



Flowtite

Guia de instalação de condutas aéreas, sem juntas travadas



AMIAANTIT PIPE SYSTEMS

1	Informação preliminar	3
1.1	Prologo	3
1.2	Introdução	3
1.3	Assistência técnica	3
1.4	Medidas de segurança	3

2	Transporte, manipulação e armazenamento	4
2.1	Inspeção da tubagem	4
2.2	Preparação da tubagem	4
2.3	Descarga e manipulação dos tubos	4
2.4	Armazenamento da tubagem em obra	5
2.5	Armazenamento de juntas e lubrificantes	5
2.6	Transporte dos tubos	6
2.7	Manipulação dos tubos enfiados	6

3	Acoplamento da tubagem	7
3.1	Juntas do tipo Reka Flowtite	7
3.2	Outros tipos de junta	11
3.3	Ligação por meio de flanges	12

4	Instalação de condutas aéreas	14
4.1	Introdução	14
4.2	Apoios e fixação da tubagem	14
4.3	Distancia máxima entre apoios e fixações	22
4.4	Pressão negativa	22

5	Inspeção da tubagem instalada	24
5.1	Ensaio hidráulico	24
5.2	Inspeção antes de encher a conduta	24
5.3	Inspeção da conduta cheia, antes de a submeter à pressão	25
5.4	Inspeção da conduta sob pressão	25

6	Maciços de ancoragem, revestimentos de betão e ligações rígidas	26
6.1	Maciços de ancoragem	26
6.2	Revestimentos de betão	27
6.3	Ligações rígidas	28
6.4	Instalação em galeria (Túneis)	29

7	Acertos em obra	30
7.1	Ajuste de comprimento da conduta	30
7.2	Reparações e tamponamentos com juntas Flowtite	30
7.3	Tamponamento com outros tipos de juntas	31

Apêndices	32
A. Peso aproximado dos tubos e juntas	32
B. Utilização de lubrificante por junta	33

1 Informação preliminar

01

02

03

04

05

06

07

app.

1.1 Prólogo

O objectivo deste guia é proporcionar ao instalador informação básica sobre os métodos e procedimentos a seguir para garantir a correcta manipulação e instalação da tubagem Flowtite numa instalação aérea. A informação contida nestas páginas é aplicável aos tubos ligados com juntas não travadas, tais como as juntas flexíveis em aço ou as juntas Flowtite. Também pode ser considerado como uma boa fonte de dados para os responsáveis de projecto, se bem que não se pretenda que seja considerado como um guia de cálculo ou um manual de sistemas.

Este guia contempla a maioria das situações que possam surgir numa obra, tanto sejam as habituais, como não o sejam. Não obstante, sempre existe a possibilidade de surgirem situações específicas que exijam um estudo especial, pelo que, quando tal ocorra, deve consultar o seu fornecedor.

Para além dos sistemas de condutas aéreas, montadas e fixadas em apoios, existem outros tipos de instalações (as enterradas e as submersas) que não se encontram tratadas neste guia. Caso esteja interessado em efectuar uma conduta enterrada, consulte o guia de instalação de condutas enterradas Flowtite.

Para obter informações sobre os processos e limitações relativos a outros tipos de instalação, consulte o seu fornecedor. Deverá ainda ter em consideração que este guia de instalação não deve pôr em causa o sentido comum, nem o conhecimento dos técnicos da especialidade, as normas ambientais, de segurança ou de qualquer outro tipo que sejam aplicáveis e façam parte de regulamentos locais, bem como das especificações e cláusulas do proprietário, que será quem tem a última palavra e autoridade sobre todos os trabalhos a realizar.

Caso as informações constantes desta publicação provoquem alguma dúvida sobre o modo de efectuar a instalação, deverá consultar o seu fornecedor ou o responsável técnico do projecto.

1.2 Introdução

Tendo em atenção o elevado grau de resistência à corrosão e às muitas outras vantagens que distinguem os tubos Flowtite, é indispensável instalar a tubagem Flowtite correctamente. Os tubos Flowtite foram concebidos para serem instalados de acordo com as prescrições que se encontram recomendadas, com se descreve neste guia. Nas instalações de condutas aéreas, a Flowtite recomenda a utilização de tubos standard com a rigidez SN 5000. Por isso, as recomendações de instalação terão em atenção a utilização de tubos standard SN 5000, não obstante também poderem ser utilizados tubos com maior rigidez, como seja a rigidez SN 10000. A instalação de uma conduta aérea com tubos com a rigidez inferior a SN 5000, deverá ser objecto de um estudo especial. O minucioso seguimento dos procedimentos de instalação deste guia, aliado às sugestões dos engenheiros de obra, contribuirá para garantir a idoneidade e durabilidade da instalação. Caso pretenda esclarecer qualquer dúvida ou alterar as recomendações aqui expressas, será aconselhável estabelecer contacto com o seu fornecedor.

1.3 Assistência técnica

Sempre que o cliente solicite e nos termos do acordo firmado, o fornecedor pode prestar um serviço de assistência técnica. Esse apoio técnico pode oferecer ao cliente e/ou instalador a acessoria necessária para efectuar uma correcta instalação. Será recomendável que seja contratado o serviço de assistência técnica em obra, desde o início dos trabalhos de montagem, podendo-se prestar um acompanhamento periódico de toda a instalação. O serviço oferecido poderá envolver o acompanhamento continuado (tempo completo) ou uma assistência periódica, em função do acordo estabelecido entre o fornecedor e o comprador.

1.4 Medidas de segurança

A par de outros tubos fabricados com derivados do petróleo, os tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) podem incendiar-se, pelo que não se recomenda o seu uso em situações expostas a aquecimentos intensos ou chamas. Durante a montagem devem tomar-se as precauções necessárias para evitar que os tubos fiquem expostos a faíscas de soldadura, maçaricos de corte ou outras fontes de calor/ fogo/ electricidade, que possam provocar a ignição do material. Deverá ser reforçada esta precaução quando se trabalha com produtos químicos voláteis, durante a execução de juntas laminadas, ou a reparação ou modificação da tubagem em obra.

2 Transporte, manipulação e armazenamento

2.1 Inspeção dos tubos

É imprescindível verificar os tubos no local de descarga, para detectar a eventual existência de danos no material, ocorridos durante o transporte. Para além disso, será aconselhável repetir a inspeção em cada tubo, imediatamente antes da sua instalação, tendo em conta o tempo de armazenagem, qualquer manipulação posterior a que o material tenha sido submetido ou quaisquer outros factores que possam ter afectado a sua integridade. Quando da descarga, a verificação do material deverá ter em atenção o seguinte:

- 1 Proceder à inspeção global da carga. Se estiver intacta, bastará uma vistoria no acto da descarga, de modo a constatar que o material chegou em condições.
- 2 Se se constatar que a carga se moveu e existe a possibilidade de haver danos, deve-se verificar cuidadosamente cada tubo, a fim de detectar eventuais golpes. Em geral, basta uma inspeção externa para detectar os defeitos. Quando a dimensão dos tubos o permita, será conveniente verificar os pontos em que se tenha localizado algum defeito na superfície exterior do tubo.
- 3 Confirme a quantidade recebida de cada tipo de tubo e acessórios, em conformidade com o que se encontrar discriminado em cada guia de remessa.
- 4 Anote na cópia da guia de remessa, a devolver ao motorista, os materiais avariados e respectivos danos verificados à descarga. Em acto contínuo, proceda à respectiva reclamação junto ao transportador, de acordo com as indicações recebidas.
- 5 Se detectar algum defeito ou dano num tubo, separe o tubo afectado e contacte o fornecedor.

Não se deve utilizar qualquer tubo com danos ou defeitos na instalação.

2.2 Reparação de tubos

De uma maneira geral, os tubos com pequenos danos ou superficiais podem ser reparados em obra por pessoal qualificado. Se existirem quaisquer dúvidas sobre o estado do tubo, este não deverá ser utilizado.

O engenheiro do serviço de assistência técnica pode ajudá-lo a decidir se um tubo necessita de reparação, assim como se é possível e prático efectua-la.

Os tipos de reparação podem variar, em função da espessura e da composição da parede do tubo, a utilização a que a tubagem se destina e ainda o tipo, extensão ou defeito. Portanto, é aconselhável não tentar a reparação do tubo defeituoso, sem consultar previamente o fornecedor. Realça-se que as reparações devem ser efectuadas por um técnico especializado, uma vez que é possível que os tubos reparados incorrectamente não funcionem de acordo com o fim previsto.

2.3 Descarga e manipulação de tubos

A descarga dos tubos é da responsabilidade do cliente, pelo que deverá haver o cuidado de acompanhar a manipulação do material durante o processo de descarga. O uso de cordas de guia atadas aos tubos ou às embalagens facilita o comando manual do material durante a sua elevação e posterior manipulação. Também podem ser utilizadas varas, no caso de se pretender vários pontos de segurança. A finalidade destes métodos é evitar que os tubos caiam, colidam ou sofram danos, em especial nas extremidades.

■ Tubos soltos

No caso de tubos soltos, podem usar-se tirantes flexíveis, cintas ou cordas para os içar. Em nenhum caso se devem utilizar cabos de aço ou correntes para levanta-los ou transporta-los. Os tubos podem içar-se por meio de um único ponto de fixação (*Figura 2-1*), não obstante ser preferível fazê-lo em dois pontos, situados conforme a *figura 2-2*. Este sistema facilita o controle de levantamento do tubo. Os tubos não se devem içar por meio de ganchos colocados nos extremos ou passando uma corda, corrente ou cabo pelo interior do tubo, de um extremo ao outro. O *apêndice A* contém informação sobre os pesos aproximados dos tubos e juntas standard.

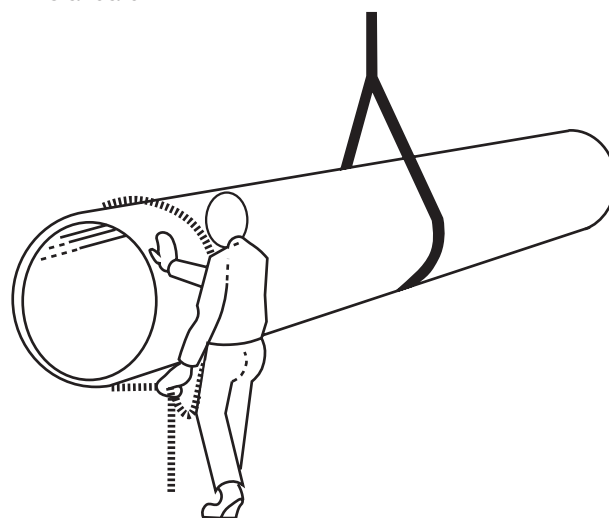


Figura 2-1 Levantamento de um tubo com um só ponto de fixação

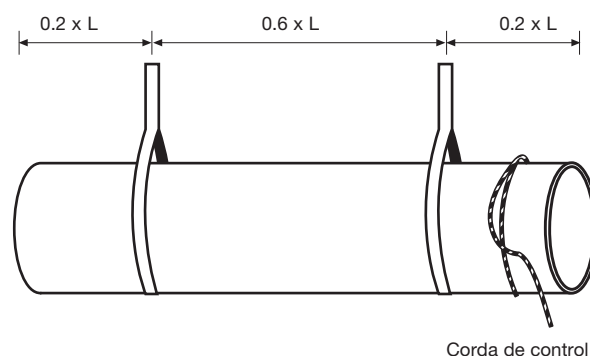


Figura 2-2 Levantamento de um tubo com dois pontos de fixação

■ Cargas Unificadas

As cargas unificadas podem ser manipuladas por meio de um par de tirantes, conforme mostra a **figura 2-3**. Os tubos que cheguem à obra sem serem embalados tem de ser descarregados e manipulados em separado (um a um).

Se durante as fases de manipulação e instalação os tubos sofrerem algum dano, como seja uma incisão, delaminação ou fractura, será necessário repará-los antes de os montar.

No caso desta situação ocorrer, recomenda-se que seja contactado o fornecedor para que analise os defeitos e o ajude sobre o modo de efectuar a reparação ou laminação dos tubos. Ver a **secção 2.2** ➔.

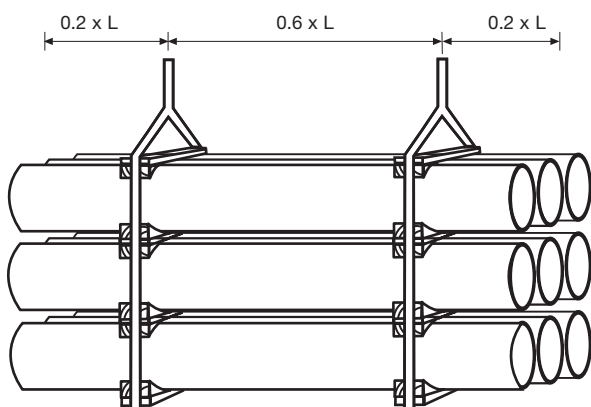


Figura 2-3 Levantamento de uma carga unificada

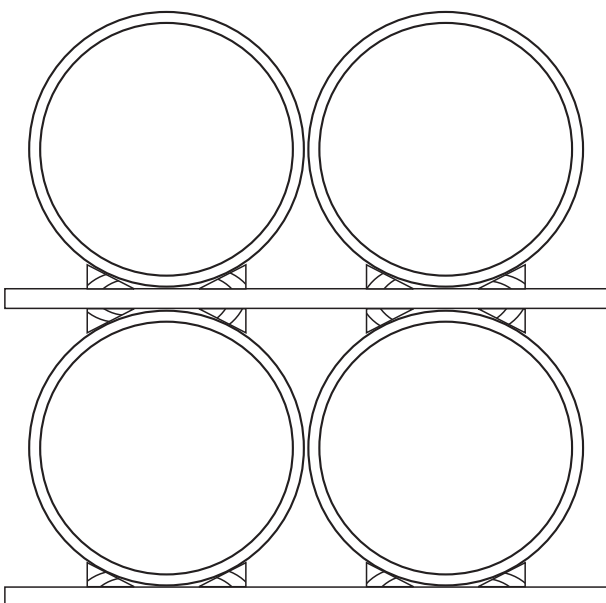


Figura 2-4 Armazenagem de tubos na obra

2.4 Armazenagem de tubos na obra

Em geral aconselha-se a armazenar os tubos sobre barrotos de madeira plana, para facilitar o posicionamento e posterior retirada dos tirantes que suspenderam os tubos.

Caso se opte por colocar os tubos sobre o terreno, primeiro deverá verificar-se se o local é relativamente plano e isento de pedras ou outros destroços que possam provocar danos nos tubos. A experiência tem demonstrado que colocar tubos sobre montículos de terra da vala é uma forma eficaz para armazenar os tubos na obra, contudo, sempre será necessário colocar calços nos tubos, como forma de evitar que possam rolar sob acção de ventos fortes.

No caso de ser necessário empilhar os tubos, recomenda-se que sejam utilizados apoios com barrotos de madeira planos (com a altura mínima de 75mm) com calços distribuídos por quatro pontos (ver **figura 2-4**). Sempre que seja possível, deverá utilizar-se a embalagem de origem que acondicionou o material no seu transporte.

É muito importante reforçar a segurança dos tubos armazenados, para evitar que se movam por acção de ventos fortes, sobretudo em áreas de terrenos inclinados ou irregulares, ou em situações que possam ser submetidos a qualquer tipo de cargas horizontais. Caso no local as condições metrológicas permitam antever ventos fortes, será conveniente atar os tubos com cordas ou tirantes.

A altura máxima de empilhamento não deverá ultrapassar os 3 metros.

Os tubos cuja armazenagem não se encontre nas condições indicadas poderão sofrer danos.

2.5 Armazenagem de juntas e lubrificantes

Quando as juntas de borracha e os acoplamentos cheguem separados à obra, deverão guardar-se as borrachas na sua embalagem original, em local resguardado da luz do sol, uma vez que essa exposição não é aconselhável, antes de montadas na conduta. Também se deve ter cuidado de evitar que as borrachas estejam em contacto com gorduras e óleos derivados de petróleo, dissolventes e outras substâncias prejudiciais.

Deverá haver também o maior cuidado na armazenagem do lubrificante das juntas, a fim de evitar danos nas embalagens. Também se deverão fechar as embalagens a meio uso, a fim de evitar qualquer contaminação. Caso a temperatura se situe abaixo dos 5°C, na ocasião da montagem, as borrachas e os lubrificantes deverão ser protegidos do frio até ao momento de serem utilizados.

2.6 Transporte dos tubos

É recomendável apoiar os tubos sobre barrotes de madeira plana, com espaçamento máximo de 4 metros e sem apoio nas extremidades, com espaço superior a 2 metros. Também é aconselhável colocar calços nos tubos, por forma a mantê-los estabilizados e separados, de modo a que não exista qualquer contacto abrasivo entre eles.

A altura máxima aconselhável de empilhamento é de 2,5 metros. Os tubos devem ser amarrados ao veículo na zona dos apoios, usando correias flexíveis ou cordas (**Figura 2-5**). Em caso algum se devem utilizar cabos de aço ou correntes, sem adequada protecção que impeça a conseqüente abrasão. A falta de cumprimento destas normas de transporte e manipulação poderá provocar danos na tubagem.

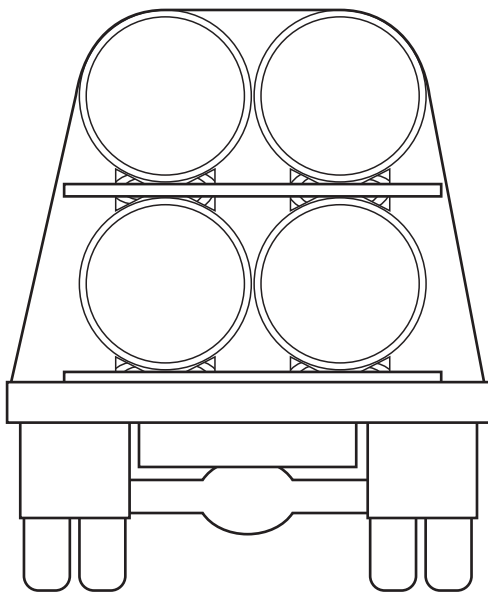


Figura 2-5 Transporte dos tubos

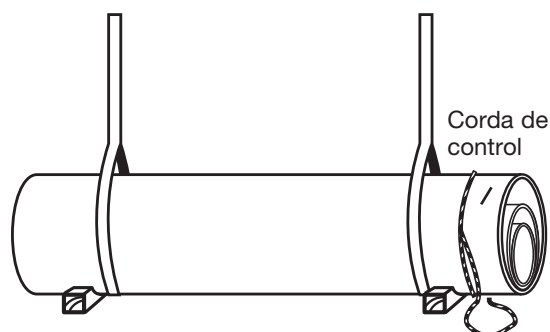


Figura 2-6 Duplo ponto de fixação para tubos empilhados

2.7 Manipulação de tubos enfiados noutros

Existe a possibilidade de enfiar tubos de menor diâmetro noutro com maior secção. Nestes casos, os tubos são acondicionados de um modo específico, que exige um processo de descarga especial, assim como a sua manipulação e armazenamento. Quando estas situações se verificarem, a empresa informará o cliente. Nestas circunstâncias, este tipo de acondicionamento deverá ter em consideração o seguinte:

- 1** O lote dos tubos enfiados deverá içar-se mediante o uso de dois pontos de suspensão, no mínimo (**Figura 2-6**). As limitações de distância entre fitas e os pontos de apoio serão os fixados para cada projecto (caso exista). Deve-se verificar se os tirantes que vão suspender têm resistência suficiente para suportar o seu peso, devendo o peso ser calculado em função dos pesos aproximados constantes do **apêndice A**.
- 2** A melhor forma de armazenar os tubos enfiados será a de utilizar a embalagem utilizada no transporte, salvo recomendação em contrário, que não aconselhe empilhar tubos nestas condições.
- 3** Os lotes de tubos enfiados só devem ser transportados na sua embalagem original. No caso de existirem condições especiais para a configuração do lote, a disposição do material no transporte e/ou arrumação da carga no camião obrigará à identificação do projecto a que cada volume se destina.
- 4** Para a separação dos tubos enfiados, será aconselhável preparar um local para esse fim. Os tubos interiores devem ser extraídos sempre pelos de menor diâmetro, levantando-o ligeiramente com um braço do empilhador, convenientemente forrado, que permita manter o tubo suspenso e retirando-o com o maior cuidado, para evitar o roçamento nos outros tubos (**figura 2-7**). Quando as limitações de peso, comprimento ou do equipamento impeçam este método de desembalagem, o fornecedor sugerirá outros meios, em função de cada projecto.

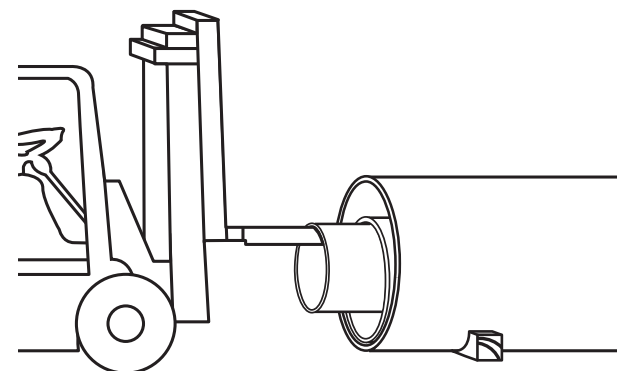


Figura 2-7 Desembalagem de tubos enfiados com o braço almofadado do empilhador

3 Acoplamentos dos tubos

01
02
03
04
05
06
07
app.

Em geral, os tubos Flowtite são ligados com acoplamentos Flowtite. Os tubos e juntas são fornecidos separadamente, não obstante os tubos poderem ser fornecidos com uma junta montada numa das extremidades. Caso as juntas sejam montadas na obra, aconselha-se a que essa operação seja executada em local limpo da zona de armazenagem ou ao lado da instalação, antes de colocar os tubos sobre os apoios.

Os tubos Flowtite também permitem o uso de outros tipos de ligação, tais como flanges, juntas mecânicas ou uniões laminadas.

3.1 Acoplamentos de manga Flowtite

As fases que se seguem (1 a 4) são aplicáveis a todos os processos de montagem que utilizam acoplamentos de manga de pressão Flowtite.

Fase 1 Limpeza do acoplamento

Limpar minuciosamente as ranhuras e as juntas de borracha do acoplamento, para se assegurar que não ficaram com gorduras ou sujidade (Figura 3-1).

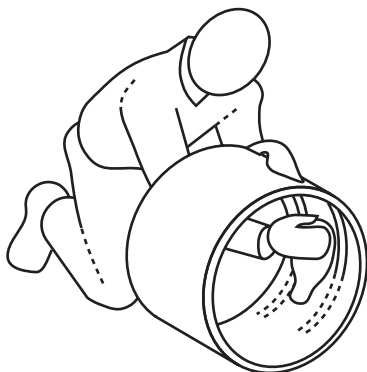


Figura 3-1 Limpeza do acoplamento

Fase 2 Instalação das juntas de borracha

Instale a junta na respectiva ranhura, deixando fora da ranhura dois a quatro anéis. Não deve utilizar nenhum tipo de lubrificante, quer nas ranhuras, quer na junta de borracha, nesta fase da montagem. Se desejar, pode usar água pura para humedecer a borracha e a ranhura, facilitando assim o posicionamento e a inserção na peça de união (figura 3-2).

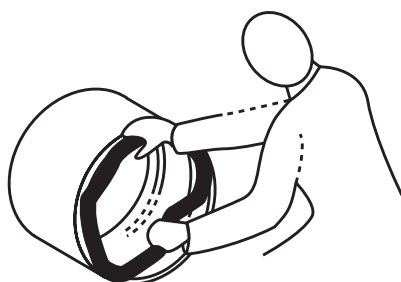


Figura 3-2 Instalação das juntas de borracha

Seguidamente, introduza cada bordo da junta de borracha na ranhura, pressionando uniformemente. Uma vez introduzida, deve puxar ligeiramente, para verificar se a compressão a que foi submetida foi uniforme, ao longo de todo o seu perímetro. Também deve verificar se ambos os lados da junta sobressaem uniformemente da ranhura em toda a circunferência. Caso tal não se verifique, deverá usar um maço de borracha para a introduzir correctamente, por meio de batidas ligeiras.

Fase 3 Lubrificação das juntas de borracha

Sem interromper, aplique uma fina camada de lubrificante sobre as juntas de borracha, usando um pincel ou um pano limpo (figura 3-3). Consulte o apêndice B para obter mais informação sobre a quantidade de lubrificante a utilizar por junta →.

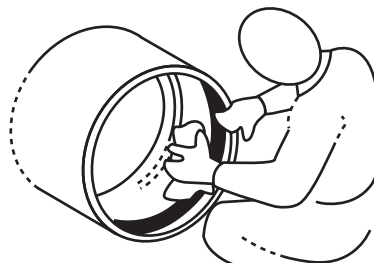


Figura 3-3 Lubrificação das juntas de borracha

Fase 4 Limpeza e lubrificação das pontas dos tubos

Limpe com rigor as pontas dos tubos, a fim de eliminar qualquer tipo de sujidade, gordura, areia, etc. Verifique se não existem quaisquer danos na sua superfície e aplique sobre essas pontas uma fina camada de lubrificante, desde a extremidade do tubo até à posição onde se encontra pintada uma lista negra de montagem. Após realizar esta operação, deverá tomar cuidado para manter as pontas do tubo e o acoplamento já lubrificado, perfeitamente limpos (Figura 3-4).

! Atenção: É imprescindível utilizar o lubrificante adequado. O fornecedor fornece a quantidade de lubrificante necessária para cada pedido. Caso, por alguma razão, necessitar mais lubrificante, deve contactar o seu fornecedor para fazer um pedido adicional ou para obter informações sobre o uso de lubrificantes alternativos. Ter em atenção que não deve utilizar lubrificantes derivados do petróleo.

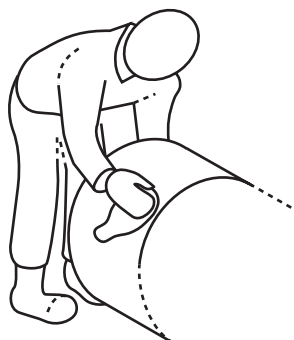


Figura 3-4 Limpeza das extremidades (espigas)

Montagem

Caso os acoplamentos não venham montados de fábrica, deve procurar um lugar limpo e seco para proceder à sua montagem nos tubos. Nessa operação deve colocar uma braçadeira ou aro em volta do tubo a uma distância de 1 a 2 metros da extremidade onde se pretende montar a junta. Deverá colocar a ponta do tubo a 400mm do solo, para evitar que contacte com a sujidade do solo.

Seguidamente deverá colocar manualmente a junta sobre a ponta do tubo e colocar sobre os bordos opostos da junta uma tábua de madeira de 100 x 50mm e utilizar dois tensores de tracção (Tireford), ligados à madeira e à braçadeira para puxar a junta até ao traço de montagem, devidamente alinhada (**figura 3.5**)

Consulte a rubrica “Folga entre espigas (zona torneada)”, na coluna da direita para adoptar a distância correcta com a linha da base. As fases que se seguem (5 a 7) são aplicáveis a todos os procedimentos de montagem dos tubos, sempre que se utilizam braçadeiras ou aros e tensores de tracção (Tirefords).

Também é possível utilizar outras técnicas, desde que sejam cumpridas as instruções gerais que a seguir se especificam, nomeadamente que as juntas não deverão ultrapassar a linha de base e que se deve ter o maior cuidado para não se danificar os tubos e as juntas.

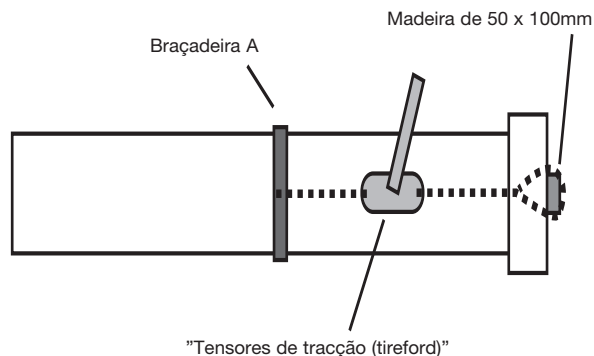


Figura 3-5 Montagem de acoplamento num tubo

Fase 5 Colocação do tubo

Uma vez montado o acoplamento, coloque o tubo sobre os pontos de apoio da conduta.

Fase 6 Montagem das braçadeiras

Monte as braçadeiras ou aro A sobre o tubo já instalado ou mantenha-a na posição em que ficou quando da montagem anterior. Coloque a braçadeira ou o aro B sobre o tubo que vai ser instalado, na posição adequada (**figura 3.6**)

! **Nota:** Deve-se proteger ou almofadar a zona de contacto das braçadeiras com os tubos, afim de evitar danos nos tubos, e, ao mesmo tempo, obter uma força de fricção elevada com a superfície do tubo. No caso de não haver braçadeiras, poderá usar tirantes de nylon ou cordas, tomando as precauções necessárias para não desalinhar o acoplamento.

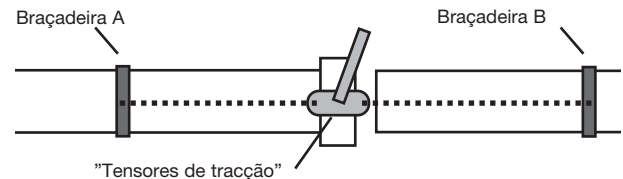


Figura 3-6 União de tubos com braçadeiras

Fase 7 Montagem do acoplamento

Coloque os tensores de tracção em cada lado do tubo e ligue-os às braçadeiras. Introduza o tubo no acoplamento até chegar à posição adequada. Para mais informações sobre o espaço que deve deixar entre os extremos dos tubos, deverá consultar o capítulo identificado com o título “Folga entre espigas (zona torneada) a seguir referido.

Logo que finalizada esta fase, transfira a braçadeira A para o seguinte tubo a montar.

O cálculo da força de montagem pode ser efectuado de acordo com a seguinte formula:

Força de montagem em toneladas = (DN mm / 1000 x 2)

Folga entre espigas (zona torneada)

As instalações aéreas expostas ao sol são objecto frequente de aquecimento e dilatação, e isso acontece quando as condutas permanecem vazias durante a fase de montagem ou por qualquer outra razão. Para evitar que as condutas e seus apoios sejam submetidos a cargas excessivas, deve unir os tubos com a folga entre espigas necessária para evitar o contacto entre os topos, em resultado de altas temperaturas. A folga correcta depende da máxima elevação da temperatura a que a instalação seja submetida, assim como a distancia entre os apoios dos tubos, cuja dilatação seja absorvida pelas juntas. Assim, para avaliar a folga mínima entre os tubos, adoptar-se-á o coeficiente térmico linear de dilatação máxima de $28 \times 10^{-6}/C^{\circ}$, para tubos Flowtite, na direcção longitudinal com base no qual se pode calcular a força mínima da seguinte maneira:

$$g_{\min} = (T_{\max} - T_{\text{inst}})L \times 28 \times 10^{-6}$$

com base em:

T_{\max} - A temperatura máxima prevista para a conduta, em C° .

T_{inst} - Temperatura de instalação em C° .

L - Distancia entre apoios dos tubos cuja dilatação é absorvida pelas juntas em mm.

A folga de 25mm entre espigas deverá bastar para a maioria dos tubos com comprimentos até 12 metros e a folga entre os topos não deve ser superior a 30mm. Nas juntas com deflexão, a folga não será constante em redor da circunferência dos tubos. Nestes casos, a folga mínima deve situar-se dentro dos limites atrás referidos, enquanto a folga máxima não deverá exceder 60mm, em qualquer circunstância. As folgas mencionadas neste capítulo são aplicáveis para condutas que não funcionam sob pressão.

Deflexão angular de uma ligação com manguito

A deflexão angular nos manguitos deverá ser limitada, afim de evitar que, tanto a tubagem, como o seu sistema de apoio, sejam submetidos a cargas excessivas. No caso de uma instalação aérea sob pressão, deverão ser montados em primeiro lugar os tubos em linha recta, introduzindo variações graduais de direcção da tubagem por meio de curvas e maciços de ancoragem. A deflexão angular não intencional de tubos instalados em linha recta não deve ser superior a 20% dos valores que constam no **quadro 3-1**. No entanto, em determinadas situações, é possível conseguir ligeiras variações de direcção de uma conduta de baixa pressão (menor ou igual a PN6), mediante deflexões angulares nas juntas. Essas condutas requerem um estudo detalhado e o uso de maciços de ancoragem adequados para as peças de apoio das juntas com deflexão angular.

Nota: Deve consultar o seu fornecedor, antes de instalar tubos com deflexão angular.

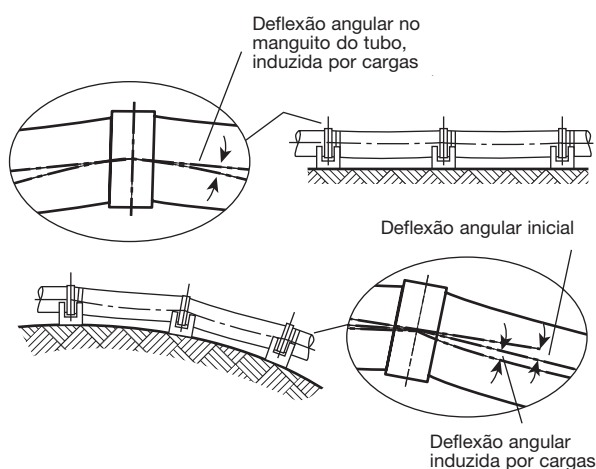
Diâmetro nominal do tubo (mm)	Ângulo de deflexão nominal (graus)	Afastamento nominal junta/manguito (mm)
300	3	17
350	3	20
400	3	22
450	3	25
500	3	28
600	2	21
700	2	25
800	2	29
900	2	32
1000	1	18
1100	1	20
1200	1	21
1400	1	25
1600	1	29
1800	1	32
2000	0.5	18
2200	0.5	20
2400	0.5	21
2600	0.5	23
2800	0.5	25
3000	0.5	27

Quadro 3-1 Deflexão angular de uma ligação com manguito (ver a figura 3-6)

Ao instalar os tubos com uma deflexão angular nas juntas, deve assegurar-se que a deflexão angular total não exceda os valores indicados no **quadro 3-1**. Nestas circunstâncias, deve ter em conta as tolerâncias para uma instalação normal e também as deflexões angulares induzidas pelas cargas, conforme abaixo se especificam. A deflexão angular nas juntas deve ser distribuída em ambos os lados das juntas (ver **figura 3-8**). A deflexão angular nas juntas não deve exceder os valores constantes do **quadro 3-1**, em nenhuma circunstância.

Nas instalações aéreas, as cargas que actuam sobre a tubagem criam uma deflexão angular nas juntas, mesmo que os tubos se encontrem instalados em linha recta. Em geral, a maior parte destas cargas são forças gravíticas que provocam deflexões angulares na direcção angular convexa (ver **figura 3-7**). A magnitude destas deflexões angulares estarão em função da classe e diâmetro dos tubos, assim como das condições de apoio e carga.

Em tubos instalados em dois apoios, com o máximo nível de carga e afastamento entre apoios, conforme **quadro 4-5**, a deflexão angular induzida por cargas pode, em situações muito específicas, chegar a 70% dos valores nominais que figuram no **quadro 3-1**. Os tubos instalados sobre apoios múltiplos, conforme o **quadro 4-6**, esta acção fica limitada ao máximo de 30% dos valores do **quadro 3-1**.



Nota: As figuras apresentam angulos exagerados, com fins ilustrativos

Figura 3-7 Deflexão de um tubo

Junta de Saneamento Flowtite (F.S.C)

A junta de saneamento Flowtite incorpora um anel de borracha montado na fábrica na ranhura do acoplamento, de modo evitar as passagens descritas no **capítulo 3.1** →, Limpeza do manguito e a montagem das borrachas. Todas as restantes informações são idênticas às dos passos descritos no **capítulo 3.1** →, relativos à união de manguito de pressão Flowtite.

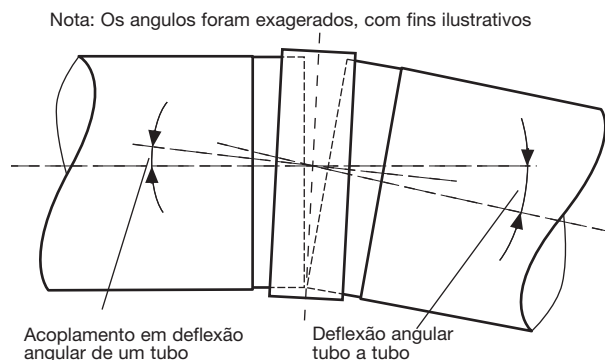


Figura 3-8 Deflexão angular

Ancoramento dos tubos

É imprescindível ancorar todas e cada uma das ligações dos tubos. Variações extremas de temperatura, como sejam as mudanças provocadas pela acção do sol, ocasionam dilatações e contracções na conduta. Caso um troço da conduta se encontre exposta a estas condições, antes de se ancorarem os tubos individualmente, será visível o desalinhamento dos tubos e das juntas.

Verificação da Junta instalada

A qualidade da junta é da maior importância no comportamento da conduta, pelo que é aconselhável efectuar uma verificação minuciosa das juntas, após a sua montagem. Deverá ser prestada atenção especial á deflexão angular, sua posição, desalinhamento e a distancia entre as extremidades dos tubos. Será também recomendável verificar a qualidade das juntas, antes de as instalar, uma vez que qualquer erro de montagem das borrachas será difícil de corrigir após a sua instalação. Também se deverá verificar o comportamento das juntas depois de encher a conduta e submete-la à pressão. Ver **capítulo 5** →.

! Nota: A verificação das juntas deve ser efectuada á temperatura normal. Uma temperatura alta e/ou desigual dos tubos, como seja a causada pela incidência directa da luz do sol, poderá afectar o resultado da verificação.

Deflexão angular

A deflexão angular entre tubos ou entre tubos e juntas deverá ser verificada (ver **figura 3-8**). O método mais fácil de verificar a deflexão angular será através da utilização de réguas de alinhamento (ver **figuras 3-9 e 3-10**).

A deflexão angular entre tubos é aproximadamente proporcional ao afastamento da junta que resulta da diferença entre a distância máxima e mínima, entre as réguas de alinhamento ($d_{max}-d_{min}$) ver **figura 3-11**.

De igual modo, a deflexão angular entre juntas e tubos é quase proporcional ao afastamento das juntas ($a_{max}-a_{min}$) para o lado esquerdo e ($b_{max}-b_{min}$) para o lado direito (ver **figura 3-9**). Resulta assim que a deflexão angular entre tubos ou entre uma junta e um tubo, possa ser calculada com base no afastamento medido e o diâmetro exterior do tubo. Existe outra possibilidade de estimar a deflexão angular através da medida proporcional do afastamento nominal da borracha/manguito, que consta do **quadro 3-1**.

Deflexão angular = deflexão angular nominal x (Afastamento medido/Afastamento Nominal)

Para obter mais informações sobre a deflexão angular admissível, consulte o capítulo intitulado deflexão angular de uma junta com manguito.

Posição do manguito

O manguito deve estar centrado, em relação à borracha, com uma margem de tolerância de +/- 10mm.

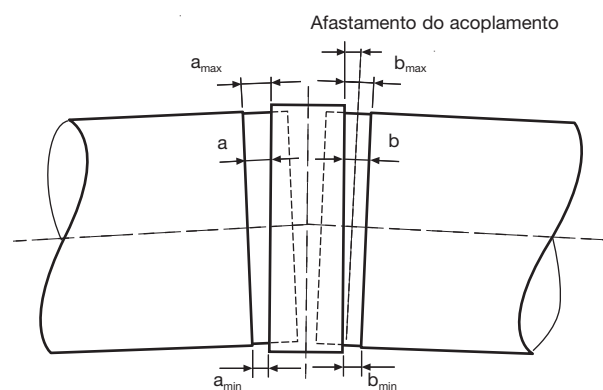


Figura 3-9 Medição da posição e desvio angular de um acoplamento

A forma mais fácil de medir a posição do manguito será através de réguas de alinhamento. Para ambos os lados do manguito calcula-se a distancia media desde a régua de alinhamento até ao extremo do manguito, com a seguinte fórmula:

$$a_{media} = (a_{max} - a_{min})/2$$

$$b_{media} = (b_{max} - b_{min})/2$$

Ver **figura 3-9** para definições. Assim, a posição do acoplamento, em relação ao centro da junta é calculada como segue:

$$-10 \text{ mm} \leq (a_{media} - b_{media})/2 \leq 10 \text{ mm}$$

Desalinhamento de juntas

O desalinhamento máximo admissível entre as extremidades dos tubos adjacentes deverá ser a menor das seguintes medidas -0,5% do diâmetro do tubo, ou 3mm. Pode-se medir esse desalinhamento colocando duas régua dentadas idênticas contra o tubo em ambos os lados da junta. (ver **figura 3-10**). se a profundidade da espiga torneada dos tubos não é igual, o desalinhamento deve ser corrigido. Em tubos de diâmetro igual ou superior a 700mm o desalinhamento pode ser medido com uma régua pelo interior dos tubos (veja **figura 3-10**).

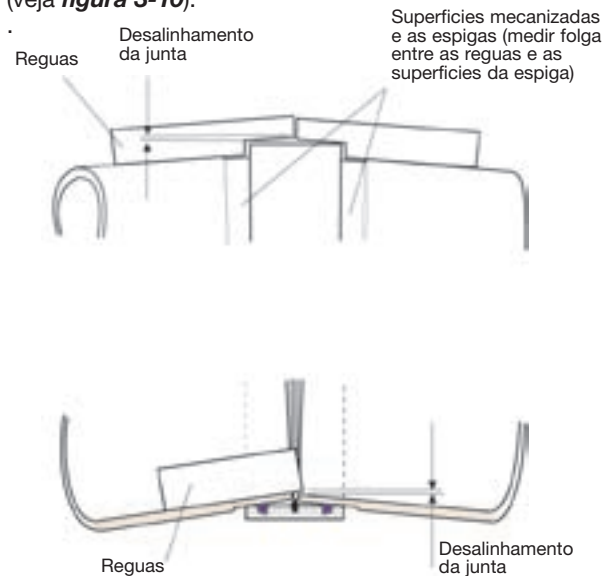


Figura 3-10 Desalineación

Folga entre espigas (zona torneada)

A forma mais simples de verificar a folga entre espigas será medir a distância entre as régua de alinhamento (ver **figura 3-11**). Em seguida, a folga será calculada segundo a seguinte fórmula.

$$g = d - 2s$$

O espaço entre a extremidade do tubo (d), até as régua de alinhamento ® pode ser encontrada nas especificações dos tubos, ou proceder à verificação das suas dimensões antes de o instalar.

Em tubos de diâmetro igual ou superior a 700mm, a folga pode ser medida pelo interior dos tubos. Em juntas com deflexão angular, devem ser medidas as folgas mínima e máxima. Para obter mais informação sobre as folgas entre espigas ver capítulo sobre folgas entre espigas (zona torneada)

Ajuste de juntas

No caso do valor de qualquer das verificações descritas nos capítulos anteriores evidenciar excesso dos limites especificados, deverá proceder-se ao ajuste das juntas. Será necessário tomar o maior cuidado no ajustamento dos manguitos ou no posicionamento dos tubos

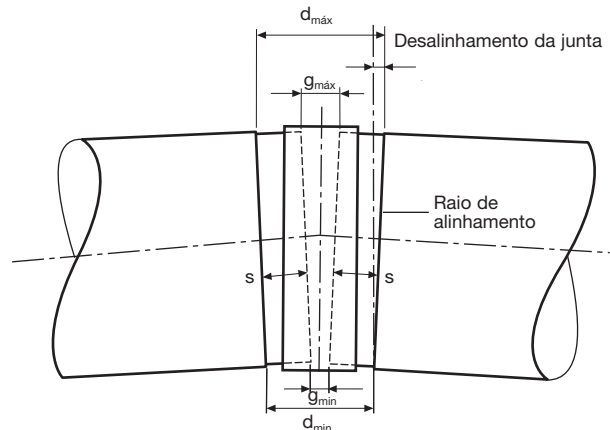


Figura 3-11 Folga entre tubos adjacentes

evitando qualquer concentração de cargas ou impactos que possam ocasionar danos nos tubos ou nos manguitos.

3.2 Outras peças de ligação

Juntas flexíveis em aço

(Straub, Tee Kay, Arpol, etc.- ver **Figura 3-12**)

As juntas flexíveis de aço são um dos métodos mais utilizados para ligar tubos Flowtite com tubos de outros tipos de materiais e diâmetros exteriores. Estas juntas são formadas por uma camisa de aço com uma junta interior de borracha que veda a ligação.

Também são usadas para ligar tubos Flowtite em certas situações, como sejam reparações ou tamponamentos das condutas.

São três os tipos de juntas de aço:

- 1 Camisa de aço revestida.
- 2 Camisa de aço inoxidável.
- 3 Camisa de aço galvanizado por imersão a quente.

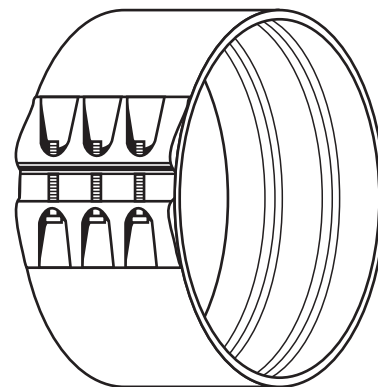


Figura 3-12 Manguito flexível de aço

Neste tipo de juntas, o mais importante é controlar o aperto dos parafusos. Não devem ser excedidos os apertos recomendados, pois tal sobrecarregaria os parafusos de fixação. Deve seguir as instruções de montagem do fabricante das juntas, contudo, sem exceder o aperto recomendado pelo fornecedor dos tubos.

! **Nota:** Ao proceder à encomenda das juntas, deve solicitar que as juntas flexíveis de aço venham montadas com o colar interior de borracha instalada nas peças.

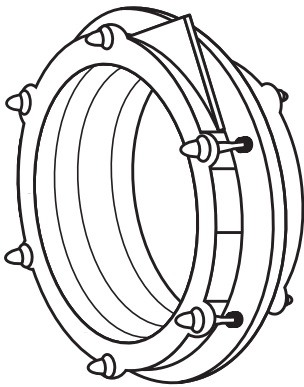


Figura 3-13 Manguito mecânico de duplo aperto

Juntas mecânicas de aço

(Viking Johnson, Helden, Kamflex, etc. – ver **figura 3-13**)

As juntas mecânicas devem ser utilizadas para ligar tubos de diferentes materiais e/ou diâmetros, assim como para adaptar diferentes orifícios de saída. Existe uma ampla gama de tipos, com características que variam consoante as marcas, incluindo o tamanho do anel central, da quantidade dos Pernes e da geometria das peças. Também existem grandes variações na tolerância dos diâmetros de outros materiais, o que frequentemente resulta num maior aperto do que se necessita para obter a estanquidade da junta e do tubo Flowtite.

Desta forma, não será recomendável o uso generalizado de juntas mecânicas para ligar tubos Flowtite. Contudo, caso utilize este tipo de junta para ligar um tubo Flowtite com outro de outro tipo, deverá então usar uma junta mecânica de duplo aperto independente (**figura 3-13**). Este tipo de junta permite um aperto independente do lado do tubo Flowtite, que geralmente exige um aperto menor que o recomendado pelo fabricante das juntas.

Recomenda-se que, quando se utilizarem juntas mecânicas numa instalação, seja consultado o fornecedor local de tubos Flowtite, a quem deverá ser informado o tipo específico da junta escolhida (marca e modelo). O fornecedor dos tubos aconselhá-lo-á sobre as condições em que será aconselhável usar esse tipo e modelo de junta com tubos Flowtite.

Protecção contra a corrosão

Independentemente do tratamento anticorrosivo da camisa de aço, é imprescindível proteger o resto da junta contra os efeitos da corrosão.

Em geral, é necessário utilizar uma manga de polietileno deformável, que se ajuste a quente sobre a junta já instalada.

Peças de ligação em PRFV

Em condutas por gravidade podem ser usadas juntas Flowtite para ligar tubos Flowtite com outros tubos de diferentes tipos de material, contudo com o mesmo diâmetro exterior (**quadro 7-1**). Para condutas sob pressão, consulte o fabricante.

Podem ser fabricadas juntas escalonadas ou peças de ligação especiais de PRFV. Para ligar tubos de Poliéster reforçado com Fibra de Vidro, com tubos de outro tipo de material ou de diferentes diâmetros. Consultar o fabricante.

3.3 Ligação por flanges

Flanges moldadas por contacto

Também podem se utilizadas flanges fixas ou de aro giratório para ligar tubos Flowtite com tubos, válvulas ou acessórios de outros tipos de material. As flanges ou acessórios de outros tipos de material. As flanges devem ser montadas de acordo com os seguintes procedimentos: (**Figura 3-14**)

- 1** Limpe a fundo a frente da flange e a ranhura de alojamento do anel tórico.
- 2** Verifique se a junta tórica está limpa e sem defeitos.
- 3** Coloque a junta tórica na ranhura.
- 4** Ajuste as flanges que vai unir.
- 5** Coloque os parafusos, anilhas e porcas. Todas as peças deverão estar limpas e oleadas para assegurar o aperto correcto. Devem ser usadas anilhas em todas as flanges de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro.
- 6** Use uma chave dinamómetro para apertar todos os parafusos com um ajuste de 35 Nm (20 Nm para diâmetros inferiores a 250mm), seguindo uma sequência oposta de aperto standard.
- 7** Repita a operação apertando os parafusos a um esforço de 70 Nm (35 Nm para diâmetros inferiores a 250mm) ou até que as faces das flanges entrem em contacto. Este aperto não deve ser excedido, uma vez que poderá provocar danos na flange de PRFV.
- 8** Verifique o aperto de todos os parafusos uma hora depois do aperto final. Caso necessário, ajusta-lo a 70 Nm (35 Nm para diâmetros inferiores a 250mm).

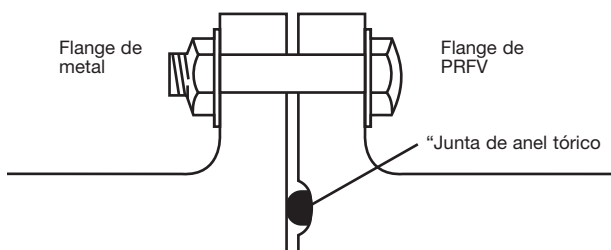


Figura 3-14 União por flanges

Flanges Loucas

Os tubos Flowtite também podem ser fornecidos com uma junta de argola giratória (VAN STONE). Com este tipo de junta é fácil de rodar a argola giratória para ajustar com os furos da flange a ligar.

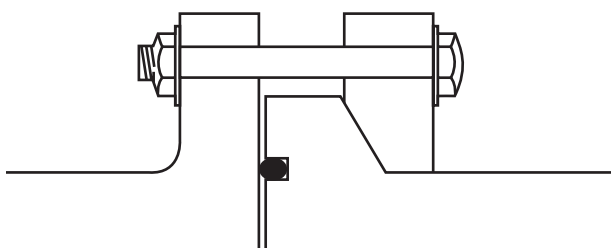


Figura 3-15 Flange louca com junta tórica

As flanges loucas podem ser fabricadas para dois tipos de junta de estanquidade, a saber:

- 1 Uma junta tórica (com uma ranhura na face da flange (ver **figura 3-15**))
- 2 Uma junta de perfil tórico com anel de aço, para superfícies planas das flanges (não necessita de ranhura) como se mostra na **figura 3-16**.

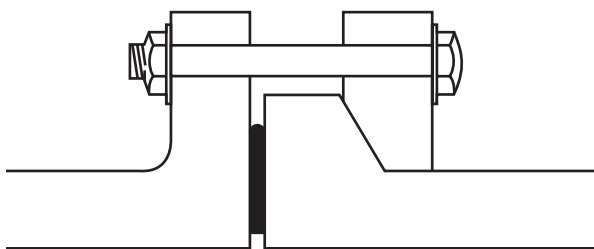


Figura 3-16 Flange louca com perfil tórico e anel de aço

O processo de união de ambos os tipos de junta é idêntico e pode ser descrito como segue:

- 1 Limpe a fundo a frente da flange e a ranhura de alojamento da junta tórica.
- 2 Verifique se a junta tórica está limpa e isenta de defeitos. Não deverá utilizar juntas defeituosas.
- 3 Blinde a junta na face da flange, e, no caso da junta tórica, verifique se esta bem alojada na ranhura. Aconselha-se a fixar o anel tórico com pequenos pedaços de cinta adesiva.
- 4 Alinhe as flanges que deseja unir.
- 5 Coloque os parafusos, anilhas e porcas. Todo este conjunto deve estar limpo e lubrificado para garantir que o aperto seja correcto. É importante que a superfície de contacto, entre a cabeça do parafuso/anilha e contra face da anilha estejam bem lubrificados, a fim de evitar aperto excessivo.
- 6 Use uma chave dinamómetro para apertar todos os parafusos, de acordo com o **quadro 3-12**, e a respectiva sequência standard.
- 7 Verifique o aperto dos parafusos uma hora após o aperto final, e, caso necessário reajustar o aperto.

Tipo de junta	PN	Aperto máximo Nm*)
Junta tórica	6	50 x DE tubo (en m)
Junta tórica	10	100 x DE tubo (en m)
Junta tórica	16, 20	125 x DE tubo (en m)
Junta tórica	25	200 x DE tubo (en m)
Perfil tórico com anel integrado	6	45 x DE tubo (en m)
Perfil tórico com anel integrado	10	75 x DE tubo (en m)
Perfil tórico com anel integrado	16, 20	90 x DE tubo (en m)
Perfil tórico com anel integrado	25	135 x DE tubo (en m)

Quadro 3-2 Tensão de aperto para flanges loucas

! **Nota:** Quando se ligam duas juntas de PRFV com uma junta tórica, só uma das flanges deverá ter cava para a junta tórica.

4 Montagem de condutas aéreas

4.1 Introdução

Neste capítulo são descritos os métodos de montagem de tubos Flowtite, quando instalados em condutas aéreas, sem juntas travadas, como sejam as juntas de manguito Flowtite ou as juntas flexíveis em aço. Ao projectar-se uma instalação aérea, é muito importante ter em conta as forças que actuam sobre a tubagem e, em especial, sobre as condutas que trabalham a alta pressão. Sempre que uma conduta sob pressão sofra uma mudança de direcção ou de derivação transversal, é gerado um esforço. Por isso será imprescindível ancorar todos esses elementos – curvas, reduções, derivações em T, derivações em Y, comportas e outros acessórios – para restringir as forças de impulso e, desse modo, evitar a separação dos tubos nestes pontos. No caso das condutas enterradas, os maciços de ancoragem e os revestimentos de betão proporcionam a resistência necessária, contudo, não será possível utilizar a referida resistência nos pontos de apoio de uma conduta de superfície. Deverão assim tomar-se todas as precauções para minimizar os desalinhamentos e criar apoios adequados para garantir a estabilidade da tubagem.

4.2 Apoios da conduta

A ligação dos tubos Flowtite é efectuada por meio de manguitos que não limitam a dilatação nem a contracção longitudinal dos tubos. Para minimizar as cargas induzidas na conduta e seus apoios, deve-se criar condições para que os apoios não impeçam a dilatação longitudinal dos tubos. Para além disso, deve ser guiado e controlado o movimento da conduta de modo a que todas as secções dos tubos permaneçam estáveis e não se exceda a capacidade dos manguitos absorverem os movimentos longitudinais. As juntas não travadas são flexíveis pelo que será muito importante que os apoios garantam a estabilidade de todas e cada uma das partes da instalação, sendo por essa razão que cada tubo deva descansar sobre, pelo menos, dois apoios e ser ancorado a um deles e o outro para servir como guia, de modo a permitir a dilatação longitudinal de cada tubo, enquanto torna possível restringir os movimentos laterais. No caso das condutas cujos tubos descansam em mais de dois apoios, o apoio que se situar mais próximo da zona central dos tubos, deverá ser usado como ancora. As ancoragens devem ser colocadas a distancias regulares de forma a assegurar uma distribuição uniforme da dilatação longitudinal dos tubos sobre as juntas. Não obstante a distância entre ancoragens não dever ultrapassar os 12 metros, a **figura 4-1** mostra a distribuição típica entre os apoios dos tubos.

! Nota: Quando se apoiam os tubos em mais de dois apoios por unidade, esses apoios deverão ter um alinhamento recto. O desvio máximo do alinhamento recto será de 0,1% do comprimento do traçado. Os apoios devem limitar o afastamento dos tubos em todas as direcções restringidas, abaixo da tolerância de 0,5% do diâmetro ou 6mm.

! Nota: É importante que o afastamento dos apoios não permita qualquer desalinhamento dos tubos nas juntas. O desalinhamento máximo admissível nos extremos dos tubos adjacentes será a menor das seguintes tolerâncias – 0,5% do diâmetro ou 3mm.

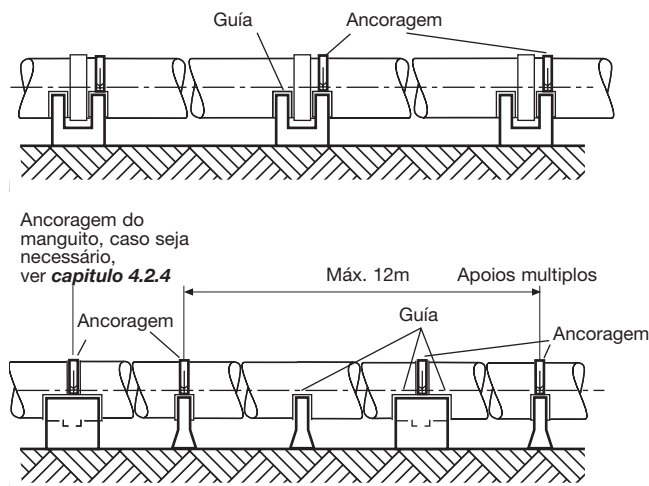


Figura 4-1 Tubos Flowtite.
Distribuição típica dos apoios

Os tubos devem ter um alinhamento recto com o objectivo de evitar as forças de reacção causadas por uma deflexão angular nas juntas. Ver **capítulo 3** →. Os pontos de apoio dos tubos devem ser colocados nas zona adjacente das juntas, afim de assegurar a estabilidade dos acoplamentos. A distancia máxima entre o eixo longitudinal da junta e a linha central de apoio deve ser de 250mm, para tubagem até DN 500mm e a menor das medidas 0,5 x DN ou 500mm para tubos de DN superior a 600mm (**figura 4-1**).

4.2.1 Apoios

Deve-se evitar qualquer carga ou pressão excessiva na conduta em instalações aéreas. É por esta razão que os tubos Flowtite, quando utilizados em condutas aéreas, devem ser colocados sobre apoios, tanto de betão como de aço. Os apoios devem ter uma cabeça angular c/ 150°. O diâmetro do interior do apoio, incluindo o revestimento protector deve ser 0,5% maior do que o diâmetro exterior do tubo não pressurizado (**figura 4.2**). Os apoios devem ter:

- Uma largura mínima de 150mm para tubos com DN ≤ 1000mm,
- Uma largura mínima de 200mm para tubos com DN 1100mm y DN 2000mm
- Uma largura mínima de 250mm para tubos com DN > 2000mm

O interior dos apoios deve ser protegido com um revestimento de 5mm, afim de evitar o contacto directo entre os tubos e os apoios, devendo aqueles serem resistentes ao meio.

As ancoragens devem ser revestidas com materiais de alta fricção, devendo as guias ser revestidas com materiais de baixa fricção. (ver **capítulo 4.2.3** → - Construção de ancoragens), (**capítulo 4.2.4** → -

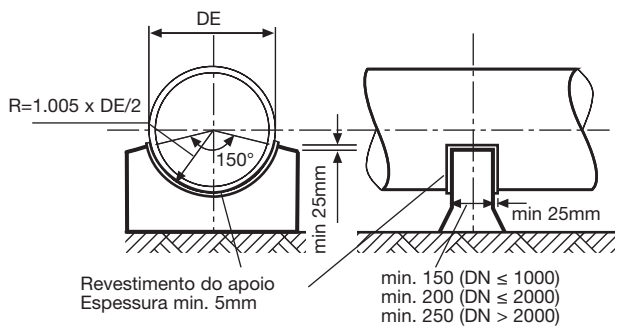


Figura 4-2 Especificações dos apoios

Construção de guias e respectivos revestimentos). A **figura 4-2** mostra o desenho de um apoio. Como se pode verificar, os apoios da tubagem actuam como ancoragens ou como guias. As ancoragens são estruturas que restringem o movimento dos tubos. As guias são estruturas que permitem a dilatação longitudinal da tubagem e restringem o seu movimento lateral.

4.2.2 Cargas

Os apoios tem que ser rígidos e devem resistir as cargas ocasionadas por:

- Cargas externas e ambientais
- Peso do tubo e do fluido
- Forças de reacção causadas pela pressão interna
- Fricção induzida nos acoplamentos e contra as guias, provocadas pelas variações de temperatura e/ou pressão.

Compete ao projectista do proprietário determinar o cálculo da carga dos suportes. A força de fricção entre os tubos e as guias são determinados com base na compressão total entre o tubo e o apoio e o coeficiente de fricção entre o material dos tubos e o revestimento dos apoios. No revestimento dos apoios recomendados no **capítulo 4.2.4** ➔, no cálculo das guias encontra-se previsto um coeficiente de fricção de 0,3.

O **quadro 4-1** apresenta as forças de fricção aproximadas em acoplamentos axiais, que se devem ter em conta ao calcular os apoios. Estas cargas resultam da contração e do alargamento dos tubos durante o seu funcionamento e da resistência à fricção da junta estanque. O **quadro 4-1** pressupõe contrações e dilatações simultâneas em tubos adjacentes. Caso se prevejam situações de contrações e dilatações desencontradas, será conveniente entrar em contacto com o fornecedor para obter mais informações sobre essas forças axiais.

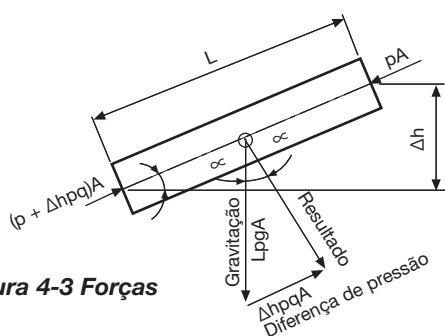


Figura 4-3 Forças

DN	FS*	FP**			
	Gravidade	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	4	5	5	6	7
350	4	5	6	6	8
400	4	5	6	7	8
450	4	6	6	7	9
500	4	6	7	8	10
600	5	7	8	9	11
700	5	7	8	10	12
800	5	8	9	11	14
900	6	8	10	12	15
1000	6	9	11	13	16
1100	7	9	12	14	17
1200	7	10	12	15	19
1300	7	11	13	16	20
1400	8	11	14	17	21
1500	8	12	15	18	23
1600	9	12	15	19	24
1700	9	13	16	20	25
1800	9	14	17	21	27
1900	10	14	18	22	28
2000	10	15	18	23	29
2100	10	15	19	24	
2200	11	16	20	25	
2300	11	16	21	26	
2400	12	17	22	27	
2500		18	22		
2600		18	23		
2700		19	24		
2800		19	25		
2900		20	25		
3000		21	26		

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões

** Tubos standard

Para mais informação, consultar o seu fornecedor.

Quadro 4-1 Tubos Flowtite SN 5000. Cargas axiais devidas a resistencia de atrito nas juntas (kN)

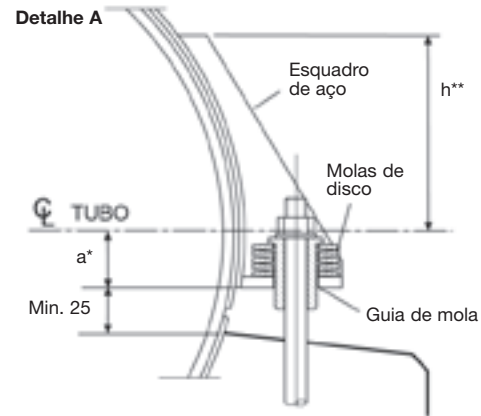
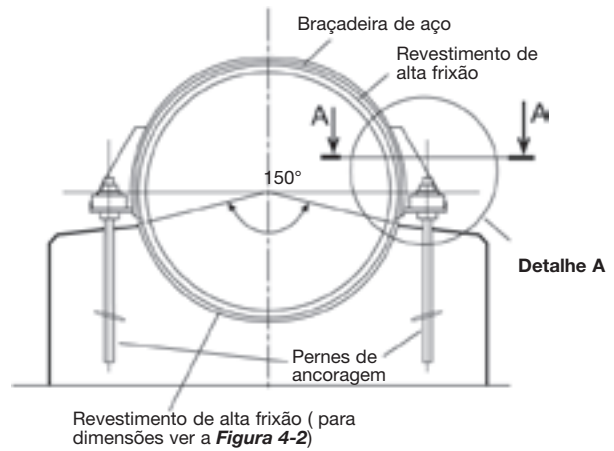
! Nota: As forças de reacção causadas pelo peso morto da água actuam na perpendicular do tubo. Em condutas instaladas em declives muito acentuados, estas forças resultam numa significativa carga horizontal sobre o apoio dos tubos. Será um erro comum considerar que a reacção da água é vertical, uma vez que se trata de uma força proveniente da gravidade (ver **figura 4.3**).

! Nota: A coluna de água de uma conduta que trabalha sob pressão, com frequência suporta cargas compressíveis consideráveis. É muito importante assegurar que as estruturas de apoio são suficientemente rígidas para evitar o arqueamento da coluna da conduta.

4.2.3 Ancoragens

As ancoragens devem ser calculadas com os apoios revestidos com material resistente a altas fricções e uma braçadeira de aço pré esforçado, que oprima o tubo contra o apoio. O grau de esforço de tensionamento do aço da braçadeira deve ser suficiente para evitar que o tubo se mova no suporte.

! Nota: Atendendo a que os tubos de PRFV tem maior resistência á deformação do que o aço, a braçadeira deve ser composta por elementos elásticos que compensem esta diferença. Estes elementos devem garantir uma tensão suficiente para evitar a flecha, sempre que a conduta esteja em descanso ou ausência total de pressão, por forma a não sobrecarregar a braçadeira ou o tubo em situações de funcionamento em altas pressões. O cálculo das braçadeiras de aço e dos elementos elásticos depende das características dos tubos e das condições de carga. A **figura 4-4** ilustra um quadro típico da braçadeira de aço com esquadro e molas de disco.



Secção A-A



* Para $DN \geq 600$ $a = 50\text{mm}$
Para $DN < 600$ $a = DN/8-25$

** A altura do esquadro deve ser seleccionada de modo a poder garantir a sua estabilidade. A tangente do tubo no limite superior do esquadro, deve cruzar o centro do perne de ancoragem por cima da placa de apoio do esquadro Ver quadro 4.2.

Figura 4-4 Especificações da braçadeira

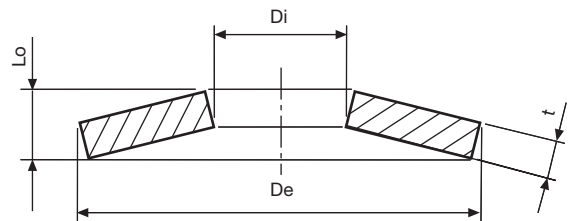


Figura 4-5 Dimensões das molas de disco

Diâmetro nominal del tubo [mm]	Altura de esquadro recomendada h [mm]
$300 \leq DN \leq 400$	150
$450 \leq DN \leq 600$	200
$700 \leq DN \leq 900$	250
$1000 \leq DN \leq 1300$	300
$1400 \leq DN \leq 2000$	400
$2100 \leq DN \leq 3000$	500

Quadro 4-2 Altura dos esquadros

Características da braçadeira	I	II	III	IV	V	VI	VII
Carga prevista	2 x 12 kN	2 x 22 kN	2 x 36 kN	2 x 50 kN	2 x 67 kN	2 x 95 kN	2 x 140 kN
Braçadeira de aço**	100 x 5mm	100 x 5mm	120 x 5mm	120 x 5mm	140 x 6mm	140 x 8mm	180 x 5mm
Revestimento do apoio*	100 x 5mm	100 x 5mm	120 x 5mm	120 x 5mm	140 x 5mm	140 x 5mm	180 x 5mm
Molas de disco							
Diâmetro exterior, D_e	80	80	100	100	125	125	150
Diâmetro interior, D_i	36	36	51	51	64	61	81
Espessura, t	3	4	5	6	7	8	10
Comprimento, l_0	5.7	6.2	7.8	8.2	10.0	10.9	13.0
Máxima compressão individual admissível	2.03mm	1.65mm	2.10mm	1.65mm	2.25mm	2.18mm	2.25mm
Pernes de ancoragem**	M20	M20	M25	M25	M30	M30	M36

* A especificação da braçadeira no **quadro 4.3** é baseada num revestimento de alta pressão com um factor de atrito contra o tubo de apoio de menos de 0,7, como seja o caso do Poliuretano termoplástico de uretano (TPV) Tipo A 60-70.

** Dimensões baseadas na qualidade mínima do aço a seguir indicadas:
Braçadeira de aço: ISO 630, Fe 360 (DIN 17100, St. 37)
Pernes de ancoragem: ISO 630, Fe 510 (DIN 17100, St. 52)

Quadro 4-3 Dimensões de diferentes modelos de braçadeiras standard

O **quadro 4-3** identifica as especificações da braçadeira, o número de molas de disco da peça elástica e a máxima compressão individual admissível dos elementos elásticos para tubos Flowtite SN5000. Os dados do **quadro 4-3** são aplicáveis para tubos Flowtite que assentam sobre apoios, como exemplo da **figura 4-3**, e o comprimento máximo conforme o **quadro 4-4**. O **quadro 4-3** foi calculado com base nas seguintes condições de carga:

- Pressão máxima de trabalho = Pressão Nominal
- Sobrecarga máxima (Golpe de aríete = 1,4 x a pressão nominal)
- Carga externa máxima sobre o tubo = 2,5 kN/m² sobre a superfície projectada
- Inclinação máxima do tubo – 10°, 20°, e 30°, ver os títulos do quadro →
- Carga axial conjunta, segundo o **quadro 4-1**
- Temperatura mínima, tubo vazio 50°C menos do que a temperatura da instalação
- Temperatura máxima, tubo vazio 50°C mais do que a temperatura da instalação
- Temperatura mínima, tubo cheio 20°C menos do que a temperatura da instalação
- Temperatura máxima, tubo cheio 20°C mais do que a temperatura da instalação

As especificações de cálculo das molas encontram-se no quadro 4.3, com a seguinte nomenclatura: N x n/c, conforme segue:

- N é a quantidade de elementos elásticos
- N = 1 significa elemento elástico de um lado da braçadeira
- N = 2 significa elementos elásticos nos dois lados da braçadeira
- n é a quantidade de molas em cada elemento elástico
- c é a pré compressão necessária de cada elemento elástico em mm. Os valores são aplicáveis em tubos que não trabalham sob pressão. Os valores indicados na última coluna do **quadro 4-2** refere a altura do esquadro a incorporar na braçadeira.

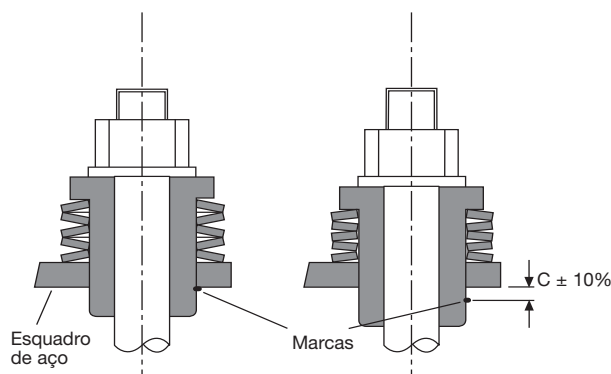


Figura 4-6 Ajustamento da pré-compressão das molas

DN	FS*	FP**				Tipo de abraçadeira	
	Gravidade***	PN 1***	PN 6	PN 10	PN 16		
300	4	6	1 x 3/2.5	1 x 3/2.4	1 x 3/2.4	I	
350	4	7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7		
400	5	7	1 x 3/3.0	1 x 3/2.9	1 x 3/3.0		
450	5	8	1 x 3/3.3	1 x 3/3.1	1 x 5/4.2		
500	6	8	1 x 3/3.5	1 x 3/3.3	1 x 5/4.4		
600	6	9	1 x 5/5.0	1 x 5/4.9	1 x 7/7.6		
700	7	10	1 x 5/5.5	1 x 7/7.5	1 x 7/7.6		
800	8	11	1 x 5/3.1	1 x 5/3.0	1 x 7/4.0		II
900	9	12	1 x 5/3.4	2 x 3/1.9	2 x 5/3.1		
1000	9	13	2 x 3/2.2	2 x 5/3.3	2 x 5/3.4		
1100	10	14	2 x 5/3.7	2 x 5/3.6	2 x 5/3.7		
1200	11	16	2 x 5/4.0	2 x 5/3.9	2 x 7/5.4		
1300	12	17	2 x 5/4.3	2 x 7/5.7	2 x 7/5.8		
1400	13	18	2 x 7/6.2	2 x 7/6.1	2 x 5/3.5	III	
1500	14	19	2 x 7/6.6	2 x 5/3.8	2 x 5/3.8		
1600	15	20	2 x 5/4.1	2 x 5/4.0	2 x 5/4.0		
1700	16	21	2 x 5/4.4	2 x 5/4.3	2 x 7/5.8		
1800	17	22	2 x 5/4.6	2 x 7/6.1	2 x 7/6.2		
1900	18	23	2 x 5/4.9	2 x 7/6.4	2 x 7/6.5		
2000	19	24	2 x 7/6.9	2 x 7/6.8	2 x 9/8.7		
2100	20	25	2 x 7/7.3	2 x 9/9.0			
2200	20	26	2 x 7/7.6	2 x 9/9.4			
2300	21	27	2 x 9/10.0	2 x 9/9.9			
2400	22	28	2 x 9/10.4	2 x 11/12.5			
2500		29	2 x 9/10.9				
2600		30	2 x 11/13.9				
2700		30	2 x 9/7.6		IV		
2800		34	2 x 7/6.4				
2900		35	2 x 7/6.6		V		
3000		36	2 x 7/6.9				

Quadro 4-3a Tubos Flowtite SN 5000 sobre os apoios
Fixação dos tubos às ancoragens. Pendente máxima de 10°

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões

** Tubos standard

*** Não necessita molas de disco.

O grau de pretensão da braçadeira aparece em kN

Para mais informação, consulte o seu fornecedor.

O **quadro 4-3** também é aplicável em linhas que são apoiadas em mais de dois apoios, sempre que o apoio mais próximo do centro do tubo seja utilizado como amarração (**Figura 4-1**). Para outras condições de instalação e carga, contacte o seu fornecedor. Nas molas, a pré compressão específica é obtida pela marcação da guia da mola, em relação à braçadeira,

depois do aperto manual da respectiva força de ancoragem. A marca deve ser visível e duradoura, de modo a permitir verificações posteriores. Será então apertada a porca, até que a marca da guia fique afastada de acordo com a pré compressão especificada de +/- 10% (**Figura 4-6**).

! **Nota:** A tensão da braçadeira não deve ser heterogénea, devido a fricção com o revestimento protector. Por isso, deve-se distribuir a tensão golpeando ligeiramente a braçadeira de aço, com um maço de borracha, enquanto se vão apertando as porcas de ancoragem.

DN	FS*	FP**				tipo de braçadeira
	Gravidade	PN 1***	PN 6	PN 10	PN 16	
300	1 x 3/1.6	6	1 x 3/2.5	1 x 3/2.4	1 x 3/2.4	I
350	1 x 3/1.8	7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	
400	1 x 3/2.0	8	1 x 3/3.0	1 x 5/4.8	1 x 3/2.7	
450	1 x 3/2.2	9	1 x 3/3.3	1 x 3/2.9	1 x 5/4.7	
500	1 x 3/2.4	10	1 x 5/5.8	1 x 5/5.1	1 x 5/5.1	
600	1 x 3/2.8	11	1 x 5/6.0	1 x 7/8.2	1 x 7/8.3	
700	1 x 3/3.2	12	1 x 7/9.5	1 x 5/3.3	1 x 7/4.5	
800	1 x 3/3.7	14	1 x 5/3.9	1 x 7/5.1	1 x 7/4.5	
900	1 x 3/4.2	16	1 x 7/5.9	2 x 5/4.1	2 x 5/4.1	
1000	2 x 3/4.4	18	2 x 5/4.6	2 x 5/4.6	2 x 5/2.2	III
1100	2 x 3/5.0	20	2 x 5/5.2	2 x 7/7.0	2 x 5/4.0	
1200	2 x 3/2.7	22	2 x 3/2.8	2 x 5/4.4	2 x 5/4.4	
1300	2 x 3/3.0	24	2 x 5/4.9	2 x 5/4.8	2 x 5/4.9	
1400	2 x 3/3.2	26	2 x 5/5.4	2 x 5/5.3	2 x 7/7.3	
1500	2 x 3/3.5	28	2 x 5/5.9	2 x 7/7.8	2 x 7/8.0	
1600	2 x 3/3.8	30	2 x 7/8.6	2 x 7/8.5	2 x 7/5.2	IV
1700	2 x 5/6.7	32	2 x 7/9.3	2 x 7/5.6	2 x 9/7.2	
1800	2 x 5/7.2	34	2 x 7/6.2	2 x 9/7.6	2 x 9/7.7	
1900	2 x 3/3.8	36	2 x 9/8.2	2 x 8/8.2	2 x 7/6.4	
2000	2 x 3/4.0	40	2 x 9/8.9	2 x 7/6.8	2 x 7/6.8	V
2100	2 x 3/4.3	42	2 x 5/5.5	2 x 7/7.3		
2200	2 x 3/4.6	45	2 x 7/7.9	2 x 7/7.7		
2300	2 x 3/5.0	47	2 x 7/8.4	2 x 9/10.3		
2400	2 x 3/8.5	52	2 x 7/8.9	2 x 9/11.0		
2500		55	2 x 9/11.9			VI
2600		57	2 x 7/7.5			
2700		60	2 x 7/7.9			
2800		63	2 x 9/10.4			
2900		66	2 x 9/10.9			
3000		74	2 x 11/13.3			

Quadro 4-3b Tubos Flowtite SN 5000 sobre os apoios
Fixação dos tubos às ancoragens. Pendente máxima de 20°

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões

** Tubos standard

*** Não necessita molas de disco.

O grau de pretensão da braçadeira aparece em kN

Para mais informação, consulte o seu fornecedor.

DN	FS*	FP**				Tipo de braçadeira
	Gravidade	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	
300	1 x 3/1.9	1 x 3/2.6	1 x 3/2.5	1 x 3/2.4	1 x 3/2.4	I
350	1 x 3/2.1	1 x 3/2.9	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	
400	1 x 3/2.4	1 x 3/3.2	1 x 3/3.0	1 x 3/2.9	1 x 5/4.8	
450	1 x 3/2.6	1 x 3/3.6	1 x 3/3.3	1 x 5/5.2	1 x 5/5.2	
500	1 x 3/2.9	1 x 3/4.0	1 x 5/5.8	1 x 5/5.8	1 x 7/8.0	
600	1 x 3/3.5	1 x 3/4.6	1 x 7/9.6	2 x 5/6.7	2 x 5/6.8	
700	1 x 3/4.1	1 x 3/5.4	2 x 5/8.0	1 x 7/5.3	1 x 7/5.3	
800	1 x 3/4.7	1 x 3/3.1	1 x 7/6.3	2 x 5/4.4	2 x 5/4.4	II
900	1 x 5/8.6	1 x 3/3.6	2 x 5/5.1	2 x 5/5.0	2 x 7/7.0	III
1000	2 x 3/2.8	2 x 3/3.8	2 x 7/7.9	2 x 5/4.4	2 x 5/4.5	
1100	2 x 3/3.2	2 x 3/4.3	2 x 5/5.1	2 x 5/5.0	2 x 5/5.1	
1200	2 x 3/3.6	2 x 5/7.7	2 x 5/5.7	2 x 5/5.6	2 x 7/7.9	
1300	2 x 3/4.0	2 x 3/4.1	2 x 5/6.4	2 x 7/8.7	2 x 7/8.8	
1400	2 x 5/7.1	2 x 3/4.5	2 x 7/9.7	2 x 7/6.8	2 x 7/6.9	
1500	2 x 3/3.8	2 x 3/4.9	2 x 7/6.5	2 x 7/6.8	2 x 9/8.2	
1600	2 x 3/4.2	2 x 3/5.4	2 x 7/7.1	2 x 9/8.8	2 x 5/5.0	V
1700	2 x 3/4.6	2 x 3/9.4	2 x 9/9.7	2 x 5/5.4	2 x 7/7.5	
1800	2 x 3/5.0	2 x 3/3.9	2 x 5/6.0	2 x 7/8.0	2 x 7/8.1	
1900	2 x 5/8.6	2 x 3/4.1	2 x 5/6.5	2 x 7/8.6	2 x 9/11.1	
2000	2 x 3/3.6	2 x 5/7.1	2 x 7/9.5	2 x 9/11.8	2 x 7/6.7	
2100	2 x 3/3.9	2 x 3/4.7	2 x 9/12.9	2 x 7/7.2		
2200	2 x 5/6.6	2 x 3/5.0	2 x 9/13.8	2 x 7/7.7		
2300	2 x 5/7.1	2 x 3/5.3	2 x 7/8.4	2 x 9/10.4		VI
2400	2 x 3/4.7	2 x 3/5.7	2 x 7/9.0	2 x 9/11.1		
2500		2 x 3/9.7	2 x 9/12.0			
2600		2 x 3/4.6	2 x 11/15.8			
2700		2 x 3/4.9	2 x 9/10.1			
2800		2 x 3/5.1	2 x 9/10.7			
2900		2 x 3/5.4	2 x 9/11.4			
3000		2 x 3/9.2	2 x 11/14.4			VII

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões

** Tubos standard

Quadro 4-3c Tubos Flowtite SN 5000 sobre os apoios
Fixação dos tubos às ancoragens. Pendente máxima de 30°

4.2.4 Guias

As guias são apoios com revestimentos de baixa fricção (figura 4-2). O coeficiente de fricção entre o tubo Flowtite e o revestimento deve ser inferior a 0,3. Os revestimentos de polietileno de alto peso molecular (UHM) e politetrafluoretileno correspondem aos requisitos, se bem que se deverá verificar se o material de revestimento é resistente ao meio. O revestimento dos apoios deve ser aderente de forma permanente ao apoio guia, para garantir a estabilidade. Em muitas situações o peso do tubo e respectiva carga é suficiente para assegurar a estabilidade lateral dos tubos sobre os apoios guia.

No entanto, em condutas sob pressão, os extremos dos tubos de menor dimensão podem soltar-se das guias e levantar-se, em consequência de uma combinação desfavorável de esforços de alta pressão na carga do fluido e uma deflexão angular entre o tubo e a junta. A necessidade de fixar os extremos dos tubos depende da combinação da pressão interna, da deflexão angular entre o tubo e a junta e das condições dos apoios. A deflexão angular vertical convexa entre o tubo e a junta e a pressão interna criam um esforço que tende a levantar o extremo do tubo (Figura 4-7). Se o esforço ascensional é suficiente forte para causar

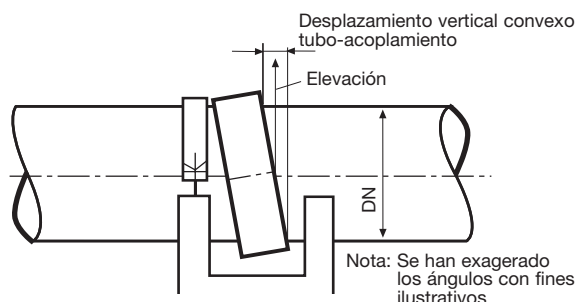


Figura 4-7 Estabilidade de las testas de los tubos que descansan sobre guías

um movimento vertical, deve-se proceder à fixação dos extremos dos tubos. A melhor forma de fixar os extremos de um tubo é ancorar a junta na base de apoio (Figura 4-8). As braçadeiras utilizadas para ancorar os tubos (ver capítulo 4.2.3 →). Também podem ser usadas para as juntas aos apoios. Ver capítulo 4.2.3 → para obter mais informações sobre a selecção e montagem de braçadeiras.

Diámetro nominal do tubo (mm)	Angulo de deflexão entre tubos (°)	PN 1			PN 6			PN 10			PN 16		
		Pendente			Pendente			Pendente			Pendente		
		10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
300 ≤ DN < 500	3	1.2	1.3	1.4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
500 < DN ≤ 900	2	0.8	0.8	0.9	4.8	5.0	5.4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
900 < DN ≤ 1800	1	0.4	0.4	0.5	2.4	2.5	2.7	4.0	4.2	4.5	6.4	6.7	7.2
DN > 1800	0.5	0.2	0.2	0.2	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1	2.3	3.2	3.3	3.6

Quadro 4-4a Tubos cheios de água entre apoios. Comprimento mínimo dos tubos para garantir a estabilidade dos extremos

n.a. = o manguito necessita de ancoragem
Para PN > 16 contacte com o seu fornecedor

Diámetro nominal do tubo (mm)	Ángulo de deflexão entre tubos (°)	PN 1			PN 6			PN 10			PN 16		
		Pendente			Pendente			Pendente			Pendente		
		10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
300 ≤ DN < 500	3	1.6	1.7	1.8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
500 < DN ≤ 900	2	1.1	1.1	1.2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
900 < DN ≤ 1800	1	0.5	0.6	0.6	3.2	3.3	3.6	5.3	5.6	6.0	n.a.	n.a.	n.a.
DN > 1800	0.5	0.3	0.3	0.3	1.6	1.7	1.8	2.7	2.8	3.0	4.2	4.4	4.8

Quadro 4-4b Tubos cheios de água entre apoios múltiplos. Distancia mínima entre apoios para garantir a estabilidade dos extremos

n.a. = o manguito necessita de ancoragem
Para PN > 16 contacte com o seu fornecedor

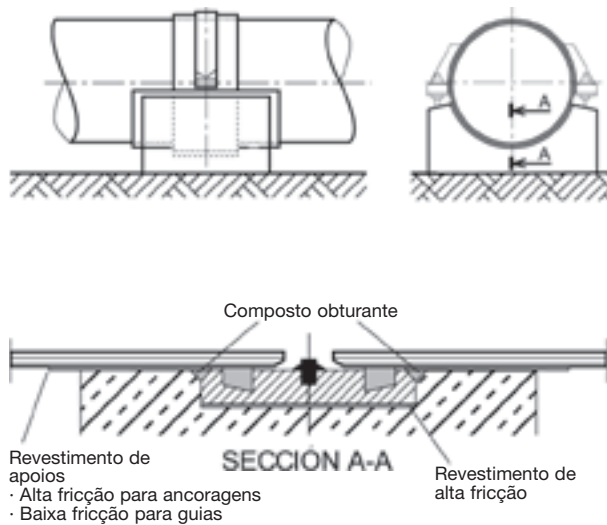


Figura 4-8 Ancoragem de manguitos a apoios de betão

A necessidade de fixar os extremos dos tubos depende da deflexão angular nas juntas, a pressão da conduta e das condições da estrutura de apoio. Deve-se ter em conta a deflexão angular, tanto entre os tubos, como entre tubos e manguitos. Os quadros 4-4a e 4-4b mostram a distância mínima exigida entre apoios, para garantir uma reacção do peso morto do tubo e do fluido, para contrariar a força ascensional criada pressupõem-se uma deflexão angular vertical convexa correspondente aos valores expressos no quadro 3-1, associada a uma pressão de trabalho igual à pressão nominal dos tubos, um golpe de aríete igual 1,4x pressão nominal e uma pressão máxima de ensaio correspondente aos valores do quadro 5-1. Os quadros contemplam diferentes pendentes.

4.3 Distância máxima entre pontos de apoios

A distância máxima entre pontos de apoio é determinada em função das propriedades dos tubos e das condições de carga. É necessário assegurar que as forças que actuam sobre as paredes do tubo se encontram dentro dos limites admissíveis em condutas apoiadas. O quadro foi elaborado em função do sistema de apoios da conduta, conforme exemplo da figura 4-9 e as condições de carga que se seguem:

- Densidade do fluido – 1.000 Kgs/m³
- Máxima pressão de trabalho = pressão nominal
- Máxima pressão de ensaio, de acordo com os valores do quadro 5-1
- Golpe de aríete máximo = 1,4 x pressão nominal
- Carga externa máxima sobre o tubo = 2,5 KN/m² superfície projectada

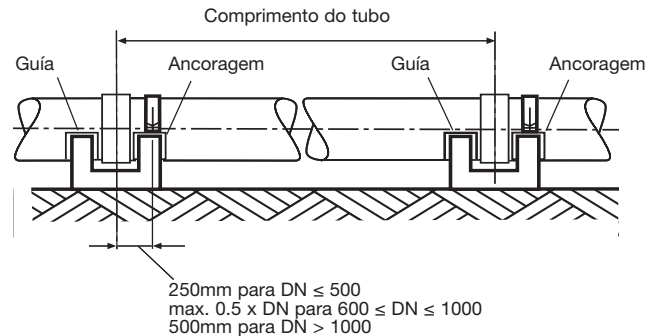


Figura 4-9 Tubos colocados sobre apoios

O quadro 4-6 da página seguinte mostra a distância máxima admissível entre apoios em condutas Flowtite, apoiadas sobre três ou mais apoios. O comprimento máximo de um tubo standard Flowtite é de 12 metros e o quadro apenas refere a distância entre apoios menor que 6 metros. O quadro foi elaborado em conformidade com o sistema de apoios da tubagem ilustrada na figura 4-10 e tendo em conta as condições de carga a seguir referidas:

- Densidade do fluido = 1000 Kgs/m³
- Máxima pressão de serviço = pressão nominal
- Máxima pressão de ensaio, conforme valores do quadro 5-1
- Golpe de aríete máximo = 1,4 x pressão nominal
- Carga externa máxima sobre os tubos = 2,5 KN/m² de superfície projectada.

Para outras condições de carga, consulte o seu fornecedor.

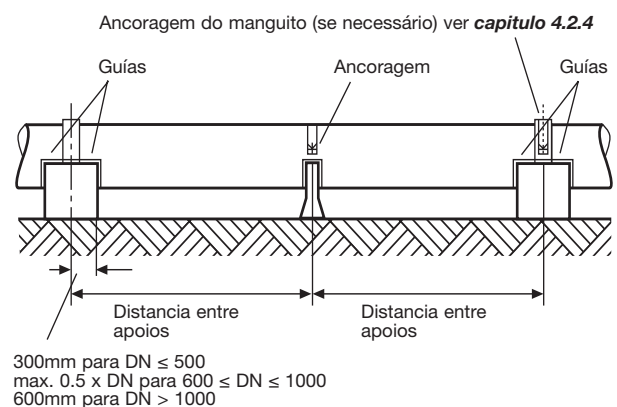


Figura 4-10 Tubos assentes sobre apoios múltiplos

4.4 Pressão Negativa

A pressão negativa admissível (vazio) é de -0,5 Bar para os tubos com a rigidez SN 5000 e de 1,0 Bar para SN 10000.

DN	FS*	FP**			
	Gravidade	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	3.4	3.5	3.2	3.0	2.6
350	3.7	3.8	3.5	3.4	2.9
400	4.0	4.1	3.8	3.7	3.3
450	4.1	4.4	4.1	4.0	3.7
500	4.3	4.7	4.4	4.3	4.1
600	4.6	5.2	4.9	4.9	4.7
700	4.9	5.8	5.5	5.4	5.4
800	5.2	6.3	6.0	5.9	6.1
900	5.4	6.8	6.5	6.4	6.6
1000	5.6	7.2	7.0	6.9	7.2
1100	5.9	7.6	7.5	7.5	7.7
1200	6.2	8.0	7.8	7.8	8.1
1300	6.4	8.3	8.0	8.0	8.4
1400	6.6	8.5	8.3	8.3	8.6
1500	6.8	8.8	8.5	8.5	8.9
1600	7.0	9.0	8.7	8.8	9.2
1700	7.2	9.1	8.9	9.0	9.4
1800	7.3	9.3	9.1	9.2	9.7
1900	7.5	9.5	9.3	9.4	9.9
2000	7.7	9.7	9.5	9.6	10.1
2100	7.8	9.8	9.6	9.8	
2200	8.0	10.0	9.8	9.9	
2300	8.2	10.1	10.0	10.1	
2400	8.3	10.3	10.1	10.3	
2500		10.4	10.3		
2600		10.6	10.4		
2700		10.7	10.6		
2800		10.8	10.7		
2900		11.0	10.8		
3000		11.1	11.0		

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões
 ** Tubos standard
 Para mais informação, consulte o seu fornecedor.

Quadro 4-5 Comprimento máximo de tubos SN 5000 sobre apoios [m]

DN	FS*	FP**			
	Gravidade	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	3.4	4.0	3.9	3.0	2.6
350	3.6	4.3	4.2	3.5	3.0
400	3.8	4.5	4.5	3.9	3.3
450	3.9	4.8	4.7	4.3	3.7
500	4.1	5.0	5.0	4.8	4.1
600	4.3	5.4	5.4	5.5	4.7
700	4.6	5.9	5.9	6.0	5.4
800	4.9	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0
900	5.1	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0
1000	5.4	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0
1100	5.6	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0
1200	5.9	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0
≥1300	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0	≥6.0

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões
 ** Tubos standard
 Para mais informação, consulte o seu fornecedor.

Quadro 4-6 Distância máxima entre apoios de tubos SN 5000, assentes sobre apoios múltiplos [m]

5 Inspeção da conduta instalada

5.1 Inspeção da conduta instalada

Algumas especificações de obra exigem que se realize um ensaio hidro estático da conduta, antes de ser aprovada e entrar ao serviço. Este tipo de ensaio é muito importante, pois permite detectar e corrigir possíveis deficiências ou produtos defeituosos, etc. Caso seja especificado um ensaio hidráulico definido, deverão ser efectuadas provas hidráulicas por troços, à medida que a montagem for sendo efectuada. Para além dos cuidados de rotina, os procedimentos e as precauções normais que se adoptarem neste tipo de ensaio, deverão ter-se em conta os seguintes passos:

1. Preparação prévia do ensaio – verifique a instalação e depois de concluída, para comprovar que todos os trabalhos foram terminados correctamente. Os pontos mais críticos são:
 - As juntas devem estar montadas correctamente
 - Os sistemas de fixação da conduta (por exemplo os maciços de betão e outras ancoragens) devem estar colocados adequadamente e endurecidos
 - As braçadeiras devem estar apertadas com o aperto indicado nas instruções
 - As válvulas e bombas devem estar montadas (ver **capítulo 5.2** →).
2. Enchimento da conduta com água, abrindo as válvulas e as ventosas para permitir a saída do ar durante o enchimento da conduta para evitar os golpes de aríete. A conduta será inspeccionada após terminado o enchimento (ver **capítulo 5.3** →).
3. Pressione a conduta lentamente, pois, quando uma linha é submetida à pressão, é gerada grande quantidade de energia, que merece respeito.
4. Verifique se o manómetro regista a pressão mais alta da conduta e ajuste-o adequadamente. As posições mais baixas da conduta tendem a pressões mais altas, devido à carga adicional.
5. Verifique se a pressão máxima de ensaio não é excedida (ver **quadro 5-1** →). Isto poderia ser perigoso e poderia danificar a conduta.
6. Caso, após um breve período de estabilização, a conduta mantém uma pressão constante, deve verificar se tal não é devido a efeitos térmicos (mudança de temperatura) ou à presença de ar retido na conduta. Caso se detecte que a tubagem tem uma fuga difícil de localizar, deverá seguir-se o método para detectar a origem do problema:
 - Verificar as zonas flangeadas e das válvulas
 - Verificar os pontos de derivação da tubagem
 - Rever os pontos de ligação

Tipo de pressão	Pressão máxima de ensaio
100kPa	150kPa
600kPa	900kPa
1000kPa	1500kPa
1600kPa	2400kPa

Para pressões superiores, contacte o seu fornecedor.

Quadro 5-1 Pressão máxima de ensaio

5.2 Inspeção antes de encher a conduta

Não deve encher a conduta com água sem antes haver verificado a instalação, para confirmar que todos os trabalhos foram concluídos correctamente. Deve prestar especial atenção aos seguintes aspectos:

1 Juntas

Deverão ser verificadas as juntas de acordo com o que se encontra descrito no **capítulo 3** → no que respeita a:

1. Deflexão angular
2. A posição das juntas
3. O alinhamento dos acoplamentos
4. A folga entre as extremidades dos tubos adjacentes

Deve assinalar a posição das juntas, em relação aos tubos que une, mediante o traçado de marcas em quatro pontos à volta da circunferência dos tubos (**figura 5-1**). Estas marcas servirão de referência em verificações posteriores.

Deve verificar que as juntas estão bem montadas e que a folga entre a espiga do tubo e a manga da junta se encontra limpa de argamassa ou outros detritos.

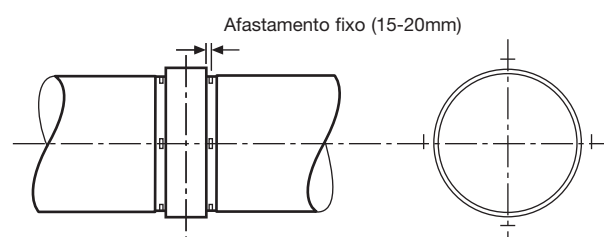


Figura 5-1 Sinalização da posição do acoplamento

2 Apoios

Deve verificar se o berço do apoio é contínuo e uniforme à volta do tubo e que o seu diâmetro é $0,5 \pm 0,25\%$ maior do que o tubo. O desvio máximo do alinhamento recto equivale a 0,1% do comprimento do troço. Deve prestar atenção à colocação do revestimento do apoio, entre o tubo e o apoio, confirmando que não existe contacto directo entre o tubo e o apoio, em nenhum ponto. Verifique se não existem restos de argamassa ou outras impurezas, entre o tubo e o revestimento do apoio, e que os revestimentos de alta pressão se encontram bem colocados nas ancoragens e de baixa pressão nas guias. Verifique a integridade estrutural dos apoios e por último, marque a posição do tubo, em relação às montagens, como referência para posteriores inspeções.

3 Braçadeiras

Verifique se o revestimento foi correctamente colocado, entre a braçadeira e o tubo ou junta. Confirme o número e grau de compressão das molas de disco de acordo com as especificações. Verifique o estado estrutural da braçadeira de aço e dos Pernes de amarração. Assegure-se que a braçadeira de aço esteja colocada perpendicularmente ao eixo do tubo.

4 Tubos

Verifique os tubos para confirmar que não sofreram danos durante a instalação. Comprove a distância entre apoios, de acordo com as especificações.

5 Acessórios

Verifique os maciços de amarração, ancoragens, válvulas, etc.

5.3 Inspeção da conduta em carga, antes de a submeter à pressão

Após o enchimento da conduta com água, deve-se inspecciona-la, uma vez mais, antes de a submeter à pressão, devendo-se prestar especial atenção aos seguintes aspectos:

1 Juntas

Deve-se confirmar que não existem fugas nas juntas, verifique o movimento dos acoplamentos em relação às marcas efectuadas antes de encher a conduta.

! Nota: O peso do fluido no tubo ocasionará uma rotação nos extremos dos tubos (**figura 5-2**). Verifique o afastamento angular entre o acoplamento e o tubo. Ver **capítulo 3** ➔.

Se algum acoplamento se moveu, deverá assinalar a sua nova posição em relação a ambos os tubos em 4 pontos à volta da sua circunferência (**figura 5-1**). Se existe qualquer indício de que o movimento do acoplamento excede o que é possível explicar a rotação do extremo do tubo induzida pela pressão, deverá rever a posição do acoplamento. Também se deverá verificar a estabilidade do manguito e os apoios nos extremos dos tubos. Caso exista qualquer razão para suspeitar que tenha havido o assentamento dos apoios, devido ao peso adicional, terá que verificar o desalinhamento resultante no extremo dos tubos, não devendo esse desalinhamento exceder 0,5% do diâmetro do tubo ou 3mm.

2 Apoios

Deve verificar o estado estrutural dos apoios. Confirme se o peso adicional provocou algum assentamento ou deflexão nos apoios.

3 Tubos

Meça a deflexão máxima dos tubos em cada troço da conduta. O modo mais fácil de medir a deflexão de um tubo será a de utilizar um fio bem esticado, que funcione como referencia (**figura 5-2**). Caso a deflexão de qualquer tramo da conduta exceda o comprimento do tramo dividida entre 300, deverá contactar o fornecedor, antes de efectuar a pressurização.

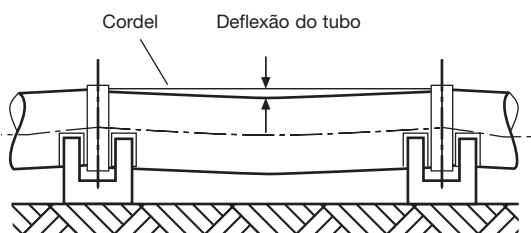


Figura 5-2 Deflexão do tubo

5.4 Inspeção da conduta sob pressão

Por último, deve-se inspeccionar a conduta pressurizada. Deve-se prestar especial atenção aos seguintes aspectos:

1 Juntas

Deve-se verificar se não existem fugas em nenhuma das juntas. Confirme o movimento dos manguitos em relação às marcas efectuadas antes de encher a conduta.

! Nota: Para além do efeito de Poisson, o aumento de pressão nos tubos pode ocasionar uma ligeira rotação nos extremos dos tubos (**figura 5-2**). Reveja o afastamento angular entre o tubo e o manguito, ver **capítulo 3** ➔. Caso exista qualquer indício de que o movimento do manguito excede o que o movimento de Poisson pode explicar e a rotação extremo do tubo induzida pela pressão, deverá rever a estabilidade do manguito e os apoios nos extremos dos tubos.

2 Apoios

Deve-se verificar o estado de estabilidade dos apoios e sua integridade. Confirme se o aumento de pressão provocou algum assentamento ou deflexão dos apoios. Utilize as marcas colocadas para verificar se o tubo se moveu, em relação as ancoragens. Se um tubo se deslocou, em relação à ancoragem, deve-se despressurizar a conduta e corrigir a ancoragem, antes de voltar a submeter a conduta à pressão.

3 Braçadeiras

Reveja a compressão das molas de disco e assegure-se de que não é excedida a compressão máxima admissível (**quadro 4-2**). Pode medir a compressão das molas utilizando as marcas efectuadas nas guias da mola (**figura 4-6**). Verifique o estado da braçadeira de aço e os Pernes de ancoragem.

4 Tubos

Meça e registre a deflexão máxima dos tubos em cada troço da conduta. Pode-se medir a deflexão de um tubo, utilizando fio tenso como referência. (**figura 5-2**). Caso a deflexão máxima de um qualquer tramo da conduta tenha aumentado mais de 50%, em comparação com a deflexão da conduta carregada, mas não pressurizada, deverá despressuriza-la de imediato e pôr-se em contacto com o fornecedor. Confirme que a conduta não apresenta zonas escuras ou áreas onde ressurme humidade.

6 Maciços de ancoragem, revestimentos de betão e ligações rígidas

6.1 Maciços de ancoragem

Quando uma conduta trabalha sob pressão, ocorrem desequilíbrios provocados pelas forças de impulso que actuam sobre as curvas, reduções e derivações em T, derivações em Y e outros acessórios destinados a introduzir mudança de direcção na conduta. Por isso devem-se restringir as forças de impulso para evitar a separação dos tubos nesses pontos. O departamento técnico do construtor é responsável pelo cálculo e pelos requisitos dos maciços, assim como pelos reforços de aço necessários à estrutura de betão. As juntas Flowtite foram criadas para resistir aos impulsos de pressão interna, enquanto os maciços de betão aguentam as cargas e mantêm a sua forma. A expansão dos acessórios das condutas sob pressão pode ser maior do que a resistência à tracção dos maciços de betão, pelo que devem ser usados reforços de aço para controlar a largura das folgas, sendo aplicáveis as limitações que se seguem:

Os maciços de ancoragem devem evitar o afastamento do acessório, em relação ao tubo adjacente, com o objectivo de preservar a estanquidade das juntas Flowtite. A deflexão angular resultante deve ser menor do que a indicada no **quadro 3-1**. Para mais detalhes sobre a instalação de tubagem e sistema de implantação, veja os **capítulos 6.2 e 6.3** ➔.

Quando a pressão da conduta é superior a 10 bares ($PN > 10$), os maciços devem envolver os acessórios em todo o seu comprimento e circunferência. Para pressões menores podem ser usados acessórios especiais que permitam um envolvimento parcial. Os maciços devem ser colocados sobre um solo sólido.

! Nota: É importante que o assentamento dos apoios não dê lugar ao desalinhamento dos tubos nas juntas. O desalinhamento máximo permitido é menor que 0,5% do diâmetro ou 3mm.

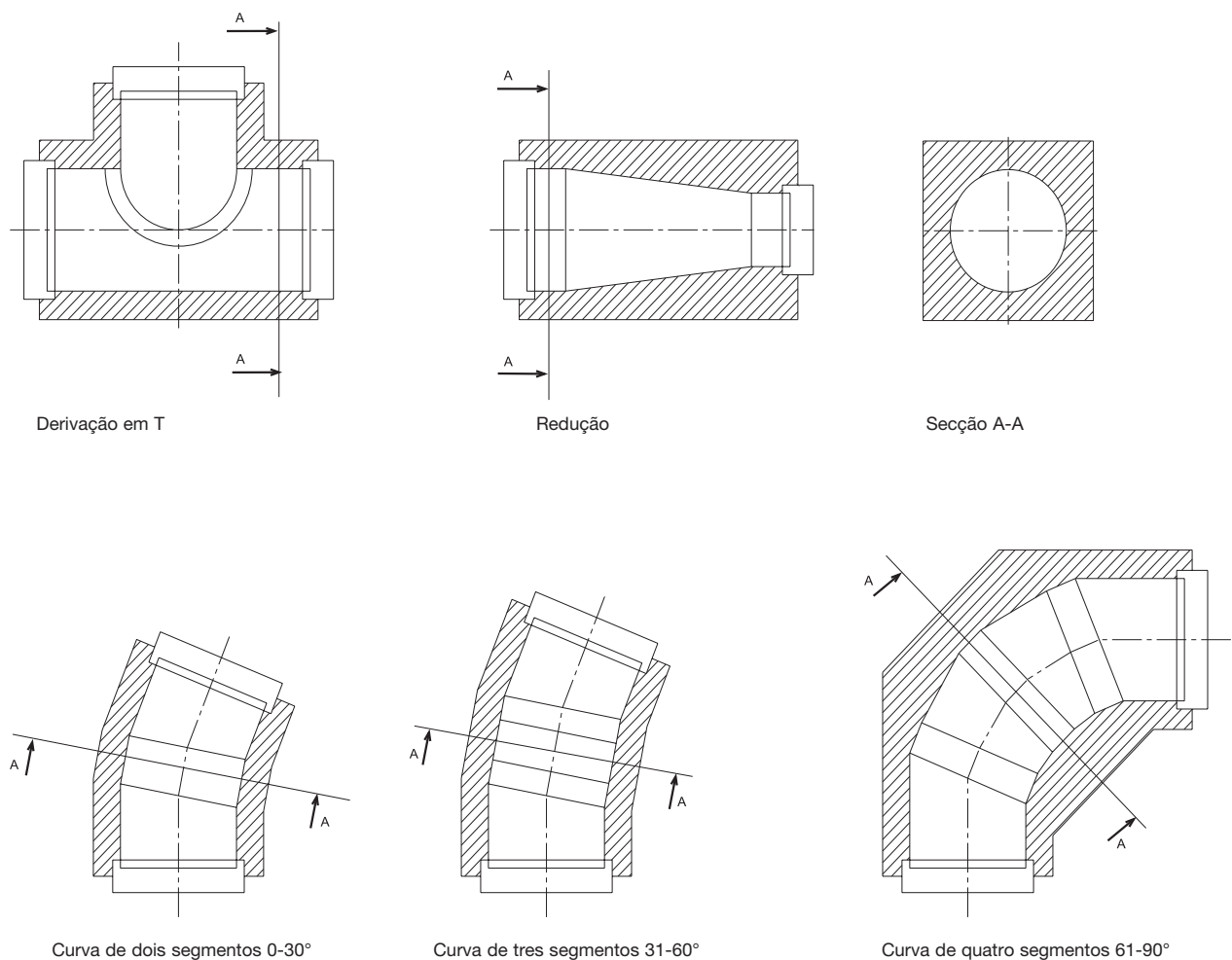


Figura 6-1 Maciços de ancoragem

Quando a pressão da conduta é superior a 1 BAR (100Kpa), serão necessários maciços de betão para todos os acessórios sujeitos a forças de impulso desequilibrados, tais como curvas, redutores, comportas, flanges cegas, derivações em T, derivações em Y e bifurcações.

As caixas ou galerias de circulação concêntricas (derivações em Te com flanges cegas), tubos de descarga e ramais de ventilação que não produzam impulsos desequilibrados durante o funcionamento, não necessitam de revestimento de betão, no entanto serão necessários acessórios e ramais resistentes aos impulsos..

! Nota: O formato dos maciços de betão que constam deste manual é ilustrativo. A forma exacta desses maciços dependerá dos cálculos e requisitos de cada projecto.

Válvulas

As válvulas devem ser adequadamente fixadas para absorver os impulsos de pressão. Para mais detalhes sobre válvulas e câmaras, ver guia de instalação sobre condutas enterradas Flowtite.

Ramais de purga

Os ramais de purga são ligações em T que oferecem as seguintes condições:

- 1 O diâmetro do ramal será de $\leq 300\text{mm}$.
- 2 O diâmetro da conduta principal será 3 vezes superior ao diâmetro do ramal.

! Nota: Não será necessário revestir de betão as ligações aos ramais de purga.

6.2 Revestimentos de betão

Tal como nos casos em que a conduta obriga a executar maciços de ancoragem ou tem de suportar cargas excepcionais, envolvendo os tubos e/ou acessórios com revestimento de betão, haverá que ter em conta certos procedimentos de instalação adicionais.

Ancoragem das condutas

Durante a betonagem, quer os acessórios, quer a tubagem vazia sofre forças ascensionais (flutuação).

DN	Espaçamento máximo (m)
< 400	2.5
500 – 600	4.0
700 – 900	5.0
≥ 1000	6.0

Quadro 6-1 Espaçamento máximo entre tirantes

Deve-se evitar qualquer movimento sobre a conduta, a fim de evitar este tipo de força. Normalmente esta situação é evitada mediante a fixação da tubagem a pontos de amarração, por meio de tirantes, os quais devem ser constituídos por um material plano, com 25cm de largura e resistência suficiente para resistir às forças ascensionais provocadas pela flutuação. Deverão ser utilizados, pelo menos, dois tirantes por tubo, espaçados de acordo com os parâmetros indicados no **quadro 6-1**. Os tirantes devem ser tencionados de modo a impedir a flutuação, contudo, sem causar qualquer deflexão adicional sobre a tubagem (**figura 6-2**).

Apoios da tubagem

A tubagem deve ser apoiada por forma a que o betão possa fluir em redor dos tubos e por debaixo dos mesmos. Os apoios devem ser construídos de modo a adaptarem-se ao formato dos tubos (deflexão inferior a 3%, sem deformações nem zonas planas).

Betonagem

A betonagem deve ser efectuada por etapas, deixando espaço de tempo suficiente para cada etapa, para permitir a pressa do betão (tempos inferiores mantêm os esforços ascensionais). A espessura máxima de cada etapa varia em função da rigidez da tubagem conforme **quadro 6-2**.

A espessura máxima de cada camada refere a quantidade máxima de betonagem que se pode verter sobre cada classe de rigidez nominal do tubo, em cada etapa.

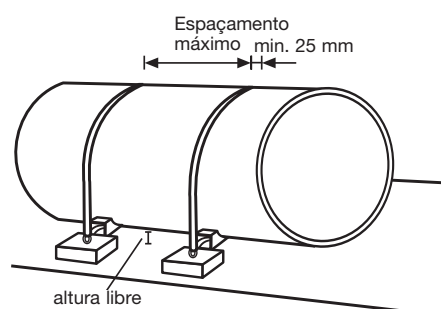


Figura 6-2 Ancoragem de tubos - Espaçamento máximo entre tirantes (ver quadro 6.1)

SN	Capa máxima
2500	O maior dos valores 0.3m ou DN/4
5000	O maior dos valores 0.45m ou DN/3
10000	O maior dos valores 0.6m ou DN/2

Quadro 6-2 Camada máxima de betonagem

6.3 Ligações Rígidas

Os tubos que atravessam uma parede são revestidas com betão, estão ligados a uma caixa ou estão flangeados a uma bomba, válvula ou outro elemento, podem ser submetidos a um esforço de flexão excessivo ou fadiga, caso se produza um movimento diferencial excessivo entre a tubagem e a ligação rígida. Por isso, ao trabalhar com ligações rígidas, o instalador deve tomar as precauções necessárias para minimizar o aparecimento de altas tensões descontínuas nos tubos. Existem duas possibilidades. A situação A (preferível) que utiliza uma junta embebida na superfície da ligação da parede com o tubo. A situação B consiste em revestir o tubo com borracha, para facilitar a transição desde o interior da parede, até ao exterior.

Alternativa A

Quando seja possível, deve-se embeber o manguito no betão, na superfície de separação com o exterior. (*figura 6-3*). Nesta solução, torna possível que o primeiro tubo junto à parede tenha uma total liberdade de movimento. (dentro dos limites impostos pela junta).

! Precaução: Ao embeber o manguito no betão, é necessário manter a sua circunferência, de modo a que a ligação seguinte seja efectuada com facilidade. Também é possível montar a junta antes de a embeber e proceder depois à betonagem.

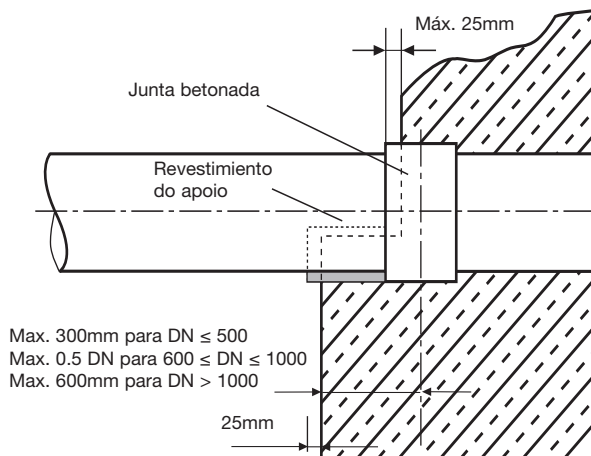


Figura 6-3 Alternativa A

Alternativa B

Quando não seja possível proceder de acordo com a alternativa A (solução de ligação standard), deverá ser utilizada uma banda ou bandas de borracha (*quadro 6-1 e figura 6-5*), para envolver o tubo, antes de o instalar, e de modo a que a borracha sobressaia ligeiramente (25mm) do betão. Deve-se colocar o tubo de maneira a que a primeira junta fique colocada no exterior da parede, conforme *figura 6-4*. Deverão ser tomadas precauções necessárias para minimizar o assentamento do apoio do tubo, o que obrigará a utilização de cimento adequado. O assentamento diferencial da tubagem provoca tensões que podem originar a rotura da conduta.

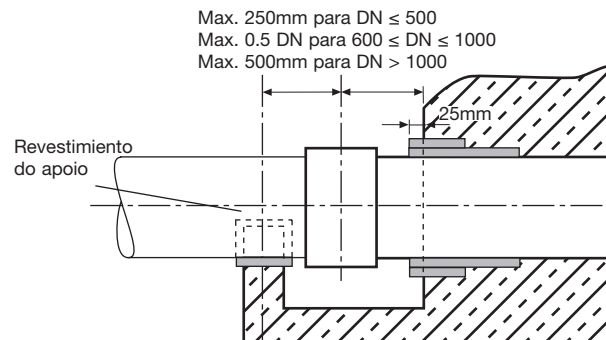


Figura 6-4 Alternativa B - revestimento de borracha

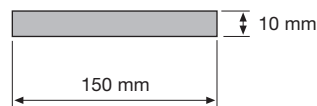
Diâmetro	Configuração do revestimento
300-900	A
1000-3000	C

Quadro 6-1 Configuração do revestimento de borracha

Colocação de revestimento de borracha:

- 1 Coloque a borracha de acordo com o indicado nas *figuras 6-4 e 6-5*.
- 2 Utilize uma cinta para ligar todas as juntas e bordos, a fim de evitar que se colem ao betão ou que o betão repasse e provoque a colagem da borracha ao tubo.

Tipo A:



Tipo C:

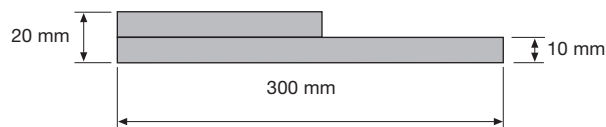


Figura 6-5 Configuração do revestimento de borracha - Durómetro 50

6.4 Revestimentos (encamisamentos)

Ao instalar uma conduta standard Flowtite com encamisamento de outra conduta, deverão ter-se em conta as seguintes recomendações:

- 1** Podem-se instalar tubos no interior de outra conduta, tanto pelo método de extracção (puxando os tubos), como pelo método de enfiamento por impulso (método de cravação). Será conveniente consultar o fornecedor para calcular a distância/força de inserção máxima admissível.
- 2** Devem proteger-se os tubos de qualquer dano que possa ser provocado durante o deslizamento, utilizando anéis distanciadores de plástico, camisas de aço ou calços de madeira fixados ao tubo por meio de tiras, como mostram as **figuras 6-6 e 6-7**. Estas peças devem ter a altura suficiente para permitir o envolvimento das juntas e deixar espaço entre a junta e a parede do túnel.
- 3** Pode ser facilitada a inserção no túnel por meio de lubrificante, entre os calços e a parede do túnel. Não se devem utilizar lubrificantes derivados do petróleo, pois poderão prejudicar as borrachas das juntas.
- 4** Pode-se encher o espaço anelar que fica entre o túnel e a tubagem, com areia, gravilha ou calda de cimento. Devem ser adoptadas as precauções necessárias para evitar sobrecarga ou colapsamento da tubagem. Durante essa operação, especialmente quando seja utilizada calda de cimento. O **quadro 6-2** indica a pressão máxima de inserção do cimento.

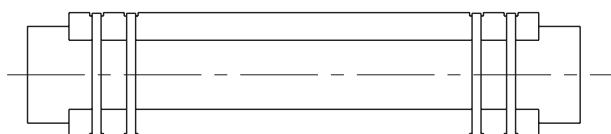


Figura 6-6 Disposição típica de calços de madeira

! Nota: Não calce as pontas dos tubos de modo a evitar zonas localizadas de tensão ou concentração de cargas sobre a tubagem. Consulte o fornecedor antes de iniciar esta operação, de modo a encontrar a melhor forma de proceder a sua execução.

! Nota: Se o espaço anelar não é relevante e a tubagem seja submetida a pressões negativas, a combinação rigidez da tubagem/Instalação deve ser suficiente para resistir às cargas. Para mais informações, consultar o fornecedor.

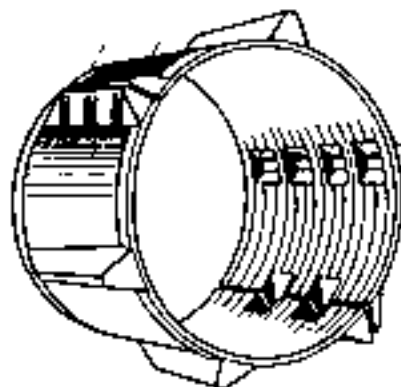


Figura 6-7 Peça distanciadora de plástico

SN	Pressão máxima da calda de betão (bar)
2500	0.35
5000	0.70
10000	1.35

Quadro 6-2-2 Pressão máxima de injeção da calda de betão (parte mais baixa do tubo) sem apoios internos

Também podem ser usados sistemas de tubagens com juntas lisas.



Figura 6-8 Junta lisa

7.1 Ajustamento de comprimentos

Na maioria dos casos, a tubagem fornecida pela Flowtite tem as dimensões do diâmetro exterior do corpo dos tubos dentro das tolerâncias da espiga calibrada (**quadro 7-1**). Estes tubos encontram-se marcados como “adjustment pipes” ou com uma designação similar. Os seguintes procedimentos permitem efectuar um ajuste correcto do comprimento:

- 1** Verifique se o diâmetro do tubo se encontra dentro das tolerancias de espiga.
- 2** Determine o comprimento que se pretende e marque a linha de corte perpendicular ao eixo.
- 3** Corte o tubo na linha marcada, usando uma serra circular com um disco diamantado. Não esquecer a utilização de equipamento de protecção adequado para os olhos e ouvidos e de mascara para defesa contra o pó para o nariz e boca. Consulte o fornecedor para a recomendação de equipamento.
- 4** Limpe a superfície na zona da união, lixe suavemente as zonas rugosas e bisele a extremidade dos tubos com uma lima, para suavizar a montagem. (ver **figura 7-1**) Não é necessário nenhum outro tipo de operações.

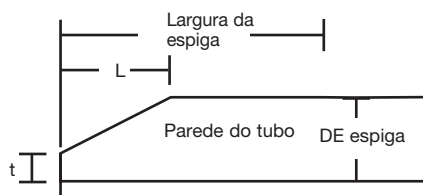


Figura 7-1 Defenição das dimensões da espiga e do bisel nos extremos

As propriedades dos tubos Flowtite fazem com que não seja necessário recobrir o extremo da espiga depois de realizar o corte na obra.

- !** **Nota:** Relativamente a este caso, é muito importante que o bordo interior do tubo de ajuste seja boleado depois de cortado em obra.
- !** **Nota:** A série B2, o diâmetro exterior da espiga é concordante com o ferro dúctil. A série B1 refere os diâmetros exteriores dos tubos em P.R.F.V.

Serie	DN (mm)	DE Mínimo (mm)	DE Máximo (mm)	Largura da espiga (mm)	L (mm)
B2	300	323.4	324.5	130.0	6.0
B2	350	375.4	376.4	130.0	8.0
B2	400	426.3	427.3	130.0	10.0
B2	500	529.1	530.1	130.0	14.0
B1	600	616.0	617.0	160.0	17.0
B1	700	718.0	719.0	160.0	20.0
B1	800	820.0	821.0	160.0	20.0
B1	900	922.0	923.0	160.0	20.0
B1	1000	1024.0	1025.0	160.0	20.0
B1	1100	1126.0	1127.0	160.0	20.0
B1	1200	1228.0	1229.0	160.0	20.0
B1	1400	1432.0	1433.0	160.0	20.0
B1	1600	1636.0	1637.0	160.0	20.0
B1	1800	1840.0	1841.0	160.0	20.0
B1	2000	2044.0	2045.0	160.0	20.0
B1	2200	2248.0	2249.0	160.0	20.0
B1	2400	2452.0	2453.0	160.0	20.0
B1	2600	2656.0	2657.0	160.0	20.0
B1	2800	2860.0	2861.0	160.0	20.0
B1	3000	3064.0	3065.0	160.0	20.0

Quadro 7-1 Dimensões e tolerancias da espiga

7.2 Reparações e fecho de instalação com juntas Flowtite

As juntas Flowtite também podem ser utilizadas para fazer reparações ou fecho de instalações em obra. O comprimento mínimo de um tubo de fecho deve ser de um metro, devendo dispor de um apoio adequado para garantir a sua estabilidade (ver **capítulo 4.2** →).

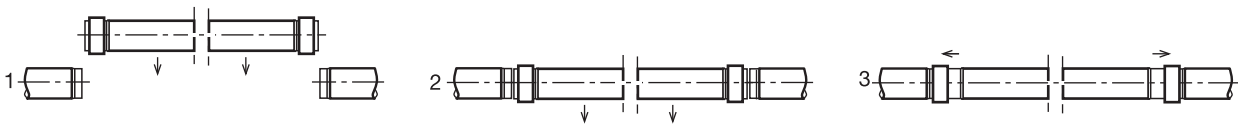


Figura 7-2 Montagem de secção de fecho

Procedimento

Meça a distância entre as extremidades dos tubos, no local onde se vai colocar o tubo de fecho da instalação. O tubo de fecho deve ser 50 a 60 mm mais curto do que o espaço medido. Quanto mais estreito seja o espaço, mais fácil será efectuar o fecho. Consulte a distância mínima no **capítulo 3** → “Folga entre espigas”.

Seleção do tubo

Escolha um tubo que esteja dentro da tolerância da espiga “adjustment pipe”. Estes tubos terão a dimensão exterior exigida para a espiga, em toda a sua extensão. Em caso de possibilidade, escolha um tubo cuja dimensão exterior corresponda à menor dimensão da gama da espiga (ver **quadro 7-1**).

Preparação do tubo

Determine o comprimento do tubo pretendido, marque a linha de corte perpendicular ao eixo do tubo e corte no lugar marcado, usando uma serra circular. Utilize uma ferramenta rectificadora, para fazer um ângulo oblíquo de 20° no extremo do tubo e para bolear os bordos. Assegure-se de que a espessura resultante no extremo maciço do tubo não seja menor que a metade da espessura do tubo. Também é importante conseguir uma dimensão mínima do bisel, L, para guiar o extremo do tubo sem danificar a junta. Siga as recomendações de dimensão que figuram no **quadro 7-1**. Depois de biselar, utilize lixa para eliminar qualquer aresta viva que tenha resultado da operação de corte. Lixe e alise qualquer zona rugosa na espiga.

! Nota: A folga da espiga deve ser, pelo menos, igual à folga do acoplamento. Este será o dobro do valor que aparece no **quadro 7-1**.

Assegure-se que não fiquem ranhuras na superfície e que o diâmetro exterior da espiga esteja dentro dos limites que figuram no **quadro 7-1**.

Instalação

- 1 Seleccione dois mangueitos, retire os topos centrais de montagem e deixe as juntas posicionadas. Limpe as uniões, caso seja necessário. A ranhura da junta deve estar livre de sujidade, para permitir a deformação das juntas, sem restrição.
- 2 Lubrifique abundantemente as juntas, incluindo a zona entre os lábios.

3 Lubrifique também o extremo macho dos tubos de fecho, usando uma fina capa de lubrificante. Não esqueça as superfícies biseladas.

4 Monte um dos mangueitos no extremo do tubo de fecho, por forma a que a junta entre em contacto com toda a circunferência. Empurre ou puxe o manguito uniformemente, para verificar que se encontra perfeitamente encaixada no extremo macho do tubo. Pode ser necessário ajudar a passar o segundo anel do manguito sobre o extremo biselado dos tubos. Repita o processo com o segundo manguito no outro extremo.

5 Marque linhas de base nos extremos macho dos tubos adjacentes, para controlar a uniformidade do movimento até ao tardo da junta. A localização da linha de base é calculada da seguinte forma:
 $LB = (Aa - Ae) / 2$

Onde LB = Linha de Base
 Aa – Largura do manguito
 Ae – Largura do espaço entre o tubo de fecho e o tubo adjacente (medição).

6 Coloque e sujeite o tubo de fecho sobre os apoios, alinhando-o com os tubos adjacentes deixando o mesmo espaço livre em ambos os lados. Evite qualquer ângulo ou inclinação, pois só dificultará o processo de montagem.

7 Limpe o extremo macho dos tubos adjacentes e lubrifique-os aplicando uma fina camada de lubrificante. Instale as ferramentas especiais para colocar o manguito em posição de fecho (para mais informações sobre estas ferramentas, consulte o seu fornecedor). Será recomendável colocar os mangueitos sobre ambos os extremos, de cada vez, mantendo o tubo de fecho bem centrado e minimizar o contacto com os extremos dos tubos. Deixe de puxar quando o bordo do manguito toque na linha de base.

Nos tubos de grandes dimensões pode ser vantajoso que alguém coordene o processo de montagem, a partir do interior do tubo.

! Nota: Uma vez colocado o manguito na posição final, deve-se utilizar uma galga ou calibrador de separação, para verificar se os lábios da junta estão correctamente orientados.

7.3 Fecho com outro tipo de juntas

Siga o procedimento geral indicado no **capítulo 7.2** → , com a única variante de que o tubo de fecho não necessita de extremos macho mecanizados. Deve seguir fielmente os procedimentos de instalação da junta escolhida. (ver **capítulo 3.2** →).

Apêndice A

Peso aproximado dos tubos e juntas

DN	FS* - Gravidade				FP** - PN 1				PN 6				PN 10				PN 16			
	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg	kg/m	kg/m	kg/m	kg
mm	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Acoplamento	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Acoplamento	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Acoplamento	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Acoplamento	SN 2500	SN 5000	SN 10000	Acoplamento
300	9.1	11.3	14.0	6.9	8.2	10.4	12.7	13.0	8.2	10.4	12.7	13.0	7.9	10.3	12.7	13.7	7.5	9.5	12.2	14.1
350	12.2	15.1	18.8	8.0	11.1	14.3	17.3	15.0	11.1	14.3	17.3	15.0	10.6	13.8	17.3	15.8	10.0	12.6	16.3	16.4
400	15.5	19.3	24.2	9.0	14.5	18.5	23.0	16.8	14.5	18.5	23.0	16.8	13.5	17.6	23.0	17.9	12.6	16.1	21.0	18.5
450	19.3	24.3	29.6	10.0	18.4	24.0	29.0	18.8	18.4	24.0	29.0	18.8	16.8	22.0	29.0	19.6	15.8	19.9	26.0	21.0
500	23.8	29.4	36.9	11.0	23.0	30.0	35.0	21.0	23.0	30.0	35.0	21.0	21.0	27.0	35.0	22.0	19.3	25.0	32.0	23.0
600	32.4	40.3	49.5	12.8	32.0	40.0	48.0	32.0	32.0	40.0	48.0	32.0	28.0	37.0	48.0	34.0	26.0	33.0	44.0	35.0
700	43.5	54.3	66.0	15.2	43.0	54.0	66.0	37.0	43.0	54.0	66.0	37.0	38.0	49.0	66.0	39.0	35.0	45.0	59.0	42.0
800	56.7	70.1	85.9	18.1	55.0	69.0	86.0	42.0	55.0	69.0	86.0	42.0	49.0	64.0	86.0	46.0	45.0	58.0	76.0	50.0
900	71.9	87.9	109.4	21.0	70.0	87.0	110.0	48.0	70.0	87.0	110.0	48.0	61.0	81.0	110.0	53.0	56.0	73.0	95.0	58.0
1000	87.8	108.0	134.3	23.8	86.0	110.0	135.0	54.0	86.0	110.0	135.0	54.0	75.0	100.0	135.0	60.0	69.0	89.0	120.0	66.0
1100	105.4	131.6	161.8	26.6	103.1	128.1	160.3	53.9	103.1	128.1	160.3	53.9	89.6	119.1	160.3	59.5	82.0	106.2	140.2	63.3
1200	126.1	155.6	192.8	29.3	125.0	155.0	195.0	66.0	125.0	155.0	195.0	66.0	110.0	145.0	195.0	74.0	98.0	130.0	170.0	81.0
1400	170.9	211.1	260.8	36.0	170.0	210.0	260.0	78.0	170.0	210.0	260.0	78.0	145.0	195.0	260.0	88.0	135.0	175.0	230.0	100.0
1600	222.7	275.0	338.9	43.1	220.0	270.0	340.0	90.0	220.0	270.0	340.0	90.0	190.0	255.0	340.0	105.0	175.0	225.0	295.0	125.0
1800	280.8	347.5	428.0	50.8	275.0	345.0	425.0	105.0	275.0	345.0	425.0	105.0	240.0	320.0	425.0	120.0	220.0	285.0	375.0	
2000	346.0	425.4	527.9	60.2	340.0	420.0	530.0	120.0	340.0	420.0	530.0	120.0	295.0	390.0	530.0	135.0				
2200	416.6	514.3	636.7	70.5	410.0	510.0	640.0	130.0	410.0	510.0	640.0	130.0	355.0	470.0	640.0	155.0				
2400	495.3	611.6	756.1	81.6	485.0	610.0	750.0	145.0	485.0	610.0	750.0	145.0	420.0	560.0	750.0	170.0				
2600	580.8	719.6	888.8	93.0	570.0	710.0	890.0	280.0	570.0	710.0	890.0	280.0								
2800	673.2	831.6	1029.6	106.0	660.0	820.0	1030.0	310.0	660.0	820.0	1030.0	310.0								
3000	769.4	951.3	1180.0	119.0	760.0	940.0	1170.0	335.0	760.0	940.0	1170.0	335.0								

* Tubos de saneamento para limpeza a altas pressões
** Tubos standard

Apêndice B

Utilização de lubrificante por junta

Diâmetro nominal do tubo (mm)	Quantidade nominal de lubrificante (kg) por união
300 a 500	0.075
600 a 800	0.10
900 a 1000	0.15
1100 a 1200	0.20
1300 a 1400	0.25
1500 a 1600	0.30
1800	0.35
2000	0.40
2200	0.45
2400	0.50
2600	0.55
2800	0.60
3000	0.65

! **Nota:** Estas quantidades de lubrificante obedecem aos requisitos de lubrificação de duas juntas e dos extremos macho por cada união. As juntas montadas em fábrica apenas requerem metade das quantidades que figuram neste quadro por união.

01

02

03

04

05

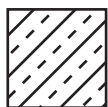
06

07

app.

Este guia de instalação de condutas aéreas, sem juntas travadas, é propriedade intelectual da Flowtite Technology AS. Todos os direitos estão reservados. Nenhuma parte deste guia de instalação pode ser reproduzida, nem em todo, nem em parte, nem registada ou transmitida por qualquer sistema de recuperação de informação, de qualquer forma ou qualquer meio, seja electrónico ou mecânico, por fotocópia, gravação ou qualquer outro, sem que para tal exista uma permissão prévia, por escrito do dono da propriedade intelectual.

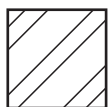
Perfil dos aterros



Betão



Madeira



Pedra



Aço

Este manual foi concebido como um guia de orientação.

Todos os valores que aparecem nas especificações de produto são nominais.

A prescrição destes produtos deverá ter em conta as situações ambientais do local de utilização, assim como eventuais variações de procedimentos, pelo que não se aconselha a utilização destes dados ou possíveis interpolações, sem prévia consulta aos respectivos organismos e/ou fornecedores.

Antes de mais, recomendamos que as pessoas que utilizam estes dados tenham uma formação especializada e experiência suficiente na aplicação destes produtos, sua instalação e suas condições de funcionamento.

Deve-se consultar sempre o fabricante antes de instalar qualquer destes produtos, com a finalidade de comprovar a idoneidade dos mesmos para as aplicações em questão.

Pelo presente fazemos constar que não aceitamos qualquer responsabilidade e que não seremos declarados responsáveis por nenhum problema que possa resultar da instalação dos produtos apresentados neste manual, uma vez que não determinamos o nível de cuidado exigido para a instalação ou utilização destes produtos.

Reservamos o direito de alterar os dados, caso seja necessário, sem qualquer notificação. Agradecemos todos os comentários a este manual.



Flowtite Technology AS

P.O. Box 2059

3202 Sandefjord

Norway

Tel.: + 47 33 44 92 80

Fax: + 47 33 46 26 17

info@amiantit.com

www.flowtite.com

www.amiantit.com

Distribuido por: ■