

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO SEGURANÇA PERIÓDICA

DOC Nº RIS202401005

| | |
|--------------|------------------------------------|
| EQUIPAMENTO: | ACUMULADOR DE ÓLEO 01 -10°C |
| TAG: | VP005 |
| SETOR: | SALA DE MÁQUINAS |

MARFRIG GLOBAL FOODS – BATAGUASSU- MS

NOVEMBRO – 2024

DADOS DE PLACA DO EQUIPAMENTO

Equipamento: Acumulador de óleo 01 10°C

Tipo de Equipamento: Horizontal **Modelo:** TCCO

Fabricante: TOP COLD/THERM TECH

Fluido Principal: Amônia **Nº de Série:** 1147-03 **Categoria:** III

Classe do Fluido: A **Grupo Potencial de Risco:** 5

Pressão Máxima de Trabalho Admissível: 16,00 kgf/cm²

Pressão de teste hidrostático: 24,00 kgf/cm²

Volume Interno: 0,085 m³

Ano de Fabricação: 2021 **Código da inspeção:** VP005 INDUSTRIALIZADOS

Código de Projeto: Asme VIII Divisão 01 – Ed 2017

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

LOCALIZAÇÃO

EMPRESA: MARFRIG GLOBAL FOODS
SETOR: INDUSTRIALIZADOS - UTILIDADES
ENDEREÇO: ROD. BR 267 KM 35 CEP 79.780-000
CIDADE: Bataguassu
BAIRRO: Zona Rural
ESTADO: Mato Grosso do Sul (MS)
CNPJ: 03.853.896/0027-89



TIPO DE INSPEÇÃO EXECUTADA

13.5.4.1 Os vasos de pressão devem ser submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

INICIAL

PERIÓDICA

EXTRAORDINARIA

Procedimento de Inspeção Adotado:

- Análise de Conformidade da Documentação do Equipamento com a Norma Regulamentadora N° 13 M.T.E Portaria GM n° 3214 de 08 de junho de 1978, e suas respectivas portarias e atualizações.
- Condições físicas do vaso/ dispositivos de segurança.
- Exame visual externo: Identificação de defeitos físicos facilmente visíveis como trincas, alterações de acabamento superficial, soldas pobres etc.
- Análise da espessura das chapas e dispositivos de construção: Verificação da espessura das chapas que estruturam o equipamento por meio de medição ferromagnética.
- Análise em local de instalação do equipamento: Verificação direcionada para o local onde o equipamento se encontra instalado.

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO

| Exigência Normativa NR 13.5.1.5 | Status |
|--|----------------------|
| Prontuário do Vaso de Pressão | SIM |
| Registro de Segurança | SIM |
| Comprovação documental de teste hidrostático | SIM |
| Projeto de Alteração ou Reparo | NÃO APLICÁVEL |
| Relatório de Inspeção | SIM |
| Certificados de Calibração dos Dispositivos de Segurança | SIM |

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA
VISTA FOTOGRÁFICA DO EQUIPAMENTO



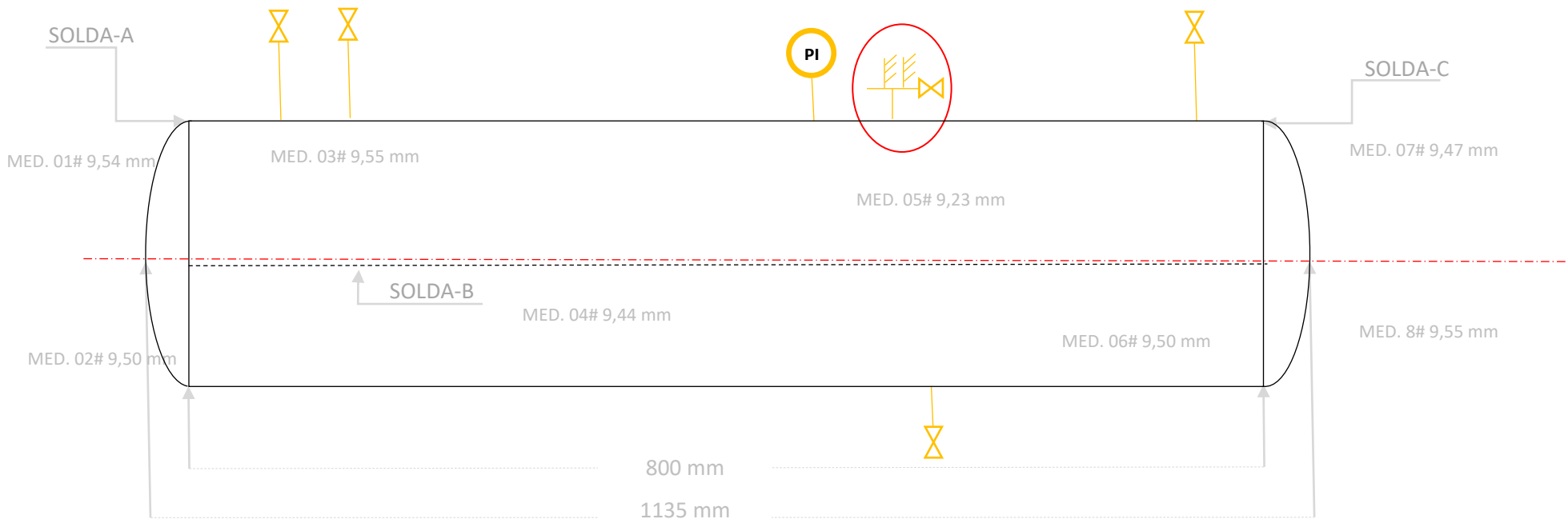
RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

EXAME VISUAL EXTERNO

| INSPEÇÃO EXTERNA | | | | | | |
|--|--|---|---|----|----|---------------------------|
| (A) APROVADO (R) REPROVADO (NE) NÃO EXISTENTE (NA) NÃO APLICÁVEL | | A | R | NE | NA | OBSERVAÇÕES/COMENTÁRIOS |
| ITENS VERIFICADOS | | A | R | NE | NA | |
| 01 | ALINHAMENTO | X | | | | VASO NECESSITA DE PINTURA |
| 02 | PRUMO | X | | | | |
| 03 | S.P.D.A | X | | | | |
| 04 | BARREIRA DE CONTENÇÃO | | | | X | |
| 05 | ESTRUTURAL PISO/FUNDAÇÃO | X | | | | |
| 06 | SUPORTAÇÃO | X | | | | |
| 07 | CHUMBADORES | X | | | | |
| 08 | COSTADO | X | | | | |
| 09 | TAMPOS | X | | | | |
| 10 | BOCAIS | X | | | | |
| 11 | PARAFUSOS/ESTOJOS/PORCAS | X | | | | |
| 12 | JUNTAS PARAFUSADAS | X | | | | |
| 13 | PLACA DE IDENTIFICAÇÃO | X | | | | |
| 14 | NUMERO OU CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO | X | | | | |
| 15 | CATEGORIA | X | | | | |
| 16 | SOLDAS DO COSTADO | X | | | | |
| 17 | SOLDAS DOS TAMPOS | X | | | | |
| 18 | SOLDAS DOS BOCAIS | X | | | | |
| 19 | OUTRAS SOLDAS | X | | | | |
| 20 | ISOLAMENTO EXTERNO | | | | X | |
| 21 | VIBRAÇÕES | X | | | | |
| 22 | VAZAMENTOS | X | | | | |
| 23 | PINTURA | | X | | | |
| 24 | VÁLVULAS DE BLOQUEIO | X | | | | |
| 25 | DISPOSITIVO INDICADOR DE PRESSÃO INTERNA DO VASO | X | | | | |
| 26 | MEDIDOR/VISOR DE NÍVEL | X | | | | |
| 27 | PRESSOSTATO | | | | X | |
| 28 | PURGADORES | X | | | | |
| 29 | TERMÔMETRO | | | | X | |
| 30 | DISPOSITIVO DE SEGURANÇA | X | | | | |

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

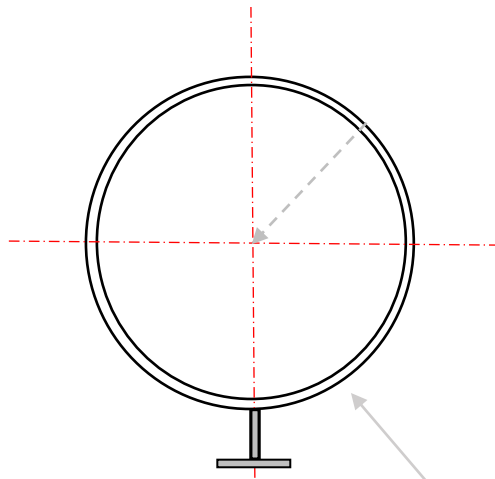
LAY OUT



| | |
|--|-----------------|
| MARFRIG - BATAGUASSU - INDUSTRIALIZADO | |
| SALA DE MAQUINAS | VP 005 - PERFIL |
| VP 005 - ACUMULADOR DE ÓLEO 01 -10°C | |



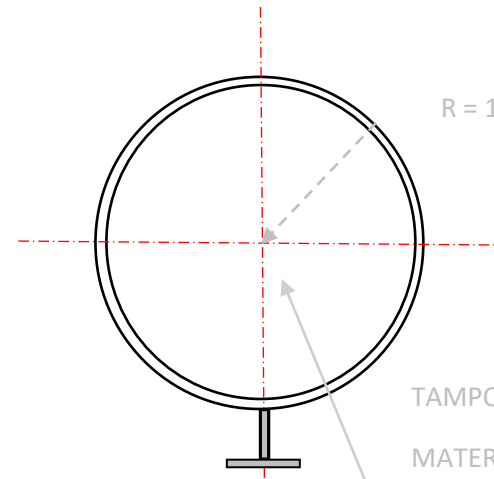
RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA



COSTADO

MATERIAL DA CHAPA DE AÇO

ASTM-A 516 17 70 ESPESSURA NOMINAL 9,54 mm



R = 168,00 mm

TAMPO

MATERIAL DA CHAPA DE AÇO

ASTM-A 516 17 70 ESPESSURA NOMINAL 9,54 mm

MARFRIG - BATAGUASSU - INDUSTRIALIZADO

SALA DE MAQUINAS

VP 005 - PERFIL

VP 005 - ACUMULADOR DE ÓLEO 01

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

Tabela de leituras

| Ponto | Espessura Nominal | Espessura Mínima | Espessura Medida |
|---------------|-------------------|------------------|------------------|
| MED.01 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,54 mm |
| MED.02 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,50 mm |
| MED.03 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,55 mm |
| MED.04 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,44 mm |
| MED.05 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,23 mm |
| MED.06 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,50 mm |
| MED.07 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,47 mm |
| MED.08 | 9,54 mm | 2,90 mm | 9,55 mm |

EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA DADOS DA ESPESSURA DE CHAPA:

MEDIDOR DE ESPESSURA POR ULTRASSOM

FABRICANTE: METROTOKYO MODELO: MTK-1310 NEW

FAIXA DE MEDIÇÃO: 0.001 mm - 225 mm

ACCURACY: +- (1%H=0,1) mm

MENOR MEDIÇÃO: 0,01 mm

DISPOSITIVO DE ALIVIO E SEGURANÇA

OPERANTE

INOPERANTE



DISPOSITIVO DE SEGURANÇA INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

| | | | |
|----------------------------|------|-------------------------|----|
| TIPO DE DISPOSITIVO | | VALVULA DE SEGURANÇA | |
| FABRICANTE | | VALVUGÁS | |
| IDENTIFICAÇÃO | | PSV-AO-01 A | |
| CONEXÃO ENTRADA | 3/4" | CONEXÃO SAÍDA | 1" |
| PRESSÃO DE ABERTURA | | 16,0kgf/cm ² | |
| DATA DA CALIBRAÇÃO | | 04/02/2024 | |

DISPOSITIVO DE SEGURANÇA INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

| | | | |
|----------------------------|------|-------------------------|----|
| TIPO DE DISPOSITIVO | | VALVULA DE SEGURANÇA | |
| FABRICANTE | | VALVUGÁS | |
| IDENTIFICAÇÃO | | PSV-AO-01 B | |
| CONEXÃO ENTRADA | 3/4" | CONEXÃO ENTRADA | 1" |
| PRESSÃO DE ABERTURA | | 16,0kgf/cm ² | |
| DATA DA CALIBRAÇÃO | | 04/02/2024 | |

DISPOSITIVO DE LEITURA DA PRESSÃO

OPERANTE

INOPERANTE



DISPOSITIVO DE LEITURA DE PRESSÃO INSTALADO NO VASO DE PRESSÃO

| | | | |
|----------------------------|-----|-----------------------------|----|
| TIPO DE DISPOSITIVO | | MANOVACUÔMETRO | |
| FABRICANTE | | THERM TECH | |
| IDENTIFICAÇÃO | | PI-AO-01 | |
| CONEXÃO ENTRADA | 1/2 | CONEXÃO SAÍDA | 5" |
| ESCALA | | -1 á 12 kgf/cm ² | |
| DATA DA CALIBRAÇÃO | | 13/01/2024 | |

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO VASO

| | | | |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-------------|
| CLIENTE: | Marfrig Global Foods | | |
| EQUIPAMENTO: | Coletor de Óleo | | |
| MODELO: | TCCO | | |
| FABRICANTE: | Therm Tech Refrigeração Industrial | | |
| NORMA PROJETO: | ASME VIII DIV.1 | | |
| NORMA REGULAMENTADORA: | NR13 | TEMP. OPERAÇÃO: | -10 °C |
| PRESSÃO PROJETO: | 15,7 Bar | TEMP. PROJETO: | -50 °C |
| PRESSÃO DE TESTE: | 29,4 Bar | | |
| PMTA: | 28 Bar | | |
| FLUIDO: | Amônia (NH ₃) | DATA FAB.: | 10/2021 |
| CLASSE/ CATEGORIA / GRUPO: | A / II / 3 | DIMENSÕES: | Ø350x800 mm |
| VOLUME: | 0,085m ³ | N° THT: | THT 1174 |
| PESO VAZIO: | 120 Kg | NÚMERO SÉRIE: | 1174-03 |
| CÓDIGO PROJETO: | 160054 | | |

ANÁLISE DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO

| Requisitos de Instalação do Vaso de Pressão NR 13 Item 13.5.2.2 | Existência dos requisitos citados |
|---|--|
| Dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas; | SIM |
| Dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guarda corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas; | SIM |
| Dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas; | SIM |
| Dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes; | SIM |
| Possuir sistema de iluminação de emergência. | SIM |

DATA DE REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO

INICIO: 25/11 /2024

TÉRMINO: 25/11/2024

PARECER TÉCNICO

De acordo com as inspeções e aferimentos citados acima o equipamento está **apto** a operar dentro das condições de projeto exceto se existir possíveis alterações sem a prévia comunicação ao inspetor responsável citado neste relatório.

RIS – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

PRÓXIMA INSPEÇÃO

NR 13 Item 13.4.5 alínea “a”

| Categoria do Vaso | Exame Externo | Exame Interno |
|-------------------|---------------|---------------|
| I | 1 ano | 3 anos |
| II | 2 anos | 4 anos |
| III | 3 anos | 6 anos |
| IV | 4 anos | 8 anos |
| V | 5 anos | 10 anos |

Portanto fica estabelecido que a próxima inspeção periódica do vaso deve ser realizada até a data:

MÊS

NOVEMBRO


ANO

2027


RECOMENDAÇÕES GERAIS

1. Manter operadores treinados de acordo com o anexo 01 da NR 13.
2. Manter plano de manutenção preventiva do vaso.
3. Pintar o vaso de pressão

Responsabilidade Técnica
Alfa Service Eireli - ME
21.006.932/0001-11



ART - Supervisão/Coordenação
Renato Rodrigues Borges
Engenheiro Mecânico
Crea 1008294713D-GO
RNP: 1008294713


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Bataguassu, 27 de Novembro de 2024

ANEXO 01- EQUIPAMENTO PADRÃO



Laboratório de Metrologia

Certificado de Calibração

0550-2763

Pag. 01/01

1- **CONTRATANTE:** ALFA SERVICE EIRELI
ENDEREÇO: Rua Nicanor de Faria, SN - Quadra 21, lote 15, piso 1 - Itaberai/GO
SOLICITANTE: O mesmo
ENDEREÇO: O mesmo

2- **INSTRUMENTO:** MEDIDOR DE ESPESSURA POR ULTRASSOM **Número de Série:** H21569637
Marca: Metrotokyo **Faixa de Medição:** 1,0 à 225 mm
Modelo / Código: MTK-1310 NEW **Menor Divisão:** 0,01 / 0,1 mm
Identificação: Não Consta **Ordem de Serviço:** 0550/27

3- **Procedimento de Calibração:**
A realização da calibração foi baseada em nosso procedimento interno: QPCA-066 Rev.: 01 o qual possui referências as normas aplicáveis e vigentes ao instrumento supra citado.

4- Padrão(ões) de Referência Utilizado(s):

| DESCRIÇÃO | IDENTIFICAÇÃO | CERTIFICADO Nº | ÓRGÃO CALIBRADOR | VALIDO ATÉ |
|-----------------------|---------------------|----------------|------------------|------------|
| Jogo de Blocos Padrão | MTK-10 A e MTK-10 B | 859/22 | LAB CAL 0158 | 08/2025 |

5- Resultados (mm) :

| GRANDEZA DIMENSIONAL | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------|---------------------|------------|------------------|----------|
| Indicação no Padrão | Indicação no instrumento | Erro Sistemático | Incerteza (\pm) | Erro Total | Crítério Cliente | Situação |
| 1,0 | 1,13 | 0,13 | 0,01 | 0,14 | - | - |
| 3,0 | 3,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | - | - |
| 6,0 | 6,05 | 0,05 | 0,01 | 0,06 | - | - |
| 10,0 | 10,05 | 0,05 | 0,01 | 0,06 | - | - |
| 15,0 | 15,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | - | - |
| 20,0 | 20,05 | 0,05 | 0,01 | 0,06 | - | - |
| 30,0 | 30,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | - | - |
| 40,0 | 40,08 | 0,08 | 0,01 | 0,09 | - | - |
| 50,0 | 50,09 | 0,09 | 0,01 | 0,10 | - | - |
| 60,0 | 60,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | - | - |
| 80,0 | 79,99 | -0,01 | 0,01 | 0,02 | - | - |
| 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | - | - |

6- Incerteza de Medição: Conforme Tabela Acima:

"A incerteza declarada é baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência $k = 2,00$ para nível de confiança de aproximadamente 95%."

7- Gráfico dos Erros Sistemáticos:



8- Condições Ambientais Durante a Calibração:

Temperatura: 20 ± 1 °C Umidade relativa do ar: < 80 %UR

9- Outras Informações:

Local da Calibração: Metrotokyo Solicitante
Data de Recebimento: 10/05/24
Data da Calibração: 10/05/24
Próxima Calibração: 05/2025

Eduardo Kalinichenko
Eduardo Kalinichenko
Responsável Técnico

Este certificado é válido exclusivamente para o objeto verificado, não sendo extensivo a quaisquer lotes, mesmo que similares. Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação por escrito deste laboratório.

OCORRÊNCIA

Conforme item 13.5.4 (Inspeção em vaso de pressão), foi realizado a inspeção periódica em caráter de exame externo e interno do vaso de pressão em 25/11/2024.


Constatando-se a condição segura de operação segundo critérios da NR 13 (Norma Regulamentadora 13) publicada na portaria MTb 3214\78 M.T.E e critérios de segurança físicos da instalação sob responsabilidade técnica da empresa Alfa Service.

O relatório da inspeção será entregue ao proprietário e\ou responsável do vaso obedecendo ao item **13.3.8**

Obs. As demais recomendações e resultados dos exames seguem em relatório de inspeção posteriormente a esta inspeção periódica de segurança do equipamento

A PRÓXIMA INSPEÇÃO PERIÓDICA NÃO PODERÁ EXEDER A: NOVEMBRO DE 2025

INSPEÇÃO REALIZADA
ALFA SERVICE
Renato Rodrigues Borges
REGISTRO 1008294713D


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Segunda Feira, 25 de Novembro de 2024

PRONTUÁRIO

NR13

**THERM
TECH®**

Soluções em
sistemas térmicos.



Rua Adálio Guilherme da Silva, 215C
Bairro Santa Fé . Caxias do Sul . RS . Brasil
CEP 95047-043 . Fone +55 54 3067 0473

tht@thermtech.com.br

  [thtrefrigeracao](#)

PRONTUÁRIO NR13

EMPRESA: Therm Tech Refrigeração Industrial Ltda

ENDEREÇO: Rua Adálio Guilherme da Silva, Nº 215 – C

BAIRRO: Santa Fé / 95.047-043 Caxias do Sul / RS

TEL: (54) 30670473

SITE: www.thermtech.com.br

GESTÃO DE PROJETO: Thamires Damo

E-mail: thamires@thermtech.com.br

ENGENHEIRO DE PROJETO: Renato Kovaleski

E-mail: renato@thermtech.com.br

Gestão de Documentos: Juliana Gonçalves Almeida

E-mail: juliana.almeida@thermtech.com.br

Cliente: MARFRIG GLOBAL FOODS

Cidade: Bataguassu

UF: MS

Nº Projeto: THT.001.174

Ano: 2022

Caxias do Sul, 24 de outubro de 2022.

APRESENTAÇÃO

Prezado (s),

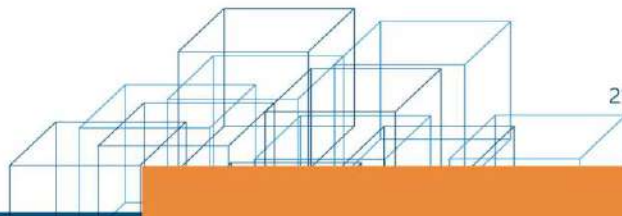
É com satisfação que a **Therm Tech Refrigeração Industrial** apresenta, por meio deste, o prontuário NR13 coletor de óleo TCCO.

Buscando atender as normas existentes no mercado brasileiro, dispomos dentro do sistema da gestão de qualidade, promover as soluções completas em refrigeração de processos industriais atendendo da melhor forma nossos clientes e fornecedores através de tecnologia em soluções de sistemas térmicos.

Anexo

Nesse prontuário encontra-se documentos, manuais, fichas técnicas, bem como os desenhos e memorial de cálculo que fazem parte do projeto, anexo de equipamentos de fornecedores e alguns manuais podem estar na língua inglesa devido ao fato de fornecedores não possuírem os tradução na língua portuguesa.

Atenciosamente,
Equipe Therm Tech.



SUMÁRIO

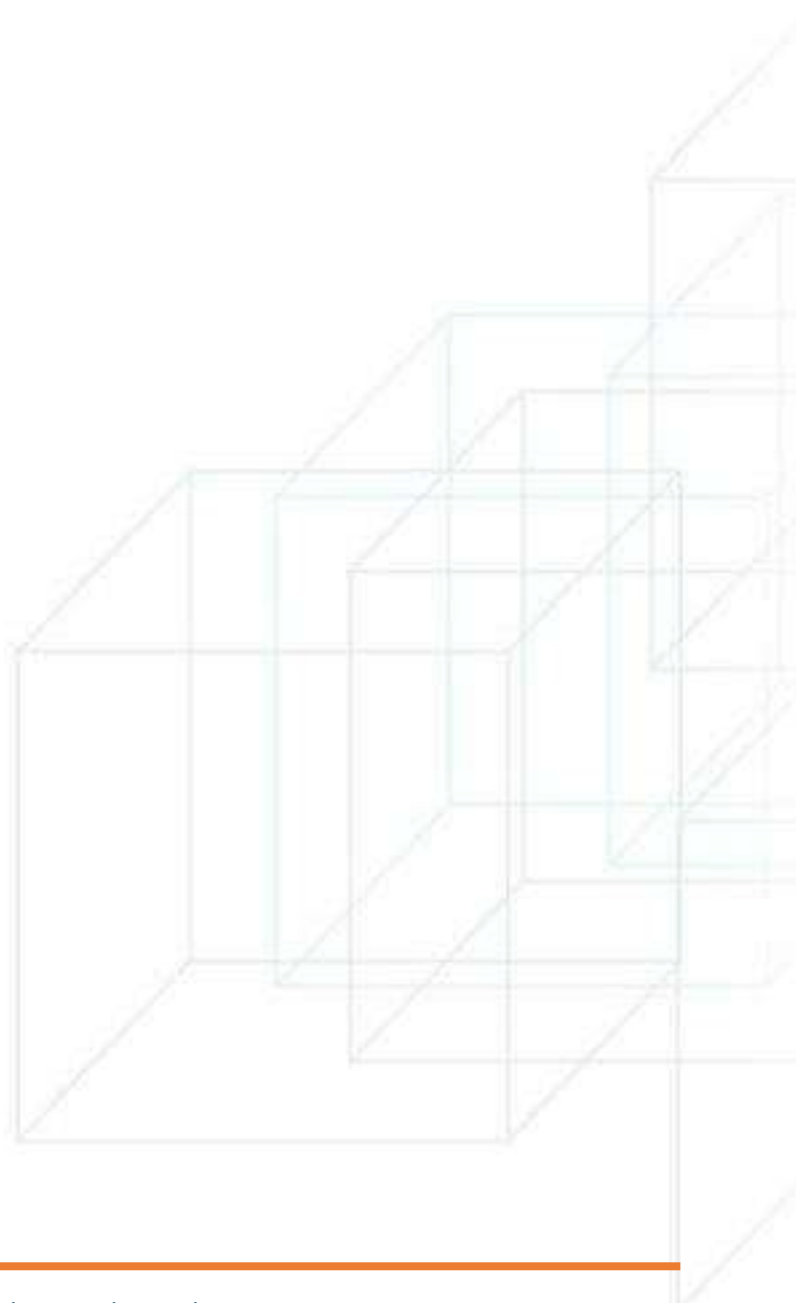
APRESENTAÇÃO.....

Anexo

COLETOR DE ÓLEO TCCO.....

NOTA THERM TECH

ANOTAÇÕES



COLETOR DE ÓLEO TCCO

1. Informações do equipamento

Projeto..... VASOS - THERMTECH
Identificação do vaso..... TCCO - Ø350X800
Tipo..... Vaso de pressão
Orientação..... Horizontal
Norma de projeto..... ASME VIII Divisão 1, Edição 2017
Tampo esquerdo Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo direito..... Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17

2. NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanque Metálicos de Armazenamento

Ministério do Trabalho e Emprego

Publicação

Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978

Alterações / Atualizações

Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983

Portaria SSMT n.º 02, de 08 de maio de 1984

Portaria SSST n.º 23, de 27 de dezembro de 1994

Portaria SIT n.º 57, de 19 de junho de 2008

Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014

Portaria MTb n.º 1.084, de 28 de setembro de 2017

Portaria MTb n.º 1.082, de 18 de dezembro de 2018

Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019

2.1. Escopo

Esta NR deve ser aplicada aos seguintes equipamentos:

- todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1 e 13.4.1.2;
- vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa, em módulo, e V o seu volume interno em m³;
- vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados na alínea "a" do subitem 13.5.1.2, independente das dimensões e do produto P.V;
- recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2, alínea "a";
- tubulações ou sistemas de tubulação ligados a caldeiras ou vasos de pressão, categorizados, conforme subitens 13.4.1.2 e 13.5.1.2, que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 desta NR;
- tanques metálicos de superfície para armazenamento e estocagem de produtos finais ou de matérias primas, não enterrados e com fundo apoiado sobre o solo, com diâmetro externo maior do que 3 m (três metros), capacidade nominal maior do que 20.000 L (vinte mil litros), e que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 da NR-13.

2.2. Classificação do vaso

Pressão máxima de operação P = 1473,8 kPa
 Volume interno V = 0,09606 m³
 Produto P.V. (kPa.m³)..... PV = 141,57 kPa.m³
 P.V. > 8 kPa.m³?..... Sim
 Classe do fluido A
 A NR 13 deve ser aplicada? Sim
 Grupo potencial de risco GR = 5
 Categoria do vaso..... III

2.3. Intervalos para a inspeção periódica

| SPIE - Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos | Exame Externo | Exame Interno |
|--|---------------|---------------|
| Não | 3 anos | 6 anos |
| Sim | 5 anos | 10 anos |

2.4. Requisitos de treinamento

Categoria do vaso..... III

O "Treinamento de Segurança em Unidades de Processo" (Anexo I-B) é mandatório? Não

A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional capacitado conforme item B do Anexo I desta NR.

2.5. Documentação do vaso

Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada.

- a) prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, de acordo com o item 13.5.1.6 a);
- b) Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.5.1.8;
- c) projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.14;
- e) certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.

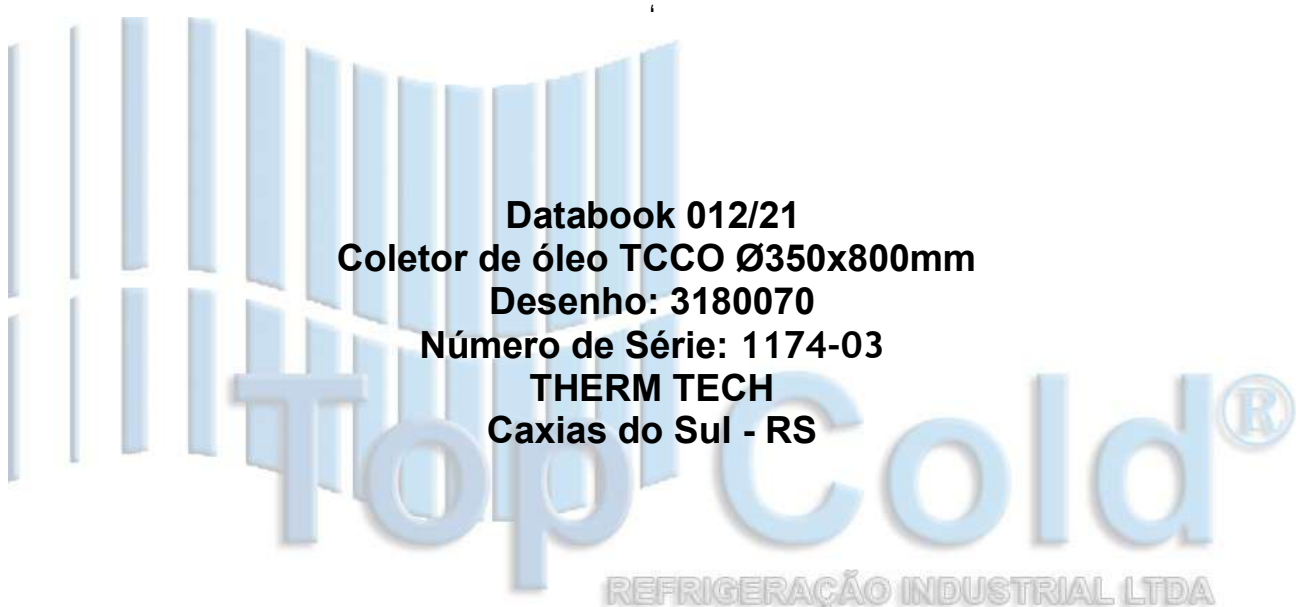
2.6. Dados obrigatórios da placa de identificação da NR 13

Fabricante.....
Número de identificação do fabricante
Ano de fabricação..... = 0
Pressão máxima de trabalho admissível PMTA = 33,350 kgf/cm²
Teste hidrostático de fabricação P_t = 43,355 kgf/cm²
Código de projeto e ano de edição Edição 2017
Categoria do vaso III

A pressão do teste hidrostático a ser estampada na placa de identificação da NR-13 é a pressão hidrostática de fabricação.

ANÁLOGO.

Sapucaia do Sul, Novembro de 2021.



Databook 012/21
Coletor de óleo TCCO Ø350x800mm
Desenho: 3180070
Número de Série: 1174-03
THERM TECH
Caxias do Sul - RS

REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA

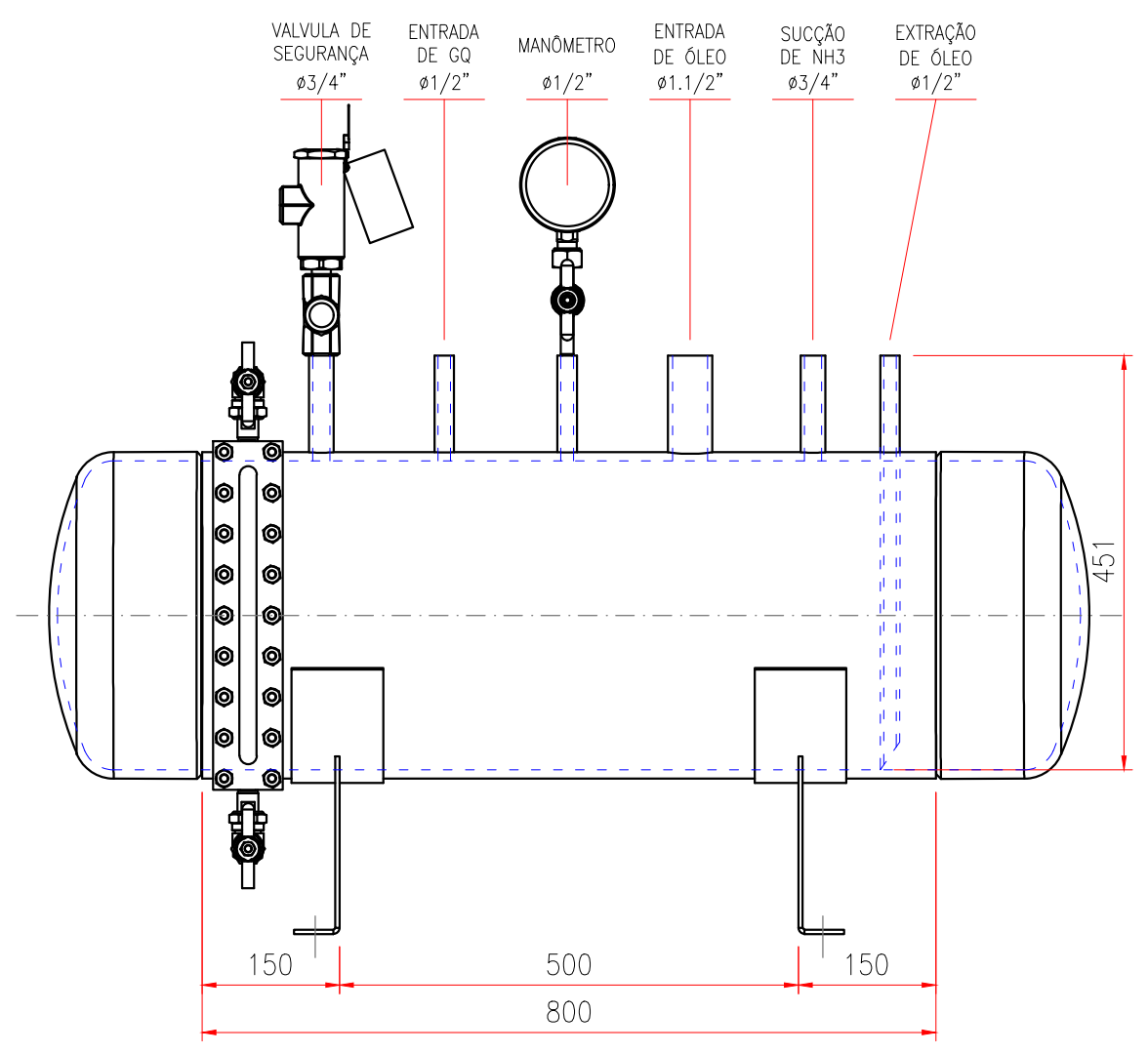
Sumário

- 1.0. Desenho
- 2.0. Certificado de matéria prima
- 3.0. Certificado dos insumos
- 4.0. Relatórios de Inspeção
- 5.0. Qualificações
- 6.0. Memorial de Cálculo

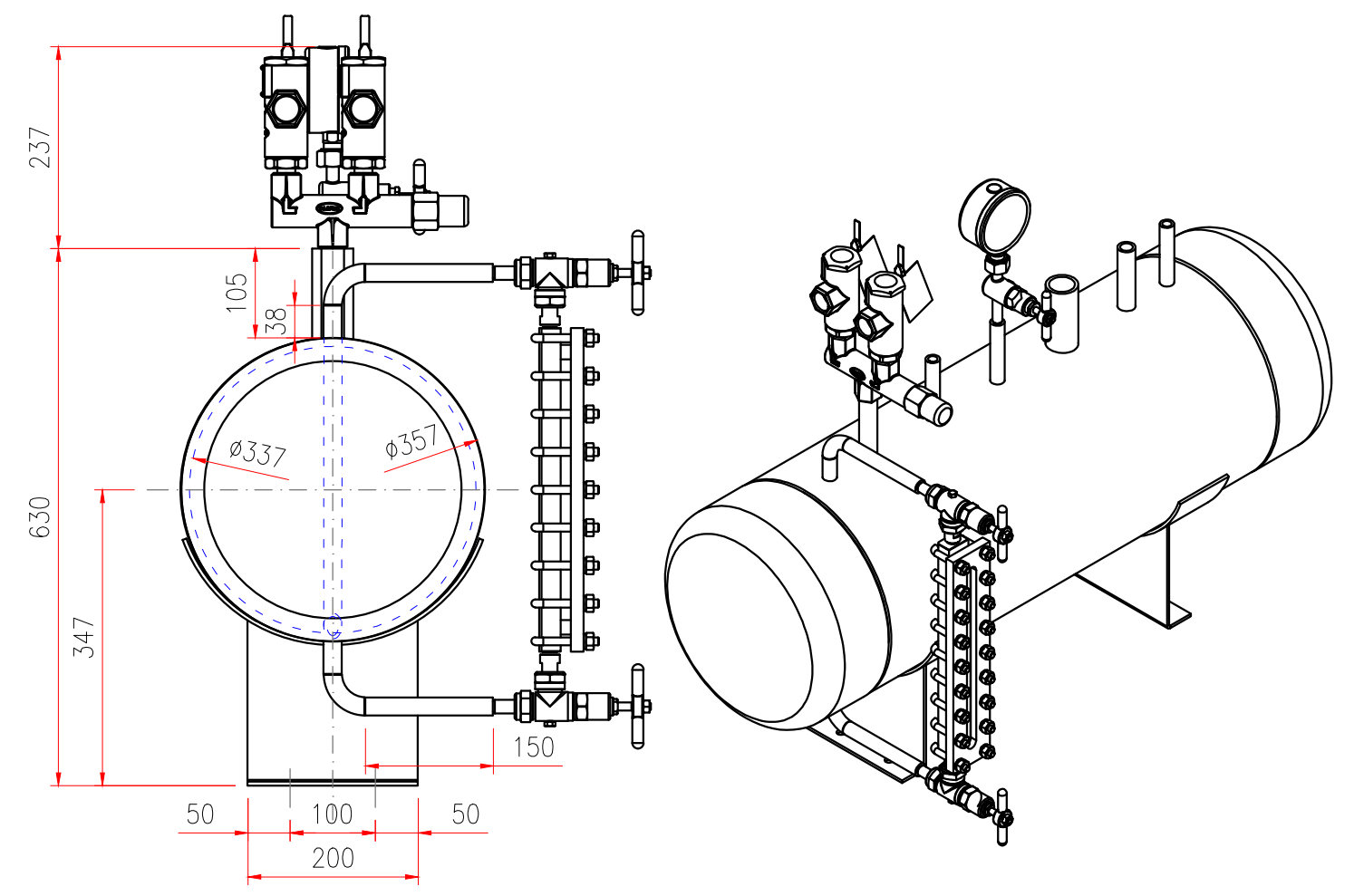
1.0 Desenho

1 2 3 4 5 6 7 8

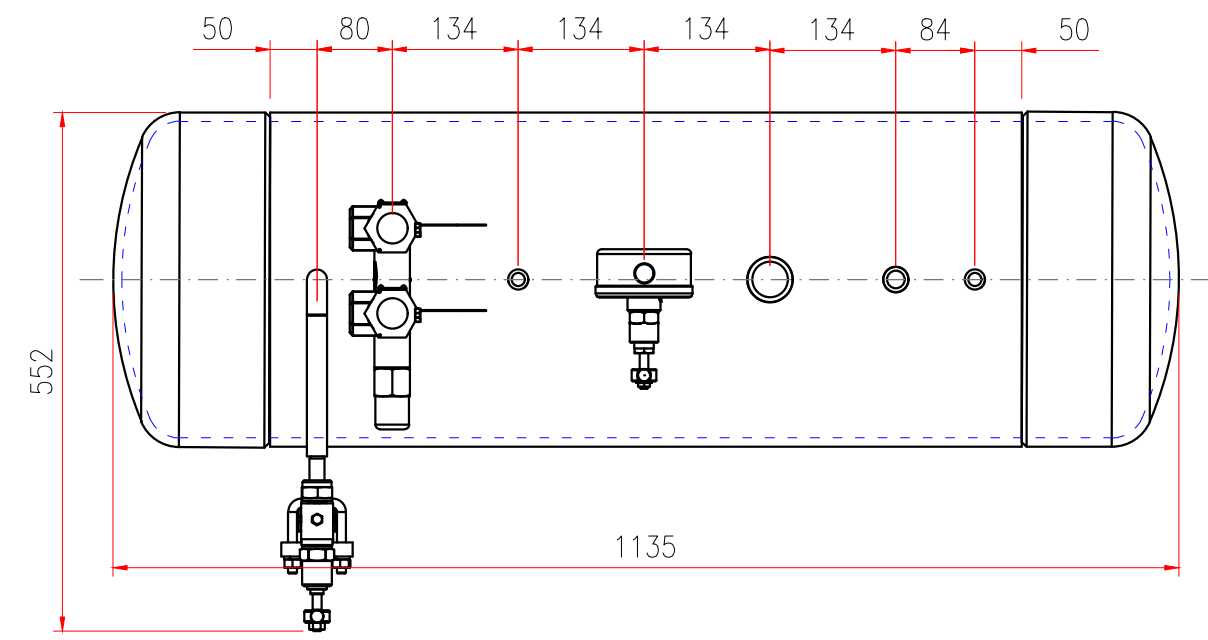
A



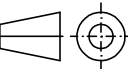
B



C



D

| POS. | QT. | DESCRIÇÃO | DIMENSÕES | MATERIAL | CÓDIGO | PESO |
|-----------------------|-----|---|-------------|---|----------|--------------|
| HISTÓRICO DE REVISÕES | | | | | | |
| 0 | | EMIÇÃO INICIAL | FELIPE M | 01/06/2021 | | |
| REV. | | MODIFICAÇÕES | EXECUTADO | DATA | REV. | MODIFICAÇÕES |
| | |  É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL POR QUAISQUER MEIOS SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA POR ESCRITO. | | CLIENTE: LOCAL: TÍTULO: | | |
| | | FORMATO ORIGINAL: A3 | ESCALA: 1:8 | COLETOR DE OLEO TCCO C/ VISOR DE NÍVEL S/ VALVULAS | | |
| | | | | | DES. Nº: | 3180070 |
| | | | | | REV. Nº: | 0 |



TopCold
REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA.

RS 118, Km 03, n° 3355 - BAIRRO CAPÃO DA CRUZ
SAPUCAIA DO SUL/RS - CEP 93226-210
FONE/FAX (51) 3451-5156
<http://www.topcoldrefrigeracao.com/>

1 2 3 4 5 6 7 8

2.0. Certificado de matéria prima

USIMINAS

USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A.
 USINA JOSÉ BONIFÁCIO DE ANDRADA E SILVA - CUBATÃO/SP/BRASIL
 SEDE: BELO HORIZONTE - MG - BRASIL
 R. PROF. JOSÉ VIEIRA DE MENDONÇA, 3011
 BAIRRO ENGENHO NOGUEIRA - CP 806 - CEP: 31310-260
 CNPJ: 60.894.730/0063-08
 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 0283121985115

CERTIFICADO DE INSPEÇÃO
INSPECTION CERTIFICATE
 CHAPA GROSSA DO LCG
 STEEL PLATE

Cliente-Customer: **BENAFER S/A COMERCIO E INDUSTRIA**

Nota Fiscal
Commercial Invoice

Data de Emissão
Date of Issue

104304 1

10/09/2015

Tolerâncias - Tolerances

Espessura-Thickness -0,25/+0,76 mm
 Largura-Width -0,00/+180,00mm
 Comprimento-Length -6,00/+31,00mm

Ordem de Venda
Sale Order

Nº Certificado
Certificate Nº

Nº

Item

415334

A Usiminas certifica que os produtos discriminados foram fabricados no Brasil pelo processo de oxigênio básico (LD), ensaiados e analisados de acordo com as especificações técnicas aplicáveis. A Usiminas disponibiliza, através do endereço eletrônico "http://certificado.usiminas.com.br:9080/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", uma ferramenta de verificação da autenticidade dos certificados de seus produtos. Para sua segurança, recomenda-se a utilização desse recurso. Usiminas certifies that the products herein described have been produced in Brazil by using the basic oxygen process (LD), tested and analyzed according to the applicable technical specifications. Usiminas makes available, by using the following website "http://certificado.usiminas.com.br:9080/clientes/certificado/RequisicaoCertificado.jsp", a tool to be used by the customer to verify (check) product certificate authenticity. Usiminas duly recommends the use of such tool for customer's safety.

Folha - Sheet = 1

00359756

05

Qualidade - Steel
ASTM-A516-10-60

Dimensões Nominais - Nominal Dimensions
8,00x2440x12000 mm

Borda - Edge / Oleamento - Oiled
Natural
Mill Edge

Aparência Superfície - Surface Appearance
SUPERFICIE COMERCIAL
COMMERCIAL SURFACE

| Volume | Pecas por Volume | Peso Líquido | Peso Bruto | Corrida Amostra | Volume | Pecas por Volume | Peso Líquido | Peso Bruto | Corrida Amostra |
|-----------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | Pieces per Packages | Net Weight | Gross Weight | Heat Sample | | Pieces per Packages | Net Weight | Gross Weight | Heat Sample |
| 78030502 | 1 | 1,900 | 1,900 | 573758 221404 | 78031503 | 1 | 1,920 | 1,920 | 573758 221415 |
| 78030503 | 1 | 1,900 | 1,900 | 573758 221404 | 78031601* | 1 | 1,930 | 1,930 | 573758 221416 |
| 78031401* | 1 | 1,935 | 1,935 | 573758 221414 | 78031602 | 1 | 1,940 | 1,940 | 573758 221416 |
| 78031402 | 1 | 1,915 | 1,915 | 573758 221414 | 78031603 | 1 | 1,930 | 1,930 | 573758 221416 |
| 78031403 | 1 | 1,905 | 1,905 | 573758 221414 | 78031701* | 1 | 1,925 | 1,925 | 573758 221417 |
| 78031501* | 1 | 1,915 | 1,915 | 573758 221415 | 78031702 | 1 | 1,930 | 1,930 | 573758 221417 |
| 78031502 | 1 | 1,930 | 1,930 | 573758 221415 | 78031703 | 1 | 1,935 | 1,935 | 573758 221417 |

Peso Bruto Total - Total Gross Weight = 26,910 t - Peso Líquido Total - Total Net Weight = 26,910 t - Volumes - Packages = 14 - Pecas - Pieces = 14

Ensaio de Tração - Tensile Test

| Amostra | Pos | Dir | LE | LR | LE/LR(%) | AL(%) |
|---------|-----|-----|-------|-------|----------|-------|
| Sample | | | YS | TS | YS/TS | EL |
| 221404 | TB | T | 304,1 | 458,9 | 66 | 31,5 |
| 221414 | TB | T | 305,4 | 460,6 | 66 | 27,0 |
| 221415 | TB | T | 302,7 | 464,9 | 65 | 25,0 |
| 221416 | TB | T | 312,7 | 467,3 | 67 | 28,0 |
| 221417 | TB | T | 309,7 | 467,4 | 66 | 28,0 |

BM = 200 mm Unidade de Tensão - Tension Unit = MPa S = RETANGULAR

Composição Química (% Peso) - Chemical Composition (% Weight)

| Corrida Análise | C | Si | Mn | P | S | Al | Cu | Nb | V | Ti | Cr | Ni | Mo | N | B |
|-----------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Heat Analysis | | | | | | | | | | | | | | | |
| 573758 P | 0,16 | 0,214 | 0,97 | 0,014 | 0,008 | 0,027 | 0,010 | 0,002 | 0,000 | 0,001 | 0,020 | 0,007 | 0,002 | 0,0040 | 0,0000 |

Condição de Fornecimento - Supply Condition

COMO LAMINADO - AS ROLLED

Abreviaturas - Abbreviations

(*) Volume Amostrado - Mother Plate
 TB = Topo, na borda - Top, at edge
 P = Panela-Ladle
 LE = Limite de Escoamento - YS = Yield Strength
 AL = Alongamento - El = Elongation
 Dir = Direção - Orientation

Abreviaturas - Abbreviations

Al = Alumínio Total-Total Aluminum
 Pos = Posição de Amostragem - Test Location
 BM = Base Medida - Gauge Length
 LR = Limite de Resistência - TS = Tensile Strength
 S = Seção Transversal - Cross Transverse
 T = Transversal - Transverse

Conteúdo local de 99,4% conforme CERTIFICADO DE CONTEÚDO LOCAL Nº 001-06-60894730006308-004 ANP / BV.

Observações - Remarks

PEDIDO RS-09/15
 FDS - Ficha de Dados de Segurança do Produto número 03, disponível na Extranet da Usiminas
 MSDS - Material Safety Data Sheet Nº 03 available at Usiminas Extranet

Luiz Claudio de Oliveira Meyer
 Luiz Claudio de Oliveira Meyer
 luiz.meyer@usiminas.com
 +55 013 3362-3320

GERENTE GERAL CONTROLE INTEGRADO DE QUALIDADE
 INTEGRATED QUALITY CONTROL GENERAL MANAGER

VISTORIADOR
 SURVEYOR

Sistema de Gestão Certificado pelas normas:
 Management System certified according to the standards:
 ISO 9.001
 ISO 14.001
 IATF 16.949
 OHSAS 18.001
 Produto Conforme
 RoHS&ELV
 Compliant Product

3.0. Certificado de Insumos

4.0. Relatórios de Inspeção

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE ESTANQUEIDADE

REL Nº: 08/21
FOLHA: 01/01
DATA: 06/10/2021

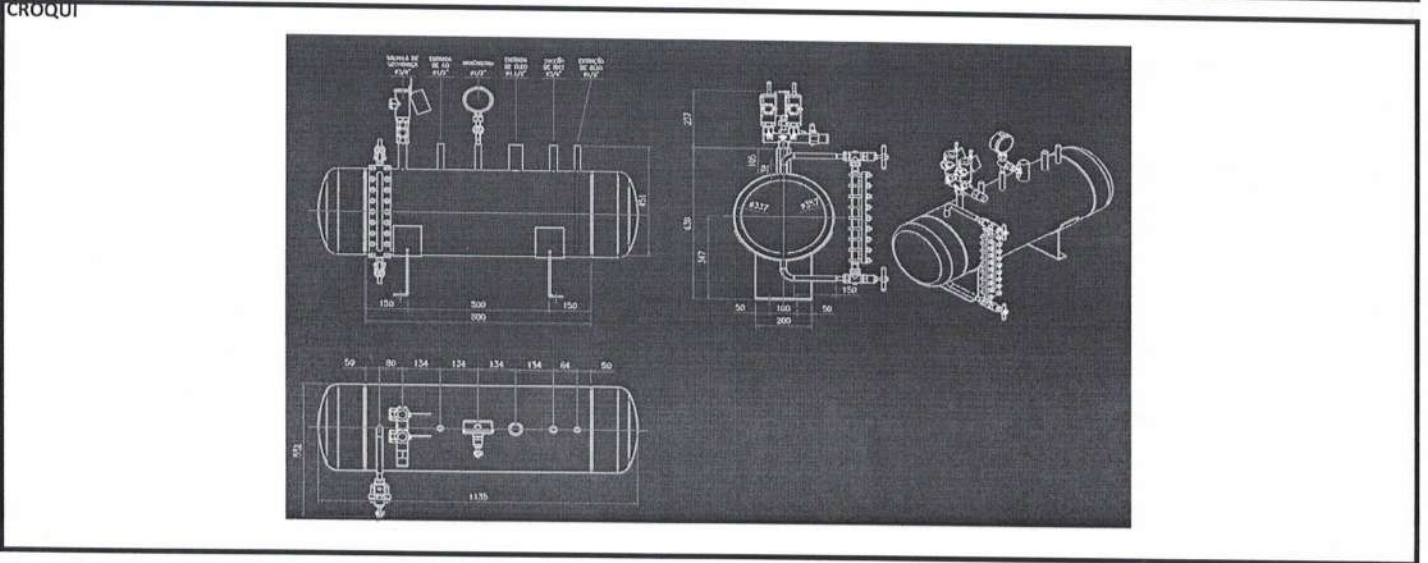
| | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|------------|
| Equipamento: | Coletor de óleo TCCO Ø350x800mm | Nº de Serie: | 1167 |
| Norma de Referencia: | N/A | Cliente: | THERM TECH |
| Processo de Soldagem: | SMAW-SAW | Temperatura: | Ambiente |
| Metal de Adição: | - | Espessura: | 8 mm |
| Metal de Base: | ASTM A516 GR70 | Condição Superficial: | Escovada |

Tipo de Ensaio: Pneumático Hidrostático

Pressão utilizada em Kg/cm²: 24 Kg/cm² Outros: _____

Tempo minimo de pressurizacao apos correcao de possiveis vazamentos: 30 min Outras Horas: 4 horas


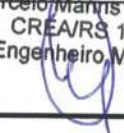
| EQUIPAMENTO | OBSERVAÇÕES | LAUDO |
|-----------------|-------------------------------------|----------|
| Coletor de óleo | Teste sem nenhum reparo necessário. | APROVADO |
| | | |
| | | |



LEGENDA

| | | |
|--------------|---------------|-------------------------|
| A - Aprovado | R - Reprovado | EC - Exame Complementar |
|--------------|---------------|-------------------------|

LAUDO FINAL: APROVADO REPROVADO EXAME COMPLEMENTAR

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| INSPECTOR RESPONSÁVEL  06/10/2021 | ENGENHEIRO RESPONSÁVEL Marcelo Martins de Oliveira CREA/RS 195054 Engenheiro Mecânico  06/10/2021 | FISCALIZAÇÃO |
|--|---|---------------------------------|



RELATÓRIO DE ENSAIO POR ULTRASSOM

ULTRASOUND TEST REPORT

Relatório Nº: **ME-US-001**
Report nº:
Folha: **1 / 1**
Sheet:
Data: **27-09-2021**
Date:

INFORMAÇÕES GERAIS - GENERAL INFORMATION

| | | | |
|--|---|---|---|
| Cliente: Client: Top Cold Refrigeração | Local: Local Test: Sapucaia do Sul - RS | | |
| Material: Material: Aço Carbono A516 70 | Equipamento Inspeccionado: Tested Equipment: Soldas de Topo | Componente Inspeccionado: Tested Component: Coletor de Óleo - TCCO Ø350x800 | Obra: Work t: ----- |
| Procedimento: Procedure: PI-ME-007 Rev.0 | Norma de Referência: Reference Code: ASME V e VIII | Critério de Aceitação: Evaluation Criteria: ASME VIII | CÓDIGO: Reference : 3180025 Revisão 0 |
| Equipamento / N° de Série: Equipment / Serial Number: Modsonic - Einstein II | Bloco de Referência: Block Reference: V1 e V2 | Condição Superficial: Superficial Condition: Escovado | Acoplante: Couplant: Metil Celulose |

SUPERFÍCIES DE VARREDURA E CABEÇOTES UTILIZADOS: SURFACES AND SCANNING HEADS USED

| Superfície: Surface: | SE | Normal | 45° | 60° | 70° |
|-------------------------|-----|--------|-----|-----|-----|
| A | X | --- | x | X | X |
| A | X | --- | x | X | X |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |

| Cabeçote : Head: | N°Série: Serial Number: | Ângulo: Angle: | Primário: Primary: | PT | Ganho varredura Gain Scan (dB) |
|---------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|-----|-----------------------------------|
| MSEB4H | 03525 | 0° | 64db | 0db | 64db |
| MWB45 | 03526 | 45° | 58db | 0db | 64db |
| MWB60 | 04521 | 60° | 62db | 0db | 68db |
| MWB70 | 08965 | 70° | 66db | 0db | 72db |

REGISTRO DOS RESULTADOS - RECORD RESULTS

| Identificação: Identification: | Descontinuidade: Discontinuity: | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------|-----------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | Espes.: thickness: | N° Desc. Number | Cabeçote : Head: | Ganho: Gain: | Local | Comp. Length | Profund.: Depth: | Superf. Surface | Laudo: Report |
| VASO 01 - 1166 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | A |
| VASO 02 - 1167 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | A |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

OBSERVAÇÃO:

Observation

Realizado ensaio de ultrassom nas Soldas de topo C1, C2 e L1 sendo que as mesmas apresentaram apenas algumas indicações aceitáveis de acordo o Critério de Aceitação.
Resultado: Aprovado

Legenda - Inscription

TL – Trinca Longitudinal - Longitudinal Crack FF– Falta de Fusão - Lack of Fusion PO – Porosidade - Porosity
TT –Trinca Transversal - Transversal Crack FP – Falta de Penetração - Lack of Penetration IE – Inclusão de Escória -Inclusion of Slag
A – Aprovado - Approved R – Reprovado - Reproved EC – Exame Compl. - Complementary Testing



Aprovado
Approved



Reprovado
Reproved



Exame Complementar
Complementary Testing

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| Assinatura Inspetor: Inspector Signature SANDRO OSMAR REIS Inspetor de END N3 LPEVS-US SNCC: 00033 | Assinatura CQ: CQ Signature | Assinatura fiscalização: Surveyor Signature |
| Data: 27/09/2021 Date: | Data: Date: | Data: Date: |

5.0. Qualificações

Objetivo Objective:

Avaliar a soldabilidade de conjuntos mecânicos e suas particularidades através de ensaios / resultados qualitativos; submetendo corpos de prova a ensaios mecânicos, químicos, metalográficos, não destrutivos e outros aplicáveis aos códigos de referência.

Evaluate the solubility of mechanical assemblies and their particularities through testing / qualitative results by subjecting test coupons to mechanical testing, chemical, non-destructive and applicable to other reference codes.

Origem: Soldagem(Welding);
Source

Processo: GMAW Semi-Altomática (Semi Automatic);
Process

Especificação de material: Espessura 9,50 x 9,50mm, diâmetro n.a; ASTM A36 (Thickness 9,50 x 9,50mm, diameter n.a, ASTM A36)
Material Specification

Posição: 1G, Progressão Não aplicável(1G, Progression No applicable);
Position

Requisitos Suplementares: Não Aplicável (No applicable)
Supplementary requirements

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil.

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

| REV. | DATA DATE | DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES |
|------|------------|---|
| 0 | 25.09.2017 | Para aprovação <i>Initial issue.</i> |

| | |
|--|--|
| Data: <i>DATE</i> | Data: <i>DATE</i> 25.09.2017 |
| Verificado por: <i>Verified by</i> | Aprovado por: <i>Approved by</i>  Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-09-17 |
| Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i> | Inspetor de Soldagem Nível 2 <i>Welding Inspector Level 2</i> |

| | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|--------------------|--------|--------------------|--------|
| Processo / Tipo: Process / Type | GMAW Semi-Automática (Semi Automatic); | ... | ... | RRS: WRR | 002/17 | EPS: WPS | 002/17 |
|---|--|-----|-----|--------------------|--------|--------------------|--------|

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

| DETALHE DA JUNTA DETAIL OF THE BOARD | PRÂMETROS APLICADOS PARAMETERS APPLIED | DIMENSIONAL DRAWING OF THE JOINT |
|---|---|----------------------------------|
| Tipo de Junta: Type joint: | JTPT(CJP) | |
| Soldagem por um lado: Weld. on the one side: | Não(No) | |
| Soldagem por ambos os lados: Weld. on both sides: | Não (No) | |
| Cobre-junta/Material/Espessura: Backing/Material/Thickness: | Com/n.a(With/n.a) | |
| Goivagem da Raiz/ Método: Going root / Method: | Não (No) | |
| Tipo de Chanfro: Type bevel: | "V" | |
| Ângulo do Chanfro (α): Bevel angle (α): | 60° | |
| Ângulo do Chanfro (β): Bevel angle (β): | ... | |
| Abertura da Raiz mm (R): Gap root mm (R): | 3 | |
| Face da Raiz mm (f): Face root mm (f): | 2 | |
| Profundidade de Preparação (S1): Preparation depth (S1): | 9,50 | |
| Profundidade de Preparação (S2): Preparation depth (S2): | ... | |
| Passe Simples mm (JASA): Pass Single (JASA): | ... | |
| Passe Múltiplo mm (JASA): Pass Multiple mm (JASA): | ... | |
| Verniz Antioxidante / Marca: Varnish Antioxidant / Brand: | ... | |

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

| METAL BASE (APLICADO) BASE METAL (APPLIED) | Especificação ESPECIFICATION | T (mm) | Ø (mm) | Fabricante / Certif. / Reclassif. Manufacture/certif./Reclass. | Corrida / Volume Heat/Volume | CE% | Designação Designation |
|---|---------------------------------|--------|--------|---|---------------------------------|-----|---------------------------|
| Metal de Base 1: Base Metal 1 | ASTM A36 | 9,50 | ... | Arcerlormittal 81530001 | 1947386 | ... | ... |
| Metal de Base 2: Base Metal 2 | ASTM A36 | 9,50 | ... | Arcerlormittal 81530001 | 1947386 | ... | ... |

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PROCESS / ADDITION OF METAL / ELECTRICAL CHARACTERISTICS

| Processo/Tipo Process/Type | E-T/Ø/ Certif. | Espec. AWS | Class. AWS / Schedule | Fnº | Anº | Marca Comercial Trade Mark | Dep. (mm) | Fabricante/ Certificado Manufacture/ Certificate | Corrida Heat | Homologação Approved | Forma Form | Modo Transf. Transfer Mode | H (ml/g) |
|-------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------|-----|-----|----------------------------------|--------------|---|-----------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| GMAW | 1.0 | 5.18 | ER70S-6 | 6 | ... | Gerdau | ... | Gerdau | 99001057 | ... | Arame sódio | ... | ... |

PROTEÇÃO PROTECTION

| Processo Process | Especificação Specification | Classificação Classification | Composição Composition | Tocha (l/min.) Torch (l/min.) | Purga (l/min.) Purge (l/min.) | Certificado Certificate |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| GMAW | 5.32 | SG-AC-25 | Ar - 25% CO2 | 17 | | |

POSIÇÃO POSITION

| POSIÇÕES POSITIONS | POSIÇÃO POSITION | PROGRESSÃO PROGRESSION |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------|
| APLICADA NA SOLDAGEM WELD APPLIED | 1G | Não aplicável(No applicable) |

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

| Temp. de Pré-aquec. Temp. de Pre-heating | Temp. Inter. Temp. Inter. | Temp. / Tempo de Pós-aquec. Temp./Time de Post heating | Tipo Type | Rz.Aquec. Heating rate | Temp. Patamar Temp. Holding | Tempo Patamar Time Holding | Rz.Resfr. Cooling rate | Dif.Temp. Termop. Thermocouple temp. difference | Dureza Max. Hardness Max. | Relatório Report |
|---|------------------------------|---|--------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|------------------------------|---------------------|
| 30°C | 250°C | n.a | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

| | | |
|---|---|--------------------------|
| Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-03-17 | Gerente da Qualidade Quality Manager | Fiscalização Surveyor |
| Inspetor de Soldagem N2 Welding Inspector Level 2 | | |

TÉCNICA TECHNICAL

| Passes / Pass | Nº de Eletr. | Espaçamento Long./Lat./Âng. / Spacing (Long./Lat./Ang.) | Ângulo de (Trab./Avan.) / Angle of (Work/Advanced) | Limpeza Inic. / Cleanliness Initial | Limpeza Ent. Passes / Cleanliness Ent. Pass | Martel. / Pound | Dist. Bico peça / Stick Out | Ø bocal (mm) |
|--|--------------|---|--|---|---|-----------------|-----------------------------|--------------|
| Retilino / Múltiplo/Rectilinear / Multiple | 1 | ----- | ----- | Isenta de contaminação/Free contamination | Em./Escov.(Grinding / Brushing) | Não/No | ----- | ----- |

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

| Passes/Camada / Pass/Layer | Proc. | Marca Comercial / Trade mark | Classif./Schedule / Classif./Schedule | Ø | Corr./Pol. | Amperagem / Amperage | Voltagem / Tension | Veloc. (cm / min.) | Energia (J/cm) / Heat input (J/cm) |
|----------------------------|-------|------------------------------|---------------------------------------|---|------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| Raiz / enchimento | GMAW | Gerdau | ER705-6 | 1 | CC+ | 135 | 20 | ----- | ----- |
| Acabamento | GMAW | Gerdau | ER705-6 | 1 | CC+ | 170 | 22 | ----- | ----- |

INSTRUMENTOS INSTRUMENTS

| Instrumento / Instrument | Identificação / Identification | Data de Calibração / Date of Calibration | Entidade / Entity | Relatório / Report |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Amperímetro / Amperimeter | AL-002 | 04/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Voltímetro: / Voltmeter | AL-002 | 04/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Pirômetro: / Pyrometer | TE-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Calibre de Solda: / Caliber Welding | CAS-002 | 08/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 8275-2016 |
| Paquímetro: / Caliper | PQ-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8264-2016 |
| Fluxômetro: / Flowmeter | FL-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8265-2016 |
| Cronômetro: / Chronometer | CR-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8266-2016 |

ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS NON DESTRUCTIVE TEST

| END NDT | Início do Ensaio / Inicial Test | Sem TTAT / Without TTAT | Antes TTAT / Before TTAT | Após TTAT / After TTAT | Inspetor / Inspector | Relatório / Report | Laudo / Result |
|---------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------|
| Ensaio Visual | Após Resf. | ----- | ----- | ----- | FBTS-IS 1137 N2 | EVS- 001/17 | AP |

ENSAIO DE TRAÇÃO TRANSVERSAL TENSION TET CROSS

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ASME IX QW 462.1 (a) | | ASME IX QW 462.1 (a) | | ASME IX QB 422 (450 MPA) | |
|--|------------------|--|---------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Identificação / Identification | Amostra / Sample | Largura (mm) / Width (mm) | Espessura (mm) / Thickness (mm) | Área (mm ²) / Area (mm ²) | Carga de Rup. (N) / Load of Rup. (N) | Tensão (MPa) / Tension (MPa) | Local de Ruptura / Break Location |
| TT-01 | Retangular | 19,02 | 7,39 | 140,56 | 77443 | 551 | Metal de Solda |
| TT-02 | Retangular | 18,80 | 7,34 | 137,99 | 77303 | 560 | Metal de Solda |
| Relatório Report: 2734/17 | | Laboratório Laboratory: CQS Laboratórios | | | | | |

ENSAIO DE TRAÇÃO LONGITUDINAL TENSION TEST CROSS LONGITUDINAL

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | | ... | |
|--|---|---|---------------------------|---|---------|---|---|
| Identificação / Identification | Amostra / Sample | Ø inicial (mm) / Ø initial (mm) | Ø final (mm) / Ø end (mm) | Lo (mm) | Lf (mm) | Área inicial da amostra (mm ²) / Area initial sample (mm ²) | Área inicial da amostra (mm ²) / Area finishing sample (mm ²) |
| Força Máxima (Fm) N / Force Max. (Fm) N | Força de Escoamento (Fe) N / Force Yield (Fe) N | Resistência à tração (Rm) Mpa / Tensile Strength (Rm) Mpa | | Resist. escoamento (Re) Mpa / Yield Strength (Re) Mpa | | A (%) | Z (%) |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | | | |

ENSAIO DE DOBRAMENTO TEST BEND

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ASME IX QW 462 (a) | | ASME IX QW 462.3 (a) | | ASME IX QW 163 | |
|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|--|
| Identificação / Identification | Largura (mm) / Width (mm) | Espessura (mm) / Thickness (mm) | Ø Cutelo (mm) / Ø Mandrill (mm) | Tipo / Type | Ângulo (°) / Angle (°) | Resultado / Result | |
| DF-01 | 20,01 | 9,40 | 38 | Lateral | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DF-02 | 20,08 | 9,45 | 38 | Lateral | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DR-01 | 20,01 | 9,51 | 38 | Lateral | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DR-02 | 20,02 | 9,41 | 38 | Lateral | 180 | Isento de descontinuidades | |
| Relatório Report: 002/17 | | Laboratório Laboratory: EHS Inspeções | | | | | |

ENSAIO MACROGRÁFICO MACROGRAPH TEST

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | |
|--|----------------------|-----------------------------|--|-----|--------------------|
| Identificação / Identification | Ampliação / Increase | | | | Resultado / Result |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | |

ENSAIO DE FRATURA FRACTURE TEST

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | |
|--|--------------------|-----------------------------|--|-----|--|
| Identificação / Identification | Resultado / Result | | | | |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | |

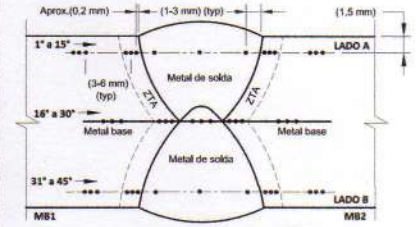
| | | | |
|---|---|--|-------------------------|
| Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-09-17 | Inspetor de Soldagem N2 / Welding Inspector Level 2 | Gerente da Qualidade / Quality Manager | Fiscalização / Surveyor |
|---|---|--|-------------------------|

ENSAIO DE DUREZA HARDNESS TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação:
Preparation/Method/Acceptance Criteria

| Região Region | DZ-01 | | | | | | | | | | DZ-02 | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | PT | DZ | M | U | PT | DZ | M | U | PT | DZ | M | U | PT | DZ | M | U | PT | DZ | M | U | PT | DZ | M | U | |
| MB | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ZTA | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| MS | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ZTA | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| MB | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

CROQUI DE PERFIL DE MEDIÇÃO DE DUREZA
PROFILE SKETCH OF HARDNESS



Relatório Report: ... Laboratório Laboratory: ...

ENSAIO DE IMPACTO IMPACT TEST

Preparação/Método/Critério Aceitação:
Preparation/Method/Acceptance Criteria

| Orientação: Orientation | Tipo: Type | Dimensões: Dimension | Unidade: Unit | |
|---|---|---|---|----------------------------|
| ... | ... | ... | ... | |
| Temperatura Projeto: Temperature Project | Temperatura do Material: Temperature of Material | Temperatura sub-size: Temperature sub-size | ... | |
| Amostra Sample | Identificação Identification | Dimensões (mm) Dimension (mm) | Energia Absorvida (J) Absorbed Power (J) | Média (J) Media (J) |
| (This table is currently blank with a diagonal line drawn across it.) | | | | |

Relatório Report: ... Laboratório Laboratory: ...

Certificamos que as declarações neste registro são corretas e que os testes das soldas foram preparados, soldados e testados conforme requisitos dos seguintes códigos;
Certify that the statements in this record are correct and that the tests of the welds were prepared, welded and tested in accordance with requirements of the following codes;

| | | |
|--|---|---|
| Norma de Construção: | <i>Standard Construction</i> | ASME Boiler & Pressure Vessel Code Sec. VIII Division 1- Rules For Construction of Pressure Vessels |
| Norma de Qualificação: | <i>Qualification Standard:</i> | ASME BPVC. IX Ed 2015 |
| Normas da Sociedade Classificadora: | <i>Rules of the Classification Society:</i> | ... |
| Especificações Técnicas Adicionais: | <i>Additional Technical Specifications:</i> | ... |

| | | |
|---|--|---------------------------------|
| Alexandre Maurer Costa FBTS IS1704N2 26-09-27 | Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i> | Fiscalização <i>Surveyor</i> |
| Inspetor de Soldagem N2 <i>Welding Inspector Level 2</i> | | |



CQS LABORATÓRIO DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO

Rua Metalurgia Guidalli, n°. 85 - São Leopoldo/RS - (51) 3081 56 00
cqs@cqslaboratorios.com.br



Relatório de ensaio de Tração - 2734/17

Cliente: Eduardo Hack de Souza - ME OS 2738
Endereço: Rua Nossa Senhora da Conceição, 610 Bairro Centro - Sapucaia do Sul - RS
Interessado: -----

1 - INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO SOLICITANTE (Não fazem parte do escopo do reconhecimento)

Solicitante: EHS Inspeções Técnicas
Norma de Projeto: ASME VIII, ASME IX Ed. 2015
Metal de Base: ASTM A36
Dimensões da Peça: 250x300x9,5mm
Processo de Soldagem: GMAW
Nº Chapa de Teste: 002/17
Posição de Soldagem: 1G
Tratamento Térmico: Não
Preparação: ASME IX QW 462.1(b)
Método de Ensaio: ASME IX QW 462.1(b)
Critério de Aceitação: ASME IX QW / QB 422 (450 MPa)

2 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Procedimento: PRO 19 / LAB - Revisão 06
Condições ambientais: Temperatura (23 ± 5)°C e Umidade relativa ≤ 70%.
A incerteza expandida de medição relatada (U95) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2,00, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos [veff] corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da
Método: As amostras vem usinadas para o ensaio, o técnico faz a limpeza, depois realiza as devidas medições. A amostra é posicionado na máquina é realizado o ensaio.

3 - RASTREABILIDADE METROLÓGICA

| Descrição | Identificação | Certificado | Emitido | Validade |
|-----------------------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| Máquina Universal de Ensaio | NO10953/NS124 | RBC 5443/16 | SENAI CETEMP | set-17 |
| Paquímetro Digital | PQ-02 | RBC 06401/2016 | Metrosul | abr-18 |
| Termohigrômetro Minipa | TH-2 | RBC 02076/2016 | Metrosul | mai-19 |

4 - RESULTADOS / Results

| Identificação da | Formato da | Largura | Espessura | Área inicial da | Força Máx. - Fm | Resistência à tração - | Local de Ruptura |
|------------------|------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|
| CP02-TT-01 | Retangular | 19,02 ± 0,06 | 7,39 ± 0,06 | 140,56 ± 0,09 | 77443 ± 201 | 551 ± 10 | Metal de Solda |
| CP02-TT-02 | Retangular | 18,80 ± 0,06 | 7,34 ± 0,06 | 137,99 ± 0,09 | 77303 ± 201 | 560 ± 10 | Metal de Base |

5 - NOTAS / Notes

Unidades de medida em acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI). 1 N = 0,102 kgf e 1 MPa = 0,102 kgf/mm².

MA - Metal de Adição
LF - Linha de Fusão
MB - Metal de Base

Data de Ensaio 25/09/2017

Data de Emissão 26/09/2017

Eduardo Hack de Souza
Inspetor de Soldagem
FBTSISNQC 13 - 1137.M2

Luiz Fernando F. Bosquerolli
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este relatório atende aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. O laboratório é reconhecido pela RMRS sob o número 17401, a qual avaliou sua competência e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida. Os resultados obtidos e apresentados no presente relatório têm significação restrita e aplicam-se somente às amostras ensaiadas.



**CERTIFICADO DE QUALIDADE
MILL TEST / QUALITY CERTIFICATE**

BR-01-SÃO JOSE DOS CAMPOS-SJC
 PRAÇA.CARIRI, 303
 SÃO JOSE DOS CAMPOS, SÃO PAULO - CEP 12238-300
 BRASIL / (12) 39353855

NUMERO / NUMBER: 8108240029/000010
 PRODUTO / PRODUCT: ARAME P/ SOLDADA MIG ER-70S6

CLIENTE / CUSTOMER: GERDAU ACOS LONGOS S A
 DATA / DATE: 14.07.2017
 PEDIDO CLIENTE / CUSTOMER ORDER: 0000577034
 ORDEM DE VENDDA / SALES ORDER: [blank]

NORMA - ESPECIFICAÇÃO - QUALIDADE /
 NORM - SPECIFICATION - GRADE
 AWS A 5.18 /A5.18M2005 ER70S-6

| BITOLA / SIZE | LOTE / HEAT | QTD / QUANT | C % | SI % | Mn % | P % | S % | CE % | Ni % | Cu % | Mo % | V % |
|---------------|-------------|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| 1,0mm | 99001057 | 1.296,000 KG | 0,08 | 0,95 | 1,45 | 0,011 | 0,013 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,007 | 0,005 |

PROPRIEDADE MECANICA / MECHANICAL PROPERTIES

OBSERVAÇÕES / OBSERVATIONS

AMS A5.18/A5.18M:2005 ASME II-C SFA 5.18 ER-70S6 ED.2007
 TESTE RADIOGRÁFICO ATENDE OS REQUISITOS DA ASME II-C
 CHARPY -30°C

PROPRIEDADES MECANICAS:
 LR mínimo: 480 MPa / LE mínimo: 400 MPa
 Alongamento mínimo: 22% / Teste impacto: 27 J (Mínimo)

As propriedades físicas, químicas e mecânicas descritas no
 Certificado de Qualidade são garantidas no estado em que o
 material é fornecido. Qualquer transformação que o material
 venha a sofrer em terceiros pode alterar significativamente
 tais propriedades

RESPONSÁVEL PELA QUALIDADE /
 QUALITY ASSURANCE

[Handwritten Signature]

RIHITO NAKAMURA
 CREA 0682579445

Disposição:

Disposal: Executar soldagem de Tubulações; (Perform welding of Tubes)

Origem:

Source: Soldagem;(Welding);

Processo:

Process: GTAW Manual;(Manual);

Especificação de material:

Material Specification: P Number 1 , Espessura 1,5 à 19mm, (P Number 1 , Thickness 1,5 to 19mm)

Posição:

Position: Todas (All);

Requisitos Suplementares:

Supplementary requirements: Não Aplicável; (No applicable)

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz

This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

| REV. | DATA DATE | DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES |
|------|------------|---|
| 0 | 26.09.2017 | Para aprovação. <i>Initial issue.</i> |

| | |
|--|--|
| Data: <i>Date</i> | Data: <i>Date</i> 26.09.2017 |
| Verificado por: <i>Verified by</i> | Aprovado por: <i>Approved by</i>  EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821 |
| Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i> | Inspetor de Soldagem Nível 2 <i>Welding Inspector Level 2</i> |

| | | | |
|--|----------------------|----------------------------|--------|
| Processo / Tipo: <i>Process/Type</i> | GTAW Manual (Manual) | RQPS: <i>PQR</i> | 003/17 |
|--|----------------------|----------------------------|--------|

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

| DETALHE DA JUNTA <i>DETAIL OF THE BOARD</i> | | PRÂMETROS <i>PARAMETERS</i> | DIMENSIONAL <i>DRAWING OF THE JOINT</i> |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| Tipo de Junta: | <i>Type joint:</i> | JTPT e JTTP (Topo e Ângulo) | |
| Soldagem por um lado: | <i>Weld. on the one side:</i> | Não | |
| Soldagem por ambos os lados: | <i>Weld. on both sides:</i> | Sim | |
| Cobre-junta/Material/Espessura: | <i>Backing/Material/Thickness:</i> | With / without | |
| Goivagem da Raiz/ Método: | <i>Going root / Method:</i> | N/A | |
| Tipo de Chanfro: | <i>Type bevel:</i> | Em "V" | |
| Ângulo do Chanfro (α): | <i>Bevel angle (α):</i> | 45° - 60° | |
| Ângulo do Chanfro (β): | <i>Bevel angle (β):</i> | ... | |
| Abertura da Raiz mm (R): | <i>Gap root mm (R):</i> | 0 - 5,0 | |
| Face da Raiz mm (f): | <i>Face root mm (f):</i> | Sem Restrição | |
| Profundidade de Preparação (S1): | <i>Preparation depth (S1):</i> | Ilimitado / Unlimited | |
| Profundidade de Preparação (S2): | <i>Preparation depth (S2):</i> | ... | |
| Passo Simples mm (JASA): | <i>Pass Single (JASA):</i> | ... | |
| Passo Múltiplo mm (JASA): | <i>Pass Multiple mm (JASA):</i> | ... | |
| Verniz Antioxidante / Marca: | <i>Varnish Antioxidant / Brand:</i> | ... | |
| | | | |

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

| METAL BASE <i>BASE MATERIAL</i> | Especificação <i>Specification</i> | T (mm) | Ø (mm) | CE% | Observações <i>Observation</i> |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------|-----|--------------------------------|
| | P Number 1 | 1,5 à 19mm 1,5 to 19mm | Todos | ... | ... |

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / PROCESS / ADDITION OF METAL

| Processo/Tipo <i>Process/Type</i> | E-T/Ø/ Certif. | Espec. AWS | Class. AWS / Schedule | Fnº | Anº | Marca Comercial Trade Mark | Dep. (mm) | Homologação Approved | Forma Form | Modo Transf. Transfer Mode | H (ml/g) |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------|-----|-----|-------------------------------|--------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| GTAW | 3,20 | A5.18 | ER70S-3 | 6 | ... | BOHLER FOX | 1,5 à 19mm | ... | Vareta | n.a | ... |

PROTEÇÃO PROTECTION

| Processo <i>Process</i> | Especificação <i>Specification</i> | Classificação <i>Classification</i> | Composição <i>Composition</i> | Tocha (l/min.) <i>Torch (l/min.)</i> | Purga (l/min.) <i>Purge (l/min.)</i> |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

POSIÇÃO POSITION

| POSIÇÕES <i>POSITIONS</i> | POSIÇÃO <i>POSITION</i> | PROGRESSÃO <i>PROGRESSION</i> |
|--|-------------------------|-------------------------------|
| FAIXA QUALIFICADA <i>RANGE QUALIFIED</i> | Todas / all | N/a |

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

| Temp. de Pré-aquec. <i>Temp. de Pre-heating</i> | Temp. Inter. <i>Temp. Inter.</i> | Temp. / Tempo de Pós-aquec. <i>Temp./Time de Post heating</i> | Tipo <i>Type</i> | Rz.Aquec. <i>Heating rate</i> | Temp. Patamar <i>Temp. Holding</i> | Tempo Patamar <i>Time Holding</i> | Rz.Resfr. <i>Cooling rate</i> | Dif.Temp. <i>Thermocouple temp. difference</i> | Dureza Max. <i>Hardness Max.</i> |
|--|-------------------------------------|--|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|
| Mínimo 10°C | Máx. 150°C | n.a | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

TÉCNICA TECHNICAL

| Passo <i>Pass</i> | Nº de Eletr. <i>Nº of Electr.</i> | Espaçamento Long./Lat./Âng. <i>Spacing (Long./Lat./Ang.)</i> | Ângulo de (Trab./Avan.) <i>Angle of (Work/Advanced)</i> | Limpeza Inic. <i>Cleanliness Initial</i> | Limpeza Ent. Passes <i>Cleanliness Ent. Pass</i> | Martel. <i>Pound</i> | Dist. Bico pega <i>Stick Out</i> | Ø bocal <i>(mm)</i> |
|---|--------------------------------------|---|--|---|---|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Retilíneo / Múltiplo (Rectilinear / Multiple) | ... | ... | ... | Isenta de contaminação (Free contamination) | Esm./Escov. (Grinding / Brushing) | Não (No) | ... | ... |

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

| Passo/Camada <i>Pass/Layer</i> | Proc. | Marca Comercial <i>Trade mark</i> | Classif./Schedule <i>Classif./Schedule</i> | Ø | Corr./Pol. | Amperagem <i>Amperage</i> | Voltagem <i>Tension</i> | Veloc. (cm / min.) | Energia (J/cm)[1] <i>Heat input (J/cm)[1]</i> |
|-----------------------------------|-------|--------------------------------------|---|---------------|------------|------------------------------|----------------------------|--------------------|--|
| Raiz (Root) | GTAW | Sem Restrição (Unrestrained) | ER70-S3 | Sem Restrição | CC- | 65,7 - 115 | 12 - 26 | Sem Restrição | ... |
| Ench. (filling) | GTAW | Sem Restrição (Unrestrained) | ER70-S3 | Sem Restrição | CC- | 100 - 150 | 18 - 32 | Sem Restrição | ... |
| Acab. (finish) | GTAW | Sem Restrição (Unrestrained) | ER70-S3 | Sem Restrição | CC- | 125 - 175 | 20 - 34 | Sem Restrição | ... |

(1) Atenção máxima a informação: Independente da faixa permitida em Amperagem, tensão e velocidade; a combinação dos mesmos nunca deverá extrapolar a faixa de energia de soldagem permitida nessa EPS. (A x V x 60 / Velocidade = Energia de Soldagem)
(1) Maximum Attention information: Regardless of the permissible range in amperage, voltage, and speed; the combination thereof should never extrapolate the welding power range allowed this EPS. (H x V x 60 / Rate = Welding Power)

| | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Norma de Construção: | <i>Standard Construction</i> | ASME B31.3 (Code for Pressure Piping) |
| Norma de Qualificação: | <i>Qualification Standard:</i> | ASME BPVC. IX Ed 2015 |

| | | |
|--|---|--|
| EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS20987 | Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i> | Fiscalização <i>Surveyor</i> |
| Inspetor de Soldagem N2 <i>Welding Inspector Level 2</i> | | |

Objetivo Objective:

Avaliar a soldabilidade de conjuntos mecânicos e suas particularidades através de ensaios / resultados qualitativos; submetendo corpos de prova a ensaios mecânicos, químicos, metalográficos, não destrutivos e outros aplicáveis aos códigos de referência.

Evaluate the solubility of mechanical assemblies and their particularities through testing / qualitative results by subjecting test coupons to mechanical testing, chemical, non-destructive and applicable to other reference codes.

Origem: Soldagem(Welding);
Source

Processo: GTAW Manual (Manual);
Process

Especificação de material: Espessura 9,50 x 9,50mm, diâmetro n.a; ASTM A36 (Thickness 9,50 x 9,50mm, diameter n.a, ASTM A36)
Material Specification

Posição: 1G, Progressão Não aplicável(1G, Progression No applicable);
Position

Requisitos Suplementares: Não Aplicável (No applicable)
Supplementary requirements

Este documento pertence à empresa: Top Cold Refrigeração Industrial Ltda: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
This document belongs to the company Cep. 93226-210 - Sapucaia do Sul/RS - Brasil

ÍNDICE DE REVISÕES REVISION HISTORY

| REV. | DATA DATE | DESCRIÇÃO DAS REVISÕES DESCRIPTION OF CHANGES |
|------|------------|---|
| 0 | 25.09.2017 | Para aprovação <i>Initial issue.</i> |

| | |
|--|--|
| Data: <i>DATE</i> | Data: <i>DATE</i> 25.09.2017 |
| Verificado por: <i>Verified by</i> | Aprovado por: <i>Approved by</i>  EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821 |
| Gerente da Qualidade <i>Quality Manager</i> | Inspetor de Soldagem Nível 2 <i>Welding Inspector Level 2</i> |

| | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|
| Processo / Tipo: <i>Process / Type</i> | GTAW - Manual (Manual) ... | RRS: <i>WRR</i> | 003/17 | EPS: <i>WPS</i> | 003/17 |
|--|----------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|

VARIÁVEIS DE SOLDAGEM VARIABLE WELDING

| DETALHE DA JUNTA <i>DETAIL OF THE BOARD</i> | | PRÂMETROS APLICADOS <i>PARAMETERS APPLIED</i> | DIMENSIONAL <i>DRAWING OF THE JOINT</i> |
|--|------------------------------|--|---|
| Tipo de Junta: | Type joint: | JTPT(CJP) | |
| Soldagem por um lado: | Weld. on the one side: | Sim(Yes) | |
| Soldagem por ambos os lados: | Weld. on both sides: | Não(No) | |
| Cobre-junta/Material/Espessura: | Backing/Material/Thickness: | Com/MS/n.a(With/MS/n.a) | |
| Goivagem da Raiz/ Método: | Going root / Method: | Não(No) | |
| Tipo de Chanfro: | Type bevel: | "V" | |
| Ângulo do Chanfro (α): | Bevel angle (α): | 50° | <p align="center">SEQUÊNCIA DE PASSES WELD PASS SEQUENCE</p> |
| Ângulo do Chanfro (β): | Bevel angle (β): | ... | |
| Abertura da Raiz mm (R): | Gap root mm (R): | 3 | |
| Face da Raiz mm (f): | Face root mm (f): | 2 | |
| Profundidade de Preparação (S1): | Preparation depth (S1): | 9,5 | |
| Profundidade de Preparação (S2): | Preparation depth (S2): | ... | |
| Passo Simples mm (JASA): | Pass Single (JASA): | ... | |
| Passo Múltiplo mm (JASA): | Pass Multiple mm (JASA): | ... | |
| Verniz Antioxidante / Marca: | Varnish Antioxidant / Brand: | ... | |

MATERIAL DE BASE BASE MATERIAL

| METAL BASE (APLICADO) <i>BASE METAL (APPLIED)</i> | Especificação <i>ESPECIFICATION</i> | T (mm) | Ø (mm) | Fabricante / Certif. / Reclassif. <i>Manufacture/certif./Reclass.</i> | Corrida / Volume <i>Heat/Volume</i> | CE% | Designação <i>Designation</i> |
|--|--|--------|--------|--|--|-----|----------------------------------|
| Metal de Base 1: <i>Base Metal 1</i> | ASTM-A36 | 9,5 | N/A | ARCELORMITTAL / 81530001 | 1947386 | N/A | P Number 1 |
| Metal de Base 2: <i>Base Metal 2</i> | ASTM-A36 | 9,5 | N/A | ARCELORMITTAL / 81530001 | 1947386 | N/A | P Number 1 |

PROCESSO / METAL DE ADIÇÃO / CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS PROCESS / ADDITION OF METAL / ELECTRICAL CHARACTERISTICS

| Processo/Tipo <i>Process/Type</i> | E-T/Ø/ Certif. | Espec. AWS | Class. AWS / Schedule | F _n | An | Marca Comercial Trade Mark | Dep. (mm) | Fabricante/ Certificado Manufacture/ Certificate | Corrida Heat | Homologação Approved | Forma Form | Modo Transf. Transfer Mode | H (ml/g) |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------|----------------|-----|-------------------------------|--------------|---|-----------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| GTAW | 2,5 | A5.18 | ER70S-3 | 6 | | Ok Tigrod 12.60 | 9,5 | ESAB/ EC24339054 | PV605033720 | ... | Vareta | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

PROTEÇÃO PROTECTION

| Processo <i>Process</i> | Especificação <i>Especification</i> | Classificação <i>Classification</i> | Composição <i>Composition</i> | Tocha (l/min.) <i>Torch (l/min.)</i> | Purga (l/min.) <i>Purge (l/min.)</i> | Certificado <i>Certificate</i> |
|----------------------------|--|--|----------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| GTAW | A5.32 | SG-A | 99.997 | 12 l/min. | ... | ... |

POSIÇÃO POSITION

| POSIÇÕES <i>POSITIONS</i> | POSIÇÃO <i>POSITION</i> | PROGRESSÃO <i>PROGRESSION</i> |
|---|----------------------------|---|
| APLICADA NA SOLDAGEM <i>WELD APPLIED</i> | 1G | Progressão Ascendente (Progression ascending) |

PRE E PÓS-AQUECIMENTO PRE AND POS-HEATING

TRATAMENTO TÉRMICO HEAT TREATMENT

| Temp. de Pré-aquec. <i>Temp. de Pre-heating</i> | Temp. Inter. <i>Temp. Inter.</i> | Temp. / Tempo de Pós-aquec. <i>Temp./Time de Post heating</i> | Tipo <i>Type</i> | Rz.Aquec. <i>Heating rate</i> | Temp. Patamar <i>Temp. Holding</i> | Tempo Patamar <i>Time Holding</i> | Rz.Resfr. <i>Cooling rate</i> | Dif.Temp. Termop. <i>Thermocouple temp. difference</i> | Dureza Max. <i>Hardness Max.</i> | Relatório <i>Report</i> |
|--|-------------------------------------|--|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------|
| 10°C | 250°C | n.a | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

| | | |
|--|---|--|
| <p>EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821</p> | <p align="center">Gerente da Qualidade Quality Manager</p> | <p align="center">Fiscalização Surveyor</p> |
| <p>Inspetor de Soldagem N2 <i>Welding Inspector Level 2</i></p> | | |

TÉCNICA TECHNICAL

| Passes / Passes | Nº de Eletr. / Nº of Electr. | Espaçamento Long./Lat./Âng. / Spacing (Long./Lat./Ang.) | Ângulo de (Trab./Avan.) / Angle of (Work/Advanced) | Limpeza Inic. / Cleanliness Initial | Limpeza Ent. Passes / Cleanliness Ent. Pass | Martel. / Pound | Dist. Bico peça / Stick Out | Ø bocal (mm) |
|--|------------------------------|---|--|---|---|-----------------|-----------------------------|--------------|
| Retilino / Múltiplo/Rectilinear / Multiple | ... | ... | ... | Isenta de contaminação/Free contamination | Em./Escov./Grinding / Brushing | Não/No | ... | ... |

PARÂMETROS DE SOLDAGEM PARAMETERS WELDING

| Passes/Camada / Pass/Layer | Proc. | Marca Comercial / Trade mark | Classif./Schedule / Classif./Schedule | Ø | Corr./Pol. | Amperagem / Amperage | Voltagem / Tension | Veloc. (cm / min.) | Energia (J/cm) / Heat input (J/cm) |
|----------------------------|-------|------------------------------|---------------------------------------|-----|------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| Raiz(Root) | GTAW | Ok Tigrod 12.60 | ER70S-3 | 3,2 | CC- | 90 | 19 | 8 | - |
| Ench.(filling) | GTAW | Ok Tigrod 12.60 | ER70S-3 | 3,2 | CC- | 125 | 25 | 9 | - |
| Acab.(finish) | GTAW | Ok Tigrod 12.60 | ER70S-3 | 3,2 | CC- | 150 | 27 | 9 | - |

INSTRUMENTOS INSTRUMENTS

| Instrumento / Instrument | Identificação / Identification | Data de Calibração / Date of Calibration | Entidade / Entity | Relatório / Report |
|------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Amperímetro / Amperimeter | AL-002 | 04/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Voltímetro / Voltmeter | AL-002 | 04/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Pirômetro / Pyrometer | TE-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 1344-2016 |
| Calibre de Solda / Caliber Welding | CAS-002 | 08/02/2016 | Metrologia WG Ltda | 8275-2016 |
| Paquímetro / Caliper | PQ-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8264-2016 |
| Fluxômetro / Flowmeter | FL-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8265-2016 |
| Cronômetro / Chronometer | CR-EHS-001 | 05/08/2016 | Metrologia WG Ltda | 8266-2016 |

ENSAIOS NÃO DESTRUTÍVEIS NON DESTRUCTIVE TEST

| END NDT | Início do Ensaio / Inicial Test | Sem TTAT / Without TTAT | Antes TTAT / Before TTAT | Após TTAT / After TTAT | Inspetor / Inspector | Relatório / Report | Laudo / Result |
|---------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------|
| Ensaio Visual | Após Resf. | ... | ... | ... | FBTS-IS 1137 N2 | EVS- 001/17 | AP |

ENSAIO DE TRAÇÃO TRANSVERSAL TENSION TET CROSS

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ASME IX QW 462.1 (a) | | ASME IX QW 462.1 (a) | | ASME IX QB 422 (450 MPA) | |
|--|------------------|---|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Identificação / Identification | Amostra / Sample | Largura (mm) / Width (mm) | Espessura (mm) / Thickness (mm) | Área (mm²) / Area (mm²) | Carga de Rup. (N) / Load of Rup. (N) | Tensão (MPa) / Tension (MPa) | Local de Ruptura / Break Location |
| TT-01 | Retangular | 18,97 | 7,76 | 147,21 | 79935 | 543 | Metal de Base |
| TT-02 | Retangular | 19,07 | 7,77 | 148,17 | 83006 | 560 | Metal de Base |
| Relatório Report: 2733/17 | | Laboratório Laboratory: CQS Laboratório de Ensaios e Calibração | | | | | |

ENSAIO DE TRAÇÃO LONGITUDINAL TENSION TEST CROSS LONGITUDINAL

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | | ... | |
|--|---|---|---------------------------|---|---------|---|---|
| Identificação / Identification | Amostra / Sample | Ø inicial (mm) / Ø initial (mm) | Ø final (mm) / Ø end (mm) | Lo (mm) | Lf (mm) | Área inicial da amostra (mm²) / Area initial sample (mm²) | Área final da amostra (mm²) / Area finishing sample (mm²) |
| Força Máxima (Fm) N / Force Max. (Fm) N | Força de Escoamento (Fe) N / Force Yield (Fe) N | Resistência à tração (Rm) Mpa / Tensile Strength (Rm) Mpa | | Resist. escoamento (Re) Mpa / Yield Strength (Re) Mpa | | A (%) | Z (%) |
| ... | ... | ... | | ... | | ... | ... |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | | | |

ENSAIO DE DOBRAMENTO TEST BEND

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ASME IX QW 462 (a) | | ASME IX QW 462.3 (a) | | ASME IX QW 163 | |
|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|--|
| Identificação / Identification | Largura (mm) / Width (mm) | Espessura (mm) / Thickness (mm) | Ø Cutelo (mm) / Ø Mandril (mm) | Tipo / Type | Ângulo (°) / Angle (°) | Resultado / Result | |
| DF-01 | 20,01 | 09,43 | 38 | Face | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DF-02 | 20,03 | 09,44 | 38 | Face | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DR-01 | 20,01 | 09,51 | 38 | Raiz | 180 | Isento de descontinuidades | |
| DR-02 | 20,03 | 09,41 | 38 | Raiz | 180 | Isento de descontinuidades | |
| Relatório Report: 003/17 | | Laboratório Laboratory: EHS | | | | | |

ENSAIO MACROGRÁFICO MACROGRAPH TEST

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | |
|--|--------------------|-----------------------------|--|-----|--------------------|
| Identificação / Identification | Ampliação Increase | | | | Resultado / Result |
| ... | ... | | | | ... |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | |

ENSAIO DE FRATURA FRACTURE TEST

| Preparação/Método/Critério Aceitação: / Preparation/Method/Acceptance Criteria | | ... | | ... | |
|--|--------------------|-----------------------------|--|-----|--|
| Identificação / Identification | Resultado / Result | | | | |
| ... | ... | | | | |
| Relatório Report: ... | | Laboratório Laboratory: ... | | | |

| | | |
|---|--|-------------------------|
| EDUARDO HACK DE SOUZA Inspetor de Soldagem FBTS-IS1137N2 / CREA-RS209821 | Gerente da Qualidade / Quality Manager | Fiscalização / Surveyor |
| Inspetor de Soldagem N2 / Welding Inspector Level 2 | Gerente da Qualidade / Quality Manager | Fiscalização / Surveyor |



CQS LABORATÓRIO DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO

Rua Metalúrgica Guidali, nº. 85 - São Leopoldo/RS - (51) 3081 56 00
cqs@cqslaboratorios.com.br



Relatório de ensaio de Tração - 2733/17

Cliente: Eduardo Hack de Souza - ME OS 2738
Endereço: Rua Nossa Senhora da Conceição, 610 Bairro Centro - Sapucaia do Sul - RS
Interessado: -----

1 - INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO SOLICITANTE (Não fazem parte do escopo do reconhecimento)

Solicitante: EHS Inspeções Técnicas
Norma de Projeto: ASME VIII, ASME IX Ed. 2015
Metal de Base: ASTM A36
Dimensões da Peça: 250x300x9,5mm
Processo de Soldagem: GTAW
Nº Chapa de Teste: 003/17
Posição de Soldagem: 1G
Tratamento Térmico: Não
Preparação: ASME IX QW 462.1(b)
Método de Ensaio: ASME IX QW 462.1(b)
Critério de Aceitação: ASME IX QW / QB 422 (450 MPa)

2 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Procedimento: PRO 19 / LAB - Revisão 06
Condições ambientais: Temperatura (23 ± 5)°C e Umidade relativa ≤ 70%.
A incerteza expandida de medição relatada (U95) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2,00, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos [veff] corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da
Método: As amostras vem usinadas para o ensaio, o técnico faz a limpeza, depois realiza as devidas medições. A amostra é posicionado na máquina é realizado o ensaio.

3 - RASTREABILIDADE METROLÓGICA

| Descrição | Identificação | Certificado | Emitido | Validade |
|-----------------------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| Máquina Universal de Ensaio | NO10953/NS124 | RBC 5443/16 | SENAI CETEMP | set-17 |
| Paquímetro Digital | PQ-02 | RBC 06401/2016 | Metrosul | abr-18 |
| Termohigrômetro Minipa | TH-2 | RBC 02076/2016 | Metrosul | mai-19 |

4 - RESULTADOS / Results

| Identificação da | Formato da | Largura | Espessura | Área inicial da | Força Máx. - Fm | Resistência à tração - | Local de Ruptura |
|------------------|------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|
| CP03-TT-01 | Retangular | 18,97 ± 0,06 | 7,76 ± 0,06 | 147,21 ± 0,09 | 79935 ± 203 | 543 ± 10 | Metal de Solda |
| CP03-TT-02 | Retangular | 19,07 ± 0,06 | 7,77 ± 0,06 | 148,17 ± 0,09 | 83006 ± 203 | 560 ± 10 | Metal de Solda |

5 - NOTAS / Notes

Unidades de medida em acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI). 1 N = 0,102 kgf e 1 MPa = 0,102 kgf/mm².

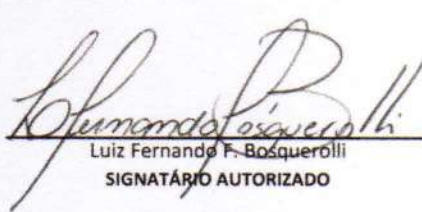
MA - Metal de Adição

LF - Linha de Fusão

MB - Metal de Base

Data de Ensaio 25/09/2017

Eduardo Hack de Souza
Inspetor de Soldagem
FBTS/SNQC 1 G - 1137-N2


Luiz Fernando F. Bosquerólli
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Data de Emissão 26/09/2017

Este relatório atende aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. O laboratório é reconhecido pela RMRS sob o número 17401, a qual avaliou sua competência e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida. Os resultados obtidos e apresentados no presente relatório têm significação restrita e aplicam-se somente às amostras ensaiadas.

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 048/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: Luis Vinicius de Abreu Pinto Sinete LVA
EPS: 003/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 106 Grau B Espessura: 7,0 mm

| Variáveis (QW-350) | Dados do teste | Faixa de Qualificação |
|---|----------------------|---|
| Processo (s) de soldagem | GTAW | GTAW |
| Método de aplicação | Manual | Manual e Semi-Automático |
| Cobre-junta | Sem | Com e Sem |
| <input type="checkbox"/> Chapa <input checked="" type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø) | Chanfro: Ø = 73,0 mm | Ø ≥ 25 mm |
| | Ângulo: - | Ø Ilimitado |
| Metal base: P ou S-N° com P ou S-N° | 1 | 1 a 15F, 34 e 41 a 49 e |
| Especificação AWS | A5.18 | materiais de composição química similar |
| Classificação AWS | ER70S-3 | 6 |
| Metal de adição F-N° | 6 | |
| Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW) | Sem | Sem |
| Tipo de consumível (sólido, tubular) | Sólido | Sólido |
| Número de camadas | 5 | |
| Espessura do depósito | Chanfro: 7,0 mm | Até 14,0 mm |
| | Ângulo: - | Ilimitado |
| Posição de soldagem | Chanfro: 6G | Todas |
| | Ângulo: - | Todas |
| Progressão de soldagem | Ascendente | Ascendente |
| Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW) | Sem | Com ou Sem |
| Modo de Transferência (GMAW) | NA | NA |
| Tipo de corrente e polaridade (GTAW) | CCEN | CCEN |

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

| Preparação: | QW - 462.3 (a) | Método de ensaio: | QW 162 | Critério de aceitação: | QW 163 |
|---------------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------------|--------|
| Identificação | Dimensões (mm) | Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Resultado | |
| DF1-6G-LVA | 7 x 19 x 200 | 28 | 45 | Aprovado | |
| DR1-6G-LVA | 7 x 19 x 200 | 28 | 45 | Aprovado | |
| DF2-6G-LVA | 7 x 19 x 200 | 28 | 45 | Aprovado | |
| DR2-6G-LVA | 7 x 19 x 200 | 28 | 45 | Aprovado | |

Relatório n°: 048 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 048/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

Empresa: **TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA**
RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RSNome do soldador / Operador: **Luis Vinicius de Abreu Pinto** Sinete: **LVA**Processo de Soldagem: **GTAW** Tipo: **Manual**Norma de Qualificação: **ASME IX:2019** EPS: **003/17**Tipo de Junta: Topo Ângulo Tipo de Chanfro: **"V"**Metais de Base: **ASTM A 106 Grau B** Dimensões, mm: **Ø 73,0 x 7,0 x 200**Soldagem: Por um só lado Pelos 2 lados Cobre-Junta: Com Sem NAConsumíveis: AWS: **ER70S-3** Diâmetro, mm: **2,4 / 3,2**
Marca Comercial: **Bohler EML 5** Fluxo (Marca): **-**Posição: **6G** Progressão: **Ascendente**Tipo de Corrente: CCEP CCEN CA Gás de Purga: Com Sem NANº de Camadas: **5** Depósito, mm: **7,0****INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX**Controle Visual: Direto Remoto Passe por Lado: Simples MúltiploGuia de Junta: Com Sem Voltagem (GTAW), controle automático: Com SemVisual: Aprovado Reprovado Por: **Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)**Observações: **-**TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS
Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igará II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email:senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

N° 048 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 106 Grau B
Soldador: Luis Vinicius de Abreu Pinto
Sinete: LVA
Processo: GTAW
Posição de Soldagem: 6G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-3

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, N° 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Face e Raiz
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.3 (a)
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 7 x 19 x 200

| CP | Identificação | Ø do Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Ângulo | Identificação e dimensão das descontinuidades |
|-----|---------------|------------------|----------------------------|--------|---|
| 168 | DF1-6G-LVA | 28 | 45 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 169 | DR1-6G-LVA | 28 | 45 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 170 | DF2-6G-LVA | 28 | 45 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 171 | DR2-6G-LVA | 28 | 45 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:



TOP COLD
SAPUCAIA-RS

CFP SENAI DE SOLDAGEM
CANOAS-RS



REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 049/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: Luis Vinicius de Abreu Pinto Sinete LVA
EPS: 002/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 36 Espessura: 16,0 mm

| Variáveis (QW-350) | Dados do teste | Faixa de Qualificação |
|---|-----------------|---|
| Processo (s) de soldagem | GMAW | GMAW |
| Método de aplicação | Semi-automático | Manual e Semi-Automático |
| Cobre-junta | Com | Com |
| <input checked="" type="checkbox"/> Chapa <input type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø) | - | Ø ≥ 73 mm - Plana e Horizontal / Ø > 610 mm - Vertical |
| Chanfro: | - | Ø Ilimitado |
| Ângulo: | - | 1 a 15F, 34 e 41 a 49 e materiais de composição química similar |
| Metal base: P ou S-N° com P ou S-N° | 1 | |
| Especificação AWS | A5.18 | |
| Classificação AWS | ER70S-6 | 6 |
| Metal de adição F-N° | 6 | |
| Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW) | NA | NA |
| Tipo de consumível (sólido, tubular) | Sólido | Sólido |
| Número de camadas | 6 e 6 | Ilimitado |
| Espessura do depósito | 16 mm | Ilimitado |
| Chanfro: | - | Ilimitado |
| Ângulo: | - | Ilimitado |
| Posição de soldagem | 2G e 3G | Todas |
| Chanfro: | - | Todas |
| Ângulo: | - | Todas |
| Progressão de soldagem | Ascendente | Ascendente |
| Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW) | Sem | Com ou Sem |
| Modo de Transferência (GMAW) | Curto Circuito | Curto Circuito |
| Tipo de corrente e polaridade (GTAW) | NA | NA |

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

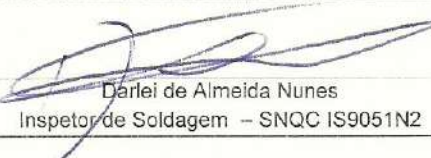
ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

| Preparação: | QW - 462.2 | Método de ensaio: | QW 162 | Critério de aceitação: | QW 163 |
|---------------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------------|--------|
| Identificação | Dimensões (mm) | Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Resultado | |
| DL1-2G-LVA | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL2-2G-LVA | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL1-3G-LVA | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL2-3G-LVA | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |

Relatório n°: 049 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS


Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igara II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email:senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

Nº 049 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 36
Soldador: Luis Vinícius de Abreu Pinto
Sinete: LVA
Processo: GMAW
Posição de Soldagem: 2G e 3G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-6

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Lateral
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.2
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 10 x 16 x 200

| CP | Identificação | Ø do Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Ângulo | Identificação e dimensão das discontinuidades |
|-----|---------------|------------------|----------------------------|--------|---|
| 172 | DL1-2G-LVA | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 173 | DL2-2G-LVA | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 174 | DL1-3G-LVA | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 175 | DL2-3G-LVA | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:



RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RRS: 049/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Empresa

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS

Nome do soldador / Operador

Luis Vinicius de Abreu Pinto

Sinete:

LVA

Processo de Soldagem:

GMAW

Tipo:

Semi-automático

Norma de Qualificação

ASME IX:2019

EPS:

002/17

Tipo de Junta:

Topo Ângulo

Tipo de Chanfro:

"V"

Metais de Base:

ASTM A 36

Dimensões, mm:

16 x 200 x 200

Soldagem:

Por um só lado Pelos 2 lados

Cobre-Junta:

Com Sem NA

Consumíveis:

AWS: ER70S-6
Marca Comercial: Bohler S EMK 6

Diâmetro, mm:

1,0

Fluxo (Marca):

-

Posição:

2G e 3G

Progressão:

Ascendente

Tipo de Corrente:

CCEP CCEN CA

Gás de Purga

Com Sem NA

Nº de Camadas:

6 e 6

Depósito, mm

16 e 16

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

Controle Visual:

Direto Remoto

Passe por Lado

Simples Múltiplo

Guia de Junta:

Com Sem

Voltagem (GTAW),
controle automático:

Com Sem

Visual:

Aprovado Reprovado

Por:

Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações:

-

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS


Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



TOP COLD
SAPUCAIA-RS

CFP SENAI DE SOLDAGEM
CANOAS-RS



SENAI

REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR

RQS: 050/20
Data: 16/07/2020
Folha: 1 / 1

Nome: José Rubens Santos da Silva Sinete: JRS
EPS: 002/17 Revisão: 0 Peça Teste Solda de produção
Metal Base: ASTM A 36 Espessura: 16 mm

| Variáveis (QW-350) | Dados do teste | Faixa de Qualificação |
|---|-----------------|---|
| Processo (s) de soldagem | GMAW | GMAW |
| Método de aplicação | Semi-automático | Manual e Semi-Automático |
| Cobre-junta | Com | Com |
| <input checked="" type="checkbox"/> Chapa <input type="checkbox"/> Tubo (colocar Ø) | - | Ø ≥ 73 mm - Plana e Horizontal / Ø > 61.0 mm - Vertical |
| Chanfro: | - | Ø Ilimitado |
| Ângulo: | - | 1 a 15F, 34 e 41 a 49 e |
| Metal base: P ou S-N° com P ou S-N° | 1 | materiais de composição química similar |
| Especificação AWS | A5.18 | |
| Classificação AWS | ER70S-6 | 6 |
| Metal de adição F-N° | 6 | |
| Consumível "enxerto" (GTAW ou PAW) | NA | NA |
| Tipo de consumível (sólido, tubular) | Sólido | Sólido |
| Número de camadas | 6 e 6 | Ilimitado |
| Espessura do depósito | 16 mm | Ilimitado |
| Chanfro: | - | Ilimitado |
| Ângulo: | - | Ilimitado |
| Posição de soldagem | 2G e 3G | Todas |
| Chanfro: | - | Todas |
| Ângulo: | - | Todas |
| Progressão de soldagem | Ascendente | Ascendente |
| Gás de purga (GTAW, PAW, GMAW) | Sem | Com ou Sem |
| Modo de Transferência (GMAW) | Curto Circuito | Curto Circuito |
| Tipo de corrente e polaridade (GTAW) | NA | NA |

ENSAIO VISUAL

Data do ensaio: 16/07/2020 Critério de aceitação: ASME IX, QW-194

ENSAIO RADIOGRÁFICO

Data do ensaio: - Critério de aceitação: -
Relatório n°: - Laboratório: -

ENSAIO DE DOBRAMENTO (QW-160)

| Preparação: | QW - 462.2 | Método de ensaio: | QW 162 | Critério de aceitação: | QW 163 |
|---------------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------------|--------|
| Identificação | Dimensões (mm) | Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Resultado | |
| DL1-2G-JRS | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL2-2G-JRS | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL1-3G-JRS | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |
| DL2-3G-JRS | 10 x 16 x 200 | 40 | 63 | Aprovado | |

Relatório n°: 050 Laboratório: CFP SENAI de Soldagem: "Cypriano Micheletto"

Nós certificamos que os dados deste certificado estão corretos e que os testes de solda foram preparados, soldados e testados de acordo com as determinações pelo código ASME IX-2019.

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS

Daniel de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2



CFP SENAI SOLDAGEM CYPRIANO MICHELETTO

Rua das Hortências, 400 - Igará II
CEP 92410-580 - Canoas - RS - Brasil
Fone: (51) 3904-2655
Email: senaiscm@senairs.org.br

Relatório de Ensaio

Nº 050 /2020

ENSAIO DE DOBRAMENTO SEMI-GUIADO

OBJETO ENSAIADO

Descrição / Formato: Corpo de Prova / Retangular
Quantidade: 4 (Quatro)
Material: ASTM A 36
Soldador: José Rubens Santos da Silva
Sinete: JRS
Processo: GMAW
Posição de Soldagem: 2G e 3G
Progressão: Ascendente
Material de Adição: ER70S-6

SOLICITANTE

Empresa: TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Endereço: RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz
Município: Sapucaia do Sul/RS
Objetivo do Ensaio: Qualificação de Soldador

INFORMAÇÕES GERAIS

Ambiente de Ensaio: Temperatura 20°C
Tipo de Corpo de Prova: Dobramento - Lateral
Preparação dos Corpos de Prova: ASME IX QW - 462.2
Método de Ensaio: QW 162
Critério de Aceitação: QW 163
Data do Ensaio: 27/07/2020
Data de Emissão: 27/07/2020
Dimensões Verificadas, mm: 10 x 16 x 200

| CP | Identificação | ∅ do Cutelo (mm) | Distância dos roletes (mm) | Ângulo | Identificação e dimensão das descontinuidades |
|-----|---------------|------------------|----------------------------|--------|---|
| 176 | DL1-2G-JRS | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 177 | DL2-2G-JRS | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 178 | DL1-3G-JRS | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |
| 179 | DL2-3G-JRS | 40 | 63 | 180° | Isto de descontinuidades abertas |

LAUDO

Aprovado

Reprovado

Corpos de Prova Ensaio e Avaliados por:

Darlei de Almeida Nunes

Data:

27/07/2020

Assinatura:

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 050/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Empresa | TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA | |
| | RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS | |
| Nome do soldador / Operador | José Rubens Santos da Silva | Sinete: JRS |
| Processo de Soldagem: | GMAW | Tipo: Semi-automático |
| Norma de Qualificação | ASME IX:2019 | EPS: 002/17 |
| Tipo de Junta: | <input checked="" type="checkbox"/> Topo <input type="checkbox"/> Ângulo | Tipo de Chanfro: "V" |
| Metais de Base: | ASTM A 36 | Dimensões, mm: 16 x 200 x 200 |
| Soldagem: | <input type="checkbox"/> Por um só lado <input checked="" type="checkbox"/> Pelos 2 lados | Cobre-Junta: <input type="checkbox"/> Com <input checked="" type="checkbox"/> Sem <input type="checkbox"/> NA |
| Consumíveis: | AWS: ER70S-6 Marca Comercial: Bohler S EMK 6 | Diâmetro, mm: 1,0 Fluxo (Marca): - |
| Posição: | 2G e 3G | Progressão: Ascendente |
| Tipo de Corrente: | <input checked="" type="checkbox"/> CCEP <input type="checkbox"/> CCEN <input checked="" type="checkbox"/> CA | Gás de Purga: <input type="checkbox"/> Com <input checked="" type="checkbox"/> Sem <input type="checkbox"/> NA |
| Nº de Camadas: | 6 e 6 | Depósito, mm: 16 e 16 |

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

| | | |
|------------------|---|---|
| Controle Visual: | <input type="checkbox"/> Direto <input type="checkbox"/> Remoto | Passe por Lado: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Múltiplo |
| Guia de Junta: | <input type="checkbox"/> Com <input type="checkbox"/> Sem | Voltagem (GTAW), controle automático: <input type="checkbox"/> Com <input type="checkbox"/> Sem |

Visual: Aprovado Reprovado Por: Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações: -

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS


Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2

**SENAI****RELATÓRIO DE REGISTRO DE SOLDAGEM
QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

RRS: 047/20

Data: 16/07/2020

Folha: 1 / 1

Empresa

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA

RS 118, Km 03, Nº 3355 - Capão da Cruz - Sapucaia do Sul/RS

Nome do soldador / Operador

José Rubens Santos da Silva

Sinete:

JRS

Processo de Soldagem:

GTAW

Tipo:

Manual

Norma de Qualificação

ASME IX:2019

EPS:

003/17

Tipo de Junta:

 Topo Ângulo

Tipo de Chanfro:

"V"

Metais de Base:

ASTM A 106 Grau B

Dimensões, mm:

Ø 73,0 x 7,0 x 200

Soldagem:

 Por um só lado Pelos 2 lados

Cobre-Junta:

 Com Sem NA

Consumíveis:

AWS: ER70S-3
Marca Comercial: Bohler EML 5

Diâmetro, mm:

2,4 / 3,2

Fluxo (Marca):

-

Posição:

6G

Progressão:

Ascendente

Tipo de Corrente:

 CCEP CCEN CA

Gás de Purga

 Com Sem NA

Nº de Camadas:

4

Depósito, mm

7,0

INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA SOLDADRES DE SOLDAGEM - ASME IX

Controle Visual:

 Direto Remoto

Passe por Lado

 Simples Múltiplo

Guia de Junta:

 Com SemVoltagem (GTAW),
controle automático: Com Sem


Visual:

 Aprovado Reprovado

Por:

Darlei de Almeida Nunes (IS 9051 N2)

Observações:

TOP COLD REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA
Sapucaia do Sul/RS
Darlei de Almeida Nunes
Inspetor de Soldagem - SNQC IS9051N2

6.0. Memorial de Cálculo

Memória de Cálculo

**ASME VIII Divisão 1
Edição 2017**

**Projeto: VASOS - THERMTECH
Vaso: TCCO - Ø350X800
Data: 27/06/2022**

1. Dados de entrada

| | |
|--------------------------------------|---|
| Tipo de vaso | Horizontal |
| Material do casco | SA-516 Grau 70, Plate |
| Material do tampo esquerdo | SA-516 Grau 70, Plate |
| Material do tampo direito | SA-516 Grau 70, Plate |
| Tampo esquerdo | Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17 |
| Tampo direito | Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17 |
| Diâmetro interno..... | D = 350,00 mm |
| Comprimento do casco | L _s = 800,00 mm |
| Pressão interna de projeto..... | P = 16,000 kgf/cm ² |
| Temperatura interna de projeto | T = 50,000 °C |
| Densidade do produto | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Densidade do fluido do teste | ρ _T = 1000,0 kg/m ³ |

2. Seção cilíndrica 1

2.1. Dados básicos

2.1.1. Dimensões

| | | |
|---|------------------|------------|
| Diâmetro interno..... | D = | 350,00 mm |
| Comprimento da seção do casco | L _s = | 800,00 mm |
| Espessura nominal..... | t _n = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | c _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | c _o = | 0,60000 mm |

2.1.2. Parâmetros de projeto

| | | |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------|
| Pressão interna de projeto..... | P _i = | 16,000 kgf/cm ² |
| Temperatura interna de projeto | T _i = | 50,000 °C |

2.1.3. Material

| | |
|--|---|
| Especificação | SA-516 Grau 70 |
| Forma do produto | Plate |
| Tensão admissível na temperatura de projeto | S = 1406,1 kgf/cm ² |
| Tensão de escoamento do material na temperatura do teste | S _y = 2671,7 kgf/cm ² |

2.1.4. Juntas soldadas

| | |
|--|--|
| Junta longitudinal..... | Categoria A, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c) |
| Junta entre o tampo esquerdo e o casco | Categoria B, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c) |
| Junta entre o tampo direito e o casco | Categoria B, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c) |
| Eficiência da junta longitudinal | E = 0,70000 |
| Eficiência da junta circunferencial | E _c = 0,70000 |

2.1.5. Pressões estáticas

| | |
|---|---|
| Densidade do fluido | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Coluna de líquido em operação | H _s = 350,00 mm |
| Pressão estática em operação..... | P _s = 0,02240 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica | H _{th} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica | P _{th} = 0,03500 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo..... | H _{tv} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de campo..... | P _{tv} = 0,03500 kgf/cm ² |

2.2. Espessura sob pressão interna

2.2.1. Tensão circunferencial

| | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|
| Raio interno corroído da seção do casco | R = | 175,00 mm |
| Pressão interna de projeto..... | P = P _i + P _s = | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | t ₁ = | 2,8767 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | t _{UG16} = | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | t ₁ = | 2,8767 mm |

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,022 \times 175}{1406,1 \times 0,7 - 0,6 \times 16,022}$$

$$\therefore t_1 = 2,8767 \text{ mm}$$

2.2.2. Tensão longitudinal

| | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| Raio interno corroído da seção do casco | R = | 175,00 mm |
| Pressão interna de projeto | P= P _i + P _s = | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | t ₂ = | 1,4197 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | t _{UG16} = | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | t ₂ = | 1,5000 mm |

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{PR}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t_2 = \frac{16,022 \times 175}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,022}$$

$$\therefore t_2 = 1,4197 \text{ mm}$$

De acordo com UG-16(b), a espessura mínima de cascos e tampos não pode ser menor do que 1,5000 mm. A espessura mínima foi ajustada para: t = 1,5000 mm.

2.2.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

| | | |
|---|------------------|-----------|
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | t ₁ = | 2,8767 mm |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | t ₂ = | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | t = | 2,8767 mm |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

2.2.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

| Condição | R _o mm | t mm | Fator A | Fator B kgf/cm ² | S kgf/cm ² | S _c kgf/cm ² |
|---------------------------------|----------------------|---------|----------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Temperatura de projeto/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura de projeto/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |
| Temperatura do teste/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura do teste/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) A = 0,125/(R_o/t) - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

2.3. Cálculo da espessura nominal mínima

| | | |
|--------------------------------------|------------------|-----------|
| Espessura mínima..... | t = | 2,8767 mm |
| Espessura mínima mais corrosão | t _c = | 3,4767 mm |
| Espessura nominal..... | t _n = | 8,0000 mm |

Como t_n ≥ t_{c,t}, a espessura nominal é adequada.

2.4. Cálculo da PMTA

| | | |
|--|--------|----------------------------|
| Tensão admissível máxima na temperatura de projeto | S = | 1406,1 kgf/cm ² |
| Espessura corroída da seção do casco | t = | 7,4000 mm |
| Raio interno corroído da seção do casco | R = | 175,00 mm |
| Pressão máxima de trabalho admissível | PMTA = | 40,569 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{S E t}{R + 0,6 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 0,7 \times 7,4}{175 + 0,6 \times 7,4} - 0,0224$$

$$\therefore PMTA = 40,569 \text{ kgf/cm}^2$$

2.5. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

| | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------|
| Alongamento da fibra externa | $\varepsilon =$ | 2,2346 % |
| Espessura nominal da chapa | $t =$ | 8,0000 mm |
| Raio médio final..... | $R_f =$ | 179,00 mm |
| Raio médio original | $R_o =$ | ∞ mm |

$$\varepsilon = \frac{50t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 8}{179} \times \left(1 - \frac{179}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 2,2346$$

3. Cálculo do tempo esquerdo

3.1. Dados básicos

3.1.1. Dimensões

| | |
|---|-------------------------------------|
| Tampo..... | Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17 |
| Diâmetro interno..... | D = 350,00 mm |
| Altura interna da calota..... | h = 87,500 mm |
| Razão D/2h | D/2h = 2,0000 |
| Comprimento da parte cilíndrica | h _{sf} = 40,000 mm |
| Espessura nominal..... | t _n = 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | c _i = 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | c _o = 0,60000 mm |
| Esmagamento..... | t _{ho} = 2,5000 mm |

3.1.2. Parâmetros de projeto

| | |
|--------------------------------------|---|
| Pressão interna de projeto..... | P _i = 16,000 kgf/cm ² |
| Temperatura interna de projeto | T _i = 50,000 °C |

3.1.3. Material

| | |
|--|---|
| Especificação | SA-516 Grau 70 |
| Forma do produto | Plate |
| Tensão admissível na temperatura de projeto | S = 1406,1 kgf/cm ² |
| Tensão de escoamento do material na temperatura do teste | S _y = 2671,7 kgf/cm ² |

3.2. Pressões estáticas

3.2.1. Parte cilíndrica

| | |
|---|---|
| Densidade do fluido | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Coluna de líquido em operação | H _s = 350,00 mm |
| Pressão estática em operação..... | P _s = 0,02240 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica | H _{th} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica | P _{th} = 0,03500 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo..... | H _{tv} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de campo..... | P _{tv} = 0,03500 kgf/cm ² |

3.2.2. Seção semi-elíptica

| | |
|---|---|
| Densidade do fluido | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Coluna de líquido em operação | H _s = 350,00 mm |
| Pressão estática em operação..... | P _s = 0,02240 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica | H _{th} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica | P _{th} = 0,03500 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste | ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo..... | H _{tv} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de campo..... | P _{tv} = 0,03500 kgf/cm ² |

3.3. Espessura sob pressão interna

3.3.1. Parte cilíndrica

3.3.1.1. Tensão circunferencial

| | |
|---|---------------|
| Raio interno corroído da parte reta | R = 175,00 mm |
|---|---------------|

| | | |
|---|-------------------|----------------------------|
| Pressão interna de projeto..... | $P = P_i + P_s =$ | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | $t_1 =$ | 2,0078 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | $t_{UG16} =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t_1 =$ | 2,0078 mm |

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,022 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,022}$$

$$\therefore t_1 = 2,0078 \text{ mm}$$

3.3.1.2. Tensão longitudinal

| | | |
|---|-------------------|----------------------------|
| Raio interno corroído da parte reta | $R =$ | 175,00 mm |
| Pressão interna de projeto..... | $P = P_i + P_s =$ | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | $t_2 =$ | 1,4197 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | $t_{UG16} =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t_2 =$ | 1,5000 mm |

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{P R}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t_2 = \frac{16,022 \times 175}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,022}$$

$$\therefore t_2 = 1,4197 \text{ mm}$$

De acordo com UG-16(b), a espessura mínima de cascos e tampos não pode ser menor do que 1,5000 mm. A espessura mínima foi ajustada para: $t = 1,5000 \text{ mm}$.

3.3.1.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

| | | |
|---|---------|-----------|
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | $t_1 =$ | 2,0078 mm |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | $t_2 =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t =$ | 2,0078 mm |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

3.3.1.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

| Condição | R_o mm | t mm | Fator A | Fator B kgf/cm ² | S kgf/cm ² | S_c kgf/cm ² |
|---------------------------------|-------------|-----------|----------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Temperatura de projeto/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura de projeto/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |
| Temperatura do teste/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura do teste/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) $A = 0,125/(R_o/t)$ - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

Nota: Pela UG-32(l), quando o tampo tem uma parte cilíndrica, a espessura da parte cilíndrica deve ser mínimo igual à requerida para cilindros sem costura de mesmo diâmetro.

3.3.2. Seção semielíptica

3.3.2.1. Fator K

| | | |
|---------------|-------|--------|
| Fator K | $K =$ | 1,0000 |
|---------------|-------|--------|

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{350}{2 \times 87,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosãoK_c = 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K_c = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D_c}{2h_c} \right)^2 \right]$$

$$K_c = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{350}{2 \times 87,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

3.3.2.1.1. Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência de junta E = 0,85000
 Pressão interna de projeto P = P_i + P_s = 16,022 kgf/cm²
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 2,3491 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4(c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{16,022 \times 350 \times 1}{2 \times 1406,1 \times 0,85 - 0,2 \times 16,022}$$

$$\therefore t = 2,3491 \text{ mm}$$

3.3.2.1.2. Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Espessura mínima - 1-4(c)(1)t_{1-4(c)} = 2,3491 mm
 Espessura mínima - UG-16(b)t_{UG-16} = 1,5000 mm
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 2,3491 mm

3.4. Cálculo da espessura nominal mínima

3.4.1. Parte cilíndrica

Espessura mínima t = 2,0078 mm
 Espessura mínima mais corrosão t_c = 2,6078 mm

3.4.2. Semi-elíptico

Espessura mínima t = 2,3491 mm
 Espessura mínima mais esmagamentot_f = 4,8491 mm
 Espessura mínima mais esmagamento e corrosão t_c = 5,4491 mm

3.4.3. Resultados finais

Espessura mínima t = 2,3491 mm

| | | |
|--|---------|-----------|
| Espessura mínima mais esmagamento | $t_f =$ | 4,8491 mm |
| Espessura mínima mais esmagamento e corrosão | $t_c =$ | 5,4491 mm |
| Espessura nominal..... | $t_n =$ | 8,0000 mm |

Como $t_n \geq t_{c,t}$, a espessura nominal é adequada.

3.5. Cálculo da PMTA

3.5.1. Parte cilíndrica

| | | |
|--|----------|----------------------------|
| Tensão admissível máxima na temperatura de projeto | $S =$ | 1406,1 kgf/cm ² |
| Espessura corroída da parte reta | $t =$ | 7,4000 mm |
| Raio interno corroído da parte reta | $R =$ | 175,00 mm |
| Pressão máxima de trabalho admissível | $PMTA =$ | 57,966 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{S E t}{R + 0,6 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 1 \times 7,4}{175 + 0,6 \times 7,4} - 0,0224$$

$$\therefore PMTA = 57,966 \text{ kgf/cm}^2$$

3.5.2. Seção semi-elíptica

3.5.2.1. Pressão máxima de trabalho admissível: 1-4(c)(1)

| | | |
|---|----------|----------------------------|
| Espessura corroída | $t =$ | 4,9000 mm |
| Fator K após corrosão | $K =$ | 1,0000 |
| Eficiência de junta | $E =$ | 0,85000 |
| Pressão máxima de trabalho admissível | $PMTA =$ | 33,350 kgf/cm ² |

PMTA é dada por Apêndice 1-4(c)(1):

$$PMTA = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1406,1 \times 0,85 \times 4,9}{1 \times 350 + 0,2 \times 4,9} - 0,0224$$

$$\therefore PMTA = 33,35 \text{ kgf/cm}^2$$

3.6. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

3.6.1. Parte cilíndrica

| | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------|
| Alongamento da fibra externa | $\varepsilon =$ | 2,2346 % |
| Espessura nominal da chapa | $t =$ | 8,0000 mm |
| Raio médio final..... | $R_f =$ | 179,00 mm |
| Raio médio original | $R_o =$ | ∞ mm |

$$\varepsilon = \frac{50 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 8}{179} \times \left(1 - \frac{179}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 2,2346$$

3.7. Seção semi-elíptica

| | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| Alongamento da fibra externa | $\varepsilon =$ | 9,4488 % |
|------------------------------------|-----------------|----------|

| | | |
|----------------------------------|------------------|-----------|
| Espessura nominal da chapa | t = | 8,0000 mm |
| Raio médio final..... | R _f = | 63,500 mm |
| Raio médio original | R ₀ = | ∞ mm |

$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 8}{63,5} \times \left(1 - \frac{63,5}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 9,4488$$

Segundo a UCS-79(d), se a parte for fabricada por conformação a frio e o material for P-No 1 Grupo No. 1 ou 2, o tratamento térmico por UCS-56 é requerido se a redução por conformação a frio for maior do que 10% em qualquer lugar em que o alongamento de fibra exceder 5% da condição como laminado. Ver UCS-79(d)(4).

3.8. Adelgaçamento e comprimento da parte cilíndrica

| | | |
|---|---------------------|-----------|
| Espessura nominal do tampo | t _h = | 8,0000 mm |
| Espessura nominal do casco..... | t _s = | 8,0000 mm |
| Diferença na espessura entre casco e tampo | Δt = | 0,0000 mm |
| Razão diferença na espessura / espessura da seção mais fina | Δt/t _h = | 0,0000 |
| Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)? | | Não |

4. Cálculo do tempo direito

4.1. Dados básicos

4.1.1. Dimensões

| | |
|--|-------------------------------------|
| Tampo..... | Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17 |
| Diâmetro interno..... | D = 350,00 mm |
| Altura interna da calota..... | h = 87,500 mm |
| Razão D/2h..... | D/2h = 2,0000 |
| Comprimento da parte cilíndrica..... | h _{sf} = 40,000 mm |
| Espessura nominal..... | t _n = 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna..... | c _i = 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | c _o = 0,60000 mm |
| Esmagamento..... | t _{ho} = 2,5000 mm |

4.1.2. Parâmetros de projeto

| | |
|-------------------------------------|---|
| Pressão interna de projeto..... | P _i = 16,000 kgf/cm ² |
| Temperatura interna de projeto..... | T _i = 50,000 °C |

4.1.3. Material

| | |
|---|---|
| Especificação..... | SA-516 Grau 70 |
| Forma do produto..... | Plate |
| Tensão admissível na temperatura de projeto..... | S = 1406,1 kgf/cm ² |
| Tensão de escoamento do material na temperatura do teste..... | S _y = 2671,7 kgf/cm ² |

4.2. Pressões estáticas

4.2.1. Parte cilíndrica

| | |
|--|---|
| Densidade do fluido..... | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Coluna de líquido em operação..... | H _s = 350,00 mm |
| Pressão estática em operação..... | P _s = 0,02240 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste..... | ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica..... | H _{th} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica..... | P _{th} = 0,03500 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste..... | ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo..... | H _{tv} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de campo..... | P _{tv} = 0,03500 kgf/cm ² |

4.2.2. Seção semi-elíptica

| | |
|--|---|
| Densidade do fluido..... | ρ = 640,00 kg/m ³ |
| Coluna de líquido em operação..... | H _s = 350,00 mm |
| Pressão estática em operação..... | P _s = 0,02240 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste..... | ρ _{th} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de fábrica..... | H _{th} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de fábrica..... | P _{th} = 0,03500 kgf/cm ² |
| Densidade do fluido do teste..... | ρ _{tv} = 1000,0 kg/m ³ |
| Altura do líquido durante o teste hidrostático de campo..... | H _{tv} = 350,00 mm |
| Pressão estática - Teste hidrostático de campo..... | P _{tv} = 0,03500 kgf/cm ² |

4.3. Espessura sob pressão interna

4.3.1. Parte cilíndrica

4.3.1.1. Tensão circunferencial

| | |
|--|---------------|
| Raio interno corroído da parte reta..... | R = 175,00 mm |
|--|---------------|

| | | |
|---|-------------------|----------------------------|
| Pressão interna de projeto..... | $P = P_i + P_s =$ | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | $t_1 =$ | 2,0078 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | $t_{UG16} =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t_1 =$ | 2,0078 mm |

A espessura mínima para a tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1):

$$t_1 = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_1 = \frac{16,022 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 16,022}$$

$$\therefore t_1 = 2,0078 \text{ mm}$$

4.3.1.2. Tensão longitudinal

| | | |
|---|-------------------|----------------------------|
| Raio interno corroído da parte reta | $R =$ | 175,00 mm |
| Pressão interna de projeto..... | $P = P_i + P_s =$ | 16,022 kgf/cm ² |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | $t_2 =$ | 1,4197 mm |
| Espessura mínima - UG-16(b)..... | $t_{UG16} =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t_2 =$ | 1,5000 mm |

A espessura mínima para a tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2):

$$t_2 = \frac{P R}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t_2 = \frac{16,022 \times 175}{2 \times 1406,1 \times 0,7 + 0,4 \times 16,022}$$

$$\therefore t_2 = 1,4197 \text{ mm}$$

De acordo com UG-16(b), a espessura mínima de cascos e tampos não pode ser menor do que 1,5000 mm. A espessura mínima foi ajustada para: $t = 1,5000 \text{ mm}$.

4.3.1.3. Espessura mínima requerida sob pressão interna

| | | |
|---|---------|-----------|
| Espessura mínima para a tensão circunferencial..... | $t_1 =$ | 2,0078 mm |
| Espessura mínima para a tensão longitudinal | $t_2 =$ | 1,5000 mm |
| Espessura mínima sobre pressão interna | $t =$ | 2,0078 mm |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna.

4.3.1.4. Tensão de compressão admissível por UG-23(b)

| Condição | R_o mm | t mm | Fator A | Fator B kgf/cm ² | S kgf/cm ² | S_c kgf/cm ² |
|---------------------------------|-------------|-----------|----------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Temperatura de projeto/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura de projeto/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |
| Temperatura do teste/Corroído | 182,40 | 7,4000 | 0,005071 | 1209,5 | 1406,1 | 1209,5 |
| Temperatura do teste/Novo | 183,00 | 8,0000 | 0,005464 | 1210,8 | 1406,1 | 1210,8 |

a) R_o = raio externo

b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída

c) $A = 0,125 / (R_o / t)$ - UG-23(b) Step 1

d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)

e) S_c = menor entre S e B

Nota: Pela UG-32(l), quando o tampo tem uma parte cilíndrica, a espessura da parte cilíndrica deve ser mínimo igual à requerida para cilindros sem costura de mesmo diâmetro.

4.3.2. Seção semielíptica

4.3.2.1. Fator K

| | | |
|---------------|-------|--------|
| Fator K | $K =$ | 1,0000 |
|---------------|-------|--------|

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{350}{2 \times 87,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosão K_c = 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4(c)(1):

$$K_c = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D_c}{2h_c} \right)^2 \right]$$

$$K_c = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{350}{2 \times 87,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

4.3.2.1.1. Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência de junta E = 0,85000
 Pressão interna de projeto P = P_i + P_s = 16,022 kgf/cm²
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 2,3491 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4(c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{16,022 \times 350 \times 1}{2 \times 1406,1 \times 0,85 - 0,2 \times 16,022}$$

$$\therefore t = 2,3491 \text{ mm}$$

4.3.2.1.2. Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Espessura mínima - 1-4(c)(1) t_{1-4(c)} = 2,3491 mm
 Espessura mínima - UG-16(b) t_{UG-16} = 1,5000 mm
 Espessura mínima sobre pressão interna t = 2,3491 mm

4.4. Cálculo da espessura nominal mínima

4.4.1. Parte cilíndrica

Espessura mínima t = 2,0078 mm
 Espessura mínima mais corrosão t_c = 2,6078 mm

4.4.2. Semi-elíptico

Espessura mínima t = 2,3491 mm
 Espessura mínima mais esmagamento t_f = 4,8491 mm
 Espessura mínima mais esmagamento e corrosão t_c = 5,4491 mm

4.4.3. Resultados finais

Espessura mínima t = 2,3491 mm

| | | |
|--|---------|-----------|
| Espessura mínima mais esmagamento | $t_f =$ | 4,8491 mm |
| Espessura mínima mais esmagamento e corrosão | $t_c =$ | 5,4491 mm |
| Espessura nominal..... | $t_n =$ | 8,0000 mm |

Como $t_n \geq t_{c,t}$, a espessura nominal é adequada.

4.5. Cálculo da PMTA

4.5.1. Parte cilíndrica

| | | |
|--|----------|----------------------------|
| Tensão admissível máxima na temperatura de projeto | $S =$ | 1406,1 kgf/cm ² |
| Espessura corroída da parte reta | $t =$ | 7,4000 mm |
| Raio interno corroído da parte reta | $R =$ | 175,00 mm |
| Pressão máxima de trabalho admissível | $PMTA =$ | 57,966 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A PMTA sob pressão interna, na temperatura de projeto, é dada por [ver UG-27(c)(1)]:

$$PMTA = \frac{S E t}{R + 0,6 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{1406,1 \times 1 \times 7,4}{175 + 0,6 \times 7,4} - 0,0224$$

$$\therefore PMTA = 57,966 \text{ kgf/cm}^2$$

4.5.2. Seção semielíptica

4.5.2.1. Pressão máxima de trabalho admissível: 1-4(c)(1)

| | | |
|---|----------|----------------------------|
| Espessura corroída | $t =$ | 4,9000 mm |
| Fator K após corrosão | $K =$ | 1,0000 |
| Eficiência de junta | $E =$ | 0,85000 |
| Pressão máxima de trabalho admissível | $PMTA =$ | 33,350 kgf/cm ² |

PMTA é dada por Apêndice 1-4(c)(1):

$$PMTA = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1406,1 \times 0,85 \times 4,9}{1 \times 350 + 0,2 \times 4,9} - 0,0224$$

$$\therefore PMTA = 33,35 \text{ kgf/cm}^2$$

4.6. Alongamento da fibra externa de acordo com UCS-79(d)

4.6.1. Parte cilíndrica

| | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------|
| Alongamento da fibra externa | $\varepsilon =$ | 2,2346 % |
| Espessura nominal da chapa | $t =$ | 8,0000 mm |
| Raio médio final..... | $R_f =$ | 179,00 mm |
| Raio médio original | $R_o =$ | ∞ mm |

$$\varepsilon = \frac{50 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 8}{179} \times \left(1 - \frac{179}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 2,2346$$

4.7. Seção semielíptica

| | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| Alongamento da fibra externa | $\varepsilon =$ | 9,4488 % |
|------------------------------------|-----------------|----------|

| | | |
|----------------------------------|------------------|-----------|
| Espessura nominal da chapa | t = | 8,0000 mm |
| Raio médio final..... | R _f = | 63,500 mm |
| Raio médio original | R ₀ = | ∞ mm |

$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_o} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 8}{63,5} \times \left(1 - \frac{63,5}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 9,4488$$

Segundo a UCS-79(d), se a parte for fabricada por conformação a frio e o material for P-No 1 Grupo No. 1 ou 2, o tratamento térmico por UCS-56 é requerido se a redução por conformação a frio for maior do que 10% em qualquer lugar em que o alongamento de fibra exceder 5% da condição como laminado. Ver UCS-79(d)(4).

4.8. Adelgaçamento e comprimento da parte cilíndrica

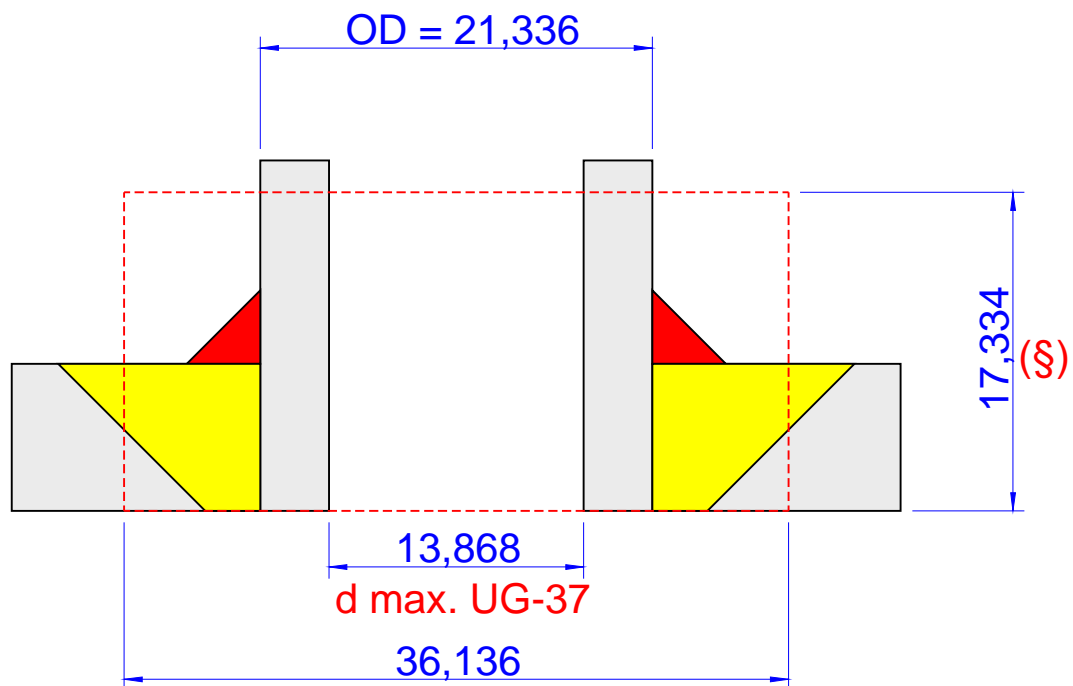
| | | |
|---|---------------------|-----------|
| Espessura nominal do tampo | t _h = | 8,0000 mm |
| Espessura nominal do casco..... | t _s = | 8,0000 mm |
| Diferença na espessura entre casco e tampo | Δt = | 0,0000 mm |
| Razão diferença na espessura / espessura da seção mais fina | Δt/t _h = | 0,0000 |
| Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)? | | Não |

5. Bocal - N1

5.1. Dados gerais

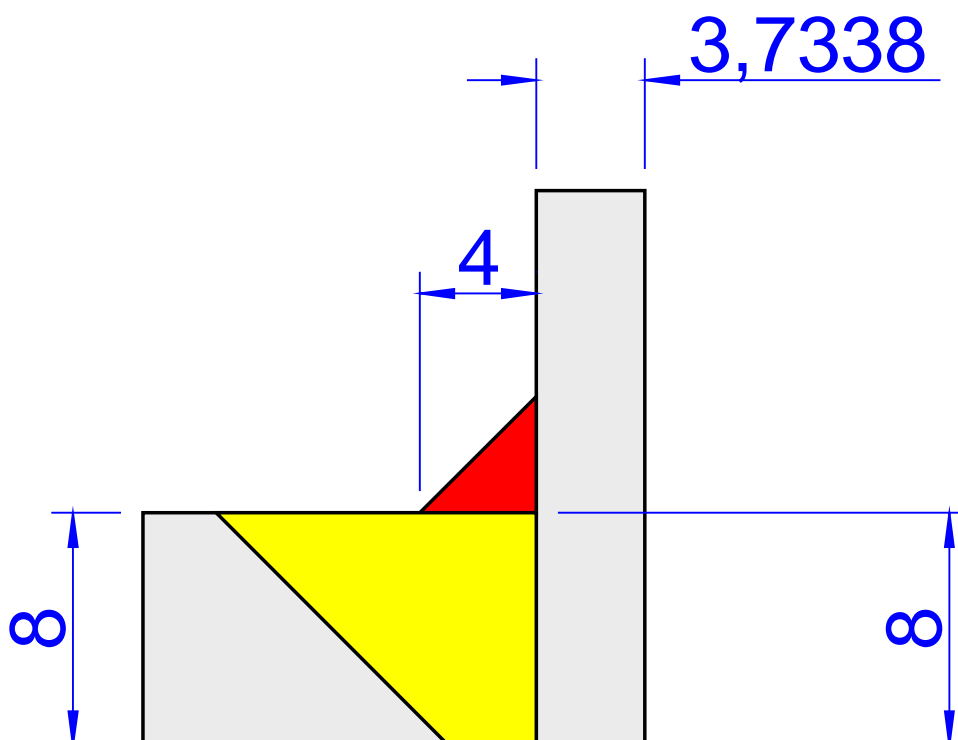
| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | VISOR 1 |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1/2 (DN 15) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 750,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | $OD = 21,336$ mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | $ID = 13,868$ mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,7338$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

5.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 9,3345 mm

5.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

5.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,42 | 3,27 | 0,48 | 8,00 | 2,42 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,6137 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

5.4.1. Geometria do sketch corroído

5.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

5.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 6,9342 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,7338 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,7338 mm |

5.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 13,868 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

5.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 18,068 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |

5.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

5.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

5.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,47977 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = R_n \left[\exp \left(\frac{P}{S_n E} \right) - 1 \right]$$

$$t_{UG27} = 57,988 \times \left[\exp \left(\frac{6,9342}{1202,2 \times 0,7} \right) - 1 \right]$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,47977 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,47977 \text{ mm}$

5.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

5.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

5.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1/2 (DN 15)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,4200 \text{ mm}$

5.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oescoço (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,2700 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

5.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

5.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,7338 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} = 2,6137 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

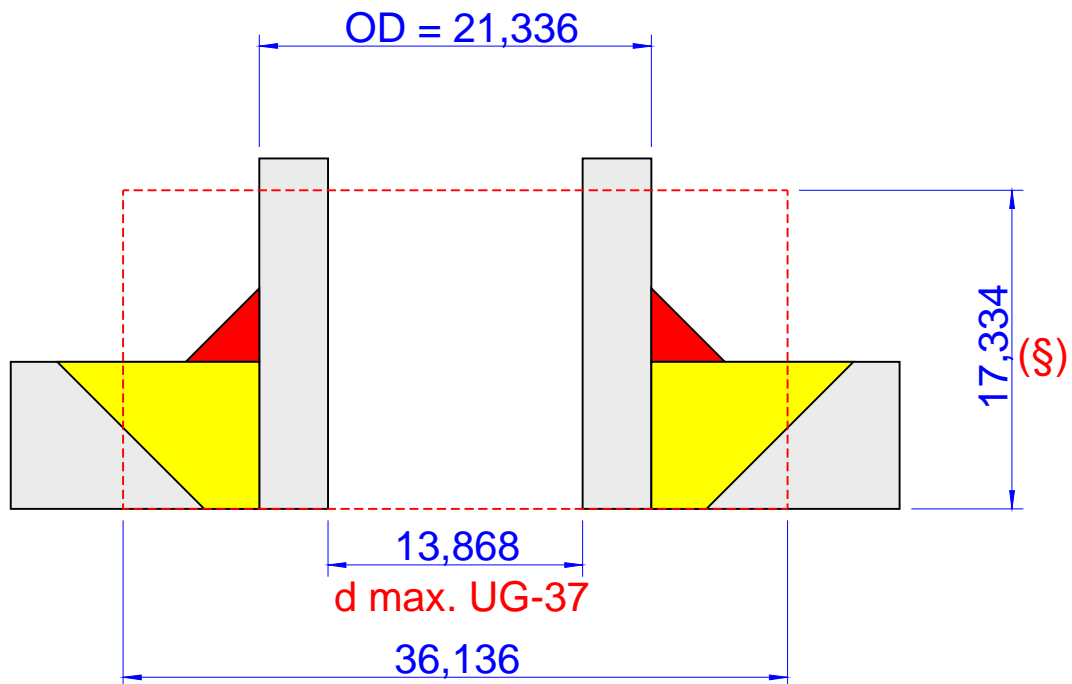
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

6. Bocal - N2

6.1. Dados gerais

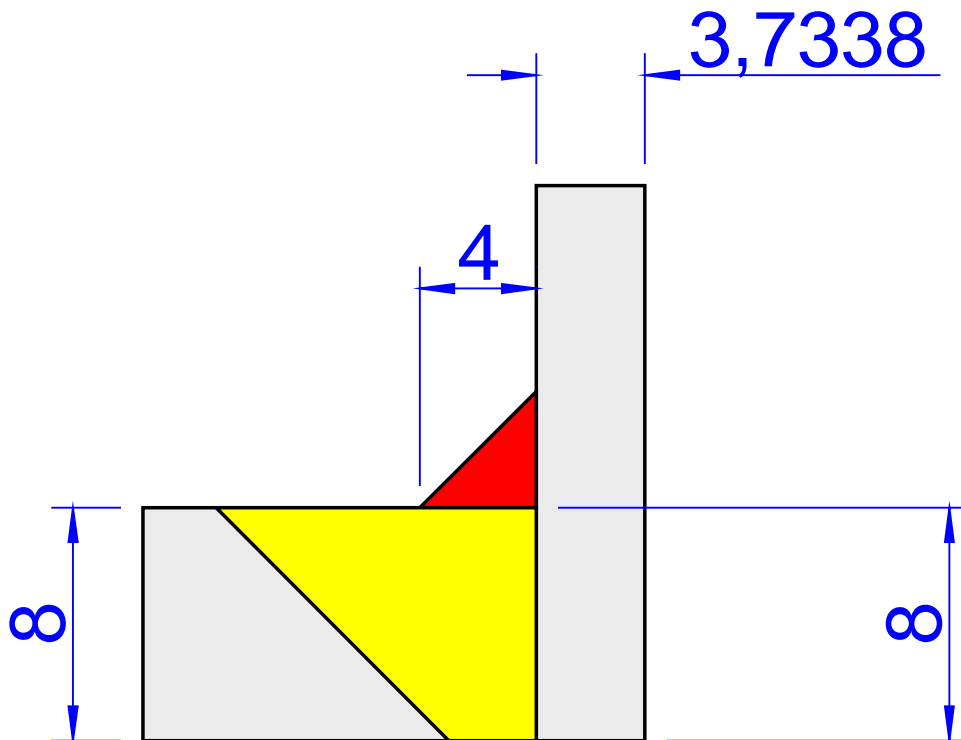
| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | VISOR 2 |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1/2 (DN 15) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 180,00^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 750,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | $OD = 21,336$ mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | $ID = 13,868$ mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,7338$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

6.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 9,3345 mm

6.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

6.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,42 | 3,27 | 0,48 | 8,00 | 2,42 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,6137 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

6.4.1. Geometria do sketch corroído

6.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

6.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 6,9342 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,7338 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,7338 mm |

6.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 13,868 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

6.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 18,068 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |

6.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

6.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

6.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,47977 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = R_n \left[\exp \left(\frac{P}{S_n E} \right) - 1 \right]$$

$$t_{UG27} = 57,988 \times \left[\exp \left(\frac{6,9342}{1202,2 \times 0,7} \right) - 1 \right]$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,47977 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,47977 \text{ mm}$

6.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

6.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

6.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1/2 (DN 15)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,4200 \text{ mm}$

6.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oescoço (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,2700 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

6.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

6.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,7338 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} = 2,6137 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

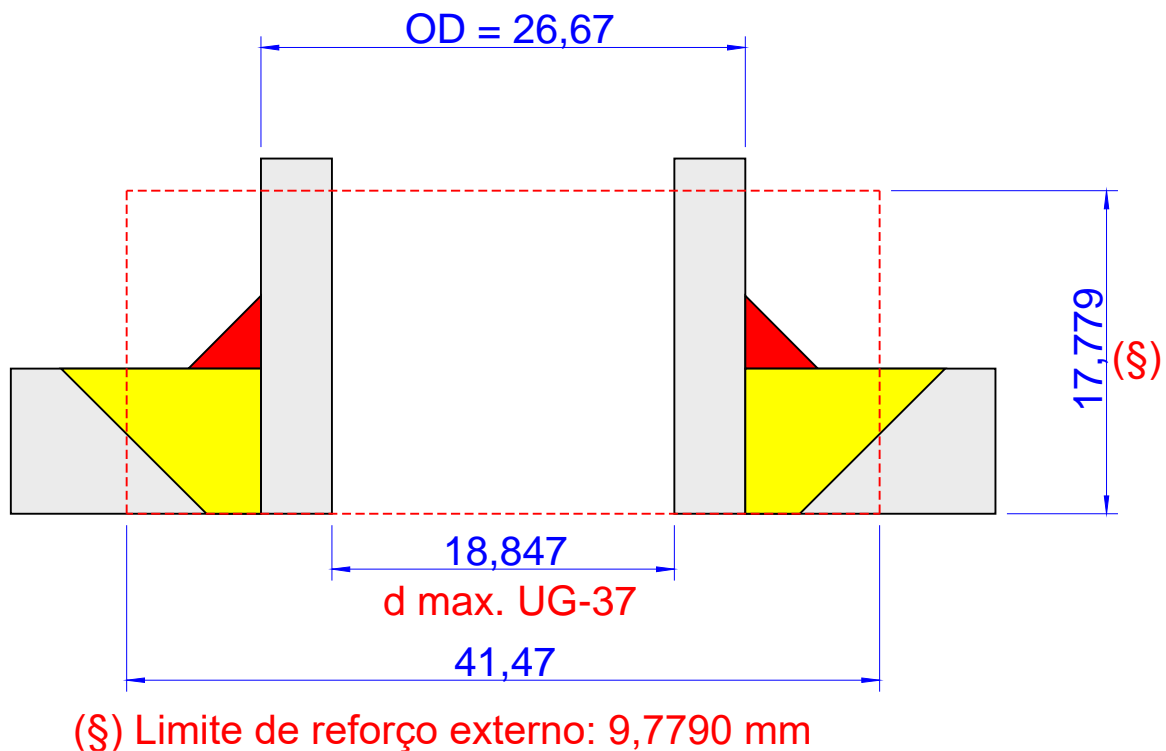
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

7. Bocal - N3

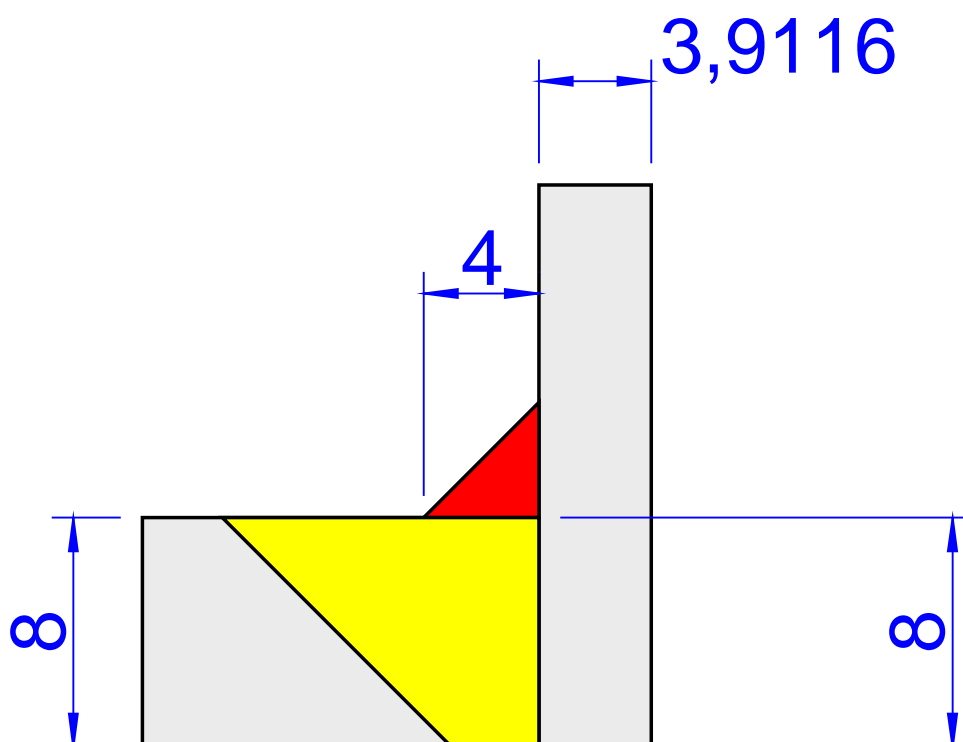
7.1. Dados gerais

| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | VALVULA DE SEGURANÇA |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 3/4 (DN 20) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 670,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | $OD = 26,670$ mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | $ID = 18,847$ mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,9116$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

7.2. Abertura - Limites de reforço



7.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

7.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,51 | 3,42 | 0,68 | 8,00 | 2,51 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,7381 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

7.4.1. Geometria do sketch corroído

7.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

7.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 9,4234 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,9116 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,9116 mm |

7.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 18,847 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

7.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 20,735 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,7790 mm |

7.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

7.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

7.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,67732 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{57,988 \times 9,4234}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,67732 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,67732 \text{ mm}$

7.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,67732 \text{ mm}$

7.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

7.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 3/4 (DN 20)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,5100 \text{ mm}$

7.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,67732 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura disponível do oescoço (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,4200 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

7.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

7.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,9116 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7 t_{\min} = 2,7381 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7 t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

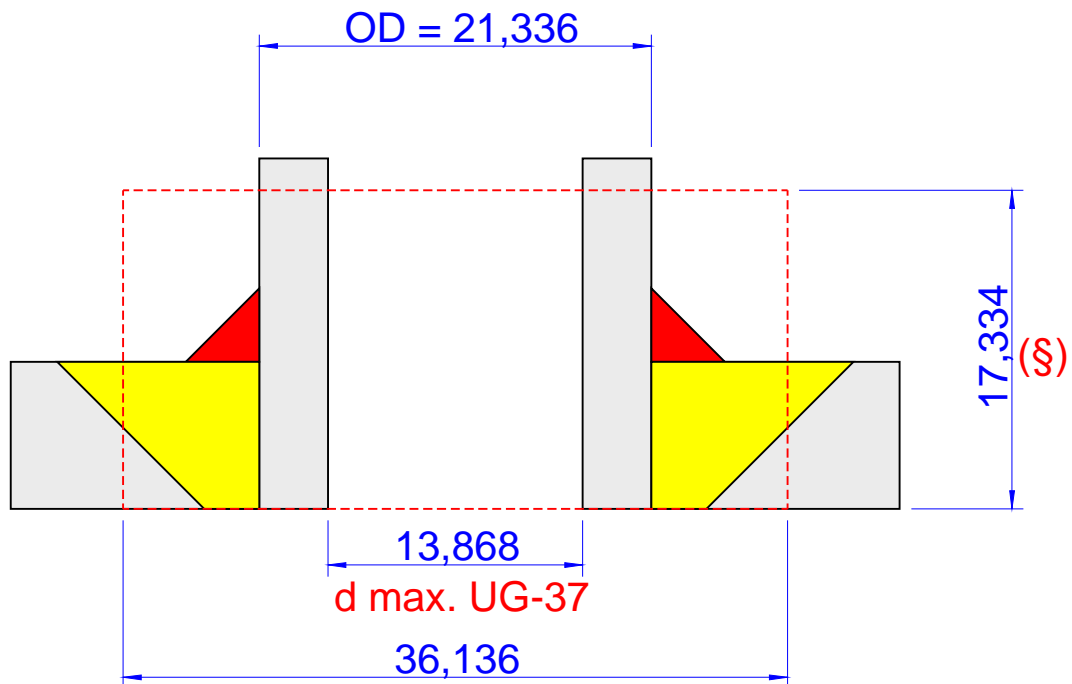
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

8. Bocal - N4

8.1. Dados gerais

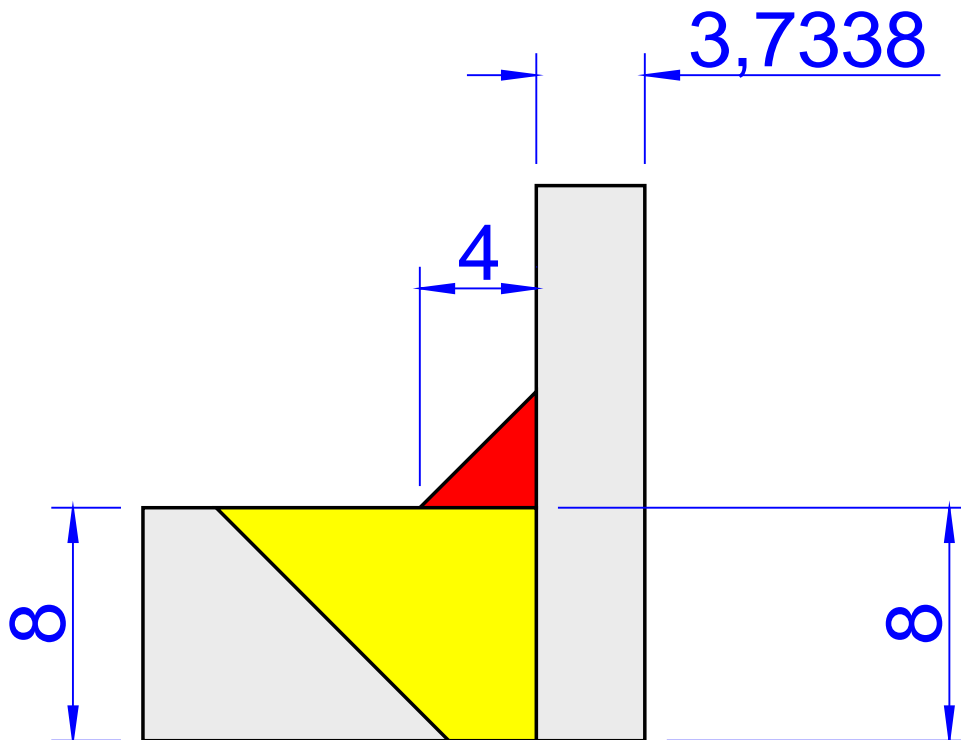
| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | GQ |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1/2 (DN 15) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 536,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | $OD = 21,336$ mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | $ID = 13,868$ mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,7338$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

8.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 9,3345 mm

8.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

8.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,42 | 3,27 | 0,48 | 8,00 | 2,42 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,6137 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

8.4.1. Geometria do sketch corroído

8.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

8.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 6,9342 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,7338 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,7338 mm |

8.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 13,868 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

8.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 18,068 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |

8.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

8.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

8.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,47977 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = R_n \left[\exp \left(\frac{P}{S_n E} \right) - 1 \right]$$

$$t_{UG27} = 57,988 \times \left[\exp \left(\frac{6,9342}{1202,2 \times 0,7} \right) - 1 \right]$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,47977 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,47977 \text{ mm}$

8.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

8.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

8.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1/2 (DN 15)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,4200 \text{ mm}$

8.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oescoço (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,2700 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

8.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

8.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,7338 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} = 2,6137 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

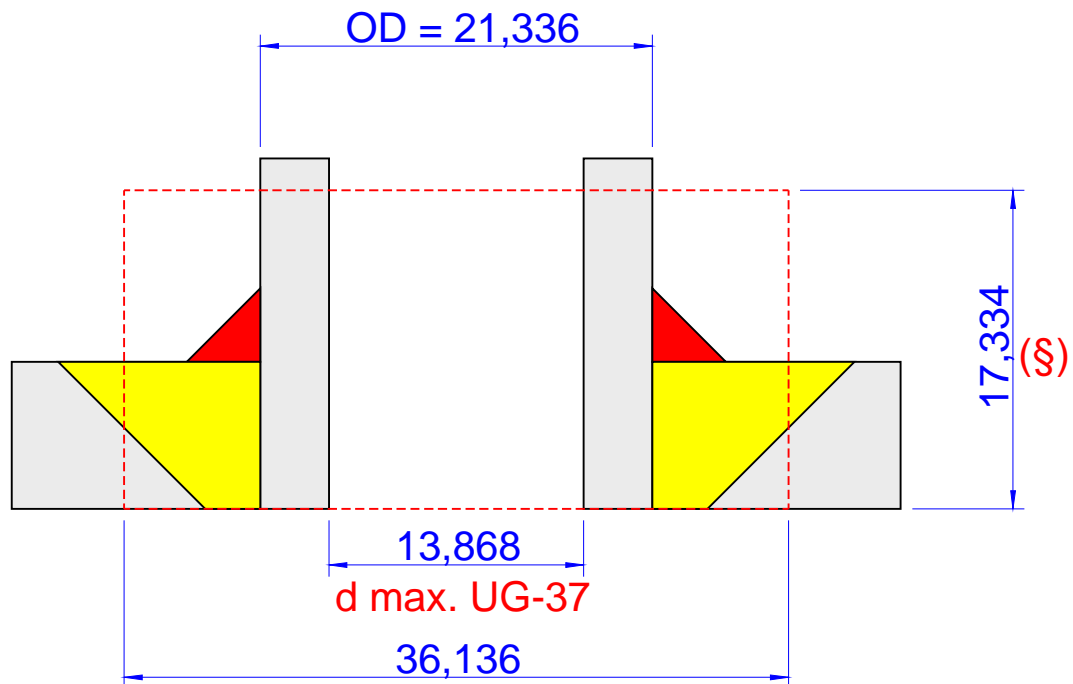
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

9. Bocal - N5

9.1. Dados gerais

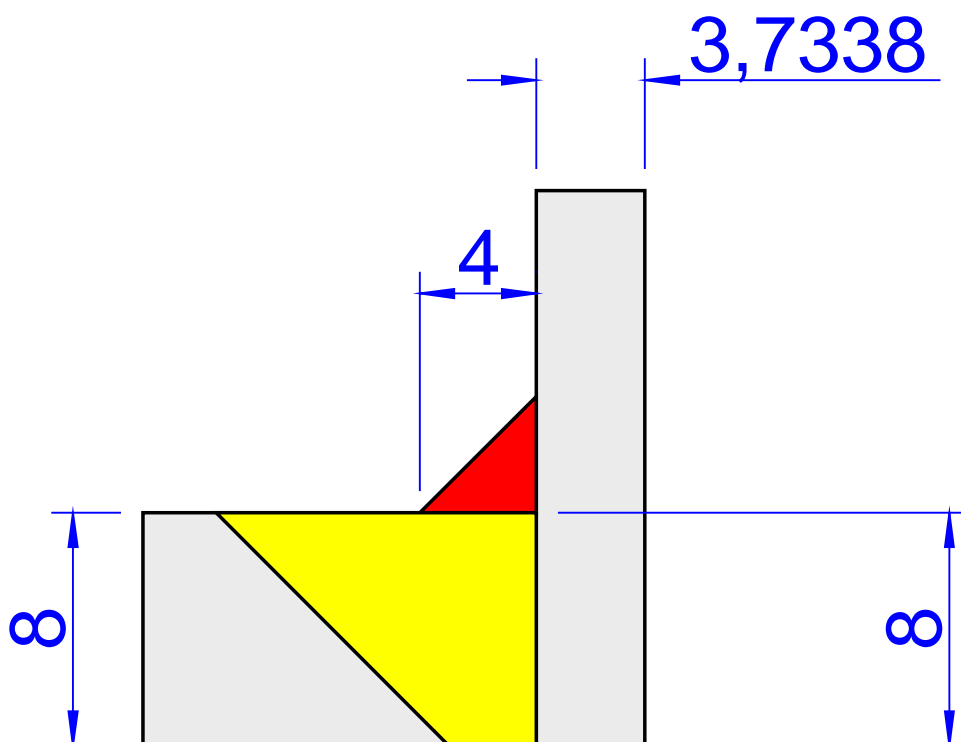
| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | MANÔMETRO |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1/2 (DN 15) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 402,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | $OD = 21,336$ mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | $ID = 13,868$ mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,7338$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

9.2. Abertura - Limites de reforço



(§) Limite de reforço externo: 9,3345 mm

9.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

9.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,42 | 3,27 | 0,48 | 8,00 | 2,42 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,6137 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

9.4.1. Geometria do sketch corroído

9.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

9.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 6,9342 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,7338 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,7338 mm |

9.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 13,868 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

9.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 18,068 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |

9.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

9.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

9.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,47977 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = R_n \left[\exp \left(\frac{P}{S_n E} \right) - 1 \right]$$

$$t_{UG27} = 57,988 \times \left[\exp \left(\frac{6,9342}{1202,2 \times 0,7} \right) - 1 \right]$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,47977 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,47977 \text{ mm}$

9.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

9.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

9.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1/2 (DN 15)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,4200 \text{ mm}$

9.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oescoço (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,2700 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

9.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

9.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,7338 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} = 2,6137 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

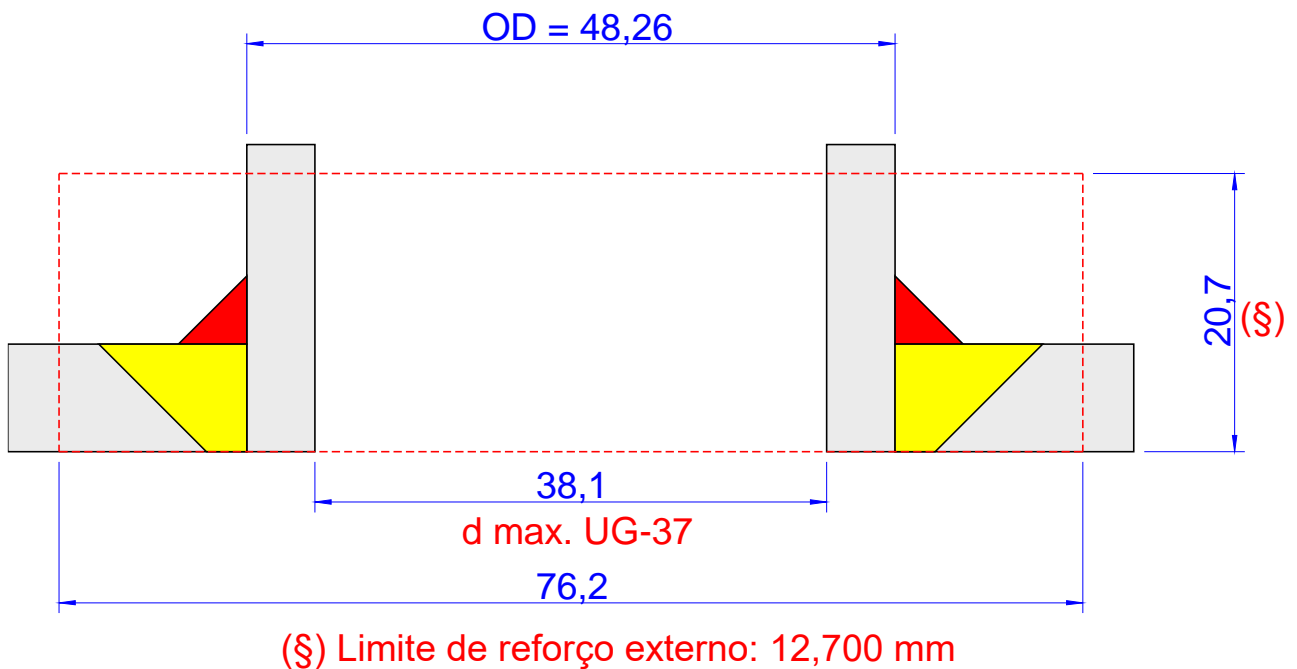
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

10. Bocal - N6

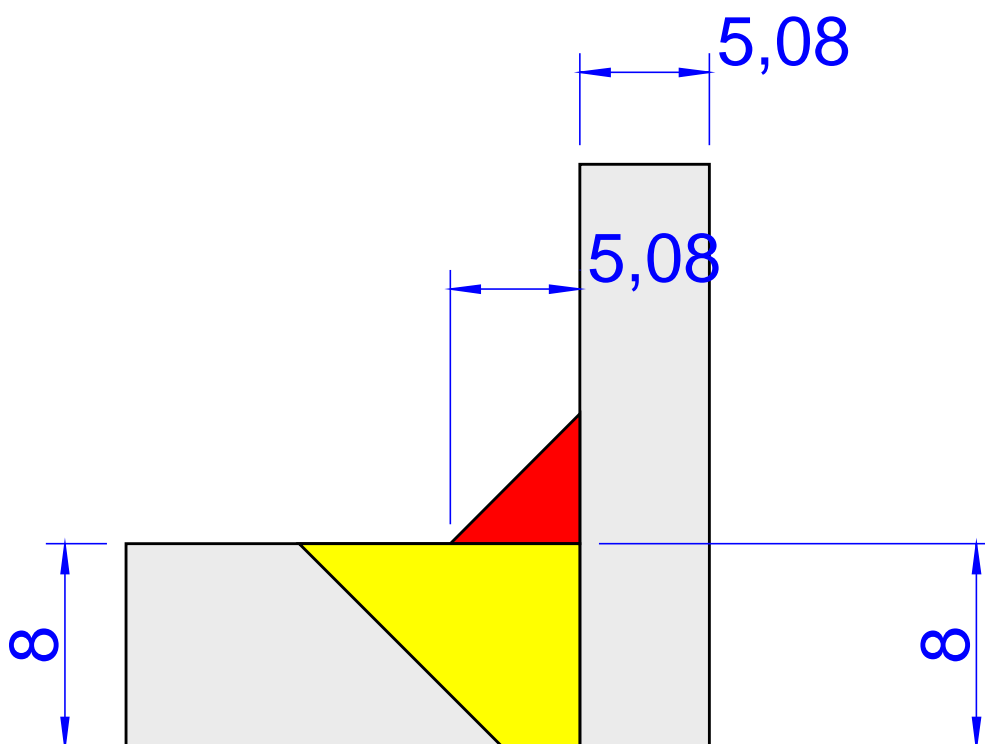
10.1. Dados gerais

| | |
|---|------------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | ENTRADA |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1 1/2 (DN 40) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 268,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | OD = 48,260 mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | ID = 38,100 mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 5,0800$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

10.2. Abertura - Limites de reforço



10.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

10.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 3,22 | 4,45 | 1,37 | 8,00 | 3,22 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 3,5560 | 3,5560 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

10.4.1. Geometria do sketch corroído

10.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

10.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 19,050 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 5,0800 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 5,0800 mm |

10.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 38,100 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

10.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | d = | 38,100 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 12,700 mm |

10.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

10.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

10.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|-----------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 1,3692 mm |
|--|---------------------|-----------|

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{57,988 \times 19,05}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{UG27} = 1,3692 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 1,3692 \text{ mm}$

10.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 1,3692 \text{ mm}$

10.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

10.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1 1/2 (DN 40)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 3,2200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 3,2200 \text{ mm}$

10.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 1,3692 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 3,2200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 3,2200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 3,2200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oESCOÇO (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 4,4500 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

10.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

10.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 5,0800 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7 t_{\min} = 3,5560 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7 t_{L41} = 3,5560 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

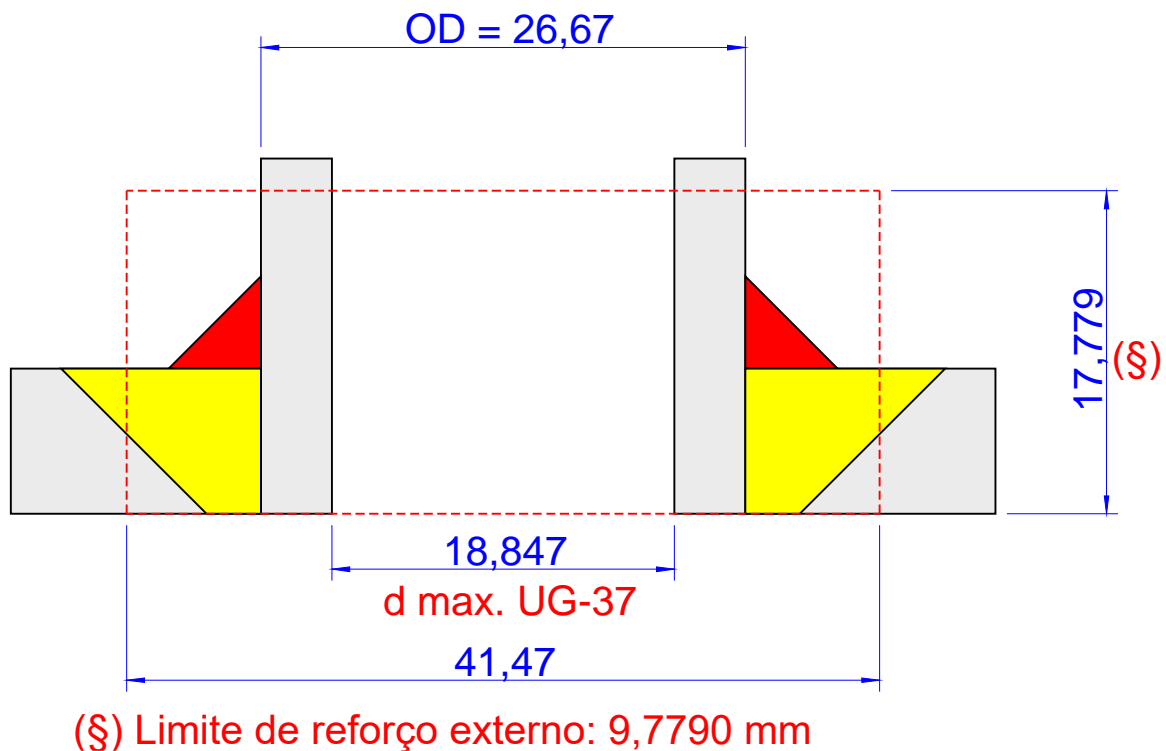
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

11. Bocal - N7

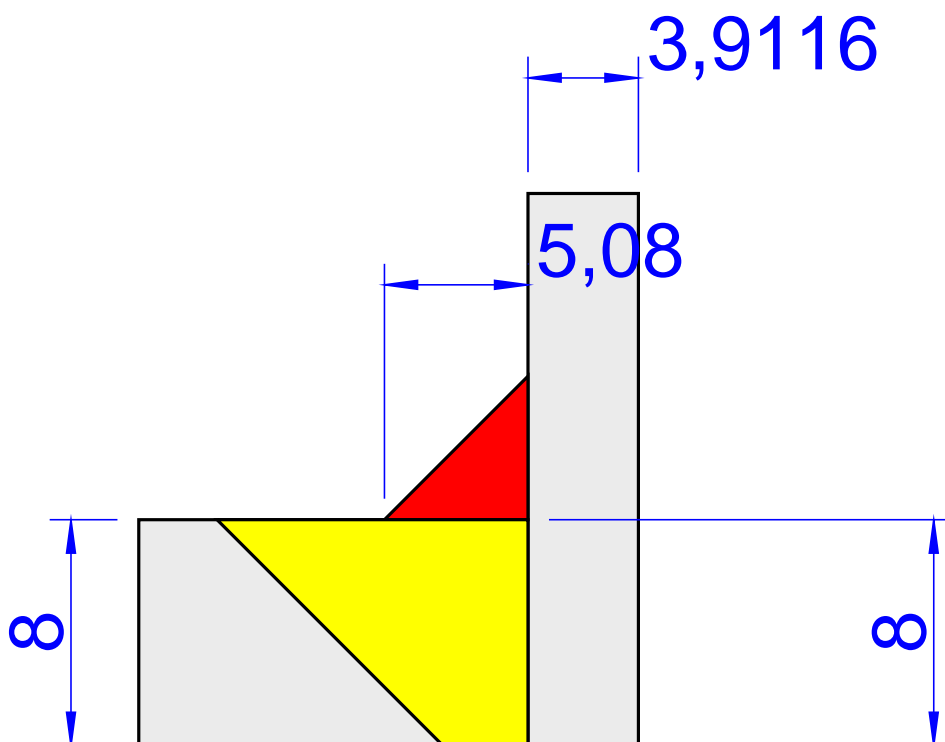
11.1. Dados gerais

| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | SUCÇÃO |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 3/4 (DN 20) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 134,00$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | OD = 26,670 mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | ID = 18,847 mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,9116$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | $c = 0,0000$ mm |

11.2. Abertura - Limites de reforço



11.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

11.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,51 | 3,42 | 0,68 | 8,00 | 2,51 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,7381 | 3,5560 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

11.4.1. Geometria do sketch corroído

11.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

11.4.1.2. Bocal

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 9,4234 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,9116 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,9116 mm |

11.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 18,847 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

11.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 20,735 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,7790 mm |

11.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

11.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

11.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,67732 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = \frac{P R_n}{S_n E - 0,6 P}$$

$$t_{UG27} = \frac{57,988 \times 9,4234}{1202,2 \times 0,7 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{UG27} = 0,67732 \text{ mm}$$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{\min} = t_{UG27} + C_n = 0,67732 \text{ mm}$

11.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,67732 \text{ mm}$

11.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{\min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{\min} = \frac{PR}{SE - 0,6P}$$

$$t_{\min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$$\therefore t_{\min} = 7,4 \text{ mm}$$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{\min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

11.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 3/4 (DN 20)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{w\min} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{w\min} + C_n = 2,5100 \text{ mm}$

11.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,67732 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,5100 \text{ mm}$

Espessura disponível do oESCOÇO (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,4200 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

11.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

11.4.4.1. Solda de filete: Entre o reforço e o bocal

t_{\min} de acordo com UW-16 $t_{\min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,9116 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_c (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7t_{\min} = 2,7381 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_c = 0,7t_{L41} = 3,5560 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? **Sim**

De acordo com UW-15(b)(1), este detalhe de soldagem, que está em conformidade com a Fig. UW-16.1 sketch (c-e), não requer o cálculo da resistência dos caminhos de solda.

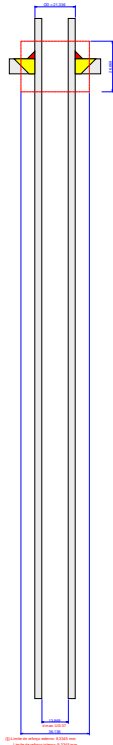
Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

12. Bocal - N8

12.1. Dados gerais

| | |
|---|----------------------------------|
| Localizado em..... | Seção cilíndrica 1 |
| Descrição do bocal | DRENO |
| Descrição do tubo do bocal..... | NPS 1/2 (DN 15) Schedule 80 (XS) |
| Material do bocal | SA-53 Grau S/B |
| Orientação do bocal | $\theta = 0,0000^\circ$ |
| Espessura mínima local da casca..... | $t_s = 8,0000$ mm |
| Projeção para fora do vaso | $L_N = 75,000$ mm |
| Distância da linha de centro do bocal à referência..... | $L_B = 50,000$ mm |
| Distância da ponta do bocal à referência..... | $R_E = 258,00$ mm |
| Diâmetro externo do bocal (Novo) | OD = 21,336 mm |
| Diâmetro interno do bocal (Novo) | ID = 13,868 mm |
| Espessura nominal da parede do bocal (Novo)..... | $t_{wall} = 3,7338$ mm |
| Sobre-espessura de corrosão do bocal | c = 0,0000 mm |
| Projeção do bocal..... | h = 330,00 mm |

12.2. Abertura - Limites de reforço



12.3. Sketch de solda



UG-76(c): Os cantos internos devem ser chanfrados ou arredondados.

12.4. Cálculo do reforço sob pressão interna: PMTA

| Resumo da Espessura do Bocal por UG-45 (mm) | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| A espessura do bocal está adequada de acordo com UG-45. | | | | |
| Para P = 57,988 kgf/cm ² a 50,000 °C. | | | | |
| t Requerida | t _{min} (Novo) | t _a | t _{b1} | t _{b3} |
| 2,42 | 3,27 | 0,48 | 8,00 | 2,42 |

| Resumo do Dimensionamento das Soldas por UW-16 | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Descrição da Solda | Solda Requerida Garganta (mm) | Solda Atual Garganta (mm) | Condição |
| Solda de filete entre o bocal e a casca (t _{L41}) | 2,6137 | 2,8000 | Tamanho é adequado |

| UG-37 Resumo do Cálculo de Áreas (mm ²) | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| A Requerida | A Disponível | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₅ |
| Não é necessário o cálculo de área deste bocal por UG-36(c)(3)(a). | | | | | | | | |

| Resumo da Análise de Resistência das Soldas | |
|---|--|
| Não é necessário analisar os caminhos de solda de acordo com a UW-15(b)(1). | |

12.4.1. Geometria do sketch corroído

12.4.1.1. Casca do vaso

| | | |
|---|---------------------------------------|------------|
| Espessura (descontada a folga para conformação) | t _{shell} = | 8,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão interna | C _i = | 0,0000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão externa..... | C _o = | 0,60000 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C = C _i + C _o = | 0,60000 mm |
| Espessura da parede | t = t _{shell} - C = | 7,4000 mm |

12.4.1.2. Bocal

| | | |
|--|--|-----------|
| Raio interno..... | R _n = | 6,9342 mm |
| Espessura da parede | t _{wall} = | 3,7338 mm |
| Sobre-espessura de corrosão | C _n = | 0,0000 mm |
| Espessura fornecida da parede | t _n = t _{wall} - C _n = | 3,7338 mm |
| Espessura da parede da projeção interna..... | t _i = t _n - C _n = | 3,7338 mm |
| Projeção interna | h = h _{new} - C _n + C _i = | 330,00 mm |

12.4.1.3. Abertura

| | | |
|-----------------------|-----|-----------|
| Diâmetro- UG-40 | d = | 13,868 mm |
|-----------------------|-----|-----------|

12.4.2. Limites do reforço - UG-40

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Limite paralelo à parede do vaso | R _n + t _n + t = | 18,068 mm |
| Limite externo normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |
| Limite interno normal à parede do vaso | 2,5t _n = | 9,3345 mm |

12.4.3. Espessura mínima da parede do bocal - UG-45

12.4.3.1. Espessura da parede - UG-45: t_a

12.4.3.1.1. Espessura da parede - UG-27(c)(1)

| | | |
|--|---------------------|------------|
| Espessura da parede - UG-27(c)(1)..... | t _{UG27} = | 0,47977 mm |
|--|---------------------|------------|

$$t_{UG27} = R_n \left[\exp \left(\frac{P}{S_n E} \right) - 1 \right]$$

$$t_{UG27} = 57,988 \times \left[\exp \left(\frac{6,9342}{1202,2 \times 0,7} \right) - 1 \right]$$

$\therefore t_{UG27} = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede do bocal..... $t_{min} = t_{UG27} + C_n = 0,47977 \text{ mm}$

12.4.3.1.2. Espessura da parede - UG-45: t_a

Espessura mínima da parede $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

12.4.3.2. Espessura da parede - UG-45: t_{b1}

Espessura mínima..... $t_{min} = 7,4000 \text{ mm}$

$$t_{min} = \frac{P R}{S E - 0,6 P}$$

$$t_{min} = \frac{57,988 \times 175}{1406,1 \times 1 - 0,6 \times 57,988}$$

$\therefore t_{min} = 7,4 \text{ mm}$

Espessura mínima + sobre-espessura de corrosão $t_{min} + C = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura mínima: UG-16(b) + sobre-espessura de corrosão $t_{UG-16(b)} + C_n = 1,5000 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

12.4.3.3. Espessura da parede - UG-45: t_{b3}

Tabela UG-45: Diâmetro nominal do tubo..... NPS 1/2 (DN 15)

Tabela UG-45: Espessura mínima da parede $t_{wmin} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura mínima da parede $t_{b3} = t_{wmin} + C_n = 2,4200 \text{ mm}$

12.4.3.4. Espessura mínima da parede do bocal

Espessura da parede - UG-45 $t_a = 0,47977 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b1} = 8,0000 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura da parede - UG-45 $t_b = \text{menor entre } t_{b1} \text{ ou } t_{b3} = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura requerida da parede - UG-45 $t_{UG-45} = \text{maior entre } t_a \text{ ou } t_b = 2,4200 \text{ mm}$

Espessura disponível do oESCOÇO (Novo) $t_n = 0,875 \times t_{wall} = 3,2700 \text{ mm}$

A espessura do bocal é adequada? Sim

12.4.4. Dimensões requeridas para as soldas

12.4.4.1. Solda de filete: Entre o bocal e a casca

t_{min} de acordo com UW-16 $t_{min} = \text{menor de } 19 \text{ mm ou } t_n \text{ ou } t = 3,7338 \text{ mm}$

Tamanho mínimo da garganta da solda de filete t_1 (mínimo) = menor de 6 mm ou $0,7 t_{min} = 2,6137 \text{ mm}$

Garganta da solda de filete $t_1 = 0,7 t_{L41} = 2,8000 \text{ mm}$

Tamanho da solda de filete é adequado? Sim

Esta abertura não necessita de reforço de acordo com UG-36(c)(3)(a).

13. Teste hidrostático de fábrica baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

13.1. Dados do teste de retenção de pressão

| | |
|---|---|
| O teste de fábrica é executado com o vaso na | Posição horizontal |
| Pressão local durante o teste | P = 33,350 kgf/cm ² |
| Pressão hidrostática do teste de fábrica a 21,000 °C..... | P _t = 43,355 kgf/cm ² |
| Fator da pressão UG-99(b) | f _p = 1,3000 |
| Razão de tensões UG-99(b)..... | LSR = 1,0000 |

13.2. Cálculo do casco cilíndrico

13.2.1. Seção cilíndrica 1

| | |
|---|--------------------------------|
| Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída..... | t = 8,0000 mm |
| Raio interno..... | R = 175,00 mm |
| Pressão de teste mais pressão estática..... | P = 43,390 kgf/cm ² |
| Tensão nas condições do teste | S = 1393,1 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{43,39 \times (175 + 0,6 \times 8)}{0,7 \times 8}$$

$$\therefore S = 1393,1 \text{ kgf/cm}^2$$

13.3. Cálculo da tensão no tampo esquerdo

13.3.1. Parte cilíndrica

| | |
|---|--------------------------------|
| Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída..... | t = 8,0000 mm |
| Raio interno..... | R = 175,00 mm |
| Pressão de teste mais pressão estática..... | P = 43,390 kgf/cm ² |
| Tensão nas condições do teste | S = 975,20 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{43,39 \times (175 + 0,6 \times 8)}{1 \times 8}$$

$$\therefore S = 975,2 \text{ kgf/cm}^2$$

13.3.2. Seção semielíptica

| | |
|---|--------------------------------|
| Pressão de teste mais pressão estática..... | P = 43,390 kgf/cm ² |
| Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída..... | t = 5,5000 mm |
| Diâmetro interno..... | D = 350,00 mm |
| Eficiência de junta | E = 0,85000 |
| Tensão nas condições do teste | S = 1629,3 kgf/cm ² |

A tensão nas condições de teste é dada por 1-4(c)(1):

$$S = \frac{PKD + 0,2Pt}{2tE}$$

$$S = \frac{43,39 \times 1 \times 350 + 0,2 \times 43,39 \times 5,5}{2 \times 5,5 \times 0,85}$$

$$\therefore S = 1629,3 \text{ kgf/cm}^2$$

13.4. Cálculo da tensão no tampo direito

13.4.1. Parte cilíndrica

| | | |
|---|-----|----------------------------|
| Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída..... | t = | 8,0000 mm |
| Raio interno..... | R = | 175,00 mm |
| Pressão de teste mais pressão estática..... | P = | 43,390 kgf/cm ² |
| Tensão nas condições do teste | S = | 975,20 kgf/cm ² |

A tensão circunferencial governa para a pressão interna. A tensão em condições de teste é dada por UG-27(c)(1):

$$S = \frac{P(R + 0,6t)}{Et}$$

$$S = \frac{43,39 \times (175 + 0,6 \times 8)}{1 \times 8}$$

$$\therefore S = 975,2 \text{ kgf/cm}^2$$

13.4.2. Seção semi-elíptica

| | | |
|---|-----|----------------------------|
| Pressão de teste mais pressão estática..... | P = | 43,390 kgf/cm ² |
| Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída..... | t = | 5,5000 mm |
| Diâmetro interno..... | D = | 350,00 mm |
| Eficiência de junta | E = | 0,85000 |
| Tensão nas condições do teste | S = | 1629,3 kgf/cm ² |

A tensão nas condições de teste é dada por 1-4(c)(1):

$$S = \frac{PKD + 0,2Pt}{2tE}$$

$$S = \frac{43,39 \times 1 \times 350 + 0,2 \times 43,39 \times 5,5}{2 \times 5,5 \times 0,85}$$

$$\therefore S = 1629,3 \text{ kgf/cm}^2$$

14. Sumário do dimensionamento do vaso de pressão

| | | |
|--|--------|----------------------------|
| Temperatura de projeto..... | T = | 50,000 °C |
| Pressão interna de projeto..... | P = | 16,000 kgf/cm ² |
| Pressão máxima de trabalho admissível - UG-98(a) | PMTA = | 33,350 kgf/cm ² |

15. Resumo da pressão

| Componentes do vaso | | Pressão interna (kgf/cm ²) | Pressão estática (kgf/cm ²) | Pressão externa (kgf/cm ²) | Vácuo (kgf/cm ²) | Sobre-espessura | | Esmagamento (mm) |
|---------------------|------------------|--|---|--|------------------------------|-----------------|--------------|------------------|
| | | | | | | Interno (mm) | Externo (mm) | |
| Tampos | Semi-elíptico | 16,000 | 0,02240 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,60000 | 2,5000 |
| | Parte cilíndrica | 16,000 | 0,02240 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,60000 | 0,0000 |
| Casco | Seção 1 | 16,000 | 0,02240 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,60000 | --- |
| N1 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N2 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N3 | Pescoço | 16,000 | 9,1098E-5 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N4 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N5 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N6 | Pescoço | 16,000 | 7,0720E-4 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N7 | Pescoço | 16,000 | 9,1098E-5 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |
| N8 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | --- |

| Componentes do vaso | | Pressão interna total (kgf/cm ²) | Pressão externa total (kgf/cm ²) | PMTA (kgf/cm ²) |
|---------------------|------------------|--|--|-----------------------------|
| Tampos | Semi-elíptico | 16,022 | 0,0000 | 33,350 |
| | Parte cilíndrica | 16,022 | 0,0000 | 57,966 |
| Casco | Seção 1 | 16,022 | 0,0000 | 40,569 |
| N1 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N2 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N3 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N4 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N5 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N6 | Pescoço | 16,001 | 0,0000 | 57,988 |
| N7 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |
| N8 | Pescoço | 16,000 | 0,0000 | 57,988 |

PMTA: Pressão Máxima de Trabalho Admissível [UG-98(a)]

PMTA é o menor dos valores encontrados para a Pressão Máxima de Trabalho Admissível para qualquer das partes essenciais de um vaso, ajustada para qualquer diferença na coluna de líquido que possa existir entre a parte considerada e o topo do vaso.

Se o cálculo da PMTA não está incluído no relatório de cálculo, então o vaso não precisa ser testado com base na PMTA, e, neste caso, a placa de identificação deve ter a Pressão de Projeto como a PMTA.

a) Pressão máxima de trabalho admissível = 33,350 kgf/cm² a 50,000 °C

16. Sumário das espessuras

| Componentes do vaso | | Nominal (mm) | Projeto (mm) | Após conformação (mm) | Eficiência da junta soldada | Carregamento |
|-----------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|
| Tampo esquerdo | Semi-elíptico | 8,0000 | 5,4491 | 2,9491 | 0,85 | Pressão interna |
| | Parte cilíndrica | 8,0000 | 2,6078 | 2,6078 | 1,00 | Pressão interna |
| Casco | Seção 1 | 8,0000 | 3,4767 | 3,4767 | 0,70 | Pressão interna |
| N1 | Pescoço | 3,7338 | 2,7657 | 2,4200 | 0,7 | Pressão interna |
| N2 | Pescoço | 3,7338 | 2,7657 | 2,4200 | 0,7 | Pressão interna |
| N3 | Pescoço | 3,9116 | 2,8686 | 2,5100 | 0,7 | Pressão interna |
| N4 | Pescoço | 3,7338 | 2,7657 | 2,4200 | 0,7 | Pressão interna |
| N5 | Pescoço | 3,7338 | 2,7657 | 2,4200 | 0,7 | Pressão interna |
| N6 | Pescoço | 5,0800 | 3,6800 | 3,2200 | 0,7 | Pressão interna |
| N7 | Pescoço | 3,9116 | 2,8686 | 2,5100 | 0,7 | Pressão interna |
| N8 | Pescoço | 3,7338 | 2,7657 | 2,4200 | 0,7 | Pressão interna |

a) Nominal: chapa comercial/espessura schedule

b) Projeto: espessura mínima de projeto, inclui corrosão e tolerância de conformação

c) Após conformação: espessura mínima do material após a conformação

17. Teste hidrostático de fábrica baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

A pressão do teste hidrostático de fábrica é igual a 43,355 kgf/cm² a 21,000 °C (PMTA = 33,350 kgf/cm²). O teste de fábrica deve ser executado com o vaso na posição horizontal.

| Componentes do vaso | | Pressão local no teste (kgf/cm ²) | Pressão estática (kgf/cm ²) | Razão de tensões | Tensão no teste (kgf/cm ²) | Tensão máxima no teste (kgf/cm ²) |
|---------------------|------------------|---|---|------------------|--|---|
| Tampo esquerdo | Semielíptico | 43,390 | 0,03500 | 1,000 | 1629,3 | 2404,5 |
| | Parte cilíndrica | 43,390 | 0,03500 | 1,000 | 975,20 | 2404,5 |
| Casco | Seção 1 | 43,390 | 0,03500 | 1,000 | 1393,1 | 2404,5 |
| N1 | Pescoço | 43,355 | 0,0000 | 1,000 | --- | --- |
| N2 | Pescoço | 43,355 | 0,0000 | 1,000 | --- | --- |
| N3 | Pescoço | 43,355 | 1,4234E-4 | 1,000 | --- | --- |
| N4 | Pescoço | 43,355 | 0,0000 | 1,000 | --- | --- |
| N5 | Pescoço | 43,355 | 0,0000 | 1,000 | --- | --- |
| N6 | Pescoço | 43,356 | 1,1050E-3 | 1,000 | --- | --- |
| N7 | Pescoço | 43,355 | 1,4234E-4 | 1,000 | --- | --- |
| N8 | Pescoço | 43,355 | 0,0000 | 1,000 | --- | --- |

- (a) Fator da pressão UG-99(b) = 1,300
- (b) Razão de tensões UG-99(b) = 1,000
- (c) Pressão Local no Teste = Pressão do Teste + Pressão Estática no Teste
- (d) Tensão máxima durante o Teste = 0,9 x tensão de escoamento

1. Informações do equipamento

Projeto..... VASOS - THERMTECH
Identificação do vaso..... TCCO - Ø350X800
Tipo..... Vaso de pressão
Orientação..... Horizontal
Norma de projeto..... ASME VIII Divisão 1, Edição 2017
Tampo esquerdo Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo direito..... Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17

2. NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanque Metálicos de Armazenamento

Ministério do Trabalho e Emprego

Publicação

Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978

Alterações / Atualizações

Portaria SSMT n.º 12, de 06 de junho de 1983

Portaria SSMT n.º 02, de 08 de maio de 1984

Portaria SSST n.º 23, de 27 de dezembro de 1994

Portaria SIT n.º 57, de 19 de junho de 2008

Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014

Portaria MTb n.º 1.084, de 28 de setembro de 2017

Portaria MTb n.º 1.082, de 18 de dezembro de 2018

Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019

2.1. Escopo

Esta NR deve ser aplicada aos seguintes equipamentos:

- todos os equipamentos enquadrados como caldeiras conforme item 13.4.1.1 e 13.4.1.2;
- vasos de pressão cujo produto P.V seja superior a 8 (oito), onde P é a pressão máxima de operação em kPa, em módulo, e V o seu volume interno em m³;
- vasos de pressão que contenham fluido da classe A, especificados na alínea "a" do subitem 13.5.1.2, independente das dimensões e do produto P.V;
- recipientes móveis com P.V superior a 8 (oito) ou com fluido da classe A, especificados no item 13.5.1.2, alínea "a";
- tubulações ou sistemas de tubulação ligados a caldeiras ou vasos de pressão, categorizados, conforme subitens 13.4.1.2 e 13.5.1.2, que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 desta NR;
- tanques metálicos de superfície para armazenamento e estocagem de produtos finais ou de matérias primas, não enterrados e com fundo apoiado sobre o solo, com diâmetro externo maior do que 3 m (três metros), capacidade nominal maior do que 20.000 L (vinte mil litros), e que contenham fluidos de classe A ou B, conforme a alínea "a" do subitem 13.5.1.2 da NR-13.

2.2. Classificação do vaso

Pressão máxima de operação P = 1473,8 kPa
 Volume interno V = 0,09606 m³
 Produto P.V. (kPa.m³)..... PV = 141,57 kPa.m³
 P.V. > 8 kPa.m³?..... Sim
 Classe do fluido A
 A NR 13 deve ser aplicada? Sim
 Grupo potencial de risco GR = 5
 Categoria do vaso III

2.3. Intervalos para a inspeção periódica

| SPIE - Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos | Exame Externo | Exame Interno |
|--|---------------|---------------|
| Não | 3 anos | 6 anos |
| Sim | 5 anos | 10 anos |

2.4. Requisitos de treinamento

Categoria do vaso III

O "Treinamento de Segurança em Unidades de Processo" (Anexo I-B) é mandatório? Não

A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categorias I ou II deve ser efetuada por profissional capacitado conforme item B do Anexo I desta NR.

2.5. Documentação do vaso

Todo vaso de pressão deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalado, a seguinte documentação devidamente atualizada.

- a) prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, de acordo com o item 13.5.1.6 a);
- b) Registro de Segurança em conformidade com o subitem 13.5.1.8;
- c) projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;
- d) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.14;
- e) certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.

2.6. Dados obrigatórios da placa de identificação da NR 13

Fabricante.....
Número de identificação do fabricante
Ano de fabricação..... = 0
Pressão máxima de trabalho admissível PMTA = 33,350 kgf/cm²
Teste hidrostático de fabricação P_t = 43,355 kgf/cm²
Código de projeto e ano de edição Edição 2017
Categoria do vaso III

A pressão do teste hidrostático a ser estampada na placa de identificação da NR-13 é a pressão hidrostática de fabricação.

NOTA THERM TECH

A Therm Tech Refrigeração Industrial vem por meio deste documento comunicar aos representantes legais da unidade instaladora; à responsabilidade a fim de assegurar o cumprimento de todos os requisitos de segurança do sistema de refrigeração, comprometendo-se com o nível de concentração da solução ou qualquer procedimento equivocado com a concentração e reposição inadequados.

Considera-se inicialmente que a instalação foi projetada corretamente para o propósito do seu desempenho, vindo a causar sérios danos se realizado de forma impropria.

ANOTAÇÕES

Essa folha foi deixada em branco propositalmente para fins de anotações gerais que possa ser considerada importante pelo cliente.

**THERM
TECH**[®]
Soluções em
sistemas térmicos.

Rua Adálio Guilherme da Silva, 215C
Bairro Santa Fé . Caxias do Sul . RS . Brasil
CEP 95047-043 . Fone +55 54 3067 0473

tht@thermtech.com.br

  thtrefrigeracao

MANUAL DE OPERAÇÃO DE VASO DE PRESSÃO

VP005-ACUMULADOR DE ÓLEO -10

MARFRIG GLOBAL FOODS – BATAGUASSU- MS

2025

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO | 03 |
| RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE | 04 |
| RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO E OU OPERADOR RESPONSÁVEL | 05 |
| OBSERVAÇÕES DE OPERAÇÃO | 06 |
| INFORMAÇÕES DO FLUIDO UTILIZADO NO SISTEMA | 07 |
| INFORMAÇÕES GERAIS | 08 |
| SEGURANÇA CONSIDERAÇÕES | 09 |
| SIMBOLOGIA DE SEGURANÇA | 10 |
| SIMBOLOGIA DE PROIBIÇÃO | 12 |
| SIMBOLOGIA DE OBRIGATORIEDADE | 13 |
| EMERGÊNCIAS | 14 |
| OBSERVAÇÕES DE EMERGÊNCIAS | 15 |
| CONDICIONAMENTO OPERACIONAL | 16 |
| OPERAÇÃO INADEQUADA | 17 |
| PERIGOS TÉRMICOS RESIDUAIS | 19 |
| PERIGOS RESIDUAIS COM REFRIGERANTE | 20 |
| VASO DE PRESSÃO (ACUMULADOR DE ÓLEO -10°C) | 21 |
| CARACTERÍSTICAS DA AMÔNIA ANIDRA R717 | 23 |
| SEGURANÇA OPERACIONAL DO VASOS DE PRESSÃO | 27 |
| RECOMENDAÇÕES PARA SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA | 34 |

APRESENTAÇÃO

Utilizado como Acumulador de óleo, e vasos de pressão em geral, têm uma série de benefícios, entre elas:

- Fabricados conforme norma de projeto ASME VIII Divisão I e norma regulamentadora NR-13;
- Processos de solda de alta eficiência e alta qualidade por arco submerso (tampas e corpo);
- Materiais certificados e com rastreabilidade total;
- Inspeções de qualidade e testes não-destrutivos;
- Customizações de acordo a necessidade e aplicação;
- Montagens de sistemas completos em fábrica (bombas de recirculação, trocadores a placas, acessórios em geral).

O manual de recomendações para projeto, operação, manutenção e comissionamento, entre outras documentações deverá estar sempre disponível para referência. Em caso de dúvida, ou necessidade em reposição de peças, favor contatar a área comercial e qualidade da fabricante do vaso conforme informada em prontuário e placa de identificação, que fará o possível para atender a sua necessidade de maneira rápida e eficaz.

RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE

As observações fornecidas nestas instruções para a manutenção da segurança funcional do equipamento, evitando possíveis perigos durante o transporte, montagem e instalação, partida e operação, e com as atividades de manutenção (limpeza, assistência técnica e reparos) se referem somente à unidade, e não se aplicam a outras séries de equipamentos e ou equipamentos de outros fabricantes.

Os materiais de fabricação são configurados de tal forma que resistam à tensão mecânica, térmica e química previsível, e sejam resistentes aos fluídos de trabalho e ou as misturas de fluídos de trabalho/óleo de refrigeração previstos no projeto inicial.

As partes soldadas que transportam os fluídos de trabalho (tubos centrais, distribuidores e coletores) estão projetados de modo que eles permaneçam soldados mesmo com a tensão mecânica, térmica e química previsível, e resistem à pressão máxima de operação admissível (PMTA).

Materiais, espessura da parede dos tubos (centrais, distribuidores e coletores), resistência à tração, resistência à corrosão, processo e testes são adequados para os fluídos de trabalho definidos no projeto inicial e resistem às possíveis pressões, tensões e temperaturas que podem ocorrer.

RESPONSABILIDADES DO PROPRIETÁRIO E/OU DO OPERADOR RESPONSÁVEL

O proprietário e ou o operador responsável deve verificar se o pessoal operacional está treinado e qualificado o suficiente para operar, monitorar e realizar assistência técnica no equipamento/ sistema. Antes da partida do sistema, o responsável deve verificar se a equipe está suficientemente informada com relação à documentação do equipamento (instruções de operação), configuração do sistema, monitoramento, operação e assistência técnica, medidas de segurança, e com relação às propriedades e manuseio dos fluidos de trabalho a serem usados.

O responsável deve se certificar de que, ao operar, monitorar e realizar manutenção no sistema, os fluidos de trabalho não deverão ser alterados dos dados especificados nos documentos de projeto relacionados ao pedido.

Planejamento e preparação das medidas de emergência: a fim de evitar danos por transtornos operacionais, deve ser haver um sistema de avisos nas instalações. Prepare medidas de emergência que evitem danos para pessoas e equipamentos, caso ocorram falhas. A responsabilidade permanece com o proprietário e ou o operador responsável do equipamento, se o equipamento for usado por terceiros, a menos que haja um acordo para compartilhamento da responsabilidade.

OBSERVAÇÕES DE OPERAÇÃO

Estas instruções de operação se aplicam para todos os modelos de vasos para operação de acordo com os fluidos de trabalho, pressões e temperaturas especificadas nos documentos de projeto relacionados ao projeto.

| | |
|--|---|
| Equipamento: Acumulador de óleo -10°C | |
| Tipo de Equipamento: Horizontal | Modelo: TCCO |
| Fabricante: TOP COLD/THERM TECH | |
| Fluido Principal: Amônia | Nº de Série: 1147-03 Categoria: III |
| Classe do Fluido: A | Grupo Potencial de Risco: 5 |
| Pressão Máxima de Trabalho Admissível: | 16,00 kgf/cm ² |
| Pressão de teste hidrostático: | 24,00 kgf/cm ² |
| Volume Interno: | 0,085 m ³ |
| Ano de Fabricação: | 2021 |
| Código da inspeção: | VP005 INDUSTRIALIZADOS |
| Código de Projeto: | Asme VIII Divisão 01 – Ed 2017 |
| Material do Costado (Adotado para cálculo): | ASTM SA 516 Grau 70 |
| Material dos Tampos (Adotado para cálculo): | ASTM SA 516 Grau 70 |
| Diâmetro Interno: | 332 mm |
| Comprimento do Corpo Cilíndrico: | 800 mm |
| Comprimento Total do Equipamento: | 1135 mm |
| Massa Vazio: | 84 kg |
| Espessura nominal do costado: | 9,54 mm 3/8" |
| Espessura nominal dos tampos: | 9,54 mm 3/8" |

INFORMAÇÕES SOBRE O FLUIDO UTILIZADO NO SISTEMA

| | |
|---|--|
| Fluído | Amônia Anidra |
| Aparência e Odor | Gás comprimido liquefeito, incolor com odor característico |
| Forma Molecular | NH ₃ |
| Ponto de Ebulição | 33,35°C |
| Ponto de Fusão | 77,70°C |
| Peso Molecular | 17,00 g/mol |
| Densidade | 0,682 g/cm ³ (20°C) |
| Temperatura de auto ignição | 651°C |
| Ponto de fulgor | - |
| LSE (Limite Superior de Explosividade) | 25% (2500 PPM) |
| LIE (Limite Inferior de Explosividade) | 16% (1600 PPM) |
| Limite de Tolerância | 14 mg/m ³ (20 PPM) |
| IPVS | 300 PPM |
| Solubilidade em água. | 1 vol. de água dissolve 1300 volume do gás-Alta |
| Absorção de calor | 1,1007 cal/g°C - Alta |

INFORMAÇÕES GERAIS

Os vasos de pressão são projetados para fornecer a melhor eficiência e uma prolongada vida útil quando instalados, operados e cuidados adequadamente.

Portanto, é altamente recomendado que uma programação de manutenção abrangente seja desenvolvida e realizada com uma frequência regular predeterminada.

Este manual irá auxiliar o proprietário – operador a desenvolver tal programação.

Este equipamento é relativamente complicado e a instalação, operação, manutenção e assistência devem ser realizadas apenas por pessoal adequado e qualificado para a realização destas funções. Estas pessoas devem também estar familiarizadas em cumprir com todas as normas e regulamentos governamentais aplicáveis, pertencentes às funções.

O tipo de fluido refrigerante e o método de alimentação para o vaso de pressão devem estar em conformidade com a indicação dos desenhos fornecidos e/ou com a placa de identificação da unidade.

As pressões de operação do projeto, como indicado na placa de identificação, nunca podem ser excedidas!

Vasos de pressão e todos os sistemas de tubulação devem ser corretamente evacuados antes de carregar o sistema com fluido refrigerante, para assegurar a retirada completa de umidade e de não condensáveis de todo circuito de refrigeração.

O não cumprimento de qualquer um destes requisitos pode resultar em sérios danos ao equipamento e/ou à propriedade onde ele está instalado, assim como em ferimento e/ou morte das pessoas presentes no local específico.

SEGURANÇA – CONSIDERAÇÕES



Aborda uma situação perigosa que, se encontrado, pode resultar em morte ou ferimentos graves.



Aborda uma situação ou instrução que deverá ser seguida rigorosamente para não resultar em danos irreparáveis ao equipamento.



Aborda uma situação de risco aos operadores ou que poderá causar danos ao equipamento.



Indica instruções que dizem respeito ao funcionamento do equipamento de segurança. O não cumprimento dessas instruções pode resultar em danos ao equipamento.

SIMBOLOGIA DE SEGURANÇA



Aviso



Alerta contra ferimento nas mãos. As mãos ou dedos podem ser esmagados, puxados ou feridos de outra maneira com a não conformidade.



Alerta contra superfícies quentes. A temperatura está acima de +45 °C (coagulação proteica) e pode causar queimaduras.



Alerta contra o frio. A temperatura está abaixo de 0 °C e pode causar ulceração de frio.



Alerta contra tensões elétricas perigosas. Perigo de choque elétrico se as peças que transportam tensão forem tocadas.



Alerta contra substâncias potencialmente explosivas no ponto de indicação. Uso de fontes de ignição podem causar explosões no ponto de indicação.



Alerta contra substâncias com risco de incêndio no ponto de indicação. Uso de fontes de ignição pode causar incêndios no ponto de indicação.



Alerta contra substâncias corrosivas. Os contatos com substâncias corrosivas podem causar ferimentos, especialmente com os olhos.



Alerta contra substâncias prejudiciais à saúde ou irritantes no ponto de indicação. O contato com substâncias inalantes prejudiciais à saúde ou irritantes pode causar ferimentos ou danos à saúde.



Alerta contra substâncias tóxicas no ponto de indicação. O contato com substâncias inalantes tóxicas pode causar ferimentos ou danos à saúde.

SIMBOLOGIA DE PROIBIÇÃO



Proibido fontes de ignição ou propagação de chamas. Fontes de ignição devem ser mantidas distantes e não devem ser geradas.



Não fume. É proibido fumar.

SIMBOLOGIA DE OBRIGATORIEDADE



Use proteção para os olhos. Proteção para os olhos: Use óculos de proteção ou proteção facial.



Use proteção para as mãos. Devem ser usadas luvas protetoras contra perigos mecânicos e químicos.



Use proteção respiratória. Os aparelhos de respiração devem ser adequados para o fluido de trabalho usado.

O aparelho de respiração deve consistir de:

- Pelo menos dois dispositivos respiratórios independentes (aparelho de respiração autônoma);
- Para amônia: um aparelho de respiração adicional com filtro (máscara total) ou um aparelho de respiração independente (autônomo);



Use roupa protetora. As roupas protetoras individuais devem ser adequadas para o fluido de trabalho usado e para baixas temperaturas, e ter boas propriedades de isolamento do calor.



Ativar antes do trabalho. Ative o sistema elétrico e proteja contra nova comutação antes de ligar a instalação, realizar trabalhos de manutenção e reparos.

EMERGÊNCIAS

Perigo de ferimentos e danos à propriedade.

O equipamento poderá conter amônia como líquido refrigerante (NH₃).

A amônia é uma substância potencialmente explosiva e com risco de incêndio. Se transportadas de forma não intencional nos resíduos de óleo e transportadas de forma não intencional no refrigerante, ela pode entrar em combustão. Uma explosão pode causar graves ferimentos e perda de membros.

A amônia é um gás corrosivo, tóxico e irritante. Uma concentração de amônia de 0,2 vol% (20ppm) no ar ambiente ou uma longa permanência em um ar ambiente contendo amônia pode ser uma ameaça à vida ou fatal.

Medidas e procedimentos de segurança.

- Com grandes fugas de refrigerante inesperadas,
- Deixe a sala de operação imediatamente e ative o comutador de PARADA de emergência em um lugar seguro;
- Ative o dispositivo de alarme de refrigerante (concentração de refrigerante);
- Tenha pessoal experiente, treinado com roupas protetoras prescritas para realizar todas as medidas de proteção e outras medidas necessárias;
- Use proteção respiratória;
- Use um aparelho de respiração que não dependa do ar da sala durante o trabalho de manutenção com altas concentrações de refrigerante no ar da sala;
- Verifique se a sala de operação está bem ventilada;
- Desvie o vapor e o líquido de refrigerante que escaparem com segurança;

Instruções sobre como tratar de ferimentos:

- Chame um médico de emergência imediatamente
- Alguns refrigerantes podem causar ferimentos corrosivos na pele e nos olhos;
- A vítima deve manter o aparelho de respiração até aviso em contrário, a fim de evitar a inalação de vapores da vestimenta contaminada com amônia;
- Lave a vítima de cinco a quinze minutos com água.
- Remova a vestimenta cuidadosamente durante o banho.
- O banho deve ser com água morna tanto quanto possível, a fim de evitar um choque térmico.
- Se disponível, use um chuveiro de emergência; do contrário, use uma mangueira de água.

OBSERVAÇÕES DE EMERGÊNCIAS

O equipamento deve ser colocado em funcionamento, operado, receber manutenção e reparos por pessoal treinado, experiente e qualificado.

As pessoas que são responsáveis pela operação, manutenção, reparos e avaliação dos sistemas e seus componentes devem ter o treinamento e possuir conhecimento especializado necessário para que o seu trabalho seja qualificado.

Qualificado ou especializado significa a capacidade de realizar, de forma satisfatória, as atividades necessárias para a operação, manutenção, reparos e avaliação dos sistemas de refrigeração e seus componentes;

O equipamento poderá ser operado por pessoal operacional que não tenha conhecimento e experiência específica de engenharia de refrigeração, com relação ao modo de operação, a operação e o monitoramento diário deste sistema.

Este pessoal operacional não poderá fazer nenhuma intervenção ou configuração no sistema;

Alterações na unidade com as quais o fabricante tenha autorizado primeiro por escrito, só poderão ser realizadas pelo pessoal treinado e qualificado.

CONDICIONAMENTO OPERACIONAL

O equipamento é um componente de um sistema de refrigeração.

O objetivo destas instruções de operação, como parte do manual de instruções de operação (do qual fazem parte estas instruções de operação), é reduzir ao mínimo os perigos às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente da unidade, e do fluido de trabalho usado.

Estes perigos são relacionados essencialmente às propriedades físicas e químicas do fluido de trabalho e com as pressões e temperaturas que ocorrem nos componentes que transportam o fluido de trabalho no equipamento.

Para conhecimento dos perigos residuais dos refrigerantes é impreterível o conhecimento das FISPQ dos compostos (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) fornecidas pelos fabricantes de refrigerante;

- O equipamento deve ser usado somente de acordo com o uso pretendido adequado. O operador deve se certificar de que, ao operar, monitorar e realizar manutenção no sistema, o fluido de trabalho não deverá se desviar dos dados especificados nos documentos de projeto relacionados ao pedido;
- O operador deve verificar se as medidas de manutenção estão sendo realizadas de acordo com o manual de instruções de operação do sistema;

• Não ultrapasse a PMTA informada na placa de identificação e especificada nos documentos de projeto relacionados ao pedido.

Os Vasos de Pressão destinam-se à instalação em sistemas de refrigeração, tais como em indústrias frigoríficas, abatedouros, indústria alimentícia, bebidas, indústria de energia, e demais aplicações.

A unidade é entregue para operação com um ponto específico de operação:

- Temperatura / pressão;
- Vazão mássica de gás / vazão volumétrica de líquido;
- Capacidade térmica.

Você encontrará os parâmetros e o modelo exato do seu equipamento nos documentos de projeto relacionados ao PRONTUÁRIO DO VASO DE PRESSÃO ou na reconstituição do documento.

OPERAÇÃO INADEQUADA

Fluidos de trabalho e suas combinações com água e outras substâncias nos componentes que transportam o fluido de trabalho têm efeitos químicos e físicos no interior dos materiais que os rodeiam.

A unidade só deverá ser pressurizada com o composto definido nos documentos de projeto relacionados ao pedido. A pressurização da unidade com outro fluido de trabalho poderá resultar em:

- Materiais estruturais e de soldagem usados não resistirão às tensões mecânicas, térmicas e químicas previsíveis, e a pressão que poderá ocorrer durante a operação e ao ser desligada será elevada demais;
- Os materiais, espessura da parede, resistência à tração, resistência à corrosão, processo e testes são adequados para o fluido de trabalho e não resistem à possíveis variações de pressões e tensões que podem ocorrer;
- O equipamento não resistirá a outros fluidos de trabalho e às outras misturas de fluidos de trabalho. Com exceção que tenha sido autorizado pela equipe técnica do fabricante ou PLH responsável pela análise de integridade física do vaso de pressão;
- O equipamento não permanecerá estanque durante a operação e quando for desligado;
- Uma possível fuga repentina de fluido de trabalho que poderia colocar pessoas e/ou propriedades e/ou o meio ambiente em risco.

A PMTA especificada na placa de identificação e na documentação de projeto relacionado ao pedido não deverá ser ultrapassada! Caso a pressão de trabalho for ultrapassada:

1. Os materiais estruturais e de soldagem usados não resistirão às tensões mecânicas, térmicas e químicas previsíveis, e a pressão que poderá ocorrer durante a operação e ao ser desligada;
2. O equipamento não permanecerá estanque durante a operação e quando for desligado.
3. Poderá haver uma fuga repentina de fluidos de trabalho após uma ruptura ou vazamento nos componentes que transportam o fluido de trabalho, que poderá resultar nos riscos abaixo:
 - Perigo de fuga de materiais;
 - Perigo de envenenamento;
 - Risco de incêndio;

- Risco de explosão;
- Risco de queimaduras por produtos químicos;
- Risco de sufocamento;
- Riscos causados por reações de pânico;
- Poluição do meio ambiente.

PERIGOS TÉRMICOS RESIDUAIS

Perigo de queimaduras

Alerta contra superfícies quentes

Durante um serviço elétrico, a serpentina do trocador de calor da unidade, a tubulação (gás quente) e alguma partes do equipamento têm temperaturas acima de +45 °C.

O contato pode causar queimaduras.

Use proteção para as mãos

PERIGOS RESIDUAIS COM REFRIGERANTE

Estes perigos são relacionados essencialmente às propriedades físicas e químicas do fluido de trabalho e com as pressões e temperaturas que ocorrem nos componentes que transportam o fluido de trabalho no equipamento.

Para conhecimento dos perigos residuais dos refrigerantes é impreterível o conhecimento das FISPQ dos compostos (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) fornecidas pelos fabricantes de refrigerante.

Segurança de Elementos Refrigerantes

Apesar de refrigerantes halogenados serem classificados como seguros, certas precauções devem ser tomadas quando manuseá-los.

O fluido refrigerante pode ser prejudicial se inalado. Quando liberado na atmosfera no estado líquido, o fluido evapora rapidamente, congelando tudo o que ele tocar.

Fluidos refrigerantes devem ser usados e recuperados com responsabilidade.

O não cumprimento deste aviso pode resultar em ferimento ou morte.

“PERIGO Amônia Anidra (NH₃) ”

Deve-se tomar um cuidado especial quando pessoas estão trabalhando com ou expostas à amônia.

A amônia é considerada um alto risco à saúde por ser corrosiva em contato com a pele, os olhos, e os pulmões.

A exposição a 300 ppm é imediatamente prejudicial à vida e a saúde.

A amônia é também inflamável em concentrações de aproximadamente 15% a 28% por volume no ar.

Quando misturada com óleos lubrificantes, sua taxa de concentração inflamável é aumentada.

Ela pode explodir se liberada em um local fechado com uma fonte de ignição presente, ou se um recipiente contendo amônia for exposto ao fogo.

Deve-se usar EPIs o tempo todo quando se trabalha com amônia.

Para sistemas que tem uma carga de operação maior que 4,5 kg, é obrigatório um programa de gerenciamento de segurança.

Mais informações sobre este assunto estão disponíveis na OSHA (Administração de Segurança e Saúde Ocupacional).

VASO DE PRESSÃO (ACUMULADOR DE ÓLEO)

O objetivo deste guia de referência é apresentar recomendações de projeto para garantir a operação segura, critérios mínimos de segurança e manutenção para um sistema de refrigeração por amônia.

A serem aplicados pelas equipes de comissionamento, operação e manutenção do sistema, este guia abrange os aspectos de segurança a serem considerados, desde o período de comissionamento e “Start-Up” da instalação até as várias operações de campo, incluindo serviços de manutenção, revisões e inspeções periódicas dos vários componentes.

Este documento não tem função de norma nem substitui as obrigações necessárias requeridas por autoridades locais, estaduais ou federais quanto aos aspectos de segurança a serem cumpridos para obtenção de licenças de instalação e/ou funcionamento de um sistema de refrigeração por amônia.

Vasos de pressão Códigos e Normas Aplicáveis

Códigos e Normas aplicáveis

Os sistemas de refrigeração por amônia, possuem códigos e normas aplicáveis, nacionais e internacionais, como referência.

A seguir, os principais documentos disponíveis, relacionados à aplicação de amônia em sistemas refrigeração.

Normas Nacionais e Internacionais Normas Brasileiras:

NR-13 – 2025 – Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento – Normas Regulamentadoras da Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho – Lei nr. 6514 – 22/12/1977;

Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos – CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - 13/08/2003;

NBR 13598 - Vasos de Pressão para Refrigeração – ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – 04/1996.

Normas Internacionais

ANSI/ASHRAE Standard 15-2007 - Safety Code for Mechanical Refrigeration - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers;

ANSI/IIAR 2-2008 - Equipment, Design & Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems – International Institute of Ammonia Refrigeration;

EN 378 Part 1-4 - 2008: Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements – European Committee for Standardisation.

ISO 5149:1993 – Mechanical Refrigerating Systems used for Cooling and Heating – Safety Requirements – International Organization for Standardization;

ANSI/ASME Refrigeration Piping and Heat B31.5 - 2006 – Transfer Components – American Society of Mechanical Engineers; AVISO 25

ANSI/IIAR Standard 3-2005: Ammonia Refrigeration Valves.

Código ASME para Dimensionamento de Vasos de Pressão;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section VIII - Div. 1 - Rules for Construction of Pressure Vessels – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part A – Ferrous Material Specifications – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part C – Specifications for Welding Rods Electrodes and Filler Metals – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section II - Materials - Part D – Properties – American Society of Mechanical Engineers;

ASME - Pressure Vessel Code - 2007 - Section V – Nondestructive Examination – American Society of Mechanical Engineers;

ASME – Pressure Vessel Code – 2007 – Section IX – Welding and Brazing Qualifications – American Society of Mechanical Engineers.

Refrigeração Em geral, define-se refrigeração como o processo de redução de temperatura de um corpo.

O surgimento de sistemas de refrigeração tornou-se essencial para o desenvolvimento da sociedade como a conhecemos, e fundamental para diversos segmentos da indústria, como a indústria alimentícia em geral, os frigoríficos, a indústria de pescado, as fábricas de gelo, os laticínios e a indústria de bebidas. Um dos principais fluidos utilizados na refrigeração é a amônia, cujo sistemas de refrigeração consistem de uma série de vasos e tubulações interconectados, que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambientes, com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica.

CARACTERÍSTICAS DA AMÔNIA ANIDRA R717

Características da amônia (NH₃ - R-717), na CNTP (Condição Normal de Temperatura e Pressão) se apresenta como um gás incolor, mais leve que o ar (apenas 9 gases na atmosfera são mais leves que o ar, sendo a amônia o quinto na lista) e possui um odor muito forte, que é facilmente perceptível, mesmo em concentrações muito pequenas (desde 5 ppm). amônia é um gás produzido naturalmente no processo biológico e é parte importante do ciclo do nitrogênio na terra.

O volume de amônia produzido pelo homem é equivalente a apenas 3% da quantidade total presente na natureza e o volume utilizado para sistemas de refrigeração é de cerca 0.5% do total produzido pelo homem.

Além disso, a amônia é altamente solúvel em água formando uma solução conhecida como Hidróxido de Amônio, ou no Brasil, amoníaco, (NH₄OH), normalmente utilizado em limpeza doméstica.

Comercialmente a amônia é produzida a partir da combinação de nitrogênio livre com hidrogênio a alta pressão e alta temperatura, na presença de um catalisador.

A amônia anidra requerida para os sistemas de refrigeração deve possuir um grau de pureza de 99.95%, com uma concentração de água de 33 ppm máx.

Propriedades Termo-Físicas da amônia

Impacto ao meio-ambiente

Amônia não destrói a camada de ozônio (ODP= 0) e, por ter um tempo de vida muito curto na atmosfera (máximo 15 dias), também não contribui para o efeito estufa (GWP=0).

Devido às suas excelentes propriedades termodinâmicas, a amônia requer menos energia primária para produzir uma certa capacidade de refrigeração do que quase todos os outros refrigerantes, de forma que o efeito indireto do aquecimento global, também é um dos mais baixos disponíveis.

Inflamabilidade

A amônia é considerada um fluido inflamável, porém em uma faixa muito restrita.

Os limites de inflamabilidade da amônia na pressão atmosférica são 15-16% (Limite Inferior de Inflamabilidade - LII) e 25-28% (Limite Superior de Inflamabilidade - LSI) em Inferior de Inflamabilidade - LII) e 25-28% (Limite Superior de Inflamabilidade - LSI) em volume no ar, com ponto de ignição de 651°C.

Esses limites associados ao baixo calor de combustão, reduzem em muito o potencial de inflamabilidade da amônia. Conforme o ANSI/ASHRAE 34-2007 [12] a amônia é classificada como um fluido do Grupo B2 (alta toxicidade e baixa inflamabilidade).

O potencial de inflamabilidade da mistura amônia-ar é influenciado por uma série de fatores tais como, pressão, temperatura, turbulência da mistura, potência da fonte de ignição e a presença de vapor de água, óleo ou de outros componentes. Uma característica importante das misturas inflamáveis é a velocidade da chama, que pode ser classificada como subsônica ou supersônica.

A propagação de uma chama em velocidade subsônica resultará em uma deflagração. Uma das características da deflagração é que a sobrepressão gerada pelo evento é relativamente baixa (a relação entre a pressão final e a pressão inicial é ligeiramente maior que 1.0, diferente da detonação, que pode gerar uma relação de pressão da ordem de 40.0). Apesar da sobre pressão gerada por uma deflagração ser baixa, estas podem causar danos às estruturas dos prédios e aos equipamentos ao redor (no caso de detonação certamente que os danos são devastadores).

Os eventos de deflagração são caracterizados por um nível de energia significativamente baixo quando da ignição da mistura inflamável.

Toxicidade

A amônia na fase gasosa ou líquida é um produto extremamente irritante.

O odor agressivo provocado pela amônia é uma característica significativa.

Devido à grande facilidade em se dissolver na água, a amônia acaba se impregnando na pele, na mucosa das narinas, na garganta e nos olhos. Isto provoca uma irritação muito forte e por reflexo condicionado os olhos se fecham e fica difícil a respiração.

Em concentrações mais altas ocorre um efeito corrosivo na mucosa das narinas provocando além da dificuldade da respiração, dor no peito, tosse e dispneia.

Em concentrações muito altas, pode provocar parada respiratória e, mesmo depois de horas da exposição, pode ocorrer edema pulmonar.

Mas se logo após os sintomas desaparecem (tosse, dor no peito) isto indica que não há maiores riscos.

A NR-15 , estabelece que o valor Limite de Tolerância de exposição de um trabalhador a um ambiente contaminado com amônia, durante uma jornada de trabalho semanal de 48 horas, é de apenas 20 ppm em volume no ar.

Os valores limites na maioria dos outros países está entre 25-35 ppm (40 horas) e um limite máximo de exposição 35-50 ppm por 15 minutos durante a jornada de trabalho.

O valor estabelecido como limite de risco de vida imediato, de qualquer pessoa exposta a um ambiente com amônia por mais de 30 minutos, é de 500 ppm.

Amônia líquida ou o gás a baixa temperatura podem causar fortes queimaduras na pele caso não haja nenhuma proteção.

Também a solução aqua-amônia pode provocar queimaduras devido ao pH alto da solução.

Portanto, após uma purga de amônia em um tanque com água, deve-se tomar muito cuidado com o esvaziamento do mesmo.

Normalmente seu odor característico e desagradável propicia amplo aviso antes que qualquer condição perigosa exista.

Pode ser detectada pelo olfato humano já a partir de 10 ppm, mas os operadores de plantas acabam se acostumando com concentrações de até 100 ppm sem efeitos desagradáveis

Reatividade

O cobre e todas as suas ligas, zinco e cádmio são prontamente atacadas pela amônia.

A amônia, causa grave corrosão sob tensão no cobre e em todas as ligas a base de cobre, que devem, portanto, ser evitadas para o contato com qualquer fluido contendo mesmo ínfimas quantidades de amônia.

A amônia anidra também pode causar corrosão sob tensão no aço-carbono, portanto, é requerido o uso de chapas de aço carbono adequadas para sistemas de refrigeração com amônia.

Em qualquer caso, a contaminação com ar, óleos, dióxido de carbono, etc, agrava sensivelmente o problema; em compensação, a adição de pequena quantidade de água inibe a corrosão sob tensão.

De acordo com o ANSI/ASME Standard B31.5 - 2006, é proibido o uso de tubos com costura em sistemas de refrigeração com amônia, incluindo toda tubulação e serpentinas ou tubos de trocadores de calor.

O Teflon, a Buna N, o Neoprene e as Borrachas Butílicas e Nitrílicas são polímeros aceitáveis para serviços com amônia, particularmente como vedação. Resinas de poliéster, borrachas polisulfonadas, viton, e resinas fenólicas não devem ser usadas.

PVC não plastificado é aceitável, mas com temperaturas inferiores a 0°C se torna quebradiço.

SEGURANÇA OPERACIONAL DO VASOS DE PRESSÃO

Segurança

Antes de iniciar qualquer procedimento é necessário que a equipe tenha total conhecimento das medidas de segurança cabíveis. Abaixo serão indicados, de forma orientativa, alguns pontos que exigem atenção, lembrando que qualquer procedimento de segurança deverá seguir as normas vigentes.

Precauções para manuseio de amônia EPIs - Equipamentos de Proteção Individual - não substituem condições seguras de trabalho, mas certas operações podem exigir alguma proteção mínima, enquanto que situações de emergência demandarão um alto grau de proteção pessoal.

Qualquer pessoa que eventualmente tenha que usar estes equipamentos deve estar totalmente treinada e conhecer suas limitações.

A seguir algumas recomendações sobre o uso de EPIs e precauções em operações de manuseio com amônia:

- Óculos ampla-visão e luvas, de Neoprene ou borracha, são os equipamentos mínimos a serem usados por qualquer pessoa trabalhando numa planta aberta, em condições normais;
- Para as operações de drenagem de óleo, purgas, retirada de amostras, deve-se proteger o corpo contra respingos e projeções, botas de borracha, luvas e, além disso, usar máscara panorâmica para proteção respiratória. Em alguns casos será necessário o uso de avental de PVC ou borracha clorobutílica;
- Use, sempre que for trabalhar com amônia, máscaras com o filtro apropriado e dentro do prazo de validade;
- O local de trabalho deverá ter ventilação adequada;
- Saiba onde se encontram os sistemas de respiração autônoma e como usá-los. No caso de uma emergência, deve-se usar equipamento de respiração autônoma, que proporciona a proteção total necessária numa manobra de resgate ou controle de situações críticas;
- Ao mais leve cheiro de amônia, coloque máscara e procure o vazamento, avisando a manutenção e interditando a área;
- Evitar que pessoas com doenças na visão e/ou pulmões transitem pela área e muito menos trabalhem neste local;
- Quando houver amônia líquida em tubulações ou vasos, esta deverá ser totalmente evaporada antes de qualquer serviço nestes itens, deixando a área livre e demarcada durante a operação;
- O supervisor de segurança deverá autorizar os serviços de manutenção mediante uma permissão para trabalho;
- Manter quaisquer outros compostos gasosos afastados da amônia, tais como Cloro, GLP, ácidos, etc.

Tratamento de primeiros socorros

É importante que em todos os atendimentos os socorristas estejam usando proteção respiratória adequada e removam a vítima do local para uma área livre e descontaminada mais próxima possível, e solicitem imediatamente a assistência médica e ambulância.

No caso do produto ter atingido os olhos a rapidez será vital. Os olhos devem ser lavados com solução lava-olhos ou água durante no mínimo 10 minutos.

Se não houver serviços médicos disponíveis a lavagem deve continuar por mais 20 minutos.

No caso do produto ter atingido a pele, as roupas que tiverem entrado em contato com o produto devem ser removidas e as partes do corpo atingidas devem ser lavadas abundantemente.

No caso de inalação de vapores, o acidentado deve ser colocado diretamente no solo para um possível tratamento de respiração artificial e/ ou massagens cardíacas.

Caso a respiração esteja difícil, aplicar oxigênio com aparelho de respiração controlada. Se a vítima parou de respirar, aplicar respiração artificial.

No caso de parada cardíaca, aplicar massagem cardíaca externa.

No caso de ingestão, forneça grandes quantidades de água para beber se a vítima ainda estiver consciente.

Não induza o vômito.

Um tratamento sintomático e de fortalecimento geral será necessário após a fase crítica da intoxicação.

As consequências de uma intoxicação com amônia não ultrapassam normalmente mais do que 72 horas, mas as lesões oculares poderão ser permanentes.

Se a exposição for severa, o paciente deverá ser mantido em observação médica por no mínimo 48 horas, uma vez que existe a possibilidade de edema pulmonar retardado.

Vasos de Pressão- controle de pressão

Todos os vasos de pressão e trocadores de calor deverão possuir suas respectivas plaquetas de identificação conforme os requisitos da NR-13 e do ASME Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.

Os vasos de pressão, assim como a tubulação de interligação, deverão operar dentro dos limites de pressão e temperatura como especificados nas respectivas plaquetas de identificação.

Todo vaso de pressão deve possuir conexão específica para instalação de dispositivo de alívio de pressão, conforme definido pela NR-13 e dimensionado conforme Seção 9.7 e Anexo A da NBR 16069 ou Appendix H do ANSI/ASHRAE 15-2007.

As plaquetas de identificação deverão ser em AISI 304 e em caso de componentes com isolamento térmico, não devem ficar encobertas pelo isolamento.

Caso alguma plaqueta de identificação esteja encoberta pelo isolamento térmico (ou por pintura), este deve ser removido e reparado de modo que a plaqueta esteja sempre acessível à verificação.

Caso o vaso de pressão apresente sinais de corrosão além da corrosão superficial, o equipamento deverá ser inspecionado quanto à diminuição de espessura de chapa devido à corrosão, por um profissional qualificado, conforme requerido pela NR-13.

Qualquer alteração física em vasos de pressão deverá ser documentada no prontuário do equipamento, conforme requerido pela NR-13. Neste caso deverá ser ainda realizado novo teste de pressão do equipamento, assim como os demais ensaios requeridos aplicáveis.

Indicadores de nível de líquido em vidro

Todos os indicadores de nível de líquido utilizados para visualização do nível de fluido frigorífico em vasos de pressão deverão ser instalados em locais onde não sejam expostos a possíveis avarias devido a choques de veículos em trânsito (ex. empilhadeiras, caminhões).

Os indicadores de nível de líquido deverão possuir corpo blindado e vidros antirreflexivos, conforme a NBR 16069 (Item 9.11.2) e o EN 378-2 2000 (Item 6.2.7.3), com válvulas de bloqueio, com sistema interno de retenção de vazamento em caso de ruptura do vidro.

Indicadores de nível do tipo tubo de vidro não devem ser utilizados.

Os indicadores de nível deverão ser adequados à faixa de variação de nível de líquido para todas as condições de operação dos seus respectivos equipamentos (desde abaixo do nível mínimo e até acima do nível de alarme máximo).

Tubulação

A tubulação de amônia e seus acessórios deverão ser instalados conforme requerido no ANSI/IIAR 2-2008 - Section 10.

Todos os elementos de aperto (ex.: parafusos e porcas de flanges e tampas) sujeitos a pressão deverão ser periodicamente inspecionados quanto ao torque

de aperto adequado. Todos reparos em juntas deverão ser anotados no livro de registros de manutenção e reparos.

- Todo encaminhamento da tubulação em uma determinada instalação deverá ser inspecionado periodicamente para certificação de que não hajam trechos expostos a possíveis avarias devido a choques de veículos em trânsito (ex. empilhadeiras, caminhões).
- Todas as tubulações não isoladas devem ser inspecionadas periodicamente quanto a sinais de corrosão. Caso haja corrosão, o trecho de tubo deverá ser limpo até a superfície do metal de modo a se eliminar toda corrosão. Em seguida o tubo deve ser novamente pintado com pintura adequada, com revestimento anticorrosivo. Caso a corrosão seja intensa, o trecho de tubo deve ser substituído.
- Em toda tubulação com isolamento térmico que apresente sinais de falha na barreira de vapor, o isolamento térmico deverá ser removido para inspeção da tubulação. O tratamento deve ser o mesmo do parágrafo anterior.
- Toda tubulação de amônia deve ser marcada e sinalizada de maneira apropriada para indicar a utilidade (ou aplicação) de determinado trecho de tubulação, e setas indicadoras do sentido de fluxo. Como sugestão, recomenda-se o IIR Bulletin 114- 1991: Guidelines for Identification of Ammonia Refrigeration Piping and System Components. 6.3 Dispositivos de alívio de pressão
- Todo vaso de pressão (incluindo os vasos principais, vasos acumuladores para dreno de óleo, e demais vasos auxiliares do sistema de amônia) deverá ter instalado pelo menos uma válvula de alívio de pressão (simples ou dupla) ou outro dispositivo de alívio de pressão aplicável, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).
- Não poderá haver nenhuma válvula de bloqueio instalada entre a válvula de alívio de pressão e a(s) parte(s) do sistema por ela protegida, exceto quando houver uma válvula de alívio de pressão dupla e uma válvula de 3-Vias em “manifold” de forma tal que uma das válvulas esteja sempre conectada à parte protegida, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).

A válvula de 3-Vias deve ser mantida na condição de totalmente aberta como procedimento normal de operação.

- Toda válvula de alívio de pressão deve ser ajustada de forma tal que a pressão inicial de abertura da válvula não ultrapasse a pressão de projeto da(s) parte(s) por ela protegida, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069(Seção 9.7).
- Toda válvula de alívio de pressão deve ser ajustada e lacrada pelo fabricante da válvula e marcada com uma plaqueta de identificação, conforme requerido na NR-13, no ANSI/ASHRAE 15-2007 e na NBR 16069 (Seção 9.7).

- Os dispositivos de alívio de pressão deverão ser conectados às respectivas linhas de descarga, conforme o ANSI/ASHRAE 15-2007 (Appendix H), a NBR 16069 (Anexo A) ou a Sec. 11.3 do ANSI/IIAR 2-2008, tendo em conta o dimensionamento adequado das linhas, a suportaçã das linhas e o local adequado para a descarga na atmosfera.
- Nenhuma válvula de alívio de pressão deverá ser instalada em ambientes refrigerados a menos que as devidas precauções sejam tomadas a fim de evitar a migração de umidade para dentro do corpo da válvula ou da linha de descarga.
- As válvulas de alívio de pressão deverão ser recalibradas ou substituídas periodicamente, conforme requerido na NR-13, quando da ocasião do Exame Interno do Vaso de Pressão (intervalo variável em função das características do vaso e das condições de operação).

Requisitos gerais de segurança

Todos os instrumentos deverão ser apropriados para operar com amônia, com fundo de escala, precisão e resolução adequada à faixa de operação do local ou equipamentos onde estiverem instalados.

Os mesmos deverão ser recalibrados ou substituídos periodicamente.

Instrumentos fora de escala, descalibrados ou inoperantes deverão ser substituídos.

Acumuladores de sucção, separadores de líquido, resfriadores intermediários deverão ser equipados com proteção contra nível alto de amônia líquida, que deve emitir um alarme de nível alto e, quando prático, deve atuar no desligamento parcial ou total dos respectivos compressores a fim de se evitar arraste de líquido para os compressores.

As válvulas de bloqueio principais do sistema; as válvulas de bloqueio das linhas de degelo por gás quente e as válvulas de bloqueio principais das bombas de amônia devem ser claramente identificadas, com sinais proeminentes de identificação e de fácil acesso.

Formação de gelo (externa) pode ser perigosa à tubulação de amônia ou a outros componentes do sistema. Esta deve ser removida e as condições que a causaram devem ser corrigidas.

Ruídos anormais e/ou vibrações de tubulação, ventiladores, bombas, pressostatos de proteção das bombas e efeito de “surge” na tubulação devem ser investigados e corrigidos/ eliminados.

Uma estação de lava olhos e chuveiro do tipo dilúvio devem ser localizadas na área externa mais próxima de cada porta de saída da sala de maquinas.

Uma estação adicional deve ser instalada dentro da sala de máquinas, com fácil acesso.

Nunca se deve manter um cilindro de carga de amônia conectado (mesmo que temporariamente) ao sistema, a não ser quando houver operação específica de carga de amônia e esta conduzida por pessoal qualificado, conforme requerido na Section 15.2 do ANSI/IIAR 2-2008.

Registros e Documentação

- A documentação relevante do sistema deve ser mantida pelo usuário em lugar seguro e disponíveis para verificação de detalhes relativos ao projeto, instalação, manutenção e operação do sistema.
- A documentação de projeto de um sistema de refrigeração deve incluir pelo menos os seguintes documentos atualizados:
 - Fluxograma de engenharia da instalação;
 - Descritivo operacional do sistema de refrigeração;
 - Folhas de dados de operação nas condições de projeto dos principais componentes (compressores, condensadores, evaporadores, separadores de líquido, recipientes de líquido, resfriadores intermediários, economisers, bombas de amônia, etc.);
 - Manuais de operação e manutenção dos principais componentes e elementos de controle; • Esquemas elétricos dos equipamentos e da instalação;
 - Fluxograma do circuito de distribuição de ar do sistema de ventilação;
 - Fluxograma e “layout” do sistema de detecção de vazamento de amônia;
 - Prontuário dos vasos de pressão, conforme requerido pela NR-13; • Descritivo das lógicas do sistema de automação (quando aplicável);
 - “Data-Book” do Sistema e principais componentes incluindo os relatórios dos testes de pressão e dos demais resultados dos testes realizados durante o comissionamento do sistema, até o “Start-Up”. Deverá ser utilizado um livro de registros de manutenção e reparos realizados no sistema de refrigeração com o registro de todas as ocorrências.

Deverá haver um registro de dados da quantidade de amônia adicionada ao sistema e da quantidade de óleo lubrificante adicionado e removido em cada compressor do sistema.

Recomenda-se que sempre estejam disponíveis as seguintes informações sobre o sistema de refrigeração:

- Nome e endereço para contato do instalador e/ou principais fornecedores;
- Inventário atual de amônia no sistema;
- Tipo e marca do óleo lubrificante e a carga atual;
- Registros dos testes de pressão aplicados ao sistema e aos equipamentos.

Recomenda-se ainda a utilização de quadros com instruções de emergência e com os telefones para contato com a equipe de brigada de emergência, corpo de bombeiros local, polícia e hospitais locais.

Deverá ser elaborado um plano de evacuação apropriado, com rotas de fuga claramente identificadas e pessoas responsáveis para a ativação do plano.

RECOMENDAÇÕES DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA

Responsabilidades do operador do Sistema

Este capítulo trata da capacitação e das qualificações mínimas necessárias ao operador do sistema e tem como base o Bulletin R1 - 1983:

A Guide to Good Practices for the Operation of an Ammonia Refrigeration System

Deve-se enfatizar que é essencial um treinamento específico, com programa de reciclagem educacional contínua, para se manter uma equipe de operação capacitada e para garantia da operação segura do sistema.

Conhecimento Básico Inicialmente, para operação de um sistema de refrigeração por amônia, é necessário um conhecimento pleno dos fundamentos básicos de refrigeração, incluindo as características do ciclo de compressão à vapor, as relações pressão x temperatura do fluido refrigerante, as funções e características principais dos componentes do sistema de refrigeração e os aspectos envolvendo a sua segurança.

Não significa que o operador saiba como projetar um sistema, mas precisa ter conhecimento suficiente dos vários aspectos do mesmo, principalmente sobre o sistema no qual ele opera.

O Operador deve:

- Operar o sistema de maneira segura, conforme os requisitos de projeto e dentro das faixas limites de operação normal;
- Conhecer a função e operação de cada componente do sistema;
- Entender a operação combinada entre os vários componentes do sistema.

O operador deve estar familiarizado com os seguintes componentes e operação:

Válvulas de Controle Automático

A função básica das válvulas de controle é de regular automaticamente a pressão, temperatura, nível ou vazão de injeção de fluido refrigerante nos vários componentes do sistema.

É importante saber:

- O funcionamento da válvula (princípio de operação e condições);
- Qual a função de regulagem da válvula;

Quais os ajustes da válvula e como ajustá-la para determinada condição de operação e controle;

- O que acontece com o sistema quando a válvula abre ou fecha;
- O que acontece com o sistema quando a válvula é isolada do restante do sistema ou quando há um “bypass” manual;
- O que acontece com a válvula e o sistema quando há uma falha de energia.

O que acontece quando a válvula é re-energizada.

Válvulas de Bloqueio

Estas válvulas são instaladas no sistema com a função de isolar certos componentes do restante do sistema ou de bloquear/parar o fluxo de fluido refrigerante.

Elas podem ser operadas manualmente, ou através de comando elétrico, pneumático e até através de piloto pelo fluido refrigerante pressurizado.

É importante saber:

- Onde cada válvula de bloqueio está localizada no sistema;
- O que acontece com o sistema quando se abre ou fecha a válvula;
- Qual a posição normal de operação da válvula (normalmente aberta ou normalmente fechada);
- Como determinar se a válvula está aberta ou fechada (quando não há uma indicação externa evidente).

Válvulas de Alívio de Pressão (Válvula de Segurança)

As válvulas de alívio de pressão tem a função essencial de evitar que haja rupturas devido à pressão excessiva em vasos de pressão, compressores, trocadores de calor, descargas de bombas de amônia e em alguns trechos da tubulação.

Todas as válvulas de segurança precisam ser inspecionadas periodicamente, conforme os requisitos da legislação.

O operador deve saber:

- A localização das válvulas de alívio de pressão no sistema;
- O ponto de ajuste correto de cada válvula de alívio de pressão.

Cada válvula deve ser distintamente identificada e “taguada”;

- Qual componente ou parte do sistema cada válvula foi designada para proteger;

- Qual ação (condição de desvio de operação) deve ocorrer para que a válvula eventualmente venha a atuar.

Controles Elétricos/Eletrônicos

O sistema de refrigeração possui vários componentes de controle elétrico ou eletrônico tais como disjuntores, fusíveis, relés, temporizadores, malhas de controle e várias funções de proteção controladas por sistema computadorizados.

Muitos deles localizados em um painel elétrico, painel microprocessado ou ainda na tela de um sistema de supervisão e gerenciamento do sistema de refrigeração. É responsabilidade do operador conhecer plenamente:

- Qual o propósito de cada controle;
- Qual componente ou parte do sistema cada controle é designado para proteger;
- O que fazer em caso de falha de energia;
- O que acontece com o sistema em um período longo de desligamento;
- Qual a sequência de operação para desligamento completo do sistema;
- Qual a sequência de operação para a entrada em funcionamento do sistema;
- Como aliviar o sistema devido a uma elevação de pressão provocada por uma parada do sistema, durante a uma falha de energia.

Mudanças de Temperatura/Pressão no Sistema

São muitos os fatores que podem afetar as temperaturas e pressões normais de operação do sistema de refrigeração incluindo mau funcionamento mecânico ou elétrico, temperatura ambiente, carga de produto, etc.

É importante saber:

- Quais as condições de projeto e as condições normais de operação do sistema, incluindo temperaturas e pressão de cada regime de operação;
- Quais as causas e efeitos em caso de mudança de temperatura ou pressão:

No lado de baixa pressão do sistema;

Na pressão intermediária do sistema (para sistemas de duplo estágio);

No lado de alta pressão do sistema.

- Em caso de desvio operacional, quais ações serão tomadas de modo a restaurar as condições normais de temperatura e pressão nos vários pontos do sistema.

Recolhimento de Fluido Refrigerante

Um sistema de refrigeração bem projetado inclui a facilidade de se transferir o fluido refrigerante de uma parte para outra do sistema com o propósito de manutenção.

Cada operador deve ser bem treinado para realizar operações de recolhimento e transferência em todas as partes do sistema. Além disso, deve saber:

- Qual ação tomar quando houver uma elevação de pressão no sistema;
- Qual ação tomar em caso de um vazamento não previsto;
- Como realizar as operações de recolhimento no sistema ou manter vácuo nos diferentes componentes do sistema, para realização de reparos.

Manutenção Preventiva

Um dos fatores mais importantes para a operação segura do sistema de refrigeração é o conhecimento do operador com relação à manutenção preventiva dos vários componentes do sistema.

Cada componente requer uma rotina de inspeção, limpeza ou ajuste interno e possivelmente a substituição.

As seguintes operações/ revisões devem ser realizadas periodicamente:

- Controles de Segurança devem ser inspecionados e testados através de operação manual para garantir que os mesmos estão funcionando corretamente. Quando em falha, deverão ser substituídos imediatamente;
- Válvulas de Bloqueio devem ser verificadas quanto à vedação completa através de manobras periódicas de inspeção de cada válvula. O castelo deve estar livre de pintura ou ferrugem e o corpo da válvula livre de vazamento;
- Válvulas de Controle Automático devem ser verificadas através da sua operação manual. Componentes defeituosos tais como bobinas de solenóides, pilotos e as partes internas (mecânicas) devem ser imediatamente substituídas. Filtros de linha antes das válvulas devem ser limpos, especialmente se for verificado alguma perda de capacidade;
- Drenos de Óleo devem ser verificados e o excesso de óleo deve ser removido com a frequência necessária. Se houver um aumento da frequência de drenagem de óleo é um sintoma que há arraste excessivo de óleo dos compressores para o sistema;
- Válvulas de Expansão devem ser verificadas quanto ao ajuste correto. Em caso de válvulas eletrônicas os sensores de pressão e temperaturas deverão ser calibrados periodicamente;

- Manômetros e Termômetros de Campo, Sensores Temperatura e Transdutores de Pressão devem possuir um programa de calibração periódico;
- Visores de Nível devem ser mantidos limpos e desobstruídos. Devem ser protegidos de maneira adequada. Tubos de vidro devem ser evitados e substituídos por visores blindados com proteção externa;
- Controladores de Nível e Sensores de Nível e Alarmes de Nível devem ser inspecionados e testados através de operação manual para garantir que os mesmos estão funcionando corretamente. Quando em falha, deverão ser substituídos imediatamente;
- Bombas de Refrigerante devem ser verificadas quanto ao desempenho através de medições constantes das pressões de sucção e descarga e da corrente dos motores.
- Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva tais como máscaras, luvas, aparelhos autônomos de respiração, lava-olhos, chuveiros e sinalização de emergência devem ser verificados regularmente;
- Procedimentos de Emergência devem ser frequentemente executados em exercícios simulados e revisados pelo menos a cada 2 anos.

Outros itens a serem constantemente inspecionados:

- Tubulação de amônia e suportes da tubulação devem ser inspecionados quanto à vibração.

O isolamento térmico também deve ser verificado em toda sua extensão quanto a danos ou rompimento da barreira de vapor, condensação ou congelamento no revestimento externo;

- Vazamentos: Uma boa instalação de amônia não deve ter vazamentos.

Caso sejam verificados traços de óleo em conexões flangeadas ou próximo a válvulas se perceber o odor de amônia, os mesmos devem ser verificados. É importante uma verificação periódica nos vários pontos sujeitos a vazamentos na instalação;

- Sistemas Hidrônicos devem ser verificados quanto à possibilidade de vazamentos através de análise periódica da qualidade de água se há traços de contaminação com amônia.

Vasos de Pressão

“START-UP” de novas instalações

Aqui será apresentado um resumo dos procedimentos aplicados durante o processo de comissionamento e “Start-Up” para um sistema de refrigeração por amônia e tem como base o Bulletin 110 - 1993:

Guidelines for Start Up, Inspection and Maintenance of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems [10].

Precauções Iniciais

Considera-se inicialmente que a instalação foi projetada corretamente para o propósito do seu desempenho; que toda tubulação de interligação, componentes elétricos e isolamento térmico foram corretamente instalados; que todos os dispositivos de proteção foram testados e ajustados e que estão funcionais; que todo sistema foi submetido ao teste de pressão; e que todos os elementos necessários para o “Start-Up” do sistema foram previamente providenciados.

O supervisor da instalação deve possuir todos os desenhos relevantes do sistema, incluindo o fluxograma de engenharia, os diagramas elétricos e os dados de projeto de operação do sistema, assim como as condições limites de operação.

O engenheiro designado pelo proprietário como Autoridade de Comissionamento deverá possuir toda documentação de qualificação para as atividades de “Start-Up” e deverá conduzir o processo em conjunto com o supervisor da instalação. Antes da primeira carga de amônia no sistema, deverá ser verificado que todos os sistemas de emergência estão funcionais, incluindo rotas de fuga e estações de lavaolhos e chuveiros e que os EPIs (equipamentos de proteção individual) necessários estão disponíveis e de fácil acesso aos profissionais envolvidos.

Todo pessoal das outras áreas da unidade (externos à instalação de refrigeração) deve ser notificado que será realizada a carga de amônia.

O acesso à área deverá ser restrito apenas ao pessoal autorizado e os que não estão envolvidos na operação devem ser mantidos fora da área de risco.

Deverá ser realizada uma inspeção visual sobre toda tubulação, interligação elétrica e condição de abertura das válvulas de bloqueio (conforme sua condição normal de operação) para certificação de que o sistema está pronto para receber a carga de amônia.

Comissionamento da Instalação Elétrica

Qualificação da instalação a ser realizado antes da primeira carga de amônia no sistema. Durante o comissionamento da instalação elétrica, os painéis de controle dos equipamentos deverão ser inspecionados internamente e externamente, para se garantir que todo equipamento e componentes especificados foram corretamente instalados e que todos os disjuntores e

fusíveis dos painéis foram dimensionados corretamente como indicados na especificação.

Antes de energizar qualquer parte do circuito elétrico da instalação, deverá ser conduzido um teste de isolamento de todos os cabos para garantir que não haverá falhas de isolamento.

Recomenda-se a emissão de um certificado do teste.

Para testes dos painéis de controle, todos os fusíveis/ disjuntores dos motores dos equipamentos principais e auxiliares (incluindo motores dos compressores, bombas, ventiladores, etc.) deverão ser retirados de modo a evitar o funcionamento inesperado de algum dos equipamentos.

Com os fusíveis dos motores dos equipamentos removidos, o acoplamento (ou as correias) entre os compressores e seus motores devem ser desconectados e os equipamentos devem ser manualmente rotacionados para se constatar que os mesmos giram livremente.

Em seguida, à medida que os fusíveis são novamente instalados, os motores deverão ser testados um a um, para verificação do sentido correto da rotação.

Deverá ser confirmado o valor de ajuste da proteção térmica de cada motor, tendo como base a corrente nominal do motor.

Para os motores dos compressores, em certos casos, será necessário desativar alguns intertravamentos elétricos para testar o motor.

Neste caso, os intertravamentos desativados deverão ser sinalizados, para serem reativados corretamente após o teste.

Após a verificação do sentido da rotação dos motores, os cabos de alimentação dos motores deverão ser isolados e os motores serão reacoplados.

Os motores serão alinhados com os equipamentos e as proteções dos acoplamentos serão reinstaladas.

Quando finalizados estes testes do circuito elétrico, todas as proteções elétricas de desligamento (dos motores) deverão ser inspecionadas para se garantir que os valores de ajuste estão de acordo com os valores requeridos nas especificações.

Finalmente, deverão ser testados os intertravamentos elétricos dos diversos elementos de controle e proteções (tais como, bóias de nível com contato elétrico, pressostatos, termostatos, sensores de fluxo, etc.) para certificação que os contatos elétricos estão atuantes sobre os motores dos respectivos equipamentos.

Todos os resultados dos testes devem ser registrados e anexados ao relatório final do comissionamento da instalação elétrica.

Teste de Estanqueidade de Sistema

Após a finalização da instalação e antes da aplicação do isolamento térmico, o sistema de refrigeração deve ser testado para certificação da estanqueidade ou de eventuais vazamentos.

Todas as partes do sistema que não foram testadas previamente (em fábrica ou no campo) deverão ser pressurizadas conforme as pressões de projeto requeridas (considerando os valores específicos para o lado de alta e o lado de baixa pressão).

Todos os vazamentos detectados deverão ser reparados e o material ou as partes defeituosas deverão ser substituídas.

Não se deve utilizar Oxigênio ou qualquer gás combustível ou mistura combustível para a pressurização.

Dióxido de carbono (CO₂) ou fluidos halogenados (HFCs, HCFCs, CFCs) não podem ser utilizados como gases para pressurização em sistemas com amônia.

Recomenda-se a utilização de Nitrogênio seco ou ar seco como gás de pressurização para o teste de estanqueidade.

A seguir os procedimentos mínimos recomendados para o teste:

Preparação

Os seguintes componentes deverão ser fechados, bloqueados e/ou isolados, contra a pressurização:

- Unidades compressoras;
- Válvulas de segurança (utilizar disco de blindagem e juntas);
- Indicadores de nível (as válvulas de purga, após as válvulas de bloqueio, devem permanecer abertas);
- Controladores de nível;
- Bombas de amônia;
- Extrator (Purgador) de ar;
- Indicadores de pressão (manômetros);
- Todo e qualquer eventual instrumento de baixa pressão e acessórios;

- Todas as válvulas solenoides deverão permanecer abertas, por meio de energia elétrica (se normalmente fechadas), ou através dos próprios dispositivos de operação manual;
- Válvulas motorizadas e/ou pneumáticas também deverão permanecer na condição aberta;
- Válvulas de retenção localizadas na descarga das unidades compressoras deverão ser desmontadas para retirar o miolo interno, a fim de permitir a passagem de pressão até as válvulas de fechamento;
- Todas as flanges pertencentes à tubulação (se houver) deverão ser revestidos na junção com uma fita adesiva e, um pequeno furo deverá ser efetuado na parte superior. Obs.: Deverá ser verificado, previamente, através de uma cópia do fluxograma da planta, que toda a tubulação a ser testada (soldas, conexões, ligações, flanges, juntas, etc.) será atingida pela pressão a ser introduzida; e o fluxograma, devidamente marcado por indicação em cor, deverá ser anexado ao Certificado de Teste de Pressão. Em caso de sistemas com pressões de teste diferentes entre o lado de baixa e o lado de alta pressão, os lados deverão ser isolados e os testes deverão ser realizados em etapas distintas, considerando as respectivas pressões requeridas.

Precauções quanto a proteção de pessoas

Toda a área da instalação a ser pressurizada, deverá ser interditada, e somente será permitida a presença de pessoas a uma distância mínima de 10 metros do extremo da instalação, protegidas por meio de anteparos de concreto.

Avisos adequados deverão ser colocados em locais estratégicos para se evitar a entrada inadvertida de pessoas.

A equipe de segurança da empresa e/ou do corpo de bombeiros da localidade (previamente acionado pela empresa) deverão garantir isolamento da área, permitindo acesso apenas à equipe de teste.

Deve-se atentar para o fato da existência constante do risco de possíveis rupturas de tubos e/ou componentes, colocando em risco a vida das pessoas nas proximidades.

Portanto, todas as pessoas presentes ao teste deverão estar adequadamente protegidas.

Equipamentos a serem utilizados

- Compressor de ar com pressão de descarga até 6 bar e compressor de ar com pressão de descarga até a pressão de teste, a serem instalados em locais apropriados e distantes da instalação, a fim de garantir a proteção dos operadores;

Obs.: Os compressores de ar deverão possuir válvula de segurança e manômetro.

- Cilindros de Nitrogênio;
- Termômetro de mercúrio calibrado, com divisão de escala no mínimo de 0.1°C e manômetros de alta pressão, calibrados e com divisão de escala no mínimo de 0.10 bar, a serem instalados na Sala de Máquinas, para controlar as diversas variações das condições ambientais, as quais influenciam diretamente nos resultados dos testes;

Procedimento

1º Estágio

- a) Pressurização da instalação com ar comprimido seco e/ou Nitrogênio, até a pressão de 200 kPa g (2.0 bar g);
- b) Verificação cuidadosa de todas as soldas e conexões quanto a vazamentos, por meio de solução de água e sabão;
- c) Marcação dos eventuais vazamentos observados para posterior correção;
- d) Elevação da pressão para 4 bar g e realizar nova verificação de vazamentos;
- e) Despressurização da instalação e realização dos eventuais reparos.

Não realizar nenhum reparo com o sistema pressurizado.

2º Estágio

- f) Injeção de ar comprimido seco e/ou Nitrogênio até obter a pressão de teste em condição estável;
- g) Manter a pressão de teste por 2 horas, com variação inferior a 1% e em seguida reduzi-la para 1050 kPa g (10.5 bar g); h) A pressão de 1050 kPa g (com variação inferior a 1%) deverá ser mantida por um período de 12 horas;
- i) Todas as soldas e conexões serão novamente verificadas por meio da solução de água e sabão, antes da despressurização total da instalação;
- j) Caso seja detectado algum vazamento, após a despressurização do sistema, os eventuais reparos deverão ser realizados e o teste deverá ser executado novamente até que se garanta a total estanqueidade;
- k) Emissão de Certificado de Teste de Estanqueidade.

Procedimento de vácuo e desidratação

Após a certificação do teste de estanqueidade, antes da aplicação do isolamento térmico e antes de realizar a carga de amônia, o sistema deverá ser cuidadosamente evacuado para remoção de todos os gases não condensáveis e da umidade contida no interior do sistema. A evacuação pode durar de 25 a 40 horas para atingir a pressão requerida, dependendo do volume interno da instalação, do conteúdo de umidade presente no interior do sistema e da capacidade e estado da bomba de vácuo utilizada.

O nível de vácuo a ser atingido para sistemas que irão operar com amônia é cerca de 0.66 kPa abs (5.0 mmHg).

Nessa pressão o ponto de ebulição da água é de +/- 0°C.

Preparação

Todos os componentes que foram isolados para a execução do teste de estanqueidade, exceto os compressores e bombas de amônia (que em vácuo permitirão a penetração de ar através dos selos mecânicos), deverão ser abertos e/ ou desbloqueados:

- Bombas de amônia (quando herméticas);
- Válvulas de segurança (retirar os discos de blindagem);
- Indicadores de nível (fechar a válvula de purga e abrir as válvulas de bloqueio);
- Controladores de nível (fechar a válvula de purga e abrir as válvulas de bloqueio);
- Extrator (Purgador) de ar;
- Indicadores de pressão (manômetros) e controladores de pressão (pressostatos);
- Todo e qualquer instrumento de baixa pressão e acessórios eventualmente isolados;
- Todas as válvulas solenoides (24 Vdc ou 120 Vac), deverão permanecer abertas, por meio de energia elétrica, ou através dos próprios dispositivos de operação manual;
- As válvulas motorizadas e/ou pneumáticas também deverão permanecer na condição aberta;
- As válvulas de retenção localizadas na descarga das unidades compressoras deverão ser remontadas.

Equipamentos a serem utilizados

- Bomba de vácuo de tamanho adequado (capacidade de 10 a 25 Nm³/h);

- Manovacuômetro com escala de vácuo em kPa abs ou em mmHg (Torr) e “manifold”;
- Tubo de aço carbono ou mangueira flexível com trama em aço inox apropriada, com conexões fêmeas em ambas as extremidades;
- Cilindros de Nitrogênio.

Procedimento

A conexão da bomba durante o processo de vácuo será feita através da válvula de carga, localizada na descarga da tubulação do recipiente de líquido, por meio de tubo ou da mangueira flexível.

Vácuo Primário

Inicia-se a evacuação e, durante o processo, a pressão poderá ser verificada no manovacuômetro, onde percebe-se que a pressão no interior da instalação (atmosférica, aprox. 100 kPa abs ou 760 mmHg) decresce rapidamente até cerca de 3 kPa abs (~20 mmHg), ou ligeiramente abaixo.

Até o presente, apenas o ar e os gases incondensáveis foram removidos.

Em seguida a pressão passa a diminuir mais lentamente, pois só então a água começa a evaporar. Recomenda-se verificar os pontos baixos onde pode haver enclausuramento de água e aquecer estes pontos para acelerar o processo de evaporação.

Quando a pressão atingir aproximadamente 0.7 kPa abs (5.5 mmHg), após cerca de 15 horas do início do processo, a bomba será desligada por um período de 1 hora e a pressão será verificada no manovacuômetro.

Um aumento da pressão indica a evaporação da umidade que ainda se encontra no sistema.

Neste caso, continuar o processo por mais 10 horas, e em seguida desligar a bomba novamente, para a verificação da estabilidade da pressão.

O processo deve continuar até que a pressão atinja o valor de 0.66 kPa abs(5.0 mmHg) e se mantenha estável.

Em seguida a bomba será desligada e isolada do circuito e essas condições serão mantidas por mais 6 horas.

8.4.5 Quebra de vácuo O vácuo atingido será “quebrado” por meio da injeção de Nitrogênio no sistema, até que a pressão retorne à pressão atmosférica inicial.

Vácuo Secundário

A evacuação é efetuada novamente até que a pressão atinja o valor de 0.66 kPa abs (5.0 mmHg).

Carga Primária de amônia

Após o processo do vácuo secundário, a instalação estará apta para receber a primeira carga de amônia.

Inicialmente, a carga será realizada até o sistema atingir 700 kPa g (7.0 bar g).

Recomenda-se ainda que durante este período o sistema seja inspecionado com detectores de amônia.

Máscaras apropriadas deverão estar disponíveis em caso de emergência.

Ao final, todos os componentes, válvulas e elementos de controle deverão ser retornados à posição normal de operação com o sistema parado.

Carga de amônia

Em caso do uso de cilindros para a carga de amônia, recomenda-se conectar apenas um cilindro por vez.

Em caso de alimentação por mais de um cilindro, deve-se tomar o cuidado para que não haja fluxo de um cilindro para o outro através do uso de válvulas de retenção em cada conexão de alimentação de cada cilindro, de modo a impedir o fluxo para dentro dos cilindros.

A válvula de carga de amônia para o sistema deve ser compatível com o tamanho do sistema e deve possuir uma válvula de retenção para impedir retorno de fluxo do sistema para o elemento de carga (cilindro ou caminhão tanque).

O ponto de carga e o cilindro deverão estar posicionados em área externa, em um local protegido, onde não haja risco para o restante da equipe de operação.

A área deve ser isolada e um aviso deve ser colocado informando que o sistema está sendo carregado com amônia.

Quando utilizado caminhão tanque, recomenda-se bombear amônia para o recipiente de líquido utilizando bombas de amônia próprias do caminhão (quando houver).

No caso de caminhão tanque, o fornecedor de amônia deverá apresentar a seguinte documentação para liberação do abastecimento:

- Identificação da carga de amônia, com informações do fabricante da amônia, certificado de procedência e certificado de pureza (mínimo de 99.95%);
- Certificado de procedimento de vácuo no tanque do caminhão antes da carga de amônia;
- Procedimento escrito das operações de abastecimento de amônia;

- Certificado de integração do profissional para atividade de risco na área e certificado de treinamento do profissional para o procedimento de operações de abastecimento de amônia.

O fornecedor deverá ainda prover mangueira apropriada e conexão de engate rápido para o ponto de carga de amônia da instalação.

Em caso de diferença de diâmetros entre a mangueira e a conexão de carga do sistema, não poderão ser utilizadas reduções em série (montadas na hora) para a conexão.

O fornecedor deverá prover um dispositivo de redução apropriado e que já seja montado na mangueira.

Antes de iniciar a operação, inspecionar a mangueira do fornecedor verificando se a mesma é adequada para a operação e se há um ponto de dreno para esvaziamento final da mangueira após a carga.

Prover água em abundância no local (mangueira com água corrente) e utilizar EPI adequado para o serviço (pelo menos botas, luvas e máscara específica).

Após instalar a mangueira que interliga o caminhão tanque com o ponto de conexão de carga de amônia da instalação deverá ser realizado o seguinte procedimento de carga:

- Registrar o volume inicial de amônia no recipiente de líquido;
- Abrir a válvula de conexão de carga de amônia da instalação (100%);
- Seguir a operação conforme o procedimento escrito do fornecedor;
- Durante o procedimento, o operador de carga de amônia deve permanecer ao lado do conjunto de válvulas do caminhão para o fechamento imediato das válvulas de carga em caso de emergência;
- Quando a carga estiver completada, fechar a válvula de conexão de carga de amônia da instalação;
- Fechar a válvula de conexão de amônia do caminhão-tanque;
- Drenar o resíduo de amônia do trecho da mangueira para um tambor com água;
- Retirar a mangueira das conexões de carga de amônia da instalação e do caminhão tanque;
- Registrar a massa da carga de amônia injetada na instalação. Para o cálculo da massa total injetada, além do registro da variação de volume no recipiente de líquido (e posterior cálculo de massa através da densidade da amônia na

temperatura ambiente), recomenda-se pesar cada cilindro antes e depois da carga ou pesar o caminhão tanque antes e depois da carga (quando possível).

Durante o procedimento de carga, um dos compressores (de preferência de duplo estágio e de menor capacidade), deverá estar preparado, com a devida carga de óleo e ligação elétrica, para entrar em funcionamento.

Deve-se levar em conta que durante este período, o compressor estará operando fora das condições normais de operação (pressão e temperatura) para as quais o sistema foi projetado.

Testes dos Dispositivos de Proteção do Sistema

Os testes dos dispositivos de proteção dos compressores deverão ser executados pelo profissional responsável pelo “Start-Up” dos compressores (designado pelo fabricante dos compressores).

Os demais dispositivos deverão ser executados pelo profissional responsável pelo “Start-Up” do sistema (designado pelo instalador) e/ou responsáveis pelos outros equipamentos fornecidos.

Os testes deverão ser conduzidos e supervisionados pelo engenheiro designado pelo cliente como autoridade de Comissionamento.

Todos os dispositivos deverão ser verificados previamente para certificar que os valores de ajuste de campo estão de acordo com o valor de ajuste estabelecido no projeto para cada dispositivo.

Alta pressão de descarga

Este deverá ser o primeiro dispositivo a ser testado.

O valor de ajuste do dispositivo de proteção de alta pressão de descarga do alívio de pressão instalado no lado de mesma pressão de operação do dispositivo de proteção do compressor.

Para o teste, a pressão de descarga de cada compressor deve ser aumentada gradativamente (através do fechamento de válvula na linha de descarga, após o ponto de tomada de pressão onde está instalado o dispositivo), até que o dispositivo de proteção atue, provocando o desligamento imediato do compressor quando a pressão atingir o valor de ajuste.

Caso a pressão de descarga ultrapasse o valor de ajuste do dispositivo de proteção, o compressor deverá ser desligado imediatamente (através de botão de emergência, ou de parada instantânea).

Neste caso, o dispositivo deve ser substituído ou reparado (deverão ser verificados os elementos mecânicos e elétricos do dispositivo) e após a correção, o teste deverá ser refeito.

Em compressores com painéis de controle microprocessados, o valor de ajuste da pressão de descarga para desligamento poderá ser diminuído durante o teste para facilitar o procedimento e evitar pressão muito elevada no sistema.

Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Baixa pressão de sucção

Para o teste, a pressão de sucção de cada compressor deve ser diminuída gradativamente (através do fechamento de válvula na sucção), até que o dispositivo de proteção atue, provocando o desligamento imediato do compressor quando a pressão atingir o valor de ajuste.

Caso a pressão de sucção ultrapasse o valor de ajuste do dispositivo de proteção, ou o compressor deverá ser desligado ou a pressão de sucção elevada (através da abertura da válvula).

Neste caso, o dispositivo deve ser substituído reparado (deverão ser verificados os elementos mecânicos e elétricos do dispositivo) e após a correção, o teste deverá ser refeito.

Baixa pressão diferencial de óleo

O dispositivo de proteção da pressão diferencial de óleo do compressor, normalmente está associado a um temporizador para evitar a parada do compressor durante a partida quando a pressão diferencial de óleo é baixa. Isto deve ser levado em conta durante o procedimento de teste.

O teste do temporizador pode ser realizado em bancada específica montada no local ou através do isolamento das tomadas de pressão do dispositivo de pressão diferencial do óleo (caso hajam válvulas de bloqueio dos pontos de tomada de pressão).

O dispositivo de proteção de pressão diferencial de óleo poderá ser testado alterando-se o valor de ajuste para um valor superior ao de projeto para facilitar o procedimento. Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Alta temperatura de descarga/ alta temperatura de óleo

Em compressores com painéis de controle microprocessados, recomenda-se alterar o valor de ajuste da temperatura de desligamento para um valor inferior durante o teste. Após a conclusão do teste, o valor de ajuste deverá ser corrigido para a condição estabelecida no projeto.

Outros dispositivos de proteção

Todos os demais dispositivos de proteção de alarme e desligamento dos compressores deverão ser testados, incluindo dispositivos para baixa temperatura e dispositivos de proteção externos, tais como controladores de nível de líquido (alarme e desligamento por nível alto ou nível baixo).

Também deverão ser testados os dispositivos de proteção dos demais equipamentos, tais como bombas de amônia e máquinas fabricação de gelo.

Os testes deverão ser realizados conforme as recomendações do fabricante.

Sistemas de proteção de emergência

Também deverão ser testados os seguintes sistemas auxiliares:

- Sistema de Ventilação Normal da Sala de Máquinas;
- Sistema de Ventilação de Emergência;
- Botões de Emergência (parada instantânea de equipamentos e da instalação);
- Válvula Solenóide Principal da Linha de Líquido;
- Estações de Lava-Olhos e Chuveiros tipo Dilúvio de Emergência;
- Detectores de amônia.

Os testes deverão ser realizados conforme as recomendações do fabricante.

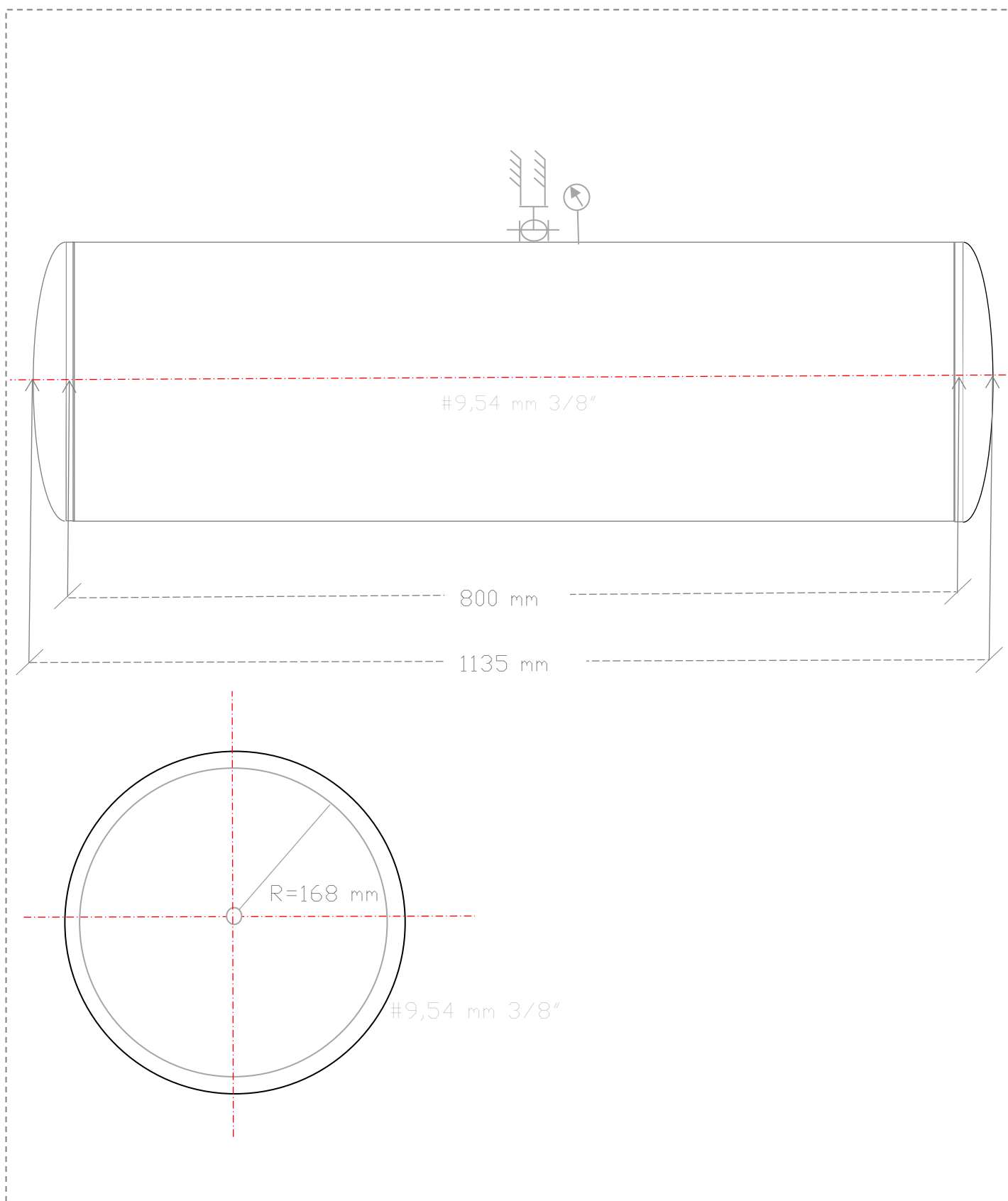
Operação assistida

Após a conclusão dos testes dos dispositivos de proteção, as rotinas do “Start Up” poderão seguir adiante com os ajustes das válvulas de controle e demais elementos de controle para a correta operação dos equipamentos e do sistema.

Durante o procedimento de “Start-Up” deverá haver um monitoramento das pressões e temperaturas de operação do sistema e constantes inspeções sobre vazamentos de amônia.

Em caso de qualquer anormalidade, o sistema deve ser parado imediatamente e as causas devem ser identificadas e corrigidas antes de retornar ao funcionamento.

DIMENSIONAL



RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Responsabilidade Técnica

Alfa Service

57.413.969/0001-01

ART - Supervisão/Coordenação

13202501355172

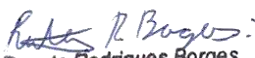
Renato Rodrigues Borges

Engenheiro Mecânico/Engenheiro de Segurança do Trabalho

Crea 1008294713D-GO

5071587938-SP

RNP: 1008294713


Renato Rodrigues Borges
Eng. Mecânico
CREA: 1008294713D-GO

Bataguassu, 01 de Dezembro 2025



Anotação de Responsabilidade Técnica -
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO
1320250135172

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do MS

1. Responsável Técnico

| | |
|--|------------------------|
| RENATO RODRIGUES BORGES | RNP: 1008294713 |
| Título Profissional: ENGENHEIRO MECÂNICO - ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO | Registro: GO1008294713 |
| Empresa Contratada: | Registro: |

2. Dados do Contrato

| | | |
|--|--------------------------------------|------------------|
| Contratante: ALFA SERVICE CONSULTORIA EMPRESARIAL LTDA | CPF/CNPJ: 57.413.969/0001-01 | |
| Rua: RUA ACOTIPA | Bairro: ITAQUERA | Número: 65 |
| Cidade: SÃO PAULO | UF: SP | País: Brasil |
| Contrato: | Celebrado em: 23/10/2025 | CEP: 08.210-040 |
| Valor: R\$ 2.000,00 | Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA | Vinculado à ART: |
| Ação Institucional: | | |

3. Dados Obra/Serviço

| Logradouro | Bairro | Número | Complemento | Cidade | UF | País | Cep | Coordenada |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|-------------|------------------------------|----|------|------------|------------|
| RODOVIA 267 | ZONA RURAL | SN | KM 35 | BATAGUASSU | MS | BRA | 79.780-000 | |
| Data de Início: 23/10/2025 | | Previsão Término: 23/12/2026 | | Código: | | | | |
| Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA | | Proprietário: MARFRIG GLOBAL FOODS | | CPF/CNPJ: 03.853.896/0027-89 | | | | |
| Finalidade: INDUSTRIAL | | | | | | | | |

4. Atividades Técnicas

| Supervisão | Quantidade | Unidade |
|---|------------|--------------|
| Análise Prevenção e Controle de Riscos -> Gerenciamento e Controle de Riscos -> de controle de riscos | 1,0000 | unidade (un) |
| Inspeção Mecânica -> Sistemas Fluidodinâmicos -> de sistemas e redes | 1,0000 | unidade (un) |
| Inspeção Prevenção e Controle de Riscos -> Segurança em Redes e Tubulações de Fluidos, Gases e Vapores -> de segurança em redes e tubulações de fluidos, gases e vapores | 2,0000 | unidade (un) |
| Inspeção Prevenção e Controle de Riscos -> Segurança em Caldeiras e Vasos de Pressão -> de segurança em caldeiras e/ou vasos de pressão (NR13) | 1,0000 | unidade (un) |

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

NR 12 - OPERAÇÃO DE MÁQUINAS NR 13 - CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO NR 36 - ABATE E PROCESSAMENTO

6. Declarações

Cláusula Compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio de Centro de Mediação de Arbitragem - CMA vinculado ao CREA-MS, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local

data

016.073.521-17 - RENATO RODRIGUES BORGES

57.413.969/0001-01 - ALFA SERVICE CONSULTORIA EMPRESARIAL LTDA

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creams.org.br ou www.confrea.org.br.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creams.org.br / creams@creams.org.br
Tel: (67)3368-1000 / 0800-368-1000



CREA-MS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do MS

Nosso Número: 140000000018309432

Valor ART: R\$ 103,03

Registrada em 24/10/2025

Valor Pago: R\$ 103,03

Documento assinado digitalmente

Documento assinado digitalmente



RENATO RODRIGUES BORGES
Data: 27/10/2025 15:00:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



GETULIO JOSE VIEIRA JUNIOR
Data: 30/10/2025 15:52:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

