ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão original.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	18/08/2023								
EXECUÇÃO	TDQ7								
VERIFICAÇÃO	F1PB								
APROVAÇÃO	TRL5								

DE ACORDO COM O DOCUMENTO PE-3TP-00218 AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA TRANSPETRO, SENDO PROIBIDA A.

UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV M.

SUMÁRIO

1. OBJETIVO....3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA....3
3. NORMAS....3
4. DIMENSIONAMENTO....3
5. CONCLUSÃO....5

1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo descrever o cálculo preliminar de curva gomada para as linhas de VLSFO/MF380 (óleo combustível) e MGO (diesel marítimo) que fornecerão bunker para abastecimento de barcaça no píer secundário. Para cada uma das duas linhas estão previstas duas curvas gomadas com 5° e 10°, localizadas no acesso ao píer secundário, de forma a acompanhar o alinhamento da estrutura.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1. DE-4200.02-6000-200-PTD-005 Planta de tubulação – Píer secundário – Acesso
2. DE-4200.02-6000-200-PTD-006 Planta de tubulação – Píer secundário – Geral
3. DE-4200.02-6000-944-PTD-002 Fluxograma de engenharia – EMED e píer secundário
4. FD-4200.02-6000-200-PTD-001 Folha de dados de tubulação

3. NORMAS

1. ABNT NBR 15280-1 2017. Dutos Terrestres – Projeto.
2. Petrobras N-0057 H. Projeto Mecânico de Tubulações Industriais
3. Petrobras N-0076 J. Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte.

4. DIMENSIONAMENTO

4.1. Dados das linhas

Com base nos documentos de referência, os dados relevantes para o dimensionamento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados das linhas

Identificação	12”/8”-OC-6000-178-Ba	8”/6”-DS-6000-196-Ba
Diâmetro da curva gomada 1	12”	8”
Diâmetro da curva gomada 2	8”	6”
Produto	VLSFO/MF380 (óleo combustível)	MGO (diesel marítimo)
Material do tubo	API 5L Gr B	
Schedule / espessura	DN 8” sch 20 6,35 mm DN 12” sch 20 6,35 mm	
Corrosão admissível	Por norma: 1,6 mm	

	Adotado no trecho do píer secundário: 3,2 mm
Pressão máxima de operação	10 kgf/cm²
Pressão de projeto	18 kgf/cm²

4.2. Critérios normativos

Os seguintes critérios normativos se aplicam ao caso:

- O trecho é interno ao Terminal, não sendo sujeito a passagem de pig;
- As curvas gomadas se desenvolvem apenas em um único plano;
- Os ângulos previstos, de 5° e 10°, requerem que a tensão circunferencial por pressão interna na condição operacional esteja abaixo de 20% da tensão de escoamento.

4.3. Resultados

A Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os resultados para a razão entre tensão circunferencial na condição operacional máxima em relação à tensão de escoamento mínima do material. No caso do tubo DN 12”, o resultado ultrapassa o limite de 20%, sendo necessário o ajuste da espessura para 8,28 mm (sch 30).

Tabela 2: Resultado para tubo DN 6"

Diâmetro nominal	D	6	in
Material do tubo	-	Grade B	API 5L
Diâmetro externo	D	168,3	mm
Espessura nominal	e	7,11	mm
Sobrespessura de corrosão	C	3,2	mm
Pressão de operação máxima	P	10,0	kgf/cm²
Tensão circunferencial	Sc	21	MPa
Tensão mínima de escoamento especificada	SMYS	245	MPa
Razão tensão circunferencial e escoamento	ratio	9%	

Tabela 3: Resultado para tubo DN 8"

Diâmetro nominal	D	8	in
Material do tubo	-	Grade B	API 5L
Diâmetro externo	D	219,1	mm
Espessura nominal	e	6,35	mm
Sobrespessura de corrosão	C	3,2	mm
Pressão de operação máxima	P	10,0	kgf/cm²
Tensão circunferencial	Sc	34	MPa
Tensão mínima de escoamento especificada	SMYS	245	MPa
Razão tensão circunferencial e escoamento	ratio	14%	

Tabela 4: Resultado para tubo DN 12", sem ajuste na espessura

Diâmetro nominal	D	12	in
Material do tubo	-	Grade B	API 5L
Diâmetro externo	D	323,8	mm
Espessura nominal	e	6,35	mm
Sobrespessura de corrosão	C	3,2	mm
Pressão de operação máxima	P	10,0	kgf/cm²
Tensão circunferencial	Sc	50	MPa
Tensão mínima de escoamento especificada	SMYS	245	MPa
Razão tensão circunferencial e escoamento	ratio	21%	

Tabela 5: Resultado para tubo DN 12", com espessura ajustada

Diâmetro nominal	D	12	in
Material do tubo	-	Grade B	API 5L
Diâmetro externo	D	323,8	mm
Espessura nominal	e	8,38	mm
Sobrespessura de corrosão	C	3,2	mm
Pressão de operação máxima	P	10,0	kgf/cm²
Tensão circunferencial	Sc	31	MPa
Tensão mínima de escoamento especificada	SMYS	245	MPa
Razão tensão circunferencial e escoamento	ratio	13%	

5. CONCLUSÃO

As tubulações DN 6” e DN 8” spec Ba (N-76) do projeto de bunker permitem o uso de curva gomada no trecho de acesso ao píer secundário, onde se requerem curvas de 5° e 10° em razão do alinhamento da estrutura. No caso da tubulação DN 12”, o schedule precisou ser aumentado de 20 (espessura 6,35 mm) para 30 (espessura 8,38 mm), de forma a garantir o atendimento normativo de referência.

Observa-se que se adotou uma espessura admissível a corrosão superior de 3,2 mm ao invés de 1,6 mm conforme preconiza a spec Ba. Isso se deu em razão do aumento de segurança no trecho de acesso mais difícil para inspecionar.