

1. Introdução

A Saint-Gobain Canalização possui uma gama completa de produtos para transporte de fluidos, como: Tubos, Conexões, Válvulas Tampões e Acessórios, fabricados em ferro fundido dúctil conforme normas nacionais (ABNT NBR 7675, NBR 15420 e N-38 Petrobras) e conhecidos no mercado pela robustez, facilidade de assentamento e garantia de segurança na operação.

1.1 O Ferro Fundido Dúctil (Nodular)

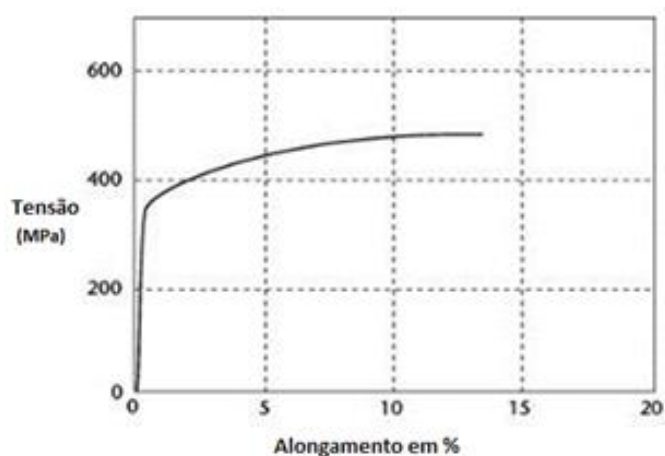
O Ferro Fundido Dúctil ou Nodular é uma classe de ferro fundido, onde o carbono (grafita) permanece livre na matriz metálica, porém na forma esferoidal. Este formato da grafita faz com que a ductilidade seja superior, conferindo ao material, características que o aproximam do aço. A presença das esferas ou nódulos da grafita preservam as características de boa usinabilidade e estabilidade dimensional.

1.2 Propriedades Mecânicas

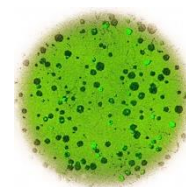
O Ferro Fundido Dúctil ou Nodular apresenta: boa resistência mecânica à tração, ductilidade, resiliência e boa resistência à compressão.

- Elasticidade ► $Re \geq 270 \text{ MPa}$
- Resistência a ruptura ► $Rm \geq 420 \text{ MPa}$
- Dureza Brinell ► $\leq 230 \text{ HB}$
- Grande capacidade de alongamento ► $> 10\%$
- Coeficiente de dilatação térmica do Ferro Fundido Dúctil (20º a 400ºC) - $11.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

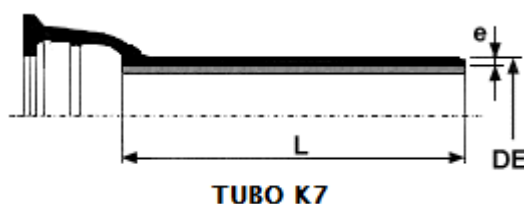
a) Gráfico Tensão x Deformação



Curva de tração do ferro dúctil



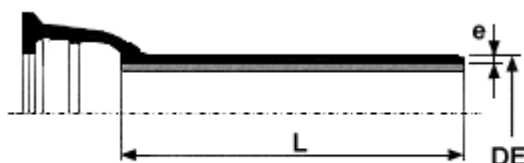
2. Características dos tubos



Tubos classe K7 (NBR 7675)

DN	Deflexão Angular por junta	DE (Diâmetro Externo)	Espresso- ra da parede do tubo	Espresso- ra Média do revesti- mento interno	Comprimento Útil	DI (Diâmetro Interno útil)	Massa	Resistên- cia ao Colapso Radial	PSA	PMS	PTA	Fator de Rigidez
			(ferro)	Cimento			Por metro					
		(º)	mm	mm			mm		m		mm	
150	5º	170	5,2	2,5	6	154,6	23,3	11,5	6,4	7,7	8,2	34,0
200	4º	222	5,4	2,5	6	206,2	31,9	5,7	5,3	6,3	6,8	16,9
250	4º	274	5,5	2,5	6	258,0	40,3	3,2	4,4	5,2	5,7	9,5
300	4º	326	5,7	2,5	6	309,6	49,8	2,1	3,8	4,6	5,1	6,2
350	3º	378	5,9	4,5	6	357,2	64,9	1,5	3,4	4,1	4,6	4,4
400	3º	429	6,3	4,5	6	407,4	77,9	1,2	3,0	3,6	4,1	3,7
450	3º	480	6,7	4,5	6	457,6	91,8	1,0	2,9	3,5	4,0	3,4
500	3º	532	7,0	4,5	6	509,0	106,1	0,9	2,8	3,3	3,8	2,6
600	3º	635	7,7	4,5	6	610,6	137,9	0,7	2,6	3,1	3,6	2,1
700	2º	738	8,4	5,5	7	710,2	176,5	0,6	2,4	2,9	3,4	1,7
800	2º	842	9,1	5,5	7	812,8	216,3	0,5	2,3	2,8	3,3	1,5
900	1º 30´	945	9,8	5,5	7	914,4	259,4	0,4	2,3	2,7	3,2	1,3
1000	1º 30´	1048	10,5	5,5	7	1016,0	306,2	0,4	2,2	2,6	3,1	1,2
1200	1º 30'	1255	11,9	5,5	7	1220,2	411,9	0,3	2,1	2,5	3,0	1,0

* PSA – Pressão de Serviço Admissível * PMS – Pressão Máxima de Serviço * PTA – Pressão de Teste Admissível



TUBO K9

Tubos classe K9 (NBR 7675)												
DN	Deflexão Angular por junta	DE (Diâmetro Externo)	Espessura da parede do tubo	Espessura Média do revestimento interno	Comprimento Útil	DI (Diâmetro Interno útil)	Massa	Resistência ao Colapso Radial	PSA	PMS	PTA	Fator de Rigidez
			(ferro)	Cimento			Por metro					
		(°)	mm	mm			Kg	MPa	MPa	MPa	MPa	kgf/cm2
80	5º	98	6	2,5	6	81,0	14,5	102,3	6,4	7,7	8,2	384,9
100	5º	118	6	2,5	6	101,0	17,9	56,7	6,4	7,7	8,2	169,4
150	5º	170	6	2,5	6	153,0	27,2	18,1	6,4	7,7	8,2	61,0
200	4º	222	6,3	2,5	6	204,4	36,5	9,2	6,2	7,4	7,9	28,4
250	4º	274	6,8	2,5	6	255,4	47,8	6,1	5,5	6,6	7,1	18,0
300	4º	326	7,2	2,5	6	306,6	60,2	4,2	4,9	5,9	6,4	12,6
350	3º	378	7,7	4,5	6	353,6	79,5	3,3	4,6	5,5	6,0	9,9
400	3º	429	8,1	4,5	6	403,8	94,4	2,6	4,2	5,1	5,6	6,7
450	3º	480	8,6	4,5	6	453,8	111,0	2,2	4,1	4,9	5,4	5,6
500	3º	532	9	4,5	6	505,0	128,9	1,9	3,8	4,6	5,1	5,6
600	3º	635	9,9	4,5	6	606,2	168,1	1,5	3,6	4,3	4,8	4,4
700	2º	738	10,8	5,5	7	705,4	214,5	1,2	3,4	4,1	4,6	3,6
800	2º	842	11,7	5,5	7	807,6	263,3	1,0	3,2	3,9	4,4	3,1
900	1º 30'	945	12,6	5,5	7	908,8	316,4	0,9	3,1	3,7	4,2	2,7
1000	1º 30'	1048	13,5	5,5	7	1010,0	376,0	0,8	3,0	3,6	4,1	2,5
1200	1º 30'	1255	15,3	5,5	7	1213,4	498,0	0,7	2,9	3,5	4,0	2,1

* PSA – Pressão de Serviço Admissível * PMS – Pressão Máxima de Serviço * PTA – Pressão de Teste Admissível

Pressões de Serviço Admissíveis

Tubos Classe K7 (NBR 7675)							Tubos Classe K9 (NBR 7675)						
DN	JTI			JTE			DN	JTI			JTE		
	PSA	PMS	PTA	PSA	PMS	PTA		PSA	PMS	PTA	PSA	PMS	PTA
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
80	-	-	-	-	-	-	80	2,5	3,0	3,5	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	100	2,5	3,0	3,5	-	-	-
150	1,6	1,9	2,4	-	-	-	150	2,5	3,0	3,5	-	-	-
200	1,6	1,9	2,4	-	-	-	200	2,0	2,4	2,9	-	-	-
250	1,3	1,5	2,0	-	-	-	250	2,0	2,4	2,9	-	-	-
300	1	1,2	1,7	-	-	-	300	2,0	2,4	2,9	3,7	4,4	4,9
350	1,0	1,2	1,7	-	-	-	350	2,5	3,0	3,5	3,0	3,6	4,1
400	1	1,2	1,7	-	-	-	400	2,2	2,6	3,1	3,0	3,6	4,1
450	1,0	1,2	1,7	-	-	-	450	2,0	2,4	2,9	3,0	3,6	4,1
500	0,8	0,9	1,4	-	-	-	500	1,7	2,0	2,5	3,0	3,6	4,1
600	0,6	0,7	1,2	1,6	1,9	2,4	600	1,6	1,9	2,4	2,7	3,2	3,7
700	-	-	-	1,5	1,8	2,3	700	-	-	-	2,5	3,0	3,5
800	-	-	-	0,9	1,1	1,6	800	-	-	-	1,6	1,9	2,4
900	-	-	-	0,9	1,1	1,6	900	-	-	-	1,6	1,9	2,4
1000	-	-	-	0,9	1,1	1,6	1000	-	-	-	1,6	1,9	2,4
1200	-	-	-	0,8	1,0	1,5	1200	-	-	-	1,4	1,7	2,2

* JTI – Junta de Travamento Interno

* JTE – Junta de Travamento Externo

PSA - Pressão interna, excluindo o golpe de ariete, que um componente pode suportar com total segurança, de forma contínua, em regime hidráulico permanente.

PMS - Pressão interna máxima, incluindo o golpe de ariete, que um componente pode suportar em serviço.

PTA - Pressão hidrostática máxima, que pode ser aplicada no teste de campo, a um componente de uma canalização recém-instalada.

Coeficiente de Hazen-Williams (Valor médio obtido do Journal AWWA - Junho 1974) - C = 141 (revestimentos interno cimento)

Velocidade Máxima de Escoamento

Revestido Internamente com cimento Aluminoso: 7 m/s

2.1 Tubos para Efluentes Industriais



Especificação Técnica Padrão – Tubo:

Tubo de ferro fundido dúctil centrifugado, para canalizações sob pressão, conforme norma ABNT NBR 7675:2005, com grafita esferoidal maior ou igual a 95% ou grau de nodularização superior a 80%. Classe K7 nos DN's 150 a 1200 e classe K9 nos DN's 80 a 1200, revestido externamente com zinco metálico, com 200 g/m², conforme norma ABNT NBR 11827:1991 e pintura epóxi vermelha. Revestido internamente com argamassa de cimento aluminoso conforme norma ABNT NBR 8682:1993 e NBR 15420:2006, com bolsa modelo JE2GS conforme norma ABNT NBR 13747 e anel de borracha para junta elástica conforme norma ABNT NBR 7676:1996.

Inspeção e recebimento conforme norma ABNT NBR 7675:2005 – controle e processo de fabricação.

2.1.1 Revestimento Externo

Os tubos recebem uma primeira camada de zinco metálico com 200 g/m² (segundo a norma ABNT NBR 11827, o mínimo é de 130 g/m²), que funciona como uma proteção catódica galvânica anticorrosiva ao ferro. Após, é aplicada uma camada de pintura epóxi.

Com esta proteção e a descontinuidade elétrica das juntas, não é necessária a utilização de proteção catódica adicional.

Em casos de condições extremamente corrosivas é sugerido o emprego de uma proteção adicional com manta de polietileno.

2.1.2 Revestimento Interno

Os tubos são revestidos internamente com argamassa de cimento aluminoso, aplicado por centrifugação de acordo com a norma ABNT NBR 8682, formando assim uma barreira física e química que impossibilita o ataque ao ferro.

O revestimento interno impede também a formação de incrustações e tubérculos, mantendo as características hidráulicas constantes com o passar do tempo.

2.2 Junta JE2GS



A junta JE2GS, formada pela bolsa do tubo, anel de vedação em elastômero e pela ponta do tubo, está em conformidade com os requisitos da NBR 13747 - Junta elástica para tubos e conexões de ferro fundido dúctil.

Já os anéis de borracha estão em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 7676 - Anel de borracha para junta elástica e mecânica de tubos e conexões de ferro fundido dúctil cinzento - ensaios físicos (alongamento mínimo à tração, dureza e resistência à tração).

2.2.1 Características da junta JE2GS

O Anel JE2GS possui perfil assimétrico que evita sua montagem de forma invertida e suas dimensões impossibilitam o “rolamento” durante a montagem.





O Perfil da Junta e a Capacidade de Deflexão

O perfil do anel de borracha JE2GS faz com que a pressão de contato inicial funcione como fator de segurança e que a pressão interna do fluido aumente o potencial de vedação. Ou seja, a capacidade de vedação é diretamente proporcional à pressão interna.

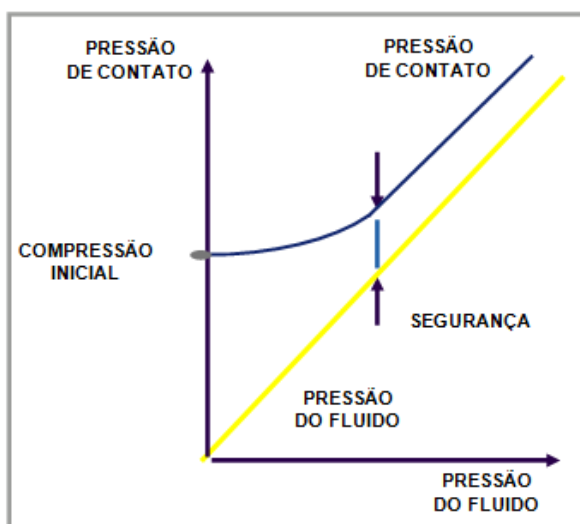
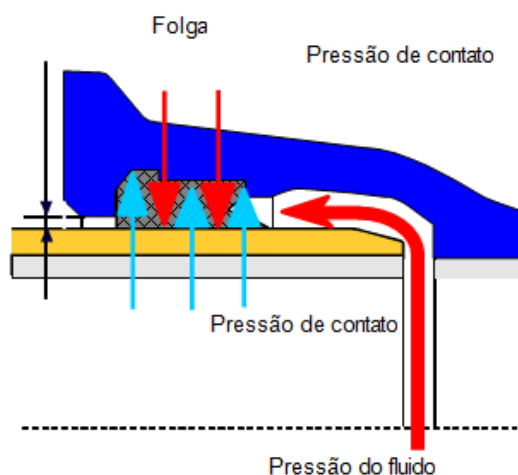


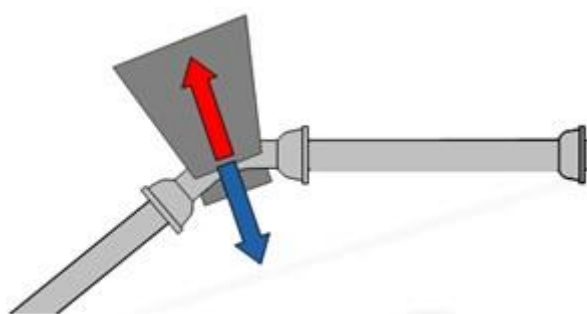
Gráfico Pressão de contato x Pressão interna



Perfil do anel JE2GS em operação

3. Travamento Axial das Juntas

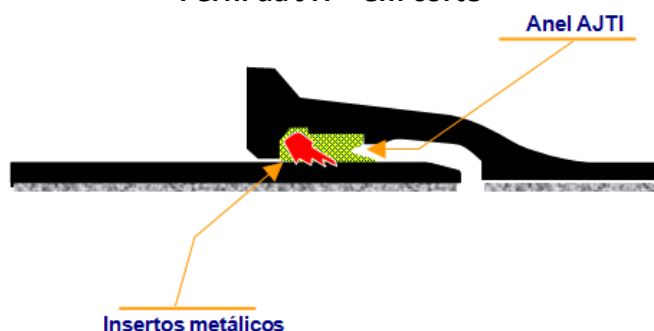
Nos casos de mudanças de direção da tubulação, são propostas duas formas para anular a resultante dos empuxos hidráulicos. A primeira solução é a tradicional, com a construção de blocos de ancoragem, feitos com concreto maciço.



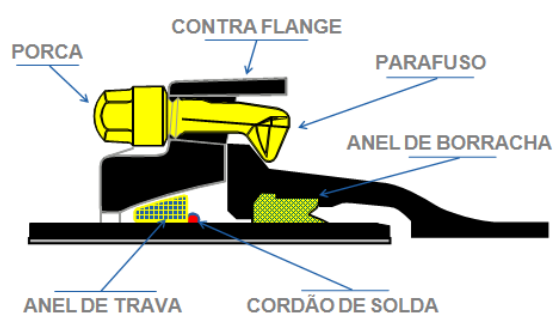
A segunda é a utilização de juntas travadas transferindo assim os esforços das conexões para o solo através do atrito solo x tubo. Esta solução é muito eficiente e amplamente aplicada em casos de falta de espaço para construção dos blocos ou em casos onde há assentamento de tubos com inclinação elevada.

Para diâmetros de 80 a 600 mm é utilizado a Junta Travada Interna (JTI) e para diâmetros superiores a 600 a Junta Travada Externa (JTE).

Perfil da JTI – em corte



Perfil da JTE – em corte



Obs: Os comprimentos a travar a montante e a jusante das conexões podem ser calculados através do método de Alabama, descrito em nossos catálogos.

A Saint-Gobain Canalização coloca toda sua equipe técnica a disposição para auxiliar no dimensionamento dos comprimentos a travar.

4. Conexões

As dimensões e tolerâncias das conexões seguem os requisitos da ABNT NBR 7675.

Possuem revestimento interno e externo em epóxi vermelho, com espessura mínima 50 micra (média de 70 micra), aplicada conforme ANSI/AWWA C151 e C104 e anel de borracha para junta elástica modelo JE2GS, conforme a norma NBR 7676 e NBR 13.747:1996.

Todas as informações sobre as conexões com flange e/ou bolsa estão disponíveis no site www.sgpam.com.br

5. Manutenção

Devido a sua robustez, os tubos de Ferro Fundido Dúctil não necessitam de manutenção. Porém, em caso de um eventual dano a tubulação causado por um agente externo, o reparo pode ser realizado com a utilização de uma luva de correr junta mecânica.

Mais informações disponíveis no informativo técnico Saint-Gobain Canalização.

6. Suporte Técnico

A Saint-Gobain Canalização oferece suporte técnico nas mais diversas fases de um projeto, como:

- Apoio e acompanhamento do Projeto;
- Otimização de traçado;
- Cálculo de juntas travadas;
- Medição do potencial de corrosividade do solo;
- Auxílio no transporte e armazenamento (Logística);
- Treinamento de equipes para montagem e manutenção de tubos, conexões e válvulas.