
TUBOS E PEÇAS EM AÇO4.6

CONTROLE INTERNO	Data	Nov/13					Notas
	Nº Folhas	21					
	Folhas Rev.						
	Responsável	Maira					
	Verificação	Marcus					
	Aprovação	Francisco H.					
	Edição	0	1	2	3	4	

4.6 TUBOS E PEÇAS EM AÇO

4.6.1 ESCOPO DO FORNECIMENTO

A presente Especificação regula o fornecimento de Tubulações e Peças em Aço, soldadas, a serem instaladas na Estação de Tratamento de Esgotos de Catalão-GO.

As quantidades, características técnicas e condições de serviço das Tubulações e Peças fabricadas em aço são definidas nas Listas de Materiais e nos Desenhos do Projeto.

O fornecimento incluirá, não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Tubos e peças, conforme o caso;
- Anéis de vedação para flanges, conforme a necessidade;
- Montagem e soldagem de campo, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção e em campo, inclusive de funcionamento e hidrostático;
- Revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Peças e conexões para realização de verificação da estanqueidade, conforme a necessidade;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia.

4.6.2 CONDIÇÕES GERAIS

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser rigorosamente observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, montagem/instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral, incluindo tubos e peças de aço. A fabricação, incluindo o controle de qualidade dos tubos e peças, deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT ou AWWA, referidas ou não neste texto.

Os eventuais casos de divergência ou inconsistência dos termos desta especificação diante dessa Especificação Geral ou de outras especificações aplicáveis, ou entre os elementos técnicos do Projeto, serão solucionados exclusivamente pela SAE.

Caso o Proponente (ou o Fabricante) não possa atender a algum aspecto do Projeto, da Especificação Geral para Materiais e Equipamentos ou desta especificação particular, o mesmo deverá apontar a(s) divergência(s) de forma clara e em destaque, para que a SAE, segundo seu entendimento, decida sobre a aceitação do produto, ou necessidade de adequação do mesmo, ou até a rejeição de parte ou de todo o produto ofertado, conforme o caso.

Complementam a presente Especificação, a Especificação Geral para Materiais Hidráulicos e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos seguintes documentos do projeto de engenharia que forem pertinentes:

- Memoriais;
- Listas de materiais;
- Desenhos do projeto.

4.6.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Para efeito de especificação, consideram-se peças especiais curvas, tês, saídas flangeadas, reduções, derivações e flanges.

Os diâmetros nominal e externo (sem revestimento) dos tubos e peças especiais são os mostrados no quadro abaixo.

Diâmetros dos tubos de aço.

DIÂMETRO		
NOMINAL		EXTERNO
pol.	mm	mm
1	25,40	33,40
1 ¼	31,75	42,16
1 ½	38,10	48,26
2	50,48	60,33
2 ½	63,50	73,03
3	76,20	88,90
½	88,90	101,60
4	101,60	114,30
5	127,00	141,30
6	152,40	168,28
8	203,20	219,08
10	254,00	273,05
12	304,80	323,85
14	355,60	355,60

DIÂMETRO		
NOMINAL		EXTERNO
pol.	mm	mm
16	406,40	406,40
18	457,20	457,20
20	508,00	508,00
24	609,60	609,60
28	711,20	711,20
30	762,00	762,00
32	812,80	812,80
36	914,40	914,40
40	1016,00	1016,00
42	1066,80	1066,80
48	1219,00	1219,00
68	1727,00	1745,00
80	2032,00	2032,00

Antes de iniciar a fabricação, o Fornecedor deverá submeter à aprovação da SAE as qualificações dos processos de soldagem e de soldadores, de acordo com a Seção IX das "Qualificações de Solda" do código ASME para Vasos de Pressão, com exceção dos métodos que adotem processos de arco submerso, gás ou eletrodos tubulares, cujas qualificações serão feitas de acordo com o AWS-SR-1. Estas qualificações serão efetuadas às expensas do fornecedor.

TUBOS

Metodologia de Fabricação

Os tubos, com costura circular e longitudinal ou com costuras helicoidais, deverão ser produzidos e inspecionados de acordo com a norma AWWA C-200 e NBR 9797. As chapas de aço deverão obedecer às especificações ASTM-A283 Grau D e suas espessuras deverão ser de acordo com o indicado nos desenhos do projeto.

As conexões e peças especiais serão fabricadas de tal forma que suas dimensões satisfaçam às exigências da norma AWWA C-208.

O fornecimento dos tubos deverá ser feito em peças de comprimento útil de 12 m, com tolerância de $\pm 0,3$ m, com as extremidades dos tubos flangeadas ou biseladas (conforme norma ANSI B 16.25) conforme indicado no projeto.

Materiais

As chapas de aço deverão corresponder à Norma ASTM e de acordo com o especificado em desenhos e relação de materiais para os demais tubos e peças. O carbono máximo admissível será de 0,25%.

As propriedades químicas e mecânicas do material deverão ser comprovadas mediante certificados de análise expedidos pela usina siderúrgica e aceito pela inspeção da SAE. Caso não se possa assegurar a correspondência entre o certificado de qualidade e o lote de chapas, deverá ser efetuada análise das mesmas por amostragem. O tamanho da amostragem deverá ser estabelecido pela inspeção da SAE. No caso de rejeição de qualquer corpo de prova, todo o lote deverá ter suas chapas ensaiadas.

A largura mínima de chapa para fabricação de tubos com costura helicoidal será 600 mm.

Formação dos Cilindros

As bordas das chapas a serem juntadas por solda automática ou manual, devem ser cortadas mecanicamente na forma exigida para o processo de solda.

Se as bordas forem cortadas com maçarico, todas as irregularidades e escamas, provenientes do corte, devem ser removidas por meio de esmerilhamento ou raspagem.

Será permitido chanframento com maçarico, desde que o mesmo inclua a remoção do metal queimado, escamas e irregularidades por meio de esmeril.

As dimensões e formas das bordas de chapas a serem unidas pela solda e a folga entre as chapas devem ser tais que permitam fusão e penetração completas.

Antes da formação das bordas longitudinais, todas as chapas devem ser curvadas por processo contínuo ou prensadas de um modo conveniente ao raio próprio do tubo. A pressão exercida durante a prensagem deve ser suficiente para garantir uma curva uniforme nas bordas das chapas. Não será permitido, em hipótese alguma, efetuar o pré-curvamento (convite) por meio de marteladas.

Escamas e corpos estranhos que se acumulam durante o processo de calandragem devem ser continuamente removidos por um jato de ar comprimido, e a superfície das matrizes e rolos deve ser mantida livre de cavacos, aparas de metal ou outro material que se tenha acumulado durante a operação. Materiais estranhos incrustados nas chapas durante a operação de calandragem provocarão a rejeição do produto final.

Preparação da Soldagem

Antes do início da soldagem, toda oxidação deverá ser removida das chapas por meio mecânico adequado, até a distância mínima de 50mm das bordas da chapa preparada para solda.

As carepas de laminação soltas deverão ser removidas antes do processo de soldagem. Graxa e óleo serão removidos com gasolina, lixívia ou outros meios adequados. O uso de querosene ou solventes mais pesados à base de petróleo, não será permitido.

Chapas a serem soldadas deverão manter-se acuradamente ajustadas e presas em sua posição durante a operação de soldagem. Pontos de solda poderão ser aplicados para manter as bordas em sua posição alinhada, desde que possam ser totalmente incorporados à soldagem definitiva sem prejuízo de sua resistência.

Quando se usarem junções por solda de topo, deve-se tomar um cuidado especial no alinhamento das bordas a serem juntadas, para que haja uma penetração e fusão total no fundo das junções. Qualquer desvio no alinhamento das bordas adjacentes não deve exceder 1/16".

Durante a preparação, caso sejam constatadas chapas com dupla laminação, estas deverão ser rejeitadas e todo o lote deverá ser examinado.

Execução de Soldagem

Toda a costura longitudinal, espiral e circular, das seções retas de tubos e de seções especiais, deverá ser feita com máquina de solda automática a arco submerso.

A solda manual sob gás inerte de seções e guarnições especiais será permitida quando o uso de solda automática for impraticável. Em seções de tubos retos a única solda manual permitida será aquela de posicionamento após o enrolamento das chapas assim como da montagem de anéis para a formação do tubo. Poderá ainda ser utilizada em reparos de defeitos de estrutura da chapa e da solda automática, visíveis ou mostrados pelos raios X ou gamagrafia.

Em todas as soldas manuais, a espessura máxima do cordão para cada passe deve ser de 3 mm. Cada passe, com exceção do último, seja em solda de topo ou de ângulo, deve ser inteiramente apurado e martelado para aliviar tensões. Sujeiras, escórias e fluxo devem ser removidos antes de se aplicar o passe seguinte.

Todas as soldas feitas automaticamente devem satisfazer as exigências de teste desta especificação, o que não significa que um operador de solda automática, seja qualificado como operador para solda manual.

Os seguintes tipos de solda de topo, para costuras retas ou em espiral, serão igualmente admitidos: por fusão, por resistência ou por inclusão.

Cada camada de metal de solda depositada pelo processo de fusão deverá ser cuidadosamente limpa antes que outro passe de solda seja depositado na sua superfície. Soldas sobrepostas acabadas devem ficar centrais à costura e a junção acabada deve ficar livre de depressões, mordeduras, derramamentos, irregularidades e valetas. A superfície interna deve estar livre de derramamentos e outras irregularidades resultantes da solda, a não ser a sobre-espessura necessária.

Todas as soldas devem ter uma fusão completa com o metal de base e serem livres de trincas, óxidos, inclusão de escórias e bolsas de gás.

Se, por qualquer razão, a soldagem for interrompida, deve-se tomar cuidado especial ao retomá-la a fim de conseguir uma penetração completa entre o metal da solda, a chapa e o metal de solda previamente depositado. Se o fluxo usado for o mesmo, este deve ser redistribuído antes do serviço ser reiniciado.

Soldas deficientes em dimensões, mas não na qualidade, serão completadas por uma solda adicional depois de uma limpeza cuidadosa das soldas e chapa adjacente.

Quando uma solda for considerada deficiente em qualidade pela FISCALIZAÇÃO ou contrária às prescrições desta Especificação, ela deverá ser removida, por meio de uma ferramenta ou maçarico, e refeita.

Ao remover parcial ou totalmente uma solda por meio de corrente elétrica ou esmeril, estes não devem atingir o metal básico além da profundidade de penetração da solda. Ao remover parcial ou totalmente a solda, deve-se cuidar para não queimar ou danificar o metal básico. Depois dessa operação o metal básico porventura queimado deve ser removido por completo até ficar limpo e perfeito e preparado para nova solda.

As arestas vivas resultantes da interseção da derivação com o tubo principal na formação de uma peça especial deverão ser eliminadas por meio de esmeril.

Para cada anel componente de um tubo, de 12 metros, serão permitidas duas costuras longitudinais no máximo, distanciadas entre si de 300 mm no mínimo.

Na montagem de dois anéis consecutivos, a defasagem dos cordões de solda longitudinais deve ser, no mínimo, de 150 mm e o espaçamento mínimo entre soldas circunferências será de 1,50 metros.

Defeitos

O tubo acabado deverá estar livre de defeitos graves. São considerados defeitos graves: trincas, vazamento nas soldas e sulcos ou grotas cuja profundidade seria maior do que 12,5 % da espessura nominal da parede do tubo.

Reparo dos Defeitos

Qualquer defeito deverá ser reparado, porém o reparo dos defeitos graves só será permitido quando os mesmos apresentarem profundidade que não exceda a 1/3 da espessura nominal do tubo, bem como o comprimento de 25 % do diâmetro nominal do tubo.

Os reparos deverão obedecer aos seguintes critérios:

- O defeito deverá ser completamente limpo e reparado;
- A solda do reparo deverá ser efetuada por soldagem automática ou manual, desde que os soldadores sejam qualificados correspondentemente;

- Cada tubo reparado deverá ser testado hidrostaticamente assim como radiografado (ou gamagrafado) em toda extensão do cordão de solda do reparo;
- Dois reparos no mesmo local serão permitidos desde que sejam tomados todos os cuidados anteriormente descritos. Um terceiro reparo no mesmo local será aceitável desde que o fabricante efetue o tratamento térmico do tubo para alívio das tensões.

Tolerância

O comprimento dos tubos deverá ser ordinariamente de 12 metros. Outros comprimentos poderão ser aceitos, a critério da FISCALIZAÇÃO. Para tubos de 12 metros de comprimento nominal, no mínimo 80% deverá ser fornecido com tolerância de + 50 mm, até 20% do fornecimento poderá ser aceito com comprimentos menores que o nominal desde que não sejam inferiores a 11,0 metros.

Qualquer diâmetro das seções extremas do tubo deverá ser ortogonal ao eixo de simetria do tubo, dentro de uma tolerância de ± 3 mm, medidos na geratriz do tubo.

A diferença entre o maior e o menor diâmetros externos medidos em uma mesma seção reta da extremidade "após a aplicação dos revestimentos interno a externo", deve ser no máximo igual a 1% do diâmetro nominal. Para tubos de diâmetro nominal de 30" e maiores, a ovalização será verificada após os tubos serem cruzetados.

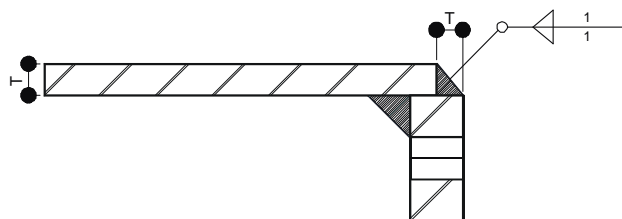
O perímetro externo dos tubos, curvas ou peças especiais, até uma distância não menor do que 100 mm das extremidades, pode variar de + 3 mm e - 1,5 mm com relação ao perímetro calculado a partir do diâmetro nominal especificado.

A altura das saliências externas da soldagem acima do contorno da superfície da chapa, não deve ser superior a 3 mm. Saliências maiores devem ser removidas por esmeril ou talhadeira. Todas as soldas longitudinais, espirais ou circulares, na parte interna do tubo, serão esmerilhadas ou raspadas, para que a altura da saliência da solda não fique mais do que 1,5mm acima do contorno da superfície da chapa. Não será permitido raspar, esmerilhar ou frezar a saliência da solda abaixo da superfície da chapa.

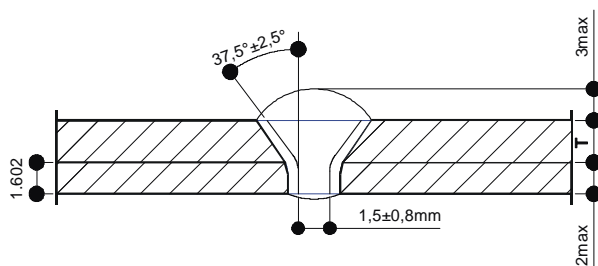
Os chanfros de todas as extremidades para solda de topo deverão obedecer às seguintes dimensões e tolerâncias:

- Ângulo: $37,5^\circ + 2,5^\circ$;
- Nariz: $1,5 + 0,8$ m. (Ver Figura abaixo)

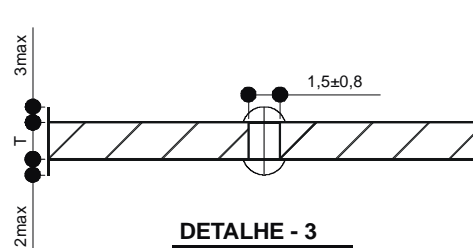
Para qualquer curva, a tolerância no ângulo de fabricação será de $+ 1^\circ$.



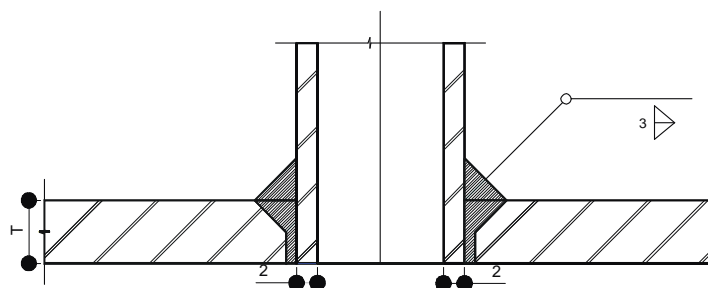
DETALHE - 1



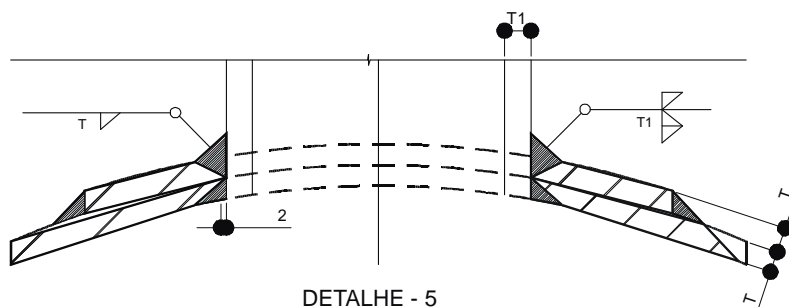
DETALHE - 2



DETALHE - 3



DETALHE - 4



DETALHE - 5

Revestimento e Proteção

Previamente ao início do processo de revestimento, os tubos e peças deverão ter sido submetidos rigorosamente a todos os procedimentos de limpeza e preparação das superfícies, de modo a remover todo e qualquer material estranho por ventura existente.

– *Revestimento Interno*

O revestimento interno será em tinta epóxi poliamida, de alta espessura, bicomponente, grau alimentício, conforme norma AWWA C-210, com espessura mínima da película seca de 450 micras.

– *Revestimento Externo*

O revestimento externo será independente do diâmetro da tubulação, dependendo apenas de seu posicionamento, que poderá ser: enterrada, abrigada ou aérea.

▪ Tubulações enterradas:

Será com Coal-Tar Enamel conforme norma AWWA-C-203 (ABNT NBR 12.780) ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C-210, com espessura seca de 1000 μ m mínimo e resistência a impacto de 15 joules.

▪ Tubulações abrigadas/aéreas:

Será com alumínio fenólico conforme norma SABESP 0100.400.E-46, Revisão 5, ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C-210, composto de duas camadas:

- Primeira camada: tinta epóxi com espessura na película seca de 406 μ m mínimo;
- Segunda camada: tinta Poliuretano Acrílico alifático (protetor UV) 30 μ m mínimo.

– *Revestimento para as juntas de campo*

O processo de revestimento das juntas soldadas no campo consistirá de limpeza prévia das superfícies soldadas e da aplicação dos materiais de revestimento especificados, interna e externamente.

Deverão ser fornecidos os materiais para o revestimento de campo conforme a quantidade exigida para as juntas.

▪ Juntas Flangeadas

A furação dos flanges, inclusive juntas e acessórios, será de acordo com a norma ISO 2531-PN10 ou 16, conforme indicado no projeto.

Os parafusos para os flanges deverão ser embalados em recipientes adequados (caixotes) e acondicionados de modo que as roscas fiquem protegidas durante o transporte e armazenamento. Cada caixote deverá conter, além da marca normalmente exigida, as dimensões e quantidades dos mesmos.

Os testes a que deverão ser submetidos os flanges soldados aos tubos, serão os especificados pela SAE. Deverá ser procedida a verificação do esquadro da flange (empenamento e repuchamento). A solda será testada por meio de ultra-som e verificada visualmente.

Marcação dos Tubos

Tanto os tubos quanto as peças especiais serão identificados com marcação, no interior dos mesmos: do nome do fabricante e número de fabricação; diâmetro nominal; espessura e especificação de chapa e número do pedido de compra ou contrato.

Para as peças especiais, deverão ser marcados também o trecho e número da estaca ou estação a que pertence e geratriz superior dessas peças, sendo que para curvas e bifurcações, também o ângulo verdadeiro.

A marcação se fará em um retângulo pintado de amarelo, conforme os exemplos seguintes:

- Tubo com número de fabricação 758, diâmetro 42", espessura de 7,06 mm e chapa ASTM-A-283 Gr D:

(Fabricante)	(Pedido)
758	
42" – 7,06	
ASTM-A-283 D	

- Curva com número da fabricação 1053, diâmetro 30", espessura 4,42 mm, chapa ASTM-A-283 Gr D, Adutora de Água Bruta (AAB) estaca 10 + 17,22 e ângulo verdadeiro 30°15'.

(Fabricante)	(Pedido)
1053	
30" – 4,42	
ASTM-A-283-D	
AAB/10 + 17,22/30°15"	

- Tê com número de fabricação 327, diâmetros 48" x 36", espessura 9,52 mm, chapa ASTM-A-283 Gr.D, Estação Elevatória de Água Tratada (EAT).

(Fabricante)	(Pedido)
327	
48" x 36" – 9,52	
ASTM-A-283-D	
EAT	

Instalação e Montagem de Tubos de Aço

A instalação e montagem de tubos de aço deverão ser executadas de acordo com a "Especificação Técnica de Serviços – item Assentamento de Tubos e Peças".

PEÇAS ESPECIAIS

- a) Fabricação e materiais conforme especificado para as tubulações e nos desenhos do projeto.
- b) Conexões para Tubos de Aço.

Características Normativas e Construtivas

As peças especiais de aço deverão atender a todos os requisitos da norma AWWA C-208, podendo ser fabricadas por soldagem de partes de tubos ou de chapas planas.

Os tubos de aço a serem utilizados na fabricação das peças especiais devem atender às características normativas especificadas anteriormente (no item Metodologia de Fabricação).

As conexões terão as extremidades dos tipos: biseladas para soldagem ou flangeadas segundo norma ISO-2531-PN 10 ou 16.

Peças Embutidas em Concreto

As peças a serem embutidas no concreto terão as dimensões indicadas nos desenhos do projeto. O revestimento interno será o especificado para as tubulações e o externo será em primer epóxi.

Juntas Flangeadas e/ou Soldadas

As juntas (flangeadas e/ou soldadas) deverão atender às mesmas especificações constantes no item Tubulações.

Instalação

Vide “Especificações Técnicas de Serviços – item Assentamento de Tubos e Peças”.

Flanges de Aço Carbono

Os flanges de aço carbono seguem os seguintes desenhos padrões: Flange furação ISO 2531, Classe PN-10 ou PN-16.

A classe de pressão a ser utilizada está definida no projeto. Os flanges deverão ser revestidos com *shop-primer* na espessura total de 50 micra.

Acessórios para Junta de Flanges

- a) Junta de vedação para flange, material borracha armada, tipo face plena, furação de acordo com o item acima.
- b) O conjunto de parafuso, porca e arruelas (2 arruelas por parafuso), seguem a seguinte especificação:
 - Parafuso: Cabeça hexagonal semi-acabada (ANSI-B.18.2.1), rosca ANSI-B.1.1, série UNC, classe 2A, material ASTM-A-307 Grau B (mínimo).
 - Porca: Hexagonal, pesada, semi-acabada (ANSI-B.18.2.2), rosca ANSI-B.1.1, série UNC, classe 2B, material ASTM-A-563 Grau A.
 - Arruelas: Lisas.

Os parafusos, porcas e arruelas devem ser galvanizados por imersão conforme ASTM-A-153 Classe C. As dimensões dos parafusos encontram-se definidas conforme os respectivos desenhos padrões.

4.6.4 ENSAIOS E TESTES DE FÁBRICA

Testes e Inspeções

Durante a fabricação, os tubos deverão ser submetidos a ensaios, a critério da SAE, que deverão ser de:

a) Ensaios não destrutivos

- Raio X ou gamagrafia
- Fluoroscopia contínua
- Ultra-som
- Exame com partículas magnéticas
- Exame com líquido penetrante
- Teste hidrostático – os tubos serão testados hidrostaticamente à pressão adequada, conforme definido no projeto.

b) Ensaios destrutivos

- Tração e dobramento de corpos de prova soldados segundo normas da ABNT.

c) Testes químicos

- Para análise quantitativa de materiais metálicos e ensaio de materiais de revestimento.

d) Inspeção

- Os tubos deverão ser inspecionados quanto ao estado dos revestimentos, à regularização da seção, à ovalização e ao acabamento das extremidades flangeadas ou chanfradas.

Testes Hidrostáticos

– *Peças Especiais*

Todos os tubos que darão origem às peças especiais, deverão ser testados, hidrostaticamente.

A pressão de teste deverá ser 150% da maior pressão correspondente à espessura do tubo. Esta pressão deverá ser pelo tempo necessário e suficiente para serem examinadas todas as soldas com referência a vazamento, porém nunca inferior a 5 minutos.

Se o Fornecedor não tiver condições para efetuar o teste hidrostático nos tubos que darão origem às peças especiais, poderá substituir este teste por radiografias ou gamagrafias em toda a extensão das soldas. As despesas desta substituição correrão por conta do Fornecedor.

– *Tubulação*

Antes do revestimento interno e externo, cada tubo de aço deverá ser testado hidrostaticamente à pressão especificada no item anterior.

Estando o tubo sob pressão, após a eliminação de todas as bolhas de ar, todas as soldas deverão ser inspecionadas e todas as partes com vazamento deverão ser marcadas. Os tubos que acusarem vazamento no teste deverão ser reparados nos pontos assinalados e serão submetidos obrigatoriamente a novo teste hidrostático, bem como serão novamente testados por radiografia ou gamagrafia. O custo será de responsabilidade do fabricante.

– *Testemunhos de Solda*

As soldas deverão ser testadas durante sua confecção, realizando-se ensaios e comparando-se com os valores obtidos nesta especificação.

Para as soldas longitudinais, as amostras de testes deverão ser retiradas perpendicularmente à solda e na extremidade do tubo, ou de chapas que obedeçam aos requisitos da especificação da chapa utilizada na fabricação do tubo. As chapas de teste deverão ser soldadas empregando-se o mesmo procedimento, pelo mesmo soldador e com o mesmo equipamento, em seqüência, com a soldagem das juntas longitudinais no tubo.

As chapas de teste deverão possuir as soldas aproximadamente no centro da amostra, devendo ser testadas à temperatura ambiente.

Para as soldas circunferências, as amostras de testes deverão ser retiradas perpendicularmente a solda de junção de dois anéis componentes do tubo. Os vazios resultantes da retirada das amostras não deverão ser reparados; a faixa que contém esses vazios deverá ser cortada do tubo e os anéis resultantes, de comprimento menor, deverão ser novamente soldados.

O tubo, de onde se retiraram as amostras para testes de solda circunferencial, será aceito pela Inspeção com um comprimento total menor que o especificado.

Duas amostras com seção reduzida, confeccionadas conforme a Figura I, abaixo, deverão apresentar uma carga de ruptura não inferior a 100% da mínima carga de ruptura especificada para o material utilizado.

Duas amostras para teste de curvatura deverão ser preparados conforme a Figura II, abaixo, devendo resistir a uma curvatura de 120° em guias confeccionadas de acordo com a Figura III, adiante.

A amostra curvada deverá ser considerada aprovada se:

- Nenhuma trinca ou defeito aparecer no material soldado ou entre a solda e o metal base, após a curvatura, excedendo 3 mm, medidos em qualquer direção;
- A amostra trincar ou fraturar e a superfície fraturada apresentar penetração completa ao longo de toda a espessura da solda, havendo ausência de inclusões e porosidade até o grau que não existem bolhas de gás ou inclusões de escórias, excedendo a 1,55 mm na maior dimensão.

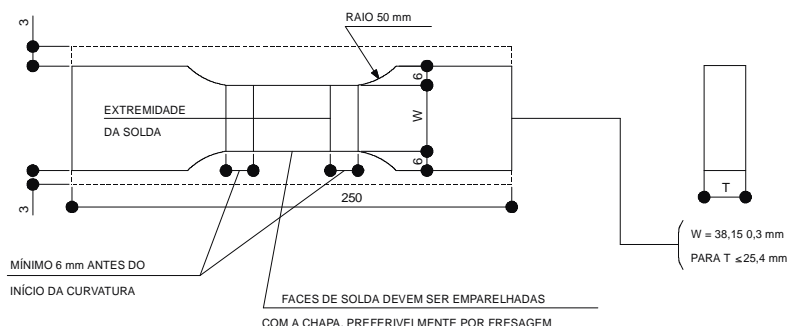


FIGURA I - AMOSTRA PARA TESTE DE TENSÃO E RUPTURA

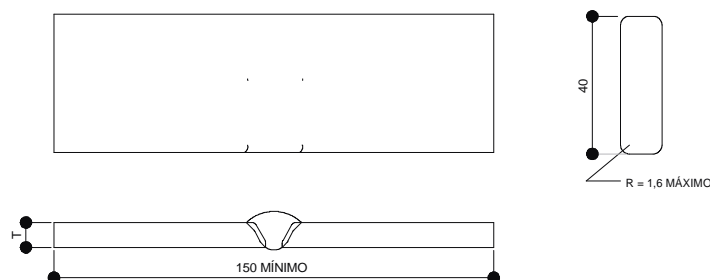


FIGURA II - AMOSTRA PARA TESTE DE CURVATURA

NOTAS:

- 1 - REFORÇO DE SOLDAS OU RELEVOS NÃO DEVEM SER EMPARELHADOS COM O METAL BASE.
- 2 - T = ESPESSURA DA PAREDE DO TUBO
- 3 - FONTE DE REFERÊNCIA AWWA C 200
- 4 - DIMENSÕES EM mm

Para os testes de soldagem, deverão ser colhidas 2 (duas) amostras para a elaboração do teste de ruptura e 2 (duas) amostras para o teste de curvatura, em cada 300 mm de solda ou frações para cada dimensão, grau e espessura de parede. Pelo menos um lote de amostras para teste deverá ser retirado do serviço realizado por cada máquina de soldagem e cada operador, durante cada período de produção contínua, mas não menos que uma para cada alteração na produção. Entende-se por produção contínua a fabricação, interrompida ou não, da quantidade total de tubos de um mesmo pedido de compra, que sejam do mesmo diâmetro, mesma espessura, mesmo material da chapa, utilizando o mesmo soldador e a mesma máquina.

Para cada 3 (três) lotes de amostras de solda longitudinal, um lote de amostras de solda circunferencial deverá ser retirado para os testes de ruptura e dobramento. A necessidade ou não da retirada deste lote de amostras ficará a critério da FISCALIZAÇÃO que se baseará na incidência dos defeitos nas soldas circunferenciais, não se constituído, portanto numa obrigatoriedade.

Se qualquer amostra testada não for aprovada, deverão ser retestadas novamente 2 (duas) amostras adicionais do mesmo lote de tubos. Cada novo teste deverá atender aos requisitos mínimos especificados. Se qualquer amostra retestada não for aprovada, o lote inteiro deverá ser rejeitado.

Todas as juntas soldadas de tubos e peças especiais que não forem ou não puderem ser testadas rádio ou gamagraficamente, deverão ser submetidas a exames por meio de ultra som ou liquido penetrante.

As soldas de topo dos tubos e peças especiais estarão sujeitas a exames radiográficos (raios X ou gamagrafia), como discriminado a seguir.

Para tubos de 12 metros de comprimento nominal, serão radiografadas as extremidades e cruzamentos de solda.

Quando não houver cruzamentos de solda, serão radiografadas as extremidades e mais quatro pontos adicionais escolhidos pela SAE. As radiografias deverão ser executadas segundo a técnica indicada no Código ASME – Seção VIII.

Não serão aceitas radiografias executadas com filme medicinal, ou que contenham marcas d'água, emendas, escorrimientos ou quaisquer defeitos que dificultem o julgamento da qualidade da junta soldada.

O critério de aceitação das juntas soldadas radiografadas será o indicado pela Norma AWWA-D-100. Quando uma radiografia de extremidade do tubo for rejeitada, será tirada uma radiografia adicional

adjacente à primeira, com sobreposição de um terço da radiografia original, quando o defeito estiver nesse terço.

Quando uma radiografia de posição intermediária for rejeitada, serão tiradas duas radiografias adicionais à primeira, com sobreposição de um terço da radiografia original, nos casos em que o defeito estiver nos terços extremos.

Se o defeito estiver no terço central da radiografia original, as duas novas radiografias deverão ser tiradas sem sobreposição. Caso uma das novas radiografias também for rejeitada, será tirada outra adjacente a esta e assim sucessivamente, até que se determine a extensão do defeito.

Todos os pontos radiografados e rejeitados deverão ser reparados e novamente radiografados (ver 'Reparo dos Defeitos').

As soldas de topo cujas peças não puderem ser testadas hidrosticamente, deverão ser radiografadas em toda a sua extensão (100%). O critério de aceitação das radiografias das juntas soldadas será o da norma AWWA D-100.

Os resultados dos testes radiográficos, bem como o dos testes ultra-sônicos serão, individualmente, critérios independentes para aceitação ou rejeição das juntas soldadas, ou seja; nada impede que uma junta que tenha sido aprovada pelo teste ultra-sônico seja rejeitada pelo teste radiográfico, ou vice-versa.

Teste Pneumático

Todos os espaços vazios compreendidos entre as chapas de reforço e o tubo principal das peças especiais, bem como entre a camisa e o tubo principal, deverão ser submetidas a teste pneumático para a verificação da estanqueidade das soldas, com pressão mínima de 80 Psi (5,7 kg/cm²).

Para toda a matéria prima incorporada no produto final, o Fornecedor deverá fornecer à SAE certificados de análises comprobatórios de que a qualidade da matéria prima é aquela exigida pelas normas e especificações citadas.

O Fornecedor deverá possuir uma maneira segura de comprovar a correspondência biunívoca entre cada lote de matéria prima e o respectivo certificado de qualidade. Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o respectivo lote de matéria prima não seja devidamente comprovada.

Serão aceitos certificados emitidos pelas usinas produtoras, ou entidades oficiais, ou laboratório do Fornecedor desde que a retirada dos corpos de prova seja efetuada e identificada na presença da SAE.

Deverá fazer parte do fornecimento o transporte do equipamento até o local da obra. Todos os materiais deverão ser adequadamente acondicionados e protegidos contra estragos durante o transporte. Junto com o endereço, na embalagem, deverá ser marcado o número completo da requisição.

O interior dos equipamentos deverá estar isento de detritos e todas as aberturas deverão estar protegidas: as rosqueadas com bujões e as flangeadas com tampões de madeira. As embalagens deverão possuir identificação do seu conteúdo. As superfícies usinadas expostas deverão ser protegidas com uma película facilmente removível de preventivo contra ferrugem.

4.6.5 PEÇAS SOBRESSALENTES

Deverão ser fornecidas peças sobressalentes necessárias para um período de manutenção de dois anos. A relação de peças sobressalentes deverá ser definida pelo Fabricante de acordo com sua experiência e deverá ser detalhada na proposta.

4.6.6 PROPOSTAS

A proposta de fornecimento deverá conter todos os dados técnicos e elementos necessários à sua apreciação, em confronto com as especificações técnicas e demais elementos do Projeto, sendo considerada essencial a apresentação do abaixo relacionado (todas as grandezas em unidades métricas):

- Materiais, padrões e ensaios dos tubos e/ou peças, inclusive dos acessórios;
- Normas de fabricação do material;
- Dimensões gerais e peso dos tubos e/ou peças;
- Tipo de pintura utilizada, especificando primer e tintas de acabamento, inclusive indicando a marca;
- Condições nominais e limites de trabalho.

4.6.7 DOCUMENTOS TÉCNICOS E EXPEDIÇÃO

Deverão ser aprovados pela SAE os seguintes documentos técnicos como condição prévia da liberação para embarque dos produtos:

- Certificados de materiais e testes;
- Manuais de manuseio, instalação ou montagem e manutenção;
- Certificados de qualidade de fabricação;
- Termo de garantia.

Todos os materiais deverão ser adequadamente acondicionados e protegidos contra estragos durante o transporte, conforme indicado na Especificação Geral para Materiais e Equipamentos.

4.6.8 DISPOSIÇÕES FINAIS

As custas referentes a inspeções, testes e ensaios dos materiais, incluindo laboratórios, mão-de-obra, materiais, ferramentas, etc., correrão por conta do Fornecedor.

O Fornecedor e/ou Fabricante deverá(ão) proporcionar todas as facilidades necessárias à realização dos ensaios previstos em normas, nesta especificação e na Especificação Geral para Materiais e Equipamentos.