



Sistemas de tubagens PRFV FLOWTITE

para Aproveitamentos Hidroeléctricos



AMIAANTIT PIPE SYSTEMS

Processo de Produção

O processo de produção dos tubos FLOWTITE requer o uso de três matérias-primas básicas: fibra de vidro, areia de sílica e resinas de poliéster. As resinas de poliéster mais utilizadas são as ortofálicas devido ao seu excelente rendimento em instalações de água potável.

Os tubos FLOWTITE fabricam-se com a tecnologia mais moderna e avançada na produção de tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro: o processo de mandril de avanço contínuo. Este procedimento permite a incorporação de reforços contínuos de fibra de vidro no sentido circunferencial do tubo. Em linhas que funcionam em alta pressão, a tensão concentra-se na circunferência do tubo, daí que a incorporação de reforços contínuos, nessa direcção, favorece a criação de um produto de maior rendimento e menor custo. O processo utiliza dois tipos de reforço de fibra de vidro - filamentos contínuos e descontínuos - para otimizar a resistência tangencial e axial do tubo, ao mesmo tempo que incorpora um reforço de areia para aumentar a rigidez, junto do eixo neutro do núcleo mediante um incremento da densidade.



Propriedades do produto

As propriedades dos tubos e acessórios FLOWTITE, convertem-nos nos produtos mais indicados para aproveitamentos hidroeléctricos:

- Materiais resistentes à corrosão que não requerem revestimentos, recobrimentos, protecção catódica ou outros meios de protecção contra a corrosão.
- Propriedades hidráulicas que se mantêm constantes ao longo do tempo.
- Características exclusivas que se mantêm constantes em climas extremos (quentes e frios).
- Poucas perdas de carga, por fricção, devido à sua superfície interior lisa.
- Pressão por golpe de aríete, cerca de 50% menor que nos produtos de aço em condições similares.
- Manipulação e instalação fácil e económica, inclusive em terrenos difíceis, devido ao baixo peso dos produtos (aproximadamente 25% do peso do ferro fundido ou 10% do peso do betão) e ao fornecimento de juntas pré-montadas com juntas elastoméricas estanques.
- Resistente aos raios ultra violeta.
- Uniões de precisão estanques com juntas elastoméricas facilmente acopladas para eliminar infiltrações ou fugas.
- Custos de funcionamento reduzidos.
- Não requer estudos e medições de corrosão.
- Baixos custos de manutenção.
- Longa vida útil de serviço.
- Larga experiência na realização de trabalhos no terreno.
- Nível de qualidade consistente em todo o mundo.



Gama de Produtos

Tubos

A linha de produtos de PRFV FLOWTITE compreende uma ampla gama de tubos de diferentes diâmetros, assim como uma extensa selecção de acessórios.

A nossa série standard de tubos vem expressa nos diâmetros nominais em mm e são os seguintes:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500
600 · 700 · 800 · 900 · 1000 · 1200 · 1400
1600 · 1800 · 2000 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

Também podemos fabricar tubos de diâmetro até 4000mm, por encomenda.

Os nossos tubos estão disponíveis em classes de rigidez standard SN 2500, SN 5000 e SN 10000. No entanto podemos fabricar tubos com rigidez especial, por encomenda.

Na Amitech fabricamos tubos de PRFV para diferentes classes de pressão nominal, entre 1 bar e 32 bar, consoante o diâmetro dos tubos. O compromisso de qualidade da empresa requer que todos os tubos com pressão superior a PN 1 sejam fabricados com restritas normas de qualidade e submetidos a um ensaio hidroestático ao dobro da sua pressão nominal, para comprovar a sua integridade estrutural antes da sua entrada em serviço.

Classes de pressão standard PN em bars
1 (gravidade)
6
10
16
20
25
32

O comprimento standard dos nossos tubos é de 12 metros. No entanto podemos fabricar tubos com outros comprimentos, por encomenda.

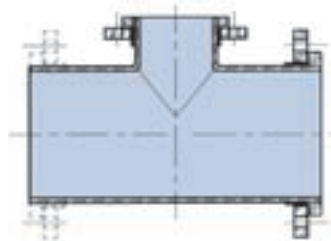


Acessórios

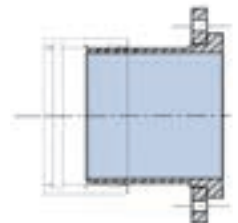
Além da linha de tubos, FLOWTITE oferece uma ampla gama de acessórios de PRFV, incluindo curvas, derivações em T, derivações em Y, flanges, reduções, caixas de visita ou peças de premontadas de fabrico especial. A flexibilidade dos materiais utilizados permite a fabricação individual e à medida dos acessórios ajustados às necessidades específicas de cada projecto.



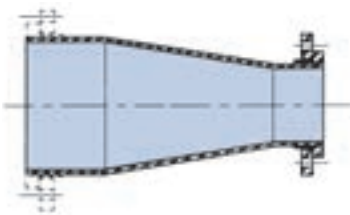
Curvas 5-90°



Derivação em 90°



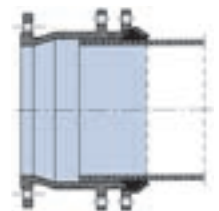
Flanges rígidas/fixas



Redutores



Derivação em Y 60°



Juntas para unir materiais diferentes



Especificações dos produtos

Os sistemas de tubagem de PRFV FLOWTITE são uma boa solução para instalações com altos requisitos de resistência à corrosão e a altas pressões. Os nossos tubos caracterizam-se por uma extraordinária capacidade mecânica da fibra de vidro e o elevado nível de resistência à corrosão das resinas de poliéster. Esta combinação de propriedades mecânicas e químicas, converte-os na escolha ideal para aproveitamentos hidroeléctricos.

Resistência à corrosão	++
Resistência aos raios UV	+
Expansão Térmica	+
Resistência química	+
Isolamento térmico	+
Rácio kg/m	++
Velocidade do fluxo/Características hidráulicas	++

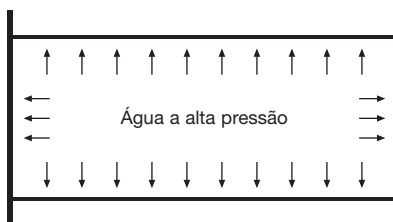
Uma das características que mais sobressai dos sistemas de tubagens FLOWTITE é o seu alto nível de qualidade. Todas as nossas fábricas estão homologadas por terceiros, sendo avaliadas periodicamente e avalizadas por certificadores oficiais como ISSO 9001 e outras.

Dependendo do País, os nossos sistemas de tubos estão homologados por AWWA, CEN, ASTM, DIN, BSI, ISSO e outras normas e certificações, tanto locais como internacionais.

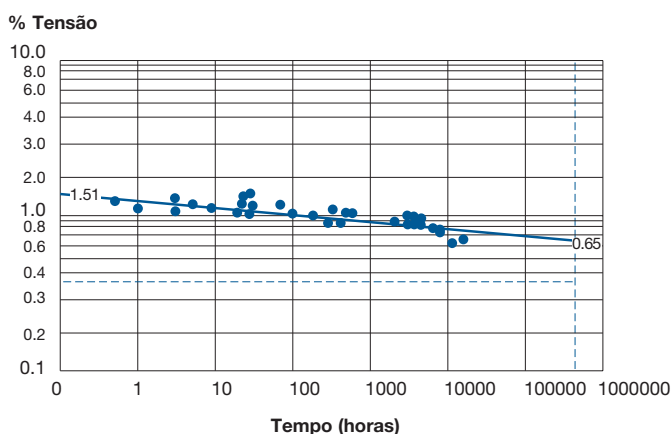


Base hidrostática de Calculo

Um dos principais ensaios de homologação para tubos certificados para aproveitamentos hidroeléctricos consiste em estabelecer a base hidrostática do cálculo (HDB). Este ensaio requer que um número específico de amostras de tubo seja submetido a diferentes níveis de pressão hidrostática, com o objectivo de determinar o nível a que se produz uma fuga. Os resultados introduzem-se numa dupla base logarítmica para avaliar a pressão (ou deformação unitária tangencial), em função do tempo que demora a produzir-se a fuga. O alargamento unitário de rotura extrapolado a 50 anos - comumente conhecida como base hidrostática do cálculo ou HDB - deve ser maior que a classe de pressão (deformação à pressão de operação especificada) segundo o coeficiente de segurança. De facto, devido aos factores de carga combinada (a interacção da pressão interna da tubagem e das cargas externas do solo), o valor real do coeficiente de segurança da resistência a fugas a longo prazo, é superior a este coeficiente de segurança. Este ensaio de homologação garante o funcionamento a longo prazo das tubagens submetidas a pressão. Conforme o ensaio HDB, o valor de deformação unitário dos tubos FLOWTITE, em 50 anos é de 0,65%.



Transmissão de carga do exterior (tal como o maciço de ancoragem)



Efeito da pressão a longo prazo na vida de um tubo

Coefficiente de Poisson e coeficiente Térmico

Para a tubagem FLOWTITE, o rácio do coeficiente de Poisson (cargas circunferenciais e resistencia axial) situa-se entre o 0,22 e 0,29. Para cargas axiais e resistencia circunferencial, o coeficiente de Poisson será sensivelmente inferior. O coeficiente termico de expansão e contração axial para os tubos de PRFV FLOWTITE é de 24 e 30 x 10⁻⁶ cm/cm/°C.

Coefficientes de fluxo, velocidade de caudal e perda de carga

As provas realizadas com tubos FLOWTITE em instalações existentes mostram que o coeficiente de Colebrook-White é de 0,029mm, o que equivale a um coeficiente de Hazen-Williams de aproximadamente C= 150. O coeficiente de Manning é de n= 0,0009. Ao contrário do que acontece com outros materiais corrosíveis, a rugosidade da superfície interior dos tubos FLOWTITE não muda com o tempo, uma vez que os tubos de PRFV são imunes à corrosão.

O caudal pode chegar até uma velocidade de 4m/s para água limpa e livre de materiais abrasivos. No caso de estar interessado, dispomos de uma lista de projectos de referência em que se registaram velocidades de caudal superiores a 4m/s.

Os nossos departamentos técnicos e de apoio ao cliente podem dar-lhe a ajuda necessária para calcular as perdas de carga associadas ao uso de tubos FLOWTITE, garantindo assim uma selecção adequada de materiais e dimensões de tubo. Uma selecção acertada pode proporcionar grandes poupanças, que podem ser utilizadas para outras alterações adicionais.



Tipos de tubagem	Rugosidade (mm)	Perda de carga (m)	Perda de produção (kwh)	Diferença kwh
PRFV	0.01 (lab)	9.45	389,183	
PRFV	0.029 (local)	10.04	411,324	+22,141
Ferro ductil/Betão	0.1 (medida laboratorio novo)	11.53	468,876	+79,693
Ferro ductil/Betão	1 (local após algum tempo)	18.1	730,139	+340,956

Perdas de carga* - Comparação entre materiais

* Tubagem DN800, l=1500m, descarga 1.5m³/s, 100% produção = 5375h/ano

Sobrepresão por golpe de aríete

O termo “sobrepresão por golpe de aríete” refere uma súbita subida ou baixa de pressão, causada por uma mudança repentina do caudal do sistema. Regra geral, estas mudanças devem-se a uma inesperada abertura ou fecho de válvulas ou ao repentino arranque ou paragem de bombas, como sucede quando se produz um corte de energia. Os principais factores que afectam a sobrepresão por golpe de aríete numa tubagem são as variações de sentido do fluido, o coeficiente de variação da velocidade (o tempo de fecho da válvula), a compressibilidade do fluido, a rigidez da tubagem em direcção circunferencial e o traçado físico da linha.

A sobrepresão por golpe de aríete prevista nas tubagens FLOWTITE equivale aproximadamente a 50 % das linhas de ferro dúctil e de aço, sobem condições equivalentes. As nossas tubagens admitem uma sobrepresão pontual de 40% da pressão nominal. A fórmula para calcular o rácio aproximado da variação da pressão máxima, num dado ponto de uma tubagem recta com percas mínimas por fricção é a que se segue:

$$\Delta H = (w\Delta v)/g$$

Donde: ΔH = variação de pressão (m)
 w = velocidade de onda (m/seg)
 Δv = Variação de velocidade de caudal (m/seg)
 g = Aceleração por gravidade (m/seg²)

Os nossos serviços técnicos podem oferecer-lhe o apoio necessário para efectuar o calculo exacto.



SN	PN	DN 300-400	DN 450-800	DN 900-2500
2500	6	365	350	340
	10	435	420	405
	16	500	490	480
5000	6	405	380	370
	10	435	420	410
	16	505	495	480
	25	575	570	560
10000	6	420	415	410
	10	435	425	415
	16	500	495	485
	25	580	570	560
	32	620	615	615

* Alguns valores foram arredondados. Para obter valores exactos, é necessário efectuar uma análise transitória. No caso de necessitar valores exactos, convem solicita-los ao seu fornecedor de tubos FLOWTITE.

Velocidade da onda* da tubagem FLOWTITE em mts/seg

Resistência aos raios UV

Não existem provas de que os raios ultravioletas afectem a vida útil dos tubos FLOWTITE. Durante os últimos trinta anos, uma longa e dilatada experiência na instalação de linhas aéreas em lugares tão diversos como são os países do Médio Oriente, onde predominam as condições de escassa humidade e desérticas, e na Escandinávia, onde os Invernos são frios e escuros, as radiações não deram mostras de defeitos estruturais nos tubos de PRFV, se bem que se tenha podido detectar alguma alteração estética, em forma de uma descoloração da superfície externa dos tubos. O empreiteiro responsável pela instalação pode tratar a superfície externa dos tubos com uma pintura compatível com o poliéster reforçado com fibra de vidro, no entanto, este tratamento requer manutenção no futuro.



Instalação

As tubagens de pressão para instalações hidroeléctricas podem instalar-se tanto em vala como sobre o terreno:

- em vala
- sobre o solo.

Os tubos de PRFV FLOWTITE admitem ambos os métodos de instalação, daí que a decisão final será influenciada pelos parâmetros de engenharia. Convém realizar uma investigação geotécnica para verificar a estabilidade das encostas com pendentes superiores a 15°, sendo de considerar o risco da instabilidade dos suportes face à qualidade do solo.



A instalação aérea em encostas, com uma pendente pronunciada, oferece muitas vantagens:

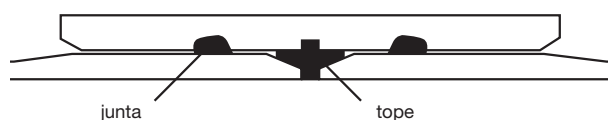
- A carga sobre o sistema da tubagem é menor, sendo importante para a ancoragem da linha.
- Os apoios de betão são mais fáceis de calcular do que as estruturas de terra.
- A qualidade da instalação é fácil de comprovar.
- Os assentamentos e deslizamentos dos apoios são mais fáceis de detectar e os problemas resultantes mais rápidos de resolver.
- As fugas no sistema de tubos são fáceis de reparar.

Apesar disso, é preciso mencionar que nos dias de hoje, se têm instalado linhas com tubos de PRFV FLOWTITE em valas com pendentes até 30°, sem necessidade de ancoragens especiais e em instalações sobre ladeiras com pendentes até 46°.

Montagem

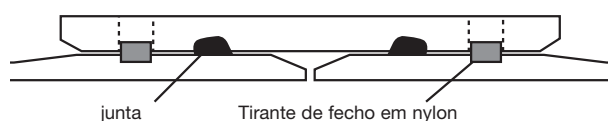
Todas as soluções que incorporam tubos de PRFV FLOWTITE, incluem um sistema de união que garante o bom funcionamento da linha, ao longo da sua vida de serviço prevista. O sistema também oferece soluções para as transições entre materiais, como no caso da ligação de tubos com válvulas e outros acessórios.

Geralmente os tubos montam-se com uniões de PRFV FLOWTITE. Os tubos e juntas podem fornecer-se separadamente ou então com uma junta montada num dos extremos do tubo. As ligações levam duas juntas de borracha elastomérica (sistema REKA) sobre uma ranhura de precisão, para garantir a vedação. Também incluem um tope no centro da junta.

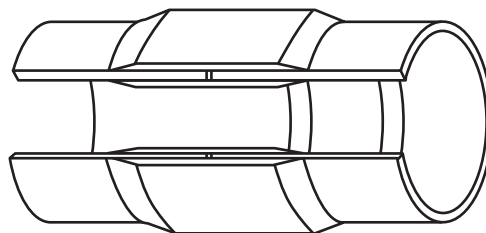


As instalações de pressão submetidas a forças desequilibradoras e de pressão axial requerem o uso de maciços de betão ou sistema de juntas travadas. Nos sistemas de tubagem standard os maciços de betão são utilizados para transferir o impulso ao solo natural.

Um método alternativo consiste em utilizar tubos biaxiais e/ou sistemas de juntas travadas para absorver a totalidade do impulso axial, de forma totalmente fiável. Esta solução suprime a necessidade de instalar blocos de betão e otimiza a eficiência do investimento em termos de tempo e custo.

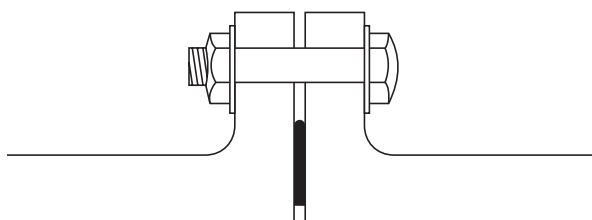


As uniões laminadas também absorvem este tipo de forças suplementares. Estas juntas permanentes constam de um laminado reforçado composto por tecidos de fibra de vidro, resina e poliéster. Normalmente utilizada directamente em obra, esta classe de união garante uma conexão segura e duradoura, capaz de absorver todos os impulsos axiais.

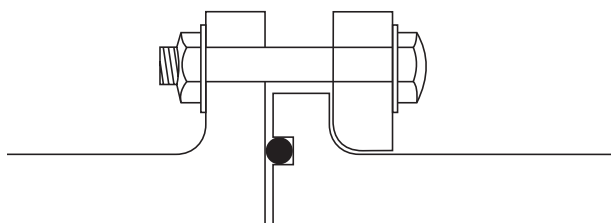


Junta laminada

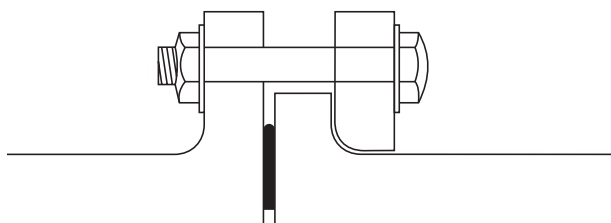
A união por flange oferece o mesmo grau de segurança, com a vantagem adicional de permitir desmontar a instalação numa etapa posterior. As flanges também são uma boa solução para as ligações com tubos, válvulas e acessórios de outros materiais. Existem dois tipos de flanges: flanges fixas e flanges loucas:



Flange fixa



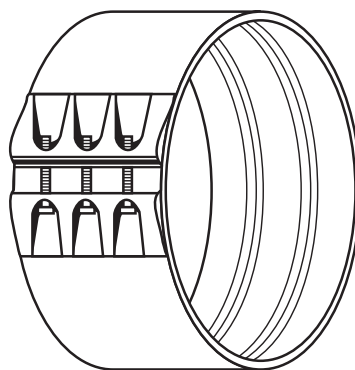
Flange louca com junta tórica



Flange louca com junta plana

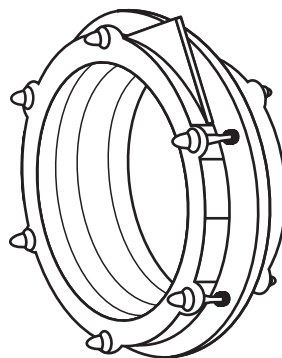


As juntas flexíveis de aço, como Straub, TeeKay ou Arpol, são um dos métodos preferidos para unir tubos FLOWTITE com tubos de diferentes materiais e diâmetro exteriores. Estas juntas são formadas por uma camisa de aço com colarinho de borracha, que sela a união. Também se podem utilizar para unir secções de tubagem FLOWTITE, por exemplo, numa reparação ou fecho de uma instalação.



Junta de aço flexível

As juntas mecânicas de duplo aro, como Viking Johnson ou Helden, têm sido utilizadas, com êxito, para unir tubos de diferentes materiais e diâmetros, assim como para adapta-los a diferentes orifícios de saída. Existe uma ampla gama de peças com características que variam de uma marca para outra, incluindo o tamanho dos parafusos, a quantidade de pernes e o desenho da junta. Também, existem grandes variações na tolerância de diâmetros de outros materiais, o que muitas vezes resulta num aperto maior do que se necessita para uma junta estanque num tubo FLOWTITE.



Junta mecânica de duplo aperto

Serviços

O pessoal especializado dos nossos escritórios de venda e assistência técnica em todo o mundo pode oferecer uma ampla gama de produtos e serviços. Estes técnicos darão assistência em tarefas tão distintas como sejam:

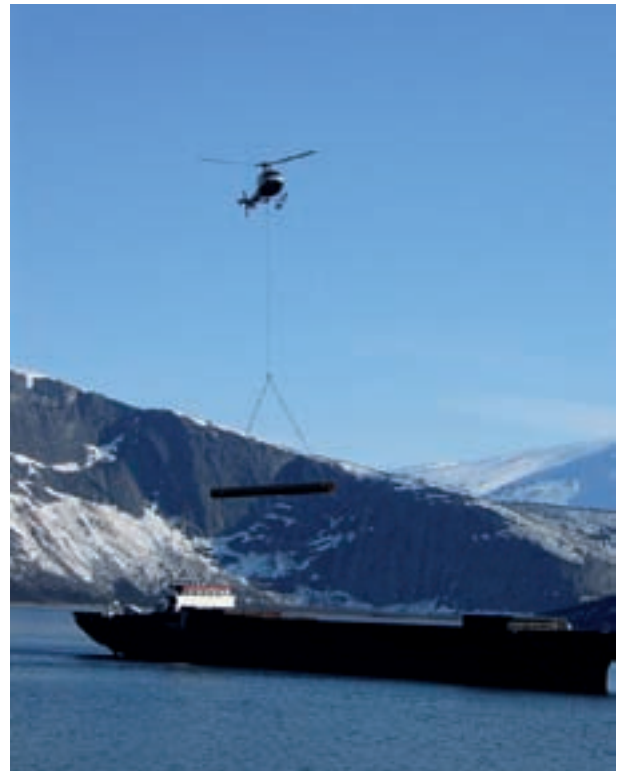
- O estudo do projecto e a selecção dos materiais mais adequados, em função das condições de corrosão, temperatura e pressão.
- Configuração da instalação e o calculo de apoios e ancoragens.
- Cálculos hidráulicos.
- Análise de tensões para instalações subterrâneas e aéreas.
- A pré-montagem dos acessórios.
- Supervisão da obra.



Referencias

Graças a ampla rede de distribuição dos nossos produtos, o grupo Amiantit participou no estabelecimento de tubagens de carga para aproveitamentos hidroeléctricos em todo o mundo. A lista que se segue é uma pequena amostra das referências disponíveis. Somente na Noruega, desde 1975 foram instaladas mais de 200 linhas com tubos de PRFV FLOWTITE.

Para mais informação visita a nossa pagina web em www.amiantit.com!



Projecto	Pais	Diametro (mm)	Pressão (bar)	Comprimento conduta (m)	Observações
Al Bayadh Al Kharj	Saudi Arabia	400	16	10740	
Arskog	Norway	600	6-25	720	Transportada por helicoptero
Bang Pakong	Thailand	600	6	400	
Camserney	UK	600	6-20	1400	
Canalete	Costa Rica	2600-2900	6-16	2400	
Djupfjord	Norway	1200	6	300	Cosntruida em curva continua
Glenowen	Ireland	600	10	560	
Hillsborough, New Hampshire	USA	2100	3,5	730	
Kelchsau	Austria	1200/1300	16	3500	
La Esperanza	Honduras	600-1400	1-32	5600	
Langfjorden	Norway	1200	32	284	Instalada em tunel
Majdan	Bosnia	700	6-32	2500	
Malangkap	Malaysia	600-1000	6	2700	
Matanzas	Guatemala	1300-1700	6-28	2000	
Montechristo	Guatemala	2400-2600	6-16	2100	
Mularvikjun	Iceland	1400	6-10	1540	
Paliori	Greece	1700-1900	6-16	1300	
Songyuan	China	400	10	14000	
Storfors	Sweden	2200	6	250	
Twimberg	Austria	1800	6-10	4300	
Vangpollen	Norway	700-800	6-32	700	Pendente max de 47°



