
NORMA TÉCNICA

T . 188 / 2

RESERVATÓRIO EM AÇO APOIADO





NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 1/43

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para o projeto, fabricação, transporte, montagem, testes e pintura de reservatórios em aço, apoiados, destinados ao armazenamento de água potável para os volumes 5/10/15/20/30/50/75/100/150/200/300/500 m³.

2 Referências

2.1 Na aplicação desta Norma pode ser necessário consultar:

- Da ABNT

NBR 5008 - Chapas grossas de aço de baixa e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais;

NBR 5920 – Chapa fina a frio de aço de baixa liga, alta resistência mecânica e resistente a corrosão atmosférica, para usos estruturais;

NBR 6648 - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 7007 - Aços para perfis laminados para uso estrutural;

NBR 7821 - Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados;

NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (Método dos estados limites);

NBR NM 315 - Ensaio não destrutivo - Ensaio visual - Procedimento;

NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos.

- Da COPASA MG

T.190/_ - Inspeção de reservatório em aço;

Manual de identidade visual;

NP 97015 - Norma de Procedimento de Controle de Qualidade de Materiais, Homologação de Materiais de Fornecedores.

- Da API

API STD 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage;

- Da ASME

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 2/43

ASME - Section IX - Boiler and Pressure Vessel Code (para Procedimentos de Soldagem e Qualificação de Soldadores);

ASME - Section II - Parte C-Boiler and Pressure Vessel Code (para classificação de Consumíveis de Solda);

- Da AWS

AWS A5.1 - Especificação de eletrodos revestido, de aço doce para soldagem por arco elétrico.

AWS A5.5 - Especificação de eletrodos revestido, de aço de baixa liga para soldagem por arco elétrico.

- Da AISE

AISE - Cold Formed Steel Design Manual.

- Da SIS

SIS 05 59 00 - Pictorial Surface Preparation Standardes for Painting Steel Surfaces (Swedish Standardes Association).

- Da ANSI

ANSI B 1.1 - Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form);

ANSI B 2.1 - Pipe Threads (Excepd Dryseal);

ANSI B 16.5 - Pipe Flanges and Flanged Fittings;

ANSI B 16.11 - Forged Steel Fittings, Sochet Welding and Treaded;

ANSI B 18.2.1 - Square and Hex Bolts and Screw Inch Series;

ANSI B 18.2.2 - Square and Hex Nuts;

API STD 605 - Large - Diameter Carbon Steel Flanges;

- Da ASTM

ASTM A 6 - General Requirements for Rolled Steel Plates, hapes, Sheet Pilling and Bar for Structural Use;

- Da SSPC

SSPC vis 1 - Pictorial Surface Preparation Standardes for Painting Steel Surfaces (Steel Structures Paintings Council).

- Da DIN

DIN 601 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 3.6 e 4.6, conforme DIN 267;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 3/43

DIN 931 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 5.6, 6.6, 8.8, 10.9, conforme DIN 267;

DIN 6914 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 10.9, 12.9, 14.9, conforme DIN 267.

2.2 Cada norma citada neste texto deve ser observada em sua última edição.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.19.

3.1 Boca de visita

Aberturas existentes no costado e no teto destinadas à passagem de pessoas e de equipamentos de pequeno porte (bombas d'água para lavagem interna do reservatório, baldes, escadas manuais, etc.).

3.2 Bacia de drenagem

Rebaixo construído no fundo do reservatório, para o qual inclina-se o fundo, onde é conectado o dreno.

3.3 Cambota

Segmento calandrado de chapa que compõe um anel do costado.

3.4 Consumíveis

Termo genérico para designar diferentes tipos de eletrodos e fluxos, utilizados nos processos de soldagem.

3.5 Data book

Livro de dados no qual o fornecedor registra a história da construção do equipamento incorporando nele:

- a) Documentos de referências contratuais;
- b) Documentos de projeto (desenhos de projeto, de detalhamento e de montagem);
- c) Lista de materiais;
- d) Especificações técnicas;
- e) Procedimento de fabricação, de montagem, de controle de qualidade, etc;
- f) Certificados dos materiais utilizados na construção (aço, consumíveis de solda, tintas);
- g) Certificados dos procedimentos de soldagem, qualificação dos soldadores;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	4/43

h) Registros das inspeções de fabricação;

i) Registro das inspeções de montagem.

Notas: 1) O DATA BOOK é certificado pela diretoria da empresa fornecedora do equipamento e constitui documento técnico e legal para a COPASA MG;

2) Poderá ser emitido sob forma eletrônica, conforme consulta e aprovação da COPASA MG.

3.6 Dreno

Tubo com diâmetro definido em função do volume do reservatório e situado na parte mais baixa do fundo.

3.7 Equipamento

Designação genérica para um reservatório completo.

3.8 Fornecedor

Responsável pelo fornecimento de todos os materiais, pelo projeto, fabricação, transporte, montagem, testes e pintura dos reservatórios de aço.

3.9 Processos de soldagem

Podem ser a:

a) Arco elétrico com eletrodos revestidos (geralmente as soldas são executadas manualmente);

b) Arco elétrico protegido a gás (podem ser soldas manuais ou semiautomáticas);

c) Arco elétrico protegido por fluxo (geralmente soldas semiautomáticas).

Nota: Existem outros processos que não justificam explicações neste contexto.

3.10 Recalque absoluto

Termo utilizado para definir o afundamento do reservatório em relação a um referencial externo.

3.11 Recalque diferencial

Termo utilizado para definir o desnivelamento relativo de dois ou mais pontos da base do reservatório, medido um em relação ao outro.

3.12 Reservatório apoiado

Reservatório sem colunas, com fundo apoiado na base de concreto.

3.13 Sistema de rastreamento de materiais

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA

Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	5/43

Sistema utilizado pelo fornecedor, que permite identificar e vincular os materiais à documentação de usina, ou de outros fornecedores, ou ainda a documentação de testes e ensaios realizados por instituições qualificadas.

3.14 Ponto de orvalho

Temperatura em que o ar se torna saturado de vapor de água, podendo ocorrer condensação na superfície de um material, quando este é resfriado.

3.14.1 Temperatura de ponto de orvalho é a referência para tomada de decisões sobre condições atmosféricas adequadas para execução da pintura nos reservatórios, sendo fornecida pela carta psicrométrica do local.

Como a chapa metálica tem um coeficiente de condutibilidade térmica alta, um resfriamento brusco da temperatura externa pode conduzir ao resfriamento da superfície até atingir o ponto de orvalho da atmosfera interna ou externa do reservatório e assim iniciar-se o processo de condensação com a formação de gotas na superfície da chapa.

3.15 Teto cônico autoportante

Teto em forma de um cone suportado somente pela borda do costado.

3.16 Teto cônico suportado

Teto em forma de um cone, no qual as chapas estão apoiadas na borda do costado e em vigas radiais e/ou poligonais, com ou sem coluna(s).

3.17 Teto em abóbada autoportante

Teto em forma aproximada de uma calota esférica suportado somente pela borda do costado.

3.18 Volume nominal

Capacidade especificada pela COPASA na Ordem de Compra e que é determinada pela posição da tubulação de saída e pelo NA máximo de projeto.

3.19 Volume bruto

Volume determinado pela borda superior do costado e o fundo do reservatório.

4 Condições Gerais

4.1 Responsabilidades do fornecedor

4.1.1 Execução da Memória de Cálculo, elaboração do Projeto Executivo de desenhos de detalhamento para fabricação e de montagem dos componentes do reservatório. Os desenhos devem ser apresentados conforme Projeto Padrão P 000/_ da COPASA MG.

4.1.1.1 A memória de cálculo deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019

- a) Descrição do equipamento, destinação, local de implantação, materiais a serem utilizados, tipos de consumíveis para solda, cargas utilizadas no dimensionamento e documentos de referência;
 - b) Cálculo estrutural das chapas do costado com definição das espessuras de todos os anéis e especificação do tipo de junta vertical e horizontal; cálculo dos reforços das aberturas do costado;
 - c) Concepção do fundo (com ou sem chapa anelar), especificação da solda costado/fundo e tipo de juntas a adotar no projeto localização da bacia de drenagem e diâmetro do dreno;
 - d) Cálculo estrutural das chapas do teto, da sua estrutura de sustentação e das chapas de reforço das aberturas;
 - e) Croquis do conjunto mostrando, esquematicamente todas as bocas de visita, bocais, escadas e guarda-corpo;
 - f) Mapa de cargas:
 - Carga linear uniformemente distribuída (kgf/m) no anel periférico de concreto devido ao peso próprio do costado e teto e sobrecarga no teto;
 - Carga uniformemente distribuída sobre o fundo (kgf/m²) devido ao peso próprio da água na condição do teste hidrostático;
 - Carga local devido à coluna de sustentação do teto.
- 4.1.1.2** Os desenhos de projeto deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:
- a) Desenho de conjunto em elevação e planta nos quais estejam indicados todos os componentes (principais e acessórios), que compõem o reservatório;
 - b) A orientação das bocas de visita e bocais;
 - c) Especificação do tipo de junta soldada;
 - d) Um quadro com as informações de posição (marca), quantidade, denominação, e número do desenho de detalhamento.
- 4.1.1.3** Os desenhos de detalhamento podem ser também desenhos de montagem e deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:
- a) Detalhamento para fabricação de todas as peças;
 - b) Marcação das peças com a designação parcial para fabricação e final para montagem em campo;
 - c) Lista de material com as seguintes informações: marca/quantidade/denominação/material/peso unitário/peso total e observações;



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 7/43

d) Lista de parafusos que serão utilizados na montagem;

e) Lista de eletrodos que serão consumidos na montagem.

4.1.2 Fornecimento dos materiais e fabricação de todas as peças e componentes do equipamento, principais e complementares.

4.1.3 Embalagem, embarque, transporte e descarga dos componentes integrantes do equipamento.

4.1.4 Atendimento a todas as exigências legais, conforme posturas do local de instalação do equipamento e do CREA, necessárias para início da montagem.

4.1.5 Guarda, estocagem e armazenamento das peças na obra.

4.1.6 Instalação de Canteiro de Obras inclusive a energia elétrica para acionamento dos equipamentos e iluminação.

4.1.7 Disponibilização de veículos, equipamentos, ferramentas e mão de obra, necessários à montagem do equipamento.

4.1.8 Execução dos serviços topográficos necessários à verificação do nivelamento do fundo e outras conferências da base antes do início da montagem.

4.1.9 Verificação e reparação das peças que por ventura apresentarem-se empenadas durante o transporte. Este desempenho deverá ser sempre efetuado com esforços gradativos, não sendo permitido o uso de impactos mecânicos.

4.1.10 Localização, elevação e nivelamento dos bocais, bocas de visita e acessórios conforme o projeto hidráulico fornecido pela COPASA MG.

4.1.11 Execução da montagem completa do equipamento conforme indicado nos desenhos de montagem, os quais deverão ser aprovados previamente pela COPASA MG.

4.1.12 Execução de serviços complementares, mesmo quando não mencionados explicitamente no projeto, mas que possam ser comprovadamente necessários para o bom acabamento do equipamento e para que seja obtida uma instalação de alta qualidade dentro dos melhores padrões técnicos.

4.1.13 Organização e limpeza do local de trabalho no fim de cada jornada e no final da obra.

4.1.14 Fornecimento de EPI (Equipamento de Proteção Individual) para toda equipe de montagem.

4.1.15 Fornecimento do Projeto da Fundação a partir do Relatório de Sondagens Geotécnicas e Especificações fornecidas pela COPASA MG.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	8/43

4.2 Responsabilidades da COPASA MG

4.2.1 Fornecimento dos projetos executivos padrões COPASA MG;

4.2.2 Fornecimento do diâmetro dos bocais para cada tubulação e das bocas de visita;

4.2.3 Fornecimento da orientação do reservatório em relação ao Norte Magnético ou em relação a um Marco de Referencia do local;

4.2.4 Definição do volume nominal do reservatório;

4.2.5 Fornecimento do relatório de sondagens geotécnicas.

4.3 Cronogramas de fabricação e montagem

4.3.1 O cronograma de fabricação e montagem será componente integrante do contrato

4.3.2 Com base no prazo total fixado pela COPASA MG, o fabricante deverá elaborar o cronograma de fabricação e montagem no qual constem, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Elaboração do projeto (cálculo, projeto, detalhamento);
- b) Suprimento de matéria prima;
- c) Fabricação de oficina;
- d) Embarque;
- e) Montagem de campo;
- f) Teste hidrostático;
- g) Pintura;
- h) Limpeza e entrega da obra.

5 Condições Específicas de Projeto

5.1 Dimensões do reservatório

5.1.1 Para estimar o diâmetro do reservatório deverá ser adotada a seguinte fórmula, aproximada:

$$D = 1,75 \sqrt[3]{V / \pi} \quad \text{onde:}$$

D = Diâmetro do reservatório;

V = Volume nominal do reservatório.

5.1.2 Para estimar a altura do reservatório deverá ser adotada a seguinte fórmula aproximada:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USD
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 9/43

$$H = \frac{4V}{\pi D^2}$$

5.1.3 Com o diâmetro e altura calculados, redimensioná-los para atender a economia de materiais, prevendo-se sempre a utilização de chapa inteira ou meias chapas com a finalidade de reduzir a quantidade de cortes, chanfros, soldas, testes e sobras de material.

5.1.3.1 A altura e comprimento das cambotas deverão ser compatíveis com larguras comerciais de chapas e quando possível, com a largura e comprimento dos caminhões para transporte Normal (6,0 x 2,3 m).

5.2 Materiais

5.2.1 As chapas a serem utilizadas devem estar de acordo com a última edição da NBR 7821.

5.2.1.1 Desaconselha-se para qualquer especificação de chapa escolhida pelo fornecedor, a utilização de chapas provenientes de bobinas. As chapas desbobinadas e que não sejam submetidas a processos de alívio de tensão, mantêm tensões internas residuais, que são liberadas com o aquecimento devido à soldagem. Essas tensões podem provocar empenos elevados nas soldas horizontais, surgindo o "cinturamento" do costado na região das soldas. As soldas verticais também não estão livres desta ocorrência.

5.2.2 Os eletrodos para soldagem manual devem atender às exigências da AWS A5.1. Não obstante, recomendamos eletrodos da classe E70XX. Variações serão permitidas se forem mais compatíveis com o material utilizado.

5.2.3 Os perfis de aço laminado para fins estruturais devem atender às exigências da NBR 7821.

5.2.4 Os tubos para pescoços ligados a tubulações, para conexões não ligadas a tubulações, tubos estruturais e luvas devem atender às exigências da NBR 7821.

5.2.5 Os flanges devem atender as exigências da NBR 7821. Observar que a Norma permite a fabricação de flanges a partir de chapas dentro de determinadas condições.

5.2.6 Os parafusos e porcas usados para unir tubulações deverão estar de acordo com a especificação ASTM A 325 ou ASTM A 490.

5.2.6.1 Os parafusos e as porcas para todos os outros fins poderão ser fabricados conforme a Norma ASTM A 307.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	10/43

5.2.6.2 O projeto deverá especificar, se os parafusos e porcas deverão ser da série Normal ou pesada.

5.3 Cargas

5.3.1 Cargas hidrostáticas provenientes da estocagem da água, considerada com densidade igual a 1,0 kg/dm³.

5.3.2 A força circunferencial no costado resultante da carga hidrostática deve ser calculada pela fórmula:

$$N\phi = \rho (H - x) r$$

ρ = densidade do fluido

H = altura do reservatório

x = cota medida do fundo

r = raio do reservatório

5.3.3 A pressão no fundo deve ser calculada com a fórmula $p = \rho (H - x)$ tomando $x = 0$

5.3.4 Os tetos e suas estruturas de apoio devem ser projetados para suportar seu peso próprio e mais uma carga viva uniforme não inferior a 60,0 kgf/m² de área projetada.

Nota: Observar que esta sobrecarga está bem abaixo das sobrecargas especificadas para pisos (200,0 kgf/m²) e, portanto, os tetos dos reservatórios não podem ser abertos à visitação pública.

5.3.5 As plataformas intermediárias devem ser capazes de suportar uma carga concentrada móvel de 450 kgf, conforme Norma NBR 7821.

5.3.6 Os guarda-corpos devem ser dimensionados para suportar uma carga concentrada de 90 kgf, aplicado em qualquer direção e em qualquer ponto do corrimão.

5.3.7 Nos reservatórios apoiados e cobertos não é necessário considerar a ação dinâmica do vento.

Notas: 1) As cargas dinâmicas devido ao vento são desproporcionalmente muito menores do que as cargas hidrostáticas.

2) Com vento a 100 km/h a pressão dinâmica no costado é da ordem de 80 kgf/m².

3) No meio da altura de um reservatório de 500 m³ a pressão hidrostática é de 3500 kgf/m².

5.3.8 Não deve ser considerada a variação de temperatura, pois o local mais preocupante, quanto ao diferencial de temperatura, ocorre na junta do costado com o

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 11/43

fundo, na situação em que o reservatório esteja vazio, sendo que o costado aquece mais do que o fundo.

No entanto a solda especificada para esta junção, devido aos esforços hidrostáticos no primeiro anel, são suficientes para absorver os esforços resultantes do diferencial de temperatura. Estando o reservatório cheio não ocorrerá o diferencial de temperatura e, portanto, os dois esforços não se sobrepõem.

5.4 Projeto do fundo

5.4.1 O fundo deverá ser sempre projetado com um caimento mínimo de 1,5% em direção à bacia de drenagem.

5.4.1.1 As bacias e os drenos de fundo devem ser projetados conforme Projetos padrão COPASA.

5.4.2 Quando o dreno for projetado para instalação abaixo da chapa do fundo, a sua colocação deve ser simultânea com a execução da fundação, a fim de se evitar danos posteriores.

Nota: Lembramos que a COPASA MG só aceita a opção da execução do dreno próximo ao costado.

5.4.3 A espessura mínima para as chapas do fundo deve ser 6,3 mm, incluída a sobresspessura de corrosão.

5.4.4 Para qualquer diâmetro objeto desta especificação, a distribuição das chapas do fundo pode ter uma das duas distribuições mostradas nos Projetos padrão COPASA MG.

5.4.4.1 Nos reservatórios maiores o fornecedor deverá estudar mais detidamente o uso da distribuição, adotando-se chapas anulares mostrada na norma NBR 7821, devido às altas tensões que são transmitidas ao fundo pelo primeiro anel do costado.

5.4.4.2 Em qualquer distribuição adotada as soldas de emenda das chapas do fundo nesta região exigirão cuidados especiais.

5.4.5 As chapas devem ter uma largura mínima de 1200 mm e o comprimento deve ser decidido de tal forma, que as juntas formadas por três chapas devem estar distanciadas de no mínimo, 300 mm uma da outra e, no mínimo, 300 mm do costado.

5.4.5.1 Todas as chapas devem ser de bordas aparadas e devem vir preparadas da fábrica para a montagem de campo.

5.4.6 Admitem-se juntas de topo com mata junta, juntas com chapas sobrepostas ou mistas isto são soldas transversais com mata junta e solda longitudinal sobrepostas.

5.4.6.1 No caso de juntas sobrepostas entre três chapas o soldador deve ser orientado para rebater a chapa, que se sobrepõe durante o aquecimento da soldagem, para obter um ajuste melhor entre as chapas.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	12/43

5.4.6.2 Todas as juntas deverão ser soldadas com, no mínimo, dois passes de solda e conforme critérios, definidos no item 8.2.

5.4.7 Ao se adotar chapas anulares com solda de topo e mata junta, o apoio do primeiro anel do costado se faz nivelado no fundo e a solda entre este e o costado não terá problema.

5.4.7.1 Se a junta das chapas do fundo são sobrepostas, o ressalto deverá ser eliminado, para se obter o nivelamento entre o fundo e a borda inferior do costado, antes da execução da solda.

Nota: É terminantemente proibido fazer o enchimento do desnível com solda.

5.4.8 Todas as sobreposições das chapas do fundo devem ser feitas no sentido do melhor escoamento em direção à bacia de drenagem.

5.5 Projeto do costado

5.5.1 Adotar os critérios definidos nos itens 5.1 e 5.5.7. Todas as chapas devem estar perfeitamente esquadrejadas antes da calandragem. Após a calandragem deve-se verificar o esquadreamento da cambota.

5.5.2 O alinhamento das chapas do costado deve ser feita pela face interna.

5.5.3 Todas as soldas nas chapas do costado devem ser de topo, pelos dois lados, e as soldas verticais são juntas qualificadas e de penetração total.

5.5.3.1 A abertura do chanfro (bisel) assimétrica em V ou U de qualquer junta de topo pode ser dirigida para o lado interno ou externo do costado, a critério do montador.

5.5.3.2 A qualificação dos procedimentos de soldagem e de soldadores para as juntas verticais devem estar de acordo com os itens 8.2 e 8.3.

5.5.4 As juntas verticais de dois anéis adjacentes não podem ser alinhadas e devem estar afastadas de pelo menos 1/3 do comprimento de cada chapa, admitindo-se um afastamento mínimo de 300 mm nas chapas de fechamento de cada anel, devendo-se evitar, que essas juntas verticais acumulem-se numa mesma região do costado;

5.5.5 A cantoneira de reforço da borda superior do costado nos reservatórios de teto suportado deve ser L 64 x 64 x 6.4 de topo e pode ser soldada de topo ou sobreposta ao último anel do costado e deve ter preferencialmente a aba horizontal voltada para fora.

Nota: A calandragem com esta orientação evita o enrugamento da aba horizontal, o que pode ocorrer, quando ela está voltada para dentro.

5.5.6 As cargas originadas de ligações permanentes ao costado, tais como plataformas, escadas, suportes de tubulações, devem ser distribuídas no costado por meio de perfis laminados ou compostos, dispostos horizontalmente e nervuras verticais.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matricula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 13/43

A solda destes elementos de reforço deve estar afastada no mínimo de 300 mm, de qualquer junta soldada, vertical ou horizontal, do costado ou de soldas de bocais.

5.5.7 O cálculo da espessura de cada anel deve ser feito, adotando-se a fórmula abaixo:

$$e = 0,04 D (H - 0,3) + 2,0$$

e = espessura em mm;

D = Diâmetro em m;

H = Altura em m.

Notas: 1) Esta é a fórmula definida pela Norma NBR 7821 da ABNT na qual acrescentamos 2,0 mm de sobresspessura para corrosão;

2) Para outras definições dos critérios de cálculo adotar também a NBR 7821.

5.5.7.1 A espessura mínima a adotar nos anéis do costado deve ser definida pelo fabricante, baseando-se no critério de cálculo definido no item 5.5.7, observando a espessura mínima de 4,75 mm.

5.5.7.2 O primeiro anel, em contato com o fundo, deverá ter sempre a espessura mínima de 6,3 mm. Para os outros anéis admitem-se espessuras menores, desde que sejam garantidas as tolerâncias desta especificação.

5.5.8 Todos os reservatórios terão no mínimo as seguintes aberturas no costado: 1 (uma) boca de visita, 1 (um) bocal de entrada d'água, 1 (um) bocal de saída d'água, 1(um) bocal extravasor, 1(um) bocal para o dreno do fundo.

5.5.8.1 Admite-se a bacia de drenagem próxima ao costado e com o dreno sob a chapa de fundo. Nestas condições a bacia de drenagem e o tubo de dreno deverão ser envelopados com concreto para proteção contra corrosão e absorção das deformações da base (recalques). O dreno deverá passar livremente pelo anel de concreto da base;

5.5.8.2 Os reforços das aberturas devem atender aos critérios:

- a) Todas as aberturas no costado com diâmetros maiores que 63 mm deverão ser reforçadas;
- b) A área mínima da seção transversal do reforço não será inferior ao produto do diâmetro medido na vertical do furo aberto no costado, pela espessura da chapa do costado;
- c) A sobresspessura resultante da diferença entre a espessura adotada e a espessura de cálculo pode ser considerada como reforço da abertura;
- d) As soldas da chapa de reforço devem ser calculadas para a totalidade dos esforços atuantes na abertura do costado;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 14/43

- e) Devem ser evitadas coincidências de soldas de qualquer abertura com soldas do costado;
- f) Para uma conceituação mais extensa o projetista deve consultar a Norma NBR 7821 da ABNT.

5.5.8.3 O diâmetro e localização das aberturas serão definidos pela COPASA MG e deverão ser construídas conforme Projetos padrão COPASA MG.

5.5.8.4 Sugere-se que o extravasor seja projetado em forma de joelho, no qual a abertura interna esteja na horizontal e nivelada com a borda inferior da cantoneira de reforço da borda do costado, pois, quando se coloca o extravasor reto na horizontal, o volume do reservatório fica definido pela geratriz inferior deste.

5.6 Projeto do teto

5.6.1 Os tetos dos reservatórios podem ser cônicos suportado, autoportante ou em forma de abóboda, conforme definido em 3.15 a 3.17.

5.6.2 A deformação elástica máxima (flecha máxima admissível) é de 1/200 do vão com as cargas combinadas, isto é; para a carga permanente devido ao peso próprio mais as cargas definidas no item 5.3. Esta deformação máxima vale tanto para o conjunto como para cada elemento isolado.

5.6.3 As chapas do teto devem ter uma espessura mínima de 4,75 mm. Nesta espessura está considerada uma sobresspessura de corrosão de 2,0 mm.

5.6.4 A inclinação do teto cônico suportado deve estar compreendida entre o mínimo de 15% e o máximo de 25%.

5.6.4.1 A estrutura portante será constituída de vigas radiais, com ou sem vigas poligonais e uma coluna central.

5.6.4.1.1 Esta estrutura deverá ser calculada e projetada conforme critérios da NBR 8800 se forem adotados perfis conformados a frio.

Nota: Quando o cálculo da estrutura do teto determinar a utilização de perfis "C" ou "U" com a calha voltada para baixo ou para cima, adotar sempre a calha voltada para baixo ou substituir por perfis de seções diferentes ["I", "H" (montado com a alma na posição vertical), "T", ou outro], que permitam acesso para pintura e não propiciem o acúmulo e a retenção de umidade.

5.6.4.1.2 A espessura mínima para qualquer um destes elementos deverá ser 4,75 mm.

5.6.4.2 As vigas radiais devem ser espaçadas de forma que, no costado, seus centros não estejam espaçados mais do que 2,5 m medidos ao longo da circunferência do reservatório.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 15/43

5.6.4.3 A espessura mínima especificada no item 5.6.3 deverá ter as tensões e deformações verificadas para os espaçamentos adotados do vigamento.

5.6.4.4 As juntas podem ser de topo ou sobrepostas. As juntas de topo podem ou não coincidir com as vigas da estrutura, que funcionam neste caso como mata-junta.

5.5.4.5 As chapas do teto deverão ser soldadas à cantoneira de reforço com solda de filete em todo o contorno.

5.6.4.6 Todas as chapas, que formarão o teto cônico, deverão ser pré-formadas e recortadas na fábrica antes de serem enviadas para o campo.

5.6.4.6.1 O projeto deverá detalhar para fabricação todos os segmentos, que comporão o teto, com dimensões iguais ou múltiplas do espaçamento das vigas da estrutura.

5.6.4.7 As colunas deverão ser tubulares de seção circular.

5.6.4.7.1 A base da coluna deverá estar livremente apoiada na chapa de reforço (espessura mínima de 16,0 mm) soldada no fundo e sua dimensão deverá ser calculada para não transmitir à fundação do reservatório uma pressão superior a 1,0 kgf/cm²

5.6.5 A inclinação do teto autoportante deve estar compreendida entre o mínimo de 15% e o máximo de 30%.

5.6.5.1 O critério para definição da inclinação deverá ser estrutural, devendo-se mantê-la igual ou próxima do limite inferior por razões de comodidade de acesso para manutenção.

5.6.5.2 A espessura especificada no item 5.6.3 deve ser verificada para esta concepção estrutural.

5.6.5.3 Os tetos autoportantes podem ser reforçados, interna ou externamente, por meio de perfis soldados, sendo que os reforços externos não devem impedir a perfeita drenagem das águas pluviais.

5.6.5.4 Todas as juntas serão de topo com solda em ambos os lados ou com mata junta.

5.6.5.4.1 O teto autoportante deverá ser soldado à cantoneira de reforço da borda do costado com solda de filete em todo o contorno.

5.6.5.5 Todas as chapas, que formarão o teto autoportante (cônico, abóbada ou gomos), deverão ser pré-formadas e recortadas na fábrica, para composição total ou parcial no campo.

5.6.5.6 O projeto deverá detalhar para fabricação todos os segmentos que compõem o teto.

5.6.5.6.1 Os segmentos deverão ser detalhados a partir de chapas com largura mínima de 1200 mm.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 16/43

5.6.6 Todos os reservatórios terão, no mínimo, as seguintes aberturas no teto:

- a) 1 (uma) boca de visita;
- b) 4 (quatro) suspiros.

5.6.6.1 A boca de visita do teto deve estar de acordo com os projetos padrão COPASA MG.

5.6.6.2 Nos tetos cônicos autoportantes a chapa de reforço deverá ser dimensionada de tal forma, que a área mínima da seção transversal do reforço, não seja inferior ao produto do diâmetro do furo aberto pela espessura da chapa do teto calculada.

5.6.6.3 Os suspiros deverão ser dimensionados a partir das vazões de enchimento e esvaziamento fornecidos pela COPASA, ou supondo ruptura simultânea das tubulações de saída e drenagem do reservatório.

5.6.6.3.1 Se o dimensionamento levar a seções inferiores às seções especificadas no item 5.6.6 deve-se manter as quantidades e diâmetros especificados.

5.7 Projeto das bases e fundações

As instruções, para projeto das fundações dos reservatórios, não fazem parte desta especificação. No entanto deverão ser considerados alguns itens no projeto das bases e fundações dos reservatórios. Para considerações mais detalhadas sobre fundações, consultar a Norma NBR 7821.

5.7.1 A carga, a ser considerada para o projeto das fundações, deve ser a resultante da soma das seguintes cargas:

- a) Peso próprio do reservatório;
- b) Cargas adicionais prevista nesta especificação;
- c) Peso da água.

5.7.2 Esta especificação admite o uso dos seguintes tipos de base:

- a) Base com anel periférico de concreto;
- b) Anel em fundação sobre estacas e centro de terra compactada;
- c) Anel em fundação direta e centro de terra compactada;
- d) Laje integral de concreto armado sobre terra compactada ou sobre estacas.

5.7.3 O recalque esperado, após o teste hidrostático, deve obedecer as prescrições a seguir:

- a) Recalque absoluto
 - Recalque máximo absoluto em qualquer ponto da periferia = 200 mm.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 17/43

b) Recalque diferencial 1

- Recalque diferencial máximo entre dois pontos da periferia = 25 mm em 9000 mm (medido ao longo do perímetro).

c) Recalque diferencial 2

- Recalque diferencial máximo entre dois pontos quaisquer da periferia = 38 mm.

d) Recalque diferencial 3

- Recalque diferencial máximo entre qualquer ponto da periferia (sob o costado do reservatório) e um ponto interno a 1150 mm de distancia (medida ao longo do raio) = 50 mm.

e) Declividade do fundo

- O recalque em qualquer ponto da parte central da base deve ser tal que mantenha a declividade estabelecida para o fundo.

6 Condições Específicas de Fabricação

6.1 Qualificação

6.1.1 Se o fornecedor tem procedimentos de fabricação próprios, desenvolvidos em conformidade com a Norma NBR ISO 9001, ele deve apresentá-los a COPASA MG, para avaliação.

6.1.1.1 Se os procedimentos estiverem de acordo com estas especificações, eles passarão a fazer parte da documentação do fornecimento.

6.2 Aprovação pela COPASA MG

6.2.1 Antes do início do processo de fabricação, o fornecedor deve estar com todos os documentos aprovados pela COPASA MG.

6.2.1.1 Os desenhos de projeto e detalhamento deverão seguir os padrões fixados nesta Norma.

6.2.1.2 A aprovação pela COPASA MG de qualquer documento, não exime o fornecedor de nenhuma responsabilidade técnica ou civil inerentes ao fornecimento.

6.2.1.3 No caso de discrepâncias entre os desenhos e esta Norma, prevalecem as especificações desta.

6.3 Suprimento

6.3.1 Chapas, perfis laminados, parafusos, etc, devem estar acompanhados dos Certificados de Usina (para chapas e perfis) e certificados dos fornecedores, garantindo a qualidade dos materiais especificados no projeto.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019

Notas: 1) Todas as chapas devem ser previamente identificadas por meio de punção em suas extremidades no ato do recebimento do material. Esta identificação deve conter no mínimo o nº do certificado do fabricante ou o nº da corrida do material.

2) As notas fiscais das chapas devem constar o número do certificado de qualidade do fabricante, ou o certificado de qualidade do fabricante deve conter o número da nota fiscal.

6.3.2 A substituição de materiais especificados no projeto por outros equivalentes pode ocorrer, desde que aprovado pela COPASA MG, devendo estar documentada através de revisão apropriada dos desenhos, a qual poderá ser contestada.

6.3.3 Se a COPASA MG julgar necessário, poderá solicitar do fornecedor os Relatórios de Ensaio feitos pela Usina, ou por órgão qualificado.

6.3.4 Materiais de estoque do fabricante podem ser utilizados, desde que acompanhados dos Certificados de Usina e devidamente identificados conforme nota do item 6.3.1, os quais devem fazer parte do Sistema de Rastreamento de Materiais do fabricante.

6.3.5 Materiais, que não estejam perfeitamente identificados e documentados, não podem fazer parte do fornecimento, a menos que sejam realizados todos os testes e ensaios de qualificação do material e emitida a documentação correspondente, por instituição reconhecida.

6.4 Preparação dos materiais

6.4.1 Cortes por meios térmicos devem ser feitos com equipamentos automáticos.

6.4.1.1 As bordas destinadas a receber material de solda, não deverão ter entalhes ou depressões maiores que 3,0 mm.

6.4.2 É permitido corte com tesouras, desde que as chapas tenham espessura menor que 9.5 mm;

6.4.3 Chanfros das bordas das chapas podem ser feitos por meio térmicos ou abrasão.

6.4.3.1 O chanfro executado de fábrica deverá sempre estar de acordo com o montador. (ver item 5.5.3.1).

6.5 Tolerâncias dimensionais das chapas do costado:

a) De espessura conforme ASTM A-6;

b) De comprimento = ± 3 mm;

c) De largura = ± 3 mm medida em qualquer ponto, sendo que a diferença máxima entre quaisquer duas medições não pode ser maior que 4,0 mm;

- d) De esquadreamento = 4,0 mm (máximo).de diferença entre diagonais de uma mesma chapa antes da calandragem;
- e) Na calandragem - tomando-se um gabarito com a curvatura do costado e comprimento de 2 m de corda, as aberturas máximas entre o gabarito e a chapa podem ser:
- 1) Dentro de 1 m a partir das extremidades da chapa (medidos na corda da chapa) = 3 mm;
 - 2) Entre os limites acima = 6 mm.
- a) Na flecha medida no sentido vertical das chapas, até 5 mm/m, sendo que a diferença máxima entre quaisquer duas medições não pode ser maior que 6 mm.

6.6 Desempeno de chapas

6.6.1 Havendo necessidade de desempenar o material, esta operação deve ser executada por prensagem ou outros métodos não prejudiciais aos mesmos.

6.6.1.1 Admite-se o desempeno por aquecimento controlado, isto é, a temperatura da área aquecida, medida por giz térmico ou outros meios aprovados, não deve ser superior a 650°C.

6.6.2 A presença de mossas resultantes de impactos ou martelamento podem dar origem à recusa da chapa.

6.7 Pintura de fábrica

6.7.1 Todos os materiais, após preparação, deverão receber uma demão de tinta de fábrica (shop primer). Antes da aplicação do shop primer as superfícies deverão estar preparadas, conforme item 10 desta Norma.

6.7.2 Como esta pintura é temporária e só protege o aço por curto período de exposição em condições atmosféricas normais, o fornecedor deve executá-la somente após programação detalhada da montagem do reservatório.

6.7.3 A execução desta pintura nas juntas verticais do costado deverá ser decidida com o profissional que fará a qualificação dos procedimentos de soldagem, para se decidir sobre o uso de pintura ou de verniz protetor da junta.

6.8 Soldagem de fábrica

6.8.1 As soldas de fábrica irão se resumir às bocas de visita, bocais e outros acessórios.

6.8.1.1 As soldas de fabrica devem ser executadas de acordo com item 8 desta Norma.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 20/43

6.9 Sequencia de fabricação

6.9.1 As peças do reservatório deverão ser enviadas para obra numa sequência, tal que, permita um desempenho eficiente da montagem, conforme descrito abaixo:

- a) Todas as chapas do fundo, bacia de drenagem, dreno;
- b) Todas as chapas do primeiro e segundo anéis do costado (o primeiro anel não pode ser soldado sem que o segundo esteja montado);
- c) Todas as chapas do terceiro e quarto anéis e assim sucessivamente (sempre aos pares);
- d) Escadas de marinheiro;
- e) Estrutura de sustentação do teto;
- f) Todas as chapas do teto;
- g) Bocas de visita, bocais e reforços do costado e do teto;
- h) Guarda-corpo e corrimãos do teto.

6.9.2 As marcas de montagem deverão ser aplicadas às peças por pintura ou outro meio adequado, mantendo-se integralmente as designações definidas pelo projeto.

6.10 Armazenamento dos materiais

6.10.1 Chapas planas e perfis devem ser armazenados sobre apoios de madeira, nivelados e com espaçamento e empilhamento máximo adequado, para evitar deformações.

6.10.1.1 Devem estar no mínimo 10 cm acima do nível do solo.

6.10.2 As chapas calandradas, quando deitadas, devem ser armazenadas sobre berços, que tenham a mesma curvatura das chapas e estes berços podem ser fabricados de madeira ou com as sobras recortadas de chapa.

6.10.2.1 Podem também ser armazenadas na vertical.

Nota: Em qualquer caso devem estar no mínimo 10 cm acima do nível do solo.

6.10.3 Flanges, bocais, luvas, parafusos, porcas e arruelas e demais peças pequenas devem ser armazenadas em caixotes, e em locais secos e abrigados.

6.11 Manuseio, embarque, acondicionamento e desembarque das peças

6.11.1 O manuseio deve ser feito com equipamentos e dispositivos adequados, a fim de que as peças preparadas não sejam danificadas e que não se deformem.

6.11.1.1 As cambotas do costado devem, preferencialmente, ser manuseadas na vertical por meio de garras.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USD
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	21/43

6.11.1.2 As chapas planas do fundo ou do teto devem ser manuseadas por meio de balancins com comprimentos compatíveis com o comprimento das chapas.

6.11.2 O veículo de transporte deve ser escolhido, levando-se em conta o acesso ao local, onde serão desembarcadas as peças.

6.11.3 Os cuidados no desembarque devem seguir os mesmos critérios do item 6.11.1, com mais atenção, pois peças danificadas na obra não dispõem dos recursos de reparo da fábrica.

6.11.4 O acondicionamento, para transporte das chapas calandradas, deve ser sobre berços de madeira ou metálicos, que tenham a mesma curvatura das chapas.

6.12 Lista de embarque (romaneios)

6.12.1 Todo embarque de peças para a obra deve ser acompanhado de romaneios de expedição.

6.12.2 O encarregado da montagem deve conferir o recebimento e qualquer distorção deve ser imediatamente comunicado à fábrica, para que não haja descontinuidade na montagem.

6.12.3 Os pagamentos pela COPASA MG vinculados à fabricação só serão liberados mediante a apresentação do LIM (Laudo de Inspeção de Material) autenticados pelo Inspetor da COPASA MG.

7 Condições Específicas de Montagem de Campo

7.1 Desembarque e armazenamento das peças

7.1.1 A obra deve dispor de equipamento adequado para o desembarque seguro das peças.

7.1.2 As peças devem ser armazenadas com os mesmos cuidados definidos no armazenamento de fábrica e devem ser estocadas numa sequência adequada à montagem de forma que se evite manuseio desnecessário.

7.2 Verificação da base

7.2.1 A orientação e elevação da base devem ser conforme definido no projeto da fundação.

7.2.2 Na existência de marcos topográficos de referência estes devem ser utilizados para conferência dos dados necessários à montagem.

7.2.3 O nivelamento, a orientação e a elevação da base devem estar marcados de modo visível, na própria base.

7.2.4 As tolerâncias na base devem acompanhar as orientações a seguir:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USD
Matrícula 29019

a) Nivelamento:

- 3 mm em qualquer arco de 9 m. A diferença de nível entre dois pontos quaisquer da periferia deve ser igual ou menor que 6 mm.

b) Diâmetro da base:

- A tolerância no raio deve ser igual ou menor que 12 mm medidos a cada 10 m ou a cada 30° (o menor dos dois).

c) Largura do anel de concreto:

- A largura da base deve ser conferida, no mínimo, a cada 10 m ou 30° (o menor dos dois) ao longo do perímetro da base. Somente são aceitáveis larguras iguais ou maiores que os valores de projeto.

d) Bacias de drenagem e drenos:

- Os locais previstos para as bacias de drenagem e drenos (quando estes são abaixo da chapa do fundo) devem ser verificados de acordo com as dimensões do projeto do reservatório;
- Conicidade ou folgas acima de 10 mm na superfície do fundo devem ser corrigidas antes do início da montagem das chapas do fundo.

7.3 Montagem e solda do fundo

7.3.1 Quando as juntas forem sobrepostas, as chapas devem ser montadas no sentido da melhor drenagem.

7.3.1.1 As chapas devem ser somente ponteadas entre si, deixando-as livres para movimentar devido ao aquecimento da soldagem definitiva.

7.3.2 Transferir para as chapas do fundo os eixos da base do reservatório, para identificação do ponto central;

7.3.2.1 Traçar, sobre a superfície do fundo as circunferências interna e externa do costado.

7.3.2.2 Executar a solda das chapas externas do fundo.

7.3.2.3 Pontear "topadores" na parte interna da circunferência em todo o perímetro, de modo que na montagem do primeiro anel, eles sirvam de esbarro no posicionamento das chapas do anel.

7.3.3 As soldas entre o costado e o fundo devem ser feitas após a soldagem das soldas verticais do primeiro anel, preferencialmente após a montagem do segundo anel e antes da soldagem das chapas centrais do fundo com as chapas anulares (se existirem) ou com as chapas externas.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 23/43

7.3.3.1 A primeira solda com o costado a ser feita é a interna, fazendo-se a externa após o teste da primeira.

7.3.4 A seguir procede-se à soldagem do restante das chapas, preferencialmente, de dentro para fora e primeiramente as longitudinais de tal forma que a contração das chapas, devido à soldagem, não transmita tensões para o costado.

7.3.5 A sequência exposta nos itens acima não é impositiva, podendo o montador, estabelecer outra sequência resultante de sua experiência, a qual deve ser submetida à aprovação da COPASA MG.

Nota: Em qualquer caso a responsabilidade final pela qualidade do equipamento é do fornecedor.

7.3.6 O reforço da base da coluna e a bacia de drenagem devem ser executados conforme o projeto específico.

7.4 Montagem e solda do costado

7.4.1 A distribuição das chapas do primeiro anel deve basear-se na orientação dos eixos da boca de visita e dos bocais, para que em nenhum caso, as aberturas e seus reforços coincidam com as soldas do costado. Por isso é recomendável montar-se primeiro a chapa da boca de visita.

7.4.2 As chapas do primeiro anel podem ser posicionadas, ponteando-as nos esbarros de montagem e por meio de atracadores (chapas de atração), que puxam uma chapa contra a outra, até que os afastamentos nas juntas estejam corretos e as chapas alinhadas.

7.4.3 As juntas verticais devem ser cuidadosamente ajustadas e mantidas na posição durante a soldagem.

Notas:1) O desalinhamento dessas juntas concluídas não devem exceder 10% da espessura da chapa e limitado a 2 mm.

2) Todas as juntas verticais devem ser ajustadas, menos uma (a de fechamento), a qual só será ajustada após execução de todas as soldas verticais.

7.4.4 Nas juntas horizontais, já concluídas, a chapa superior não deve projetar-se além da chapa inferior, mais do que 20% da sua espessura limitado ao máximo de 2 mm.

7.4.4.1 É recomendável que seja montado o segundo anel, executando todos os seus ajustes e fixações provisórias antes de se iniciar qualquer soldagem definitiva.

7.4.5 Todas as soldas verticais do primeiro anel devem ser as primeiras a serem executadas.

7.4.5.1 Deve ser executada primeiramente a solda vertical externa do reservatório; a seguir, após a limpeza de raiz com lixadeira, executa-se a solda do lado interno.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 24/43

7.4.5.1.1 Conferido o diâmetro, deve ser feito o ajuste da junta de fechamento e executada sua solda.

7.4.6 Logo a seguir executar a solda entre o costado e o fundo.

7.4.7 Sucessivamente monta-se o terceiro anel, executa-se a solda vertical do segundo (a solda vertical de fechamento só deve ser executada após o ajuste da junta horizontal) e a solda horizontal do primeiro com o segundo anel.

7.4.7.1 Esta sequência deve ser seguida até o final, isto é, sempre com um anel superior montado antes da execução das soldas; resumidamente, deve-se sempre executar todas as soldas verticais menos uma (a do fechamento) e passa-se ao ajuste da junta horizontal;

Nota: A solda da junta vertical de fechamento só deve ser feita após ajustagem da junta horizontal.

7.4.8 A sequência exposta nos itens anteriores não é impositiva, podendo o montador estabelecer outra sequência resultante de sua experiência, a qual deve ser submetida à aprovação da COPASA MG.

Nota: Em qualquer caso a responsabilidade final pela qualidade do equipamento é do fornecedor.

7.4.9 Não é permitido deixar a chaparia do costado incompleta (com alguma abertura) para facilitar a entrada de peças do teto ou da estrutura de sustentação do teto que serão montadas.

7.4.10 O montador deve utilizar todos os dispositivos de montagem necessários para impedir deformação durante a soldagem.

7.4.11 A circularidade deve ser medida em cada anel do costado antes da montagem do anel seguinte.

7.4.11.1 O anel não deve estar travado com espigas ou outros dispositivos estruturais temporários, que possam restringir deformações e interferir com o valor do raio.

7.4.11.2 Os raios devem ser medidos em um plano horizontal situado 300 mm acima da junta horizontal soldada inferior de cada anel, obedecendo as tolerâncias fixadas no item 11.3 desta Norma.

7.4.11.3 O nivelamento do topo de cada anel deve ser tal, que apresente um desnível máximo de 3 mm para pontos consecutivos distantes 2 m um do outro, ao longo do perímetro e com um máximo de 6 mm para pontos não consecutivos.

Nota: O procedimento de medição deve ser aprovado pela COPASA MG.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	25/43

7.4.12 A fim de impedir que deformações ou desnivelamentos se propaguem para os anéis seguintes, deve-se providenciar correções, que só poderão ser executadas após a apresentação de procedimentos de reparo.

7.4.13 A cantoneira de topo pode ser soldada de topo ou sobreposta ao último anel do costado.

7.4.13.1 Os segmentos devem ser posicionados e emendados antes da soldagem com o costado.

7.4.13.2 As tolerâncias de circularidade e nivelamento devem ser as mesmas estabelecidas para os anéis do costado.

7.4.13.3 A sequência de soldagem deve ser tão criteriosa quanto para as soldas horizontais dos anéis, a fim de serem evitadas contrações excessivas.

7.4.14 As chapas dos reforços devem vir para a obra já preparadas de fábrica (pré-formadas e com chanfros).

7.4.14.1 Para execução das aberturas do costado devem ser usadas as chapas de reforço como gabarito de marcação.

Nota: Essas aberturas podem ser feitas com maçarico.

7.4.14.2 As bordas destinadas a receber material de solda não poderão ter entalhes ou depressões maiores que 3,0 mm.

7.4.14.3 As soldas devem ser executadas conforme detalhe do projeto.

7.5 Montagem e solda do teto

7.5.1 Nos tetos sustentados, as colunas devem ser projetadas para entrar pela boca de visita do costado, sem danificá-la.

7.5.1.1 O costado pode ser utilizado para o içamento da coluna, que depois de aprumada deve ser estaiada e então, executados os ajustes na base.

7.5.1.2 Emendas nos perfis das colunas só são permitidas quando previsto no projeto.

7.5.1.3 Após o teste hidrostático, se houve recalque, a coluna deve receber calços ou suportes adicionais, para recuperar seu nível relativo original;

Nota: Sem esta providência a estrutura do teto ficará submetida a esforços adicionais de recalque não previstos no dimensionamento.

7.5.2 Antes do início da montagem das chapas deve-se inspecionar visualmente a flecha vertical das vigas, sendo que a tolerância é de 2 mm/m de comprimento e, no máximo, de 10 mm;

Nota: A correção deve ser feita, se houver deformação acima do permitido.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	26/43

7.5.3 As chapas devem ser distribuídas segundo o critério da melhor drenagem.

7.5.3.1 A sequência de soldagem deve ser semelhante à fixada para o fundo, isto é, primeiro executa-se a solda das chapas externas com a cantoneira do topo e a seguir passa-se à soldagem do restante das chapas preferencialmente do centro para as bordas.

7.5.3.2 Deve-se observar se as chapas estão “descolando” das vigas, isto indica uma sequência inadequada e deve ser corrigida.

7.5.3.3 Esta sequência deve ser decidida pelo montador baseada na sua experiência.

7.5.4 As aberturas devem ser executadas conforme previsto no projeto.

7.5.4.1 Deve-se, previamente, transferir para a face superior do teto a posição das vigas na região da abertura, para evitar o risco de danificá-la durante o corte com maçarico.

7.5.4.2 Conforme feito com o costado, a montagem deve utilizar a chapa de reforço como gabarito para marcação do corte.

7.5.4.3 O projeto deve desenvolver um detalhe, tal que seja necessário a solda do pescoço somente pela parte externa.

7.6 Montagem e solda dos acessórios

7.6.1 A montagem e solda dos corrimãos e escadas de marinho devem ser executadas conforme os projetos padrão COPASA MG.

7.7 Montagem de tetos autoportantes

7.7.1 A montagem de tetos autoportantes deve seguir critérios previamente definidos de fabricação de oficina e de montagem.

7.7.1.1 O projeto de teto autoportante, que não puder ser transportado inteiro, deve contemplar preferencialmente, os seguintes critérios:

- a) Soldá-lo totalmente na oficina
- b) Travá-lo;
- c) Cortá-lo em partes com larguras transportáveis.

Nota: Desta forma facilita-se o trabalho de campo que terá somente de içar as partes e soldá-las entre si e na cantoneira de topo.

7.7.1.2 Se forem enviados gomos para a obra eles devem, preferencialmente, ser soldados no chão, para compor o teto inteiro ou partes tão grandes quanto possível.

7.7.1.3 O teto inteiro deve ser içado para o topo do costado e ajustado na cantoneira, executando o ponteamto de solda de segurança.

7.7.1.4 Se forem içadas partes utilizar escoramentos desmontáveis para recebê-las, e:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019

- a) Proceder ao ajuste das juntas antes do início da soldagem;
- b) A primeira solda a ser executada é a solda com a cantoneira do topo;
- c) Deixar sem solda, no mínimo 300 mm em cada extremidade do gomo;
- d) Após execução desta solda passa-se à soldagem dos gomos entre si, do centro para as extremidades;
- e) Executar o fechamento final da solda do teto com a cantoneira do topo.

Nota: Os escoramentos desmontáveis devem ser retirados pela boca de visita.

8 Condições Específicas de Soldagem

8.1 Processos de soldagem

8.1.1 Os reservatórios e suas estruturas podem ser soldados pelos processos de solda a arco elétrico com eletrodo revestido, a arco submerso ou a arco elétrico com proteção gasosa.

8.1.1.1 A soldagem pode ser manual, automática ou semiautomática de acordo com os procedimentos de soldagem e executada por soldadores ou por operadores qualificados.

8.1.2 As soldas não devem ser executadas, quando:

- a) As partes estiverem molhadas;
- b) Sob ação de ventos fortes;
- c) Quando a temperatura do meio ambiente for igual ou menor que 0°C.

8.1.3 A obra deve ser equipada de estufa, que disponha de meio de aquecimento, para manter a temperatura interna 5°C acima da temperatura ambiente e nunca abaixo de 20°C, para armazenamento de eletrodos e outros consumíveis.

8.1.3.1 A necessidade de estufas para secagem de eletrodos, que exigem temperaturas até 400°C deve ser decidida pelo fornecedor em função das condições locais da obra.

8.1.3.2 Cada soldador deve dispor de porta eletrodo adequado, para manter a secagem dos eletrodos revestidos.

8.1.4 Preferencialmente deve ser mantida a marca comercial do consumível, com o qual se estabeleceu o Procedimento de Soldagem.

8.1.4.1 Quando, por qualquer razão, a marca comercial for mudada, deve-se necessariamente manter a mesma classificação, isto é, o limite de resistência do metal depositado deve ser no mínimo igual ao limite de resistência especificado para o metal de base e a especificação do projeto feita conforme ASME Seção II Parte C (eletrodo



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 28/43

revestido SFA 5.1 ou SFA 5.5) ou AWS (eletrodo revestido A5.1 ou A5.5 - E70XX ou compatível com o material utilizado) para metal de base aço carbono.

8.1.4.2 Para outras especificações de aço e processos de soldagem deve ser escolhido o consumível adequado.

8.2 Qualificação dos procedimentos de soldagem

8.2.1 Os procedimentos de soldagem para todas as juntas verticais do costado devem ser qualificados de acordo com as regras dadas na qualificação de solda definidas na Section IX - ASME Boiler and Pressure Vessel Code, mesmo que os aços da presente especificação não estejam na tabela Q-11.1 da Section IX do Código ASME.

8.2.2 O processo de soldagem deve ser qualificado em conformidade com o código ASME, Seção IX, onde devem ser realizados os ensaios de tração e dobramento. O limite mínimo de resistência à tração deve ser de 100% do metal base adotado.

8.2.2.1 Em qualquer caso o projetista tem a palavra final, podendo requerer qualificação mais rigorosa.

8.2.3 O procedimento de soldagem (PS) deve ser elaborado com base nas especificações do projeto, dos consumíveis, dos metais de base, de acordo com as condições reais que a obra receberá as juntas e com a experiência do executante.

8.2.3.2 O (PS) deve conter, no mínimo, todas as informações previstas nas respectivas normas aplicáveis, além de:

- a) Identificação da norma de qualificação;
- b) Croqui da junta e do chanfro;
- c) Croqui da sequência de passes;
- d) Marca comercial dos consumíveis.

8.2.3.3 O Procedimento de Soldagem (PS) deve ser elaborado e acompanhado por pessoal treinado e qualificado para esta atividade. O pessoal envolvido deve ser credenciado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal de Soldagem (SNQC) da Fundação Brasileira de Tecnologia em Soldagem (FBTS) no nível II (dois).

8.3 Qualificação de pessoal - soldador e operador de soldagem

8.3.1 Os soldadores e operadores de soldagem de juntas qualificadas devem ser testados conforme Section IX do código ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

8.3.2 Os documentos de qualificação devem ser elaborados para cada teste aprovado de cada soldador ou operador de soldagem. O CQS (Certificado de Qualificação de Soldadores e Operador de Soldagem) deve conter, no mínimo:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 29/43

- a) Nome do soldador ou operador de Soldagem;
- b) Código de identificação (sinete) do profissional;
- c) Identificação da Norma de qualificação;
- d) Identificação do procedimento de soldagem empregado;
- e) Processo de soldagem;
- f) Todas as variáveis essenciais com os valores efetivamente empregados na qualificação e os limites qualificados;
- g) Tipo de ensaios, exames e testes efetuados;
- h) Identificação e tipo dos corpos de prova utilizados;
- i) Resultado dos exames e testes;
- j) Identificação, data de emissão, nome da instituição emitente dos relatórios de registros dos ensaios, exames e testes efetuados.

8.3.3 O fornecedor deve manter uma (RQS) relação de qualificação de soldadores para cada norma de qualificação aplicável, na qual são transcritas a qualificação de um determinado soldador ou operador de soldagem. A RQS deve conter no mínimo:

- a) Identificação da Norma de qualificação;
- b) Identificação do profissional;
- c) Número do certificado de qualificação de soldador ou operador de soldagem;
- d) Todas as variáveis essenciais aplicáveis com as faixas qualificadas.

8.3.4 Cada junta qualificada vertical ou de chapas de reforço deve ser identificada através da estampagem, junto dela, do sinete de identificação do profissional que executou a solda.

8.3.5 Os Registros de Qualificação dos soldadores devem ter um prazo de validade de 01 (um) ano.

9 Condições Específicas para Testes

9.1 Testes a serem realizados

9.1.1 Todos os reservatórios deverão ser testados hidrosticamente após finalizados e instalados.

9.1.2 Todas as soldas do fundo deverão ser testadas quanto à estanqueidade com Câmara de Vácuo conforme item 9.2.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 30/43

9.1.3 As soldas internas do reservatório deverão ser testadas com líquido penetrante durante sua execução.

9.1.4 Todas as soldas de topo em chapas com espessura igual ou superior a 6,3 mm deverão ser testadas por meio do ensaio de Ultrassom.

9.1.5 Todos os ensaios deverão ser devidamente documentados, com assinatura do inspetor de qualidade responsável.

9.2 Teste do fundo do reservatório

9.2.1 Após a soldagem das chapas do fundo do reservatório, este deve ser testado pela aplicação de vácuo nas juntas, usando-se espuma de sabão, óleo de linhaça ou água + sabão + glicerina ou outro material adequado para indicação de vazamento.

9.2.2 O teste a vácuo pode ser apropriadamente executado com uma caixa metálica de teste (largura = 150 mm, comprimento = 750 mm) com uma tampa de vidro.

9.2.2.1 O fundo aberto deve ser selado contra a superfície do fundo com uma junta de espuma de borracha.

9.2.2.2 A caixa deve ter conexões, válvulas e manômetros adequados.

9.2.3 Para execução do teste recobre-se com solução de espuma de sabão ou com óleo de linhaça um trecho de aproximadamente 750 mm de cordão de solda e o vácuo deve então ser aplicado à caixa.

9.2.3.1 A presença de porosidade na solda é indicada pelo borbulhamento ou espuma produzida pelo ar succionado através da descontinuidade.

9.2.4 O vacuômetro instalado diretamente na caixa deverá registrar como valor mínimo o vácuo de 100 mm Hg (2,0 psi ou 141 kgf/cm²) durante um período de dois (2) minutos.

9.3 Teste hidrostático do costado

9.3.1 O fornecedor deverá elaborar procedimento para execução do teste hidrostático, para aprovação da COPASA MG.

9.3.2 Deverá ser verificada a disponibilidade de água doce (de preferência potável), para realização dos testes.

9.3.3 As condições de segurança do local deverão ser verificadas antes e durante a realização do teste.

9.3.4 Se alguma deformação estiver ocorrendo no costado durante a realização do teste, este deve ser interrompido para verificação.

9.3.5 Devem ser verificados possíveis vazamentos, que estejam ocorrendo no fundo e no costado. Os pontos devem ser identificados para correção.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 31/43

9.3.6 Devem estar disponíveis no local, equipamentos óticos de leitura de nível, bem como definidas as estações de posicionamento do aparelho, para controle de recalque do reservatório.

9.3.6.1 Este controle deve ser feito através de pinos de referência fixados à base do reservatório e ao fundo. Devem ser em número de quatro, no mínimo.

9.3.7 Em caso de vazamentos durante o teste hidrostático, o teste deve ser repetido, sem o controle de recalque da base, e verificados apenas os pontos reparados.

9.3.8 Antes da execução do teste hidrostático deve-se executar o grauteamento da junta entre o fundo e anel de concreto, utilizando-se produtos adequados para grauteamento e deixando espaços abertos para expulsão de água, que possa estar contida entre o fundo e a base.

9.3.8.1 Após o teste hidrostático deve ser feito o reparo no grauteamento nos pontos, que apresentarem danos e fechar os espaços deixados para saída de água.

9.3.9 A altura da coluna de água deve ultrapassar de 50 mm o topo da cantoneira de reforço da borda superior do costado.

9.3.9.1 O fornecedor deve providenciar flanges cegos para o extravasor, bem como para todos os outros bocais.

9.3.10 O enchimento do reservatório deve ser feito de forma controlada, para evitar que possa ocorrer ruptura na fundação.

9.3.10.1 Quando as condições do solo forem boas e os recalques dentro do esperado, o reservatório deve ser enchido até a metade (1/2 H), o mais rapidamente possível, dependendo da disponibilidade de bombeamento e de suprimento de água.

9.3.11 Em seguida ao meio enchimento referido no item 9.3.10.1 deve-se fazer as medidas dos pontos de referencia de nível, para se verificar se houve algum recalque exagerado ou desigual.

9.3.11.1 Em caso negativo o reservatório deve ser enchido até 3/4 H, quando então deverão ser feitas novas medições de níveis.

9.3.12 Desde que os recalques continuem por igual e dentro dos limites esperados, o reservatório poderá ser enchido até o final e novamente serem medidos os níveis.

9.3.12.1 A carga completa de água deverá ser mantida por 48 horas, no mínimo.

9.3.12.2 Este ensaio será realizado após a cura final do revestimento e liberação da pintura pelo Controle de Qualidade da COPASA MG.

9.3.13 Em terrenos fracos onde são esperados grandes recalques (da ordem de 20 cm) ou quando for possível a ocorrência de deslizamentos, a velocidade de enchimento não poderá ser mais do que 0,6 m por dia até o nível da água atingir cerca de 3,0m, quando

Caroline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	32/43

deverá ser interrompido o enchimento e anotadas, diariamente, as medições nos pontos de referência de nível para acompanhar a variação dos recalques com o tempo.

9.3.13.1 Quando o acréscimo diário dos recalques começar a diminuir pode-se prosseguir o enchimento do reservatório acrescentando a cada dia uma quantidade maior de água, desde que as medições de níveis mostrarem, que os recalques estão diminuindo a cada novo aumento de carga.

9.3.13.2 Quando o enchimento estiver próximo do final a admissão de água, deverá ser feita pela manhã, depois de uma primeira verificação dos níveis, para que se possa ter o dia inteiro para acompanhar os recalques e também a possibilidade de esvaziar o reservatório caso haja o acréscimo anormal nos recalques.

9.3.13.3 Nestes casos, o teste pode demorar bastante tempo e o fornecedor deverá estar avisado para providências no seu cronograma de entrega do reservatório.

9.4 Testes nos cordões de solda

9.4.1 Todas as soldas deverão ser inspecionadas por meio dos ensaios de visual, dimensional, líquido penetrante e ultrassom, sendo:

- a) Visual: 100% dos cordões de solda, internos e externos;
- b) Dimensional: verificação da altura da solda (com Calibre de Solda), e outras discontinuidades detectadas no ensaio visual;
- c) Líquido Penetrante: 100% cordões internos e em todos os cruzamentos externos. Nos cruzamentos externos o ensaio deve se estender por, no mínimo, 500 mm em todas as direções;
- d) Ultrassom: 100% nos cordões em chapas com espessura igual ou superior a 6,3 mm.

9.4.2 Sempre que um teste cobrir uma seção de junta refugada deverão ser executados novos testes adjacentes a fim de definir os limites do defeito.

9.4.2.1 Se os novos testes continuarem a demonstrar, que a junta soldada apresenta defeitos, outros tantos deverão ser executados, até que os referidos limites sejam perfeitamente definidos.

9.4.3 Trincas, poros ou outras discontinuidades da solda deverão ser eliminadas, retirando-se o cordão defeituoso em ambas as faces da junta e refazendo-se a solda.

9.4.3.1 O procedimento de reparo de uma junta, numa mesma região, só poderá ser realizado por 3 (três) vezes, após o que a junta é recusada e o fornecedor deverá repor totalmente o material da região defeituosa através de procedimento aprovado pela COPASA MG.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 33/43

9.4.4 Os testes poderão ser executados por equipes qualificadas do próprio fornecedor ou terceirizados com empresas habilitadas e com equipamentos adequados.

9.4.4.1 O executante dos testes deverá emitir Laudo Técnico qualificando as juntas inspecionadas, conforme projeto. Este Laudo Técnico deverá fazer parte do DATA BOOK.

10 Condições Específicas de Pintura/Sistema de Proteção Anticorrosiva

10.1 Pintura de fábrica (shop primer)

10.1.1 Se os materiais forem enviados para a obra com shop primer, esta pintura deverá ser removida apenas nas partes danificadas, antes da aplicação dos esquemas de pintura indicados nesta especificação.

10.1.1.1 Após remover as partes danificadas do shop primer deve-se aplicar a proteção anticorrosiva especificada.

10.1.2 Deve-se pintar a estrutura de sustentação do teto, antes da colocação das chapas do teto, assim como a área central das chapas na região, em que estarão assentadas sobre as vigas.

10.2 Cuidados e manuseio de tintas e componentes

10.2.1 Os locais para armazenamento de tintas, solventes e diluentes devem ser cobertos, bem ventilados, não sujeitos a calor excessivo, protegidos contra centelhas e raios diretos do sol.

10.2.1.1 O local deverá dispor de extintor de incêndio adequado para combater este tipo de fogo.

10.2.1.2 O empilhamento máximo dos recipientes deve ser de 20 (vinte) galões ou 5 (cinco) baldes.

10.2.1.3 O armazenamento deve ser feito de forma tal que possibilite a retirada, em primeiro lugar, do material mais antigo no depósito e que a movimentação seja feita de forma a evitar danos.

10.2.2 Toda tinta ou componente deve ser homogeneizado em seus recipientes originais, antes e durante a mistura e, na aplicação deve ser agitada frequentemente, a fim de manter o pigmento em suspensão.

10.2.2.1 A tinta ou componente não podem ser retirados de seus recipientes originais, antes que todo o pigmento sedimentado tenha se incorporado ao veículo.

Nota: Caso haja dificuldade na dispersão do pigmento sedimentado a tinta não deve ser utilizada.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 34/43

10.2.2.2 A tinta também não pode ser utilizada, caso se tenha formado nata, pele ou espessamento em lata recém-aberta, nem quando o seu tempo de vida útil ("pot life") tenha sido ultrapassado.

10.2.2.3 Tintas a dois ou mais componentes devem ter os mesmos homogeneizados separadamente e então misturados exatamente de acordo com os métodos e nas proporções recomendadas pelo fabricante.

10.2.2.4 A homogeneização, a mistura e a diluição só devem ser feitas por ocasião da aplicação.

10.2.3 As tintas a serem pulverizadas, se não tiverem sido formuladas especificamente para essa modalidade de aplicação, podem requerer diluição, quando por meio de ajustagem ou regulagem do equipamento de ar não for possível obter aplicação satisfatória.

Nota: Quando houver necessidade de diluição das tintas, para facilitar a aplicação deve ser usado o diluente especificado pelo fabricante da tinta, não devendo ser ultrapassada a quantidade máxima recomendada para cada método de aplicação.

10.2.3.1 Não pode ser adicionado diluente à tinta, depois desta ter sido diluída até a consistência correta.

10.2.3.2 A tinta não deve permanecer nos reservatórios dos pulverizadores ou nos baldes dos pintores, de um dia para o outro.

10.2.3.3 Nas tintas de dois componentes de cura química deve ser respeitado o tempo de indução e o tempo de vida útil após a mistura ("pot life"). Não é permitida a adição de secantes à tinta.

10.2.4 Toda a superfície, antes da aplicação de cada demão de tinta, deve ser limpa por meio de escova ou vassoura de pêlo, sopro de ar ou pano úmido, para remover a poeira.

10.2.5 Não deve ser feita nenhuma pintura, quando a temperatura ambiente for inferior a 5° C, nem quando houver expectativa de que a temperatura ambiente possa cair até 0°C antes da tinta ter secado.

10.2.5.1 Igualmente, não deve ser feita nenhuma pintura, quando a temperatura da superfície metálica seja inferior à temperatura de ponto de orvalho + 3°C; inferior a 5°C ou superior a 52°C e nem quando a umidade relativa do ar for superior a 85%, estiver chovendo, houver nevoeiro ou bruma.

10.3 Equipamentos de aplicação da pintura

10.3.1 A pistola destina-se a pintura de grandes extensões e têm grande produtividade.

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	35/43

10.3.1.1 O ar comprimido não pode estar contaminado de água ou óleo e o equipamento deve ser provido de separadores contendo sílica gel e carvão ativado para retirada de água e óleo, respectivamente:

10.3.1.2 Durante a aplicação a pistola deve ser mantida perpendicular à superfície e a uma distancia constante, que assegure a deposição de uma película úmida de tinta devendo a tinta chegar à superfície ainda pulverizada.

10.3.1.3 Bicos e agulhas devem ser os recomendados pelo fabricante do equipamento, para a tinta a ser pulverizada.

10.3.2 Os rolos devem ser usados para a pintura de extensas áreas planas, cilíndricas ou esféricas de raio longo exceto, quando se tratar de tintas a base de silicatos inorgânicos.

10.3.2.1 A largura do rolo deve ter no máximo 175 mm (7").

10.3.2.2 A aplicação deve ser feita:

- a) Em faixas paralelas, começando pela parte superior do reservatório;
- b) A demão seguinte deve ser dada em sentido transversal (cruzado) à anterior;
- c) Entre faixas adjacentes deve ser dada uma sobreposição mínima de 5,0 cm;
- d) A aplicação deve ser feita de modo que a película não apresente bolhas, arrancamento da demão anterior ou impregnação de pêlos arrancados do rolo.

10.3.2.3 O uso deste processo de aplicação exige uma inspeção mais rigorosa, a fim de se garantir a uniformidade da película.

10.3.2.4 Todos os testes serão de responsabilidade do fornecedor.

10.3.3 Com trincha deverão ser previamente pintadas todas as regiões soldadas (cordões de solda, juntas sobrepostas, etc), superfícies irregulares, cantos vivos e cavidades.

10.3.3.1 A largura da trincha deve ter no máximo 125 mm (5").

10.3.3.2 A trincha deve ser construída de fibra natural, vegetal ou animal e não devem deixar desprender fibras durante a execução da pintura.

10.3.3.3 A aplicação deve ser feita de modo que a película não apresente marcas da trincha após a secagem e os escorrimentos e ondulações devem ser corrigidos imediatamente.

10.4 Procedimentos de aplicação da pintura

10.4.1 Preparo da superfície para pintura interna:

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 36/43

- a) Aplicar jato abrasivo ao metal branco padrão Sa 3, conforme a norma SIS 05 59 00-67;
- b) Deve-se obter um acabamento que corresponda a uma das gravuras Sa 3 da referida norma;
- c) O processo de aplicação do jato abrasivo deverá ser a seco.

10.4.1.1 Para a aplicação da tinta de fundo, proceder como se segue:

- a) Após inspeção e preparo da superfície, aplicar 1 (uma) demão de PRIMER EPOXI POLIAMIDA BICOMPONENTE, atóxica - sem metais pesados (óxido de chumbo, cromatos ou molibdatos) sem fenóis ou outras substâncias patogênicas, próprio para água potável e atestado por instituição especializada e de fé pública, na cor do fabricante (não pode ser branco), com o mínimo de 150 micra por demão de película seca por meio de rolo ou pistola.
- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) O montador deverá verificar junto ao fabricante a toxicidade desta tinta antes da liberação de aplicação nas condições internas do reservatório.
- d) As tintas para contato com água potável deverão ter o Certificado de Aprovação de Laboratório. O produto deverá atender aos dispositivos da Portaria SVS N.912, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, de 13 de novembro de 1998 (correspondentes às resoluções GMC nºs 30/92, 36/92, 56/92, 87/93 e 95/94 da MERCOSUL), para contato com alimentos aquoso não ácidos (tipo I), à temperatura ambiente.

10.4.1.2 Para a tinta de acabamento, proceder conforme se segue:

- a) Após inspeção da tinta de fundo, aplicar 2 (duas) demãos de tinta EPOXI POLIAMIDA BICOMPONENTE DE ALTA ESPESSURA, atóxica - sem metais pesados (óxido de chumbo, cromatos ou molibdatos) sem fenóis ou outras substâncias patogênicas, próprio para água potável e atestados por instituição especializada e de fé pública, com 150 micra por demão de película seca (cor BRANCA, notação Munsell 9.5), por meio de rolo ou pistola.
- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) Espessura total final 450 micra.

10.4.2 Preparo da superfície para pintura externa:

- a) Aplicar jato abrasivo ao metal quase branco padrão Sa-2 ½, conforme a norma SIS 05 59 00-84;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 37/43

b) Deve-se obter um acabamento, que corresponda a uma das gravuras Sa 2 ½ da referida Norma;

10.4.2.1 Para aplicação da tinta de fundo da chapa do fundo, proceder como se segue:

a) Após limpeza e preparo da superfície e antes do início da soldagem das chapas do fundo, aplicar 1 (uma) demão de TINTA BETUMINOSA/EPOXÍDICA DE ALTA ESPESSURA, BI COMPONENTE com 400 micra de espessura, na cor preta (MUNSELL N1);

b) As bordas das chapas não deverão ser pintadas, a fim de se evitar a contaminação das soldas (chapas que serão soldadas em campo).

10.4.2.2 Para aplicação da tinta de fundo do costado, teto e acessórios, proceder como se segue:

a) Após inspeção e preparo da superfície, aplicar 1 (uma) demão de PRIMER EPOXI DE ALTA ESPESSURA BI COMPONENTE (poliamida, poliamina ou mastique), na cor do fabricante (não pode ser branco), com o mínimo de 125 micra por demão de película seca por meio de rolo ou pistola;

b) A pintura de fundo mínima de 125 micras não computa a micragem do shop primer.

10.4.2.3 Para aplicação da tinta de acabamento, proceder como se segue:

a) Após inspeção da tinta de fundo aplicar 1 (uma) demão de POLIURETANO ALIFÁTICO (poderá ser acrílico) BI COMPONENTE, SEMI-BRILHO, com 80 micra por demão de película seca na cor BRANCA (notação Munsell N 9.5), por meio de rolo ou pistola;

b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;

c) Espessura total final 205 micra.

Nota: Para aplicação da tinta de acabamento da escada externa e guarda-corpos, aplicar 1 (uma) demão de POLIURETANO ALIFÁTICO (poderá ser acrílico) BI COMPONENTE, SEMI-BRILHO, com 80 micra por demão de película seca na cor AMARELO SEGURANÇA (notação Munsell 5Y8/12), por meio de rolo ou pistola.

10.4.2.4 A tinta de acabamento do rodapé será aplicada como se segue:

a) Todos os reservatórios serão pintados com um rodapé na sua parte inferior, cuja altura deverá ser a metade da altura do primeiro anel ou no mínimo com 1,0 m de altura. Após inspeção da tinta de fundo aplicar 1 (uma) demão de TINTA

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 38/43

BETUMINOSA/EPOXÍDICA DE ALTA ESPESSURA, BI COMPONENTE, na cor PRETA (MUNSELL N1);

- b) Esta tinta não pode ser aplicada sobre a tinta de acabamento, especificada no item 10.4.2.3;
- c) Recomenda-se a execução primeiro da pintura do rodapé, em seguida, executar a pintura de acabamento do restante do costado;
- d) Para a perfeita aderência com o primer epóxi de fundo o tempo de repintura não pode ser ultrapassado;
- e) Se este tempo for ultrapassado, será necessário o lixamento (quebra de brilho).

10.4.3 A borda da chapa do fundo do reservatório, diretamente em contato com o anel de concreto da base, deverá ser impermeabilizada para impedir a entrada de umidade entre a chapa do fundo e a base de fundação.

10.4.3.1 Para este fim o fornecedor deverá aplicar um mastique elástico e resistente às intempéries (silicones neutros, etc).

10.4.4 O fornecedor deve realizar, na presença do inspetor da COPASA MG, os testes de:

- a) Aderência, Espessura da Película Seca e Holiday Detector (uniformidade da película);

10.4.4.1 Após a realização dos testes de aderência a região deve ser lixada e a pintura refeita;

10.4.5 Estas condições específicas são válidas tanto para os reservatórios com montagem de campo, como para os reservatórios de pequeno porte, totalmente montados na fábrica.

10.4.6 Todos os ensaios realizados deverão ser documentados, com assinatura do inspetor de qualidade responsável pelos ensaios. Os laudos devem conter os resultados especificados e os resultados obtidos, considerando os seguintes parâmetros:

- a) Rastreabilidade das tintas;
- b) Identificação dos aparelhos de medição devidamente calibrados;
- c) Temperatura ambiente, temperatura da superfície, umidade relativa do ar e ponto de orvalho;
- d) Rugosidade;
- e) Padrões de jateamento – As 2.1/2 e As 3
- f) Horário de aplicação das demãos;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USD
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 39/43

- g) Espessuras;
- h) Visual, Aderência e Holiday Detector.

11 INSPEÇÃO

11.1 Normas e documentos de referência

A inspeção deve ser conduzida pela Norma T.190/_ (Inspeção de reservatório em aço), da COPASA MG.

11.2 Manual de instruções e operação

O fornecedor deverá entregar o Data Book, juntamente com o equipamento, contendo: especificações gerais do equipamento, dos materiais utilizados, do sistema de proteção anticorrosiva; desenhos de conjunto e detalhes do reservatório; instruções completas para manutenção dos revestimentos protetivos.

11.3 Roteiro geral de inspeção

a) Antes do início da fabricação:

- Identificação da matéria prima a ser empregada na fabricação, em confronto com os certificados da usina produtora;
- Análise dos procedimentos de soldagem e da qualificação dos soldadores, conforme sistemática descrita no capítulo 8;

b) Durante a fabricação, verificar:

- A adequação dos métodos de corte utilizados no preparo das bordas das chapas e das juntas;
- A preparação das juntas para soldas de campo;
- As tolerâncias dimensionais, conforme determinado no item 6.5 desta Norma;
- As marcações das peças;
- As condições de armazenamento das peças prontas;
- A limpeza de óleos, graxas e respingos de solda e preparação das superfícies para pintura de fábrica (se houver).

c) Após a fabricação, verificar:

- Liberação dos conjuntos completos conforme a lógica da montagem, descrita no item 6.9;
- A preparação dos romaneios;
- A preparação dos berços e calços de embarque, conforme descrito no item 6.11;

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019

- A adequação do transporte quanto à segurança e estabilidade dimensional das peças;
- Se o transporte está seguro quando assim o exigir as condições contratuais.

11.3.1 Inspeção para montagem de campo

- a) Verificar as condições de desembarque e armazenamento das peças;
- b) Acompanhar, junto com o responsável pela montagem do reservatório, a verificação de todos os requisitos exigidos da base, conforme descrito no item 7.2 desta Norma;
- c) Verificar o Planejamento da Montagem, o qual faz parte da documentação de campo juntamente com os desenhos de projeto;
- d) O Planejamento da Montagem deve ser elaborado com base nos pré-requisitos estabelecidos nos itens 7.3 - Montagem e solda do fundo, 7.4 - Montagem e solda do costado e 7.5 - Montagem e solda do teto;
- e) Acompanhar a execução, inclusive verificando as tolerâncias já fixadas nos itens referidos e conforme as tolerâncias, a seguir:
 - Desalinhamento de juntas conforme descrito no item 7.4.3;
 - As aberturas das juntas deverão obedecer os valores indicados no projeto das juntas. Para as espessuras das chapas, que serão utilizadas nos reservatórios objeto desta Norma, a abertura das juntas deverá ser $3 \text{ mm} \pm 1$;
 - O raio do reservatório medido a 300 mm acima de cada junta horizontal, não deve exceder 0,15% do diâmetro, com um máximo de 12,5 mm;
 - Nivelamento dos anéis, conforme descrito no item 7.4.11.3;
- f) Garantir que a inclinação máxima do topo do costado em relação à base na mesma vertical não exceda a 1/200 da altura do reservatório;
- g) A medida da barriga horizontal deve ser feita utilizando-se de um gabarito com a curvatura do costado do reservatório e com 2 m de comprimento e a tolerância deve ser de 6 mm dentro de 1 m a partir das juntas verticais, e de 12 mm no intervalo definido pelos limites acima. Barrigas verticais não devem exceder 13 mm, quando se considera a altura total do costado, nem 0,5%, quando se considera a altura no anel (distância entre duas juntas horizontais);
- h) Todas as soldas deverão ser inspecionadas visualmente, não sendo aceitas as ocorrências abaixo:
 - Nenhuma solda será aceita com trincas, poros e respingos;
 - Mordeduras, concavidades e crateras no metal base;



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº:	T.188/2
Subst.:	T.188/1
Aprov.:	07/02/20
Pág.:	41/43

- Em relação à superfície interna ou externa das chapas do costado a solda deve estar com um excedente máximo de 3 mm.

12 Logomarca e Identificação

12.1 Logomarca

12.1.1 A pintura da Logomarca deve ser aplicada sobre a pintura de acabamento do reservatório.

12.1.2 As definições da logomarca estão no “Manual de Identidade Visual” da COPASA MG.

12.2 Placa de identificação do reservatório

12.2.1 Todos os reservatórios da COPASA MG devem ser identificados por uma placa de Identificação.

12.2.2 A placa de identificação deverá ter as seguintes características:

- a) Ser feita de Alumínio Fundido ou Alumínio Gravado (gravação pantográfica) com letras prateadas e fundo preto;
- b) Ser previamente fixada a uma chapa de aço por meio de rebites de aço inox ou parafusos de metal patente;
- c) Ter dimensões aproximadamente iguais à placa de identificação e com espessura mínima de 3 mm e deverá ser soldada ao costado do reservatório em todo seu contorno;
- d) Colocar entre o alumínio e o aço uma placa de cimento amianto ou outro material inerte que resista o aquecimento da soldagem, para evitar a corrosão eletrolítica.
- e) Fixada no costado a 1 m da linha de prumada da escada de marinho e a 1,60 m de altura em relação a base de concreto.

13 Aceitação ou Rejeição e Garantia do Equipamento

13.1 Homologação de fornecedores

A COPASA MG só aceitará propostas de fornecedores, que tenham sido homologados para o fornecimento de Reservatórios Metálicos para Armazenamento de Água Potável. A homologação será feita através de sua equipe técnica ou de terceiros, conforme Norma Copasa Nº 97015/2 – Norma de Procedimento de Controle de Qualidade de Materiais, Homologação de Materiais de Fornecedores.

13.2 Rejeição total ou parcial de um equipamento

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 42/43

13.2.1 No caso do equipamento fornecido por fornecedor homologado ser rejeitado globalmente, esta rejeição deverá ser feita através de Laudo Técnico emitido por profissional qualificado contratado pela COPASA MG ou do seu corpo técnico.

13.2.1.1 O fornecedor sempre terá direito a apresentar seus argumentos contra o Laudo e propor soluções para os problemas apresentados.

13.2.1.2 Todas as despesas, para correções e inclusive a decisão sobre os riscos de ter o equipamento novamente rejeitado, são do fornecedor.

13.2.1.3 Rejeição parcial poderá ser corrigida com ônus para o fornecedor e levar à aceitação do equipamento.

13.2.1.4 A inexistência de rejeição parcial ou intermediária não exclui a possibilidade de rejeição do equipamento depois de pronto.

13.3 Data book

Para qualquer nível de classificação do fornecedor, o DATA BOOK deverá ser sempre emitido, para aceitação final do equipamento.

13.4 Termo de Garantia

O fornecedor deverá emitir um termo de garantia de 5 (cinco) anos sobre os materiais e mão de obra de fabricação e montagem do reservatório, sendo mantidas todas as condições originais de projeto.

14 Disposições Finais

14.1 Cabem à área de Normalização Técnica e às demais áreas afins o acompanhamento da aplicação desta Norma.

14.2 Esta Norma entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.

14.3 Esta Norma, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Unidade de Serviço de Desenvolvimento Tecnológico - USDT.

14.4 Coordenador da equipe de revisão desta Norma:

Identificação Organizacional			Nome do Responsável
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DFI	SPAL	USLS	Luís Gustavo Leite Loiola

Karoline T. da Costa
Karoline T. da Costa
DTE/SPDQ/USDT
Matrícula 29019



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Apoiado

Nº: T.188/2
Subst.: T.188/1
Aprov.: 07/02/20
Pág.: 43/43

14.5 Responsáveis pela aprovação:

Identificação Organizacional			Nomes dos Responsáveis
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DTE	SPDQ	USDT	<i>Karoline Tenório da Costa</i> Karoline Tenório da Costa
DTE	SPDQ	-	 Marcus Tullius de Paula Reis