FERPINTA	11,44 €/metro
2, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20	18	18	Joelho roscado e galvanizado ref.º 90, dimensão 1 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	3,24 €
18	1	1	Joelho roscado e galvanizado ref.º 90, dimensão 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	4,34 €
1	----	2	Joelho roscado e galvanizado ref.º 90, dimensão 2 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	13,87 €
1	2	----	Joelho roscado e galvanizado ref.º 90, dimensão 3, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	21,75 €
3	1	1	Joelho três vias roscado e galvanizado ref.º 221, dimensão 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	23,47 €
1	----	1	Tê roscado e galvanizado ref.º 130, dimensão 2 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	18,07 €
1	1	----	Tê roscado e galvanizado ref.º 130, dimensão 3, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	25,97 €
5, 12, 18	3	3	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dim. 2 x 1 1/2 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certif. CERTIF, marca EO (Porfite)	13,13 €
15	----	1	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dimensão 2 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	11,53 €
1	----	1	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dim. 2 1/2 x 3/4, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	24,89 €
8	----	1	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dim. 2 1/2 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certif. CERTIF, marca EO (Porfite)	22,55 €
15	----	1	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dim. 2 1/2 x 2 x 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	41,58 €
1	1	----	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dimensão 3 x 1, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	31,27 €
8, 15	3	----	Tê redução roscado e galvanizado ref.º 130R, dimensão 3 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	33,82 €
1, 10	----	2	Cruzeta roscada e galvanizada ref.º 180, dimensão 2 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	27,18 €
1, 10	2	----	Cruzeta roscada e galvanizada ref.º 180, dimensão 3, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	36,26 €
1	1	----	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 1 x 3/4, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	1,26 €
3, 15	1	2	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 2 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certif. CERTIF, marca EO (Porfite)	3,81 €
1, 10	----	2	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 2 1/2 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certif. CERTIF, marca EO (Porfite)	9,78 €
1, 10	----	2	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 2 1/2 x 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	7,42 €
1, 10	2	----	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 3 x 1 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	14,27 €
10, 15	2	----	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 3 x 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	11,11 €
1	1	----	Casquilho roscado e galvanizado ref.º 241, dimensão 3 x 2 1/2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	11,98 €
3	1	----	União macho/fêmea de redução roscada e galv. ref.º 246, dim. 2 1/2 x 2, conforme EN 10242, com certif. CERTIF, marca EO (Porfite)	16,18 €
15	----	1	Casquilho duplo roscado e galvanizado ref.º 280, dimensão 2, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	4,29 €
15	1	----	Casquilho duplo roscado e galvanizado ref.º 280, dimensão 3, conforme EN 10242, com certificado CERTIF, marca EO (Porfite)	13,11 €

De facto, com a implementação do Cenário 2, **consegue-se evitar a utilização de tubos de aço da dimensão DN 80**. A tradução desta decisão em termos de custos globais da tubagem, entendida como o conjunto de tubos e acessórios de ligação utilizados nos Cenários 1 e 2, é a seguinte:

Quadro C - Custos globais

	Cenário 1	Cenário 2	% média	Economias com o Cenário 2
Custo total dos tubos de aço EN 10255	2.770,05 € 85 %	2.507,54 € 87 %	86 %	262,51 €
Custo total dos acessórios roscados EN 10242	497,34 € 15 %	372,55 € 13 %	14 %	124,79 €
Custo global da tubagem	3.267,39 € 100 %	2.880,09 € 100 %	100 %	387,30 € -11,9 %

Conclusões

Em termos médios, os tubos de aço representam cerca de 86% dos custos da tubagem.

A implementação do Cenário 2 corresponde a uma poupança de 387,30 € em relação ao Cenário 1, ou seja, uma redução percentual de 12% nos custos referentes à tubagem.

Conforme demonstrado, **uma análise crítica numa óptica de optimização por parte do projectista, pode significar economias interessantes mantendo o nível de funcionalidade requerido**.