TRANSPETRO	**MEMORIAL DESCRITIVO**	**Nº**	**MD-4200.02-6000-940-PTD-002**
	CLIENTE: TP/DOP/DTNNESE/UO-RJMG/ANGRA/OP		FOLHA: **1 DE 56**
	PROJETO: ABASTECIMENTO DE BUNKER – PÍER SECUNDÁRIO		TPP-535
	ÁREA: TERMINAL DE ANGRA DOS REIS - ÁREA AUXILIAR		
DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	TÍTULO: **PROJETO BÁSICO DE ABASTECIMENTO DE BARCAÇA NO PÍER SECUNDÁRIO**		DTEC/ENG/PPL/DPL/DP1
			INTERNA

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão Original
A	Emissão para atendimento ao cliente

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	10/08/2023	09/10/2023							
EXECUÇÃO	DP1	DP1							
VERIFICAÇÃO	TDQ7	TDQ7							
APROVAÇÃO	TRL5	T2FV							

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. NORMAS PRINCIPAIS DO PROJETO 3

3. DEFINIÇÕES 3

4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES EXISTENTES 4

4.1. PARQUE DE BOMBAS 4
4.2. TUBOVIA 6
4.3. PÍER SECUNDÁRIO 7
4.4. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE EXISTENTE 7

5. PREMISSAS DO PROJETO 9

6. DESCRIÇÃO DO PROJETO BÁSICO 10

6.1. PARQUE DE BOMBAS E TUBOVIA 10
6.2. ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO 26
6.3. PÍER SECUNDÁRIO 38

7. OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES 54

8. DADOS DAS NOVAS LINHAS PRINCIPAIS DO PROJETO 55

9. EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO BÁSICO 56

1. OBJETIVO

Este documento tem por finalidade descrever o projeto básico para atender o objetivo de reestabelecer o abastecimento de barcaça no píer secundário da Área Auxiliar do Terminal Aquaviário de Angra dos Reis.

2. NORMAS PRINCIPAIS DO PROJETO

ABNT NBR 5410	Instalações Elétricas de Baixa Tensão
ABNT NBR 5419	Proteção contra descargas atmosféricas
ABNT NBR 6118	Projeto de Estruturas de Concreto
ABNT NBR 14039	Instalações Elétricas de Média Tensão
ABNT NBR 15280-1	Dutos terrestres Parte 1: Projeto
ABNT NBR 60079	Atmosferas Explosivas
API Spec 6D	Specification for Pipeline and Piping Valves
ASME B31.4	Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries
OCIMF 2018	Mooring Equipment Guidelines (MEG4)
Petrobras N-0057	Projeto Mecânico de Tubulação Industrial
Petrobras N-0076	Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte
Petrobras N-0279	Projeto de Estruturas Metálicas
Petrobras N-1758	Suporte, Apoio e Restrição para Tubulação
Petrobras N-1882	Critérios para elaboração de projetos de instrumentação
Petrobras N-2040	Elaboração, Apresentação e Gerenciamento de Documentos de Projetos de Eletricidade
Petrobras N-2919	Motores Elétricos Trifásicos de Indução e Síncronos
PIANC 2002.	Guidelines for the Design of Fenders Systems

3. DEFINIÇÕES

Barcaça	Embarcação para armazenamento, transporte e entrega de combustíveis marítimos a navios abrangendo também os navios-tanque utilizados nestas operações.
Bunker	Designação genérica dada aos combustíveis marítimos, englobando combustíveis destilados e residuais. Neste documento refere-se ao MF280/VLSFO e MGO, com propriedade comum de ponto de fulgor mínimo de 60°C.
MF380	Óleo combustível marítimo com viscosidade padronizada em 380 cSt a 50°C.
MGO	Denominação genérica de diesel marítimo (Marine Gas Oil). Neste documento refere-se a uma densidade de 0,88 e viscosidade 6 cSt na temperatura de operação.
VLSFO	Óleo combustível marítimo com teor de enxofre máximo de 0,5% m/m e viscosidade variada (Very Low Sulfur Fuel Oil). Neste documento refere-

se a uma densidade de 0,88 e viscosidade de 20 cSt na temperatura de operação.

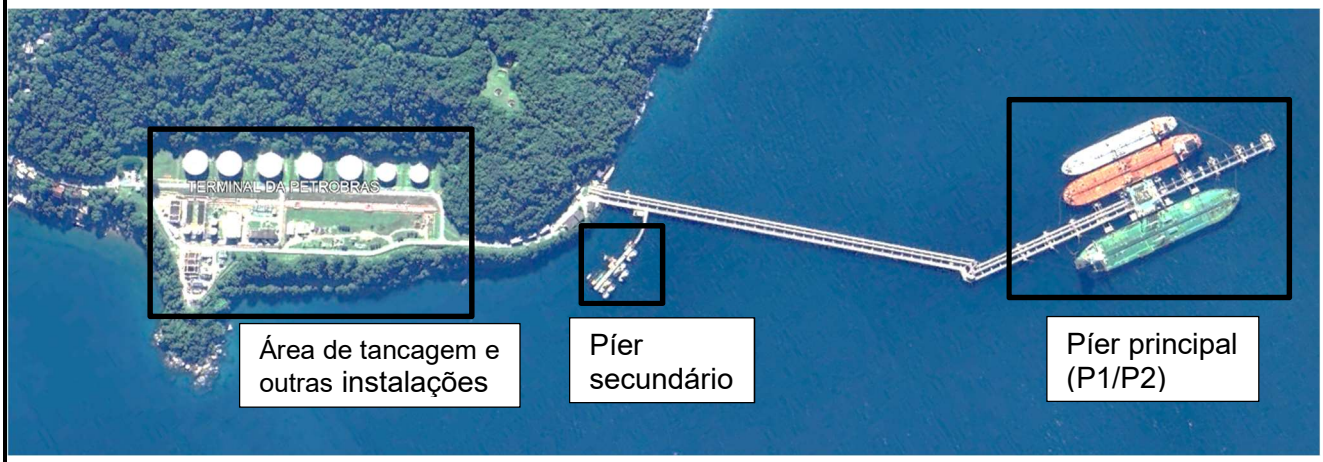
4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES EXISTENTES

O Terminal Marítimo Almirante Maximiliano Fonseca tem por finalidade: Receber, armazenar e transferir petróleo (nacional ou importado) para o suprimento das refinarias da Petrobras instaladas nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro; Receber, armazenar e escoar derivados produzidos pela REDUC e REVAP; Fornecer combustível (bunker) para navios atracados no Píer do mesmo Terminal.

O Terminal é constituído de uma área de tancagem de petróleo denominada Área Principal (AP) com capacidade de estocagem em torno de 780.000 m³ e uma Área de Serviços Auxiliares (ASA) com capacidade de estocagem de diesel de 21.000 m³ (TQ-D03/D04) e de óleo combustível de 42.000 m³ (TQ-C01/C02). Na área auxiliar é realizada também a estocagem de água oleosa em três tanques com capacidade total de 63.000 m³ (TQ-L01/L02/L04).

Além da área de tancagem, a ASA possui dois píeres principais (P1 e P2) e um píer secundário. Estas instalações podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1: Visualização do arranjo da Área de Serviços Auxiliares



4.1. Parque de bombas

O parque de bombas de bunker é constituído por quatro bombas de escuros e quatro bombas de MGO.

As bombas de MGO são do tipo centrífugas, sendo duas com capacidade nominal de 110 m³/h (B-28A/B, FD-4200.02-6200-311-PTI-005) e duas com 220 m³/h (B-28C/D, FD-4200.02-6200-311-PTI-004), todas com uma altura manométrica de 88 mcl. São datadas de 1975, época de construção do terminal.

As bombas de óleo combustível também são do tipo centrífugas, sendo duas com capacidade nominal de 255 m³/h (B-27A/B, FD-4200.02-6200-311-PTI-009) e duas com 510 m³/h (B-27C/D, FD-4200.02-6200-311-PTI-008), todas com uma altura manométrica de 75 mcl. Da mesma forma que as bombas de MGO, são datadas de 1975.

As bombas estão localizadas em área lateral à tubovia. Conforme se observa na Figura 2, as bombas de OC e MGO estão próximas. No local há uma bacia de contenção com piso

impermeável e não há cobertura. O local é acessível por ruas em três lados, estando estas em uma cota de cerca de 1,5 m acima. A Figura 3 apresenta uma visualização de parte do local, na região das quatro bombas de óleo combustível. Na Figura 4 se visualizam as bombas de MGO.

Figura 2: Localização das bombas existentes

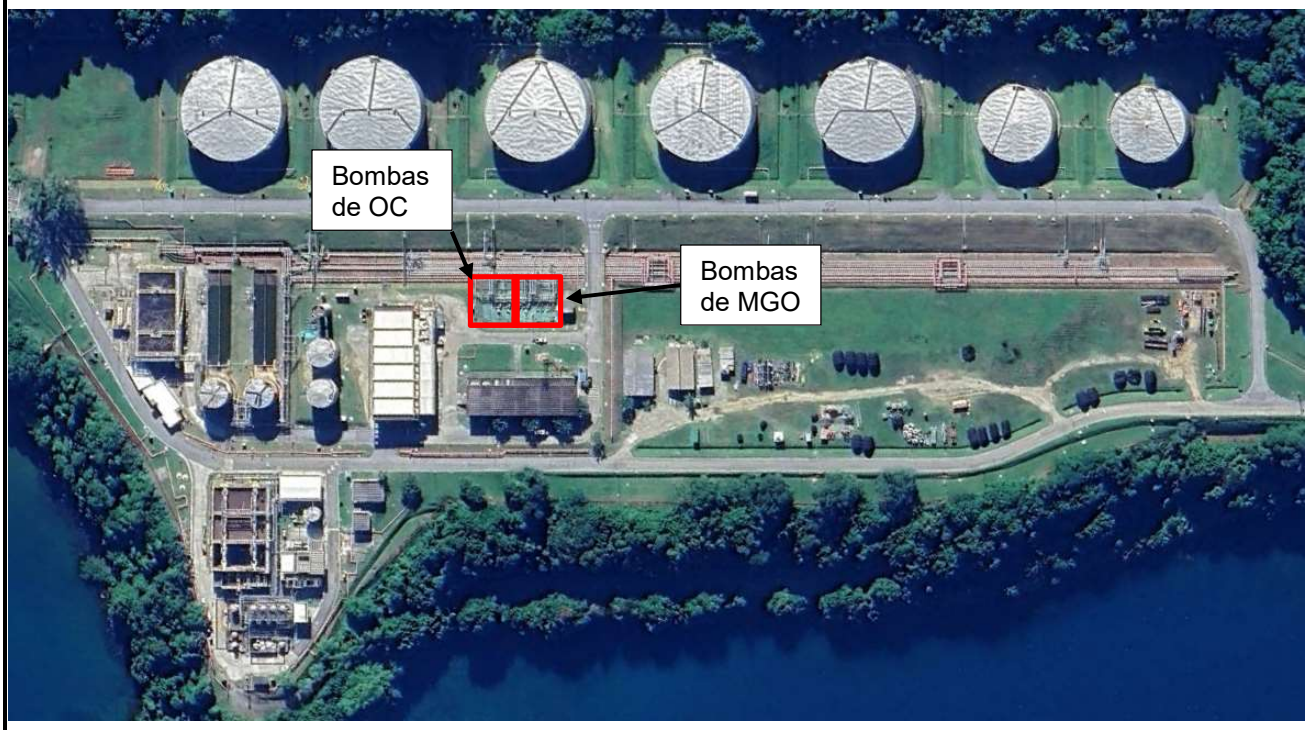


Figura 3: Bombas de óleo combustível existentes



Figura 4: Bombas de MGO existentes



4.2. Tubovia

A tubovia principal existente percorre a área paralelamente aos tanques e, na sequência, área paralela à rua de acesso aos píeres. O traçado geral pode ser observado na Figura 5, onde a cor em amarelo representa trechos com tubulações aéreas e em vermelho trecho com tubulações enterradas. Observa-se que as três linhas de petróleo DN 42”, com exceção do píer, percorrem todo o trecho na ASA enterradas.

Figura 5: Vista da tubovia principal com trechos aéreos em amarelo e enterrados em vermelho



4.3. Píer secundário

O píer secundário (Figura 6) está situado a cerca de 90 m da entrada de acesso aos píeres, possuindo uma extensão de 100m e cerca de 20 m de profundidade, onde ficam atracados os rebocadores responsáveis pelas manobras de atracação e desatracação dos navios. O local também é utilizado para atracação de embarcações menores de apoio às operações, armazenamento de materiais e embarque e desembarque de pessoal.

As instalações anteriores de carregamento de bunker consistiam em linhas de LCO (Ø 6”), MGO (Ø 6”) e óleo combustível (Ø 6”), e contava ainda com uma linha de água oleosa. Na extremidade do píer havia uma unidade misturadora. A localização desta pode ser observada na Figura 6 pelo destaque da presença de cobertura (cor branca na imagem).

As derivações eram feitas na altura do cavalete no 06, a partir das linhas que encaminham para o píer principal diesel (DN 12”), óleo combustível F-01 e F-02 (DN 20”), água oleosa e LCO. O seu encaminhamento era feito passando sob a passarela de acesso ao píer principal e sob a passarela de acesso ao píer de rebocadores.

Na Figura 6, imagem obtida de alguns anos atrás, é possível observar uma embarcação de bunker que recebia carga neste píer (a maior delas). As últimas barcaças que operaram foram a OCEANIA e a BORISLAV.

Em razão do carregamento no píer secundário ter sido interrompido por algum tempo, e dada a necessidade de manutenção das linhas que atendiam ao píer secundário, optou-se há alguns anos pela remoção delas.

Atualmente não há qualquer instalação remanescente do sistema anterior no píer secundário. O projeto objeto deste MD visa justamente a retomada das operações anteriormente realizadas.

Figura 6: Visão do píer secundário na época em que havia abastecimento de barcaças.



4.4. Descrição do sistema de automação e controle existente

As bombas atuais possuem localmente botoeira de liga, desliga e parada de emergência. Possuem sensores de pressão à montante e jusante, sendo que o de montante consiste apenas em um manômetro com leitura local.

As seguintes lógicas de automatismo estão atualmente implantadas no sistema de óleo combustível:

- Se a vazão da linha F-01 (sinal do FT-0204) foi maior que 550 m³/h e as válvulas dessa linha estiverem alinhadas, ativa o bloqueio do fechamento das válvulas desta linha;
- Se a vazão da linha F-02 (FT-0206) foi maior que 550 m³/h e as válvulas dessa linha estiverem alinhadas, ativa o bloqueio do fechamento das válvulas desta linha;
- O bloqueio do fechamento das válvulas do pé dos tanques (F-41 e F-51) ocorre se houver o bloqueio do fechamento das válvulas que alinham para cada tanque e gera um status para o supervisório do alinhamento correspondente (linha/tanque).

As válvulas de bloqueio existentes são originais da construção do terminal (1974/5). Os atuadores são elétricos da Limitorque e completamente obsoletos. Conforme relato dos profissionais do terminal, a maioria delas não estão operacionais, dependendo exclusivamente do acionamento manual.

O sistema de medição atual é estático, sendo realizado nos tanques de armazenamento por meio de sensor servo-operado comparando-se a medida antes e após a realização de uma operação. Todos os tanques dos produtos são arqueados.

5. PREMISSAS DO PROJETO

As seguintes premissas solicitadas e/ou acordadas pelo cliente delinearam o projeto básico.

- Vazão máxima para o píer secundário (carregamento de barcaça ou abastecimento de embarcações): 600 m³/h para MF/VLSFO e 300 m³/h para MGO;
- Vazão máxima para o píer principal (abastecimento de navios): 600 m³/h para MF/VLSFO e 440 m³/h para MGO;
- Vazão máxima no píer principal sentido descarregamento: 1350 m³/h para MF/VLSFO e 800 m³/h para MGO;
- Bateladas máximas para barcaça: 3.000 t para VLSFO e 400 m³ para MGO;
- Capacidade dinâmica máxima: 1.340 mil t de VLSFO ao ano por barcaça e pelo menos 175 mil m³ de MGO;
- Medição dinâmica (EMEDs), ou alternativamente estática (quando indisponibilidade das EMEDs), para fins de transferência de custódia para VLSFO e MGO;
- Esgotamento de mangote e contenção oleosa com retorno para própria linha;
- Vazão máxima por mangote de 300 m³/h, em razão da limitação de vazão por conexão na barcaça;
- Capacidade para operar o sistema de óleo combustível com viscosidade de 20 até 1554 cSt, referente a condição de MF380 na temperatura de 30°C;
- O ponto de fluidez máximo por especificação para o VLSFO/MF380 é de 30°C. Como no terminal não há sistema de aquecimento e nem isolamento, o projeto considerou um ponto de fluidez efetivo de, no máximo, 18°C, que equivale à temperatura ambiental média mínima local (critério para estabelecer a mínima temperatura do produto). De fato, as certificações dos produtos atualmente movimentado tem apresentado ponto de fluidez em torno de 0°C, de forma que não há registro de problemas. É uma condição existente no Terminal que não será modificada;
- A capacidade da infraestrutura de atracação foi avaliada considerando os dados indicados abaixo, que servem como parâmetros limites de validade do projeto.

Tabela 1: Dados imites das embarcações para validade do projeto

Barcaça	DWT [t]	Desl [m]	LOA [m]	Boca [m]	Calado max [m]
OMS XVII	3.000	3.500	65,0	16,5	3,7
Spabunker 21	5.000	6.700	77,0	16,3	6,0

6. DESCRIÇÃO DO PROJETO BÁSICO

Para a descrição do projeto, dividiu-se o mesmo em três áreas: parque de bombas e tubovia, área das novas Estações de Medição (EMEDs) e píer secundário. Este capítulo descreverá, para cada uma dessas áreas, o projeto a partir das disciplinas de processo, mecânica, tubulação, civil, eletricidade e segurança. Para a disciplina de instrumentação e automação, a descrição consta no documento MD-4200.02-6000-800-PTD-001.

Todos os documentos do projeto estão relacionados na lista de documentos LD-4200.02-6000-940-PTD-001.

6.1. Parque de bombas e tubovia

No parque de bombas está prevista a substituição das quatro bombas atuais de óleo combustível e infraestrutura associada de civil, tubulação, eletricidade, automação e instrumentação. Além disso, também estão previstos a substituição de válvulas de bloqueio operacionais obsoletas e substituição/inclusão de válvulas de alívio térmico.

6.1.1. Processo

O projeto conceitual (RL-4200.02-6440-940-PTD-001_RB) avaliou, em razão da elevação da base dos tanques (cerca de 25 m acima do nível do mar), que o sistema de MGO poderia operar por gravidade numa faixa de vazão entre 150 m³/h e 260 m³/h para o píer secundário (barcaça) a depender das condições. Para o píer principal, pode-se atingir até 350 m³/h em condições extremamente favoráveis (tanque nível alto, maré baixa e navio carregado com baixo perfil de borda livre). Quando as condições não são favoráveis, não é possível abastecer no píer principal por meio de gravidade. Da mesma forma, a condição de abastecimento simultâneo (píer principal e barcaça) pode ocorrer dependendo das condições. Assim sendo, o atendimento à vazão máxima em qualquer condição depende do uso de bombas.

O MGO é um produto com baixa viscosidade, e avaliou-se que o tipo de bomba centrífuga seria adequado, apesar de ter sido identificado excesso de altura manométrica. O projeto conceitual definiu pela continuidade de uso do sistema atual e imposição de perda de carga pelo estrangulamento das válvulas de controle a serem instaladas nas EMEDs. A perda energética, nesse caso, é justificada em razão da movimentação relativamente baixa deste produto comparativamente ao óleo combustível, o que gera taxa de ocupação pequena.

Cabe ressaltar que as bombas de MGO estão obsoletas em razão de sua idade (1975). Dessa forma, definiu-se que seria avaliado em um outro projeto a substituição delas. Nesse caso, apenas as bombas B-28C/D seriam necessárias. As bombas B-28A/B podem ser descomissionadas.

Com relação ao óleo combustível, conforme avaliado no projeto conceitual (RL-4200.02-6440-940-PTD-001_RB), as bombas centrífugas atuais não estariam adequadas para atendimento às condições de processo requeridas para atendimento das premissas do projeto. Notadamente a variação de faixa de vazão em associação com a grande faixa possível de viscosidade. Dessa forma, foi necessário prever novas bombas com um novo sistema de controle.

É importante destacar que, tal como no caso do MGO, é possível operar o óleo combustível de baixa viscosidade (em torno de 20 cSt) por gravidade para as barcaças. Neste caso, a faixa de vazão varia entre 320 m³/h e 560 m³/h a depender das condições (nível de tanque, maré e posição do manifold da barcaça em relação ao nível do mar). Nesta situação é ainda possível o carregamento simultâneo com o píer principal, mas em nenhum caso as vazões de projeto são completamente atendidas. Quando a viscosidade do produto é maior,

o carregamento por gravidade torna-se inviável, obtendo-se vazões muito baixas. Assim sendo, na maior parte dos casos, as bombas se tornam necessárias.

No projeto básico, também foi identificada a necessidade de modificações no sistema de proteção contra sobrepressão por radiação solar. Tais questões serão explanadas a seguir.

Seleção das novas bombas

Em razão da variabilidade de viscosidade, que atende à faixa desde 20 cSt até 1554 cSt a 30°C, foram indicadas bombas de deslocamento positivo rotativas (tipo de fusos). Aproveitando-se a instalação de tubulação e arranjo existente, de duas bombas maiores e duas menores, foram previstas duas bombas de 200 m³/h e duas de 400 m³/h. O controle de vazão do sistema foi estabelecido considerando inversor para as bombas maiores apenas. Dessa forma, é possível cobrir a faixa prevista de 100 m³/h a 1200 m³/h.

O documento MC-4200.02-6000-940-PTD-001 realizou avaliação hidráulica para determinação das condições de processo destas bombas. A avaliação hidráulica resultou na necessidade de altura manométrica entre 20 e 82 mcl. A necessidade de limitação do valor máximo de pressão na saída da bomba de 8,1 kgf/cm² com set de válvula de alívio à 9,0 kgf/cm², em razão de restrição de teste hidrostático nas linhas existentes (a descrição está no item “diâmetro e especificação das linhas” abaixo), resultou em limitação de vazão a pouco mais de 60% do máximo para a condição crítica de especificação de viscosidade 380 cSt a 30°C. Considerou-se que essa condição é aceitável por haver baixa expectativa de movimentação deste produto e considerando que o custo seria relativamente bem maior para permitir atendimento pleno da faixa de vazão nesse caso crítico.

O NPSH disponível geralmente está acima de 9 m, com alguns casos abaixo disso. A partir das características finais da bomba a ser efetivamente fornecida, poderá ser necessário limitar a vazão e/ou nível do tanque em algumas condições mais críticas. O projeto detalhado deverá analisar e definir as ações.

Os dados de processo das bombas constam na FD-4200.02-6000-940-PTD-003.

Controle

O sistema de controle previsto é com o uso de inversor de frequência nas bombas com vazão de 400 m³/h (B-4200.0201A/B) e lógica de acionamento on/off para as bombas menores com vazão de 200 m³/h (B-4200.0202A/B). Isso permite cobrir a faixa possível de vazão de 100 m³/h até 1200 m³/h.

Conforme pode ser visualizado no fluxograma DE-4200.02-6000-944-PTD-001, os inversores atuarão também para limitar a pressão de saída a um valor máximo de 8 kgf/cm², o que equivale a cerca de 9 kgf/cm² nas linhas no píer dada a diferença de elevação. O valor informado considera perda de pressão dinâmica nas linhas e EMEDs. Portanto, caso o fluído esteja próximo do limite de viscosidade de projeto (1554 cSt @30°C), a vazão total máxima não será alcançada, para garantir que a pressão de projeto das linhas existentes não seja ultrapassada (requalificadas para 10 kgf/cm² por novo teste hidrostático a 15 kgf/cm², ver item “diâmetro e especificação das linhas” abaixo).

Foi previsto que os inversores atuem também na proteção de pressão excessivamente baixa na sucção por PSL com ajuste de -0,5 kgf/cm² man. Este valor deverá ser confirmado no projeto detalhado de acordo com o NPSH requerido das bombas efetivamente fornecidas. Assim, o conceito desta proteção seria evitar os dados mecânicos por cavitação. Indiretamente, protegeria a bomba em uma situação de bloqueio indevido de válvula à montante.

As bombas de 200 m³/h não possuem inversor de frequência e, portanto, não possuem controle automático de limitação de pressão na saída. Possuem apenas alarme de pressão alta (PSH) com set de 8 kgf/cm². Por essa razão, deve-se dar a preferência pelo uso destas

bombas menores sempre em complemento (adição) a uma bomba maior. Assim, para vazões até 400 m³/h, deve-se utilizar uma das bombas maiores. Para vazões superiores a 400 m³/h, deve-se utilizar uma das bombas maiores acrescida de uma ou mais bombas menores e/ou da segunda bomba maior.

De qualquer forma, como proteção contra sobrepressão em linha, todas as bombas possuem previsão de desligamento automático (trip) por PSHH com ajuste de 9 kgf/cm². De igual forma, possuem desligamento por pressão muito baixa PSLL com ajuste de -0,7 kgf/cm². Da mesma forma que a proteção por atuação no inversor por pressão baixa na sucção das bombas maiores, o valor do PSLL para as bombas menores deverá ser confirmado de acordo com o NPSH requerido da bomba efetivamente fornecida.

Como segurança final contra sobrepressão, há uma válvula de alívio em cada bomba com capacidade igual ao de vazão da bomba. A pressão de ajuste é de 9,0 kgf/cm² para todas as quatro bombas. Além da proteção das linhas, ainda garante a recirculação do produto em caso de bloqueio indevido de válvula de bloqueio em qualquer ponto à jusante concomitante com falha do sistema de trip por PSHH.

Diâmetro e especificação das linhas

Não houve necessidade de dimensionamento de diâmetro das linhas, uma vez que foram mantidas as mesmas e cuja maior velocidade é inferior a 2 m/s. Indicou-se a especificação Ba da norma N-76, que atende às condições de pressão, temperatura e compatibilidade de fluído.

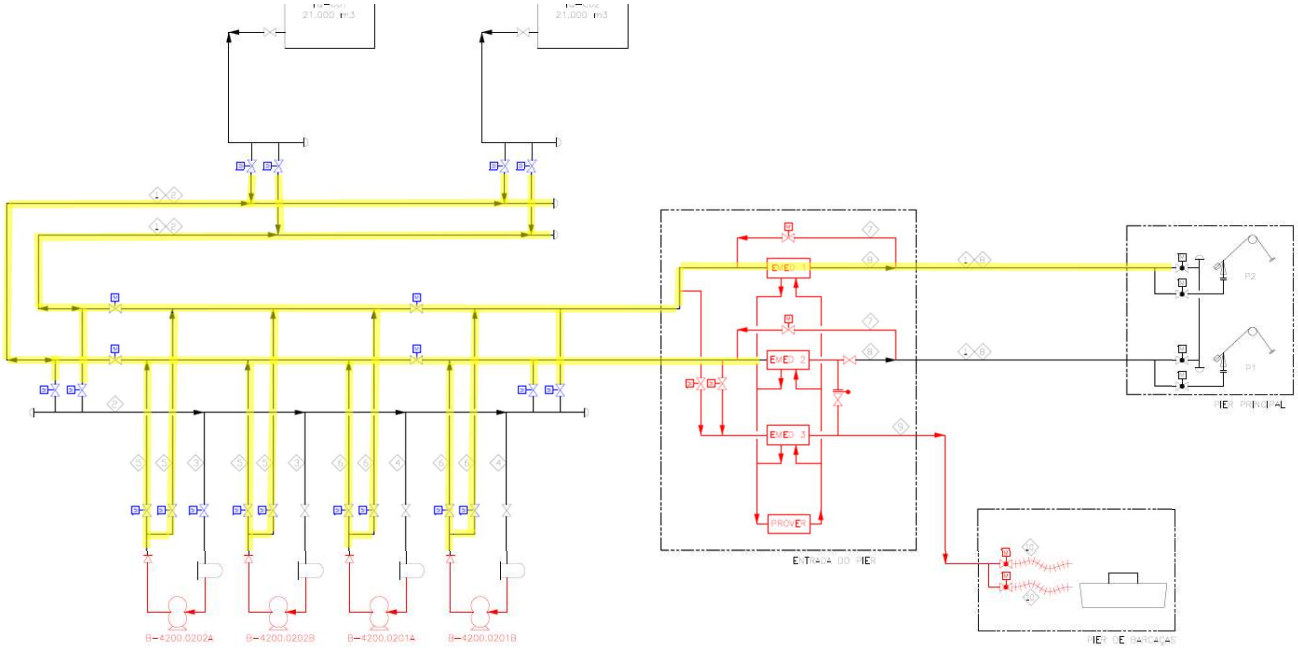
Apesar da pressão de operação máxima de 9 kgf/cm², definiu-se no projeto pela qualificação a uma pressão de 27 kgf/cm² com pressão de projeto de 18 kgf/cm². Isso viabiliza futuras otimizações e novos projetos, reduzindo o escopo de adequações. A folha de dados de tubulação FD-4200.02-6000-200-PTD-001 apresenta os dados para as tubulações novas a partir dos fluxogramas elaborados.

Observa-se que as linhas atuais possuem informação de pressão de projeto de 7 kgf/cm² com teste a 10,5 kgf/cm² (conforme LI-4200.02-6125-944-PTI-001_RF). Em razão de não ter registro de teste hidrostático posterior que requalificasse as linhas existentes para a condição requerida, definiu-se que este deveria ocorrer para a implantação do projeto.

As linhas existentes têm spec A1 (classe 150), o que permitiria uma pressão de projeto de até 20 kgf/cm² na temperatura ambiente. Porém, a tubulação tem vários anos de instalação e existem juntas que limitariam a pressão. Em reunião com a inspeção do Terminal para verificar a pressão de habilitação atual das linhas, definiu-se por um reteste hidrostático do sistema de óleo combustível no valor de 15 kgf/cm². Esse valor habilitaria as linhas para uma pressão de projeto de 10 kgf/cm². Observa-se que este é o valor equivalente ao shut off das bombas atuais e é condizente com a pressão de projeto das juntas de expansão substituídas da linha F-01 no valor de 10,5 kgf/cm². Esse valor é o mesmo encontrado na documentação original das juntas (ET-4200.02-6611-253-PTI-002_RB), sendo que em ambos os casos a pressão de teste hidrostático foi 150% a pressão de projeto.

A Figura 7 apresenta a extensão do reteste hidrostático

Figura 7: Extensão do teste hidrostático (15 kgf/cm²) a ser realizado nas linhas existentes do sistema de óleo combustível destacadas em amarelo. O trecho da linha F-01 não destacado, desde a entrada do píer (próximo à EMED 2) até o píer principal, está com requalificação por novo teste hidrostático (15 kgf/cm²) em curso, não sendo necessário novo teste. As linhas novas na cor vermelha serão testadas conforme projeto (27 kgf/cm²), independente das existentes.



Válvulas de alívio

O documento MC-4200.02-6000-940-PTD-003 pré-dimensionou as válvulas de alívio de processo considerando como critério o caso de descarga bloqueada. Os cálculos foram realizados conforme API 520/521 e resultou na indicação de válvulas convencionais 4N6 para as bombas de 200 m³/h e 6Q8 para as bombas de 400 m³/h com set em ambos os casos de 9,0 kgf/cm².

No mesmo documento foi realizado o dimensionamento das linhas à montante e jusante das válvulas de alívio. Considerando a contrapressão superimposta variável devido ao nível dos tanques, adotou-se por premissa que a contrapressão desenvolvida seria limitada a 10% da contrapressão admissível, isto é, 0,09 kgf/cm². Para a entrada, a perda de carga foi limitada conforme código à 3% do set. No caso da válvula 4N6, indicou-se a necessidade de tubulações DN 6” e 8”, respectivamente, à montante e jusante. Para a válvula 6Q8 a entrada manteve-se com DN 6”, enquanto a saída com DN 10”.

O citado documento descreve, ainda, o dimensionamento das válvulas de alívio dos filtros. Os filtros são existentes e serão reaproveitados sem modificação. Já existe uma válvula de alívio DN ¾”x1” com set de 10 kgf/cm² e capacidade de 5,92 m³/h indicadas na plaqueta. Estas válvulas estão instaladas na tubulação imediatamente à jusante, e não no corpo do filtro. Em razão da desmontagem da tubulação onde está instalada, entende-se necessário substituir a válvula de alívio. Porém, na verificação do dimensionamento, observou-se que a especificação atual das válvulas não está adequada à situação requerida.

O caso crítico seria a condição de fogo, o que requer válvula de alívio e segurança. O direcionamento da saída se mantém para a bacia do filtro, que se direciona para o sistema oleoso. Como resultado do dimensionamento das válvulas e das linhas, atendendo aos critérios dos códigos, tem-se as seguintes condições:

- Filtros menores (FT-232301A/B): DN 1½F2 convencional, diâmetro de entrada e saída DN 2”

- Filtros maiores (FT-232302A/B): DN 1½G3 convencional, diâmetro de entrada e saída DN 3”

As explicações a respeito da necessidade de intervenções no sistema de alívio estão descritas no item 6.2.1.

6.1.2. Mecânica

Bombas

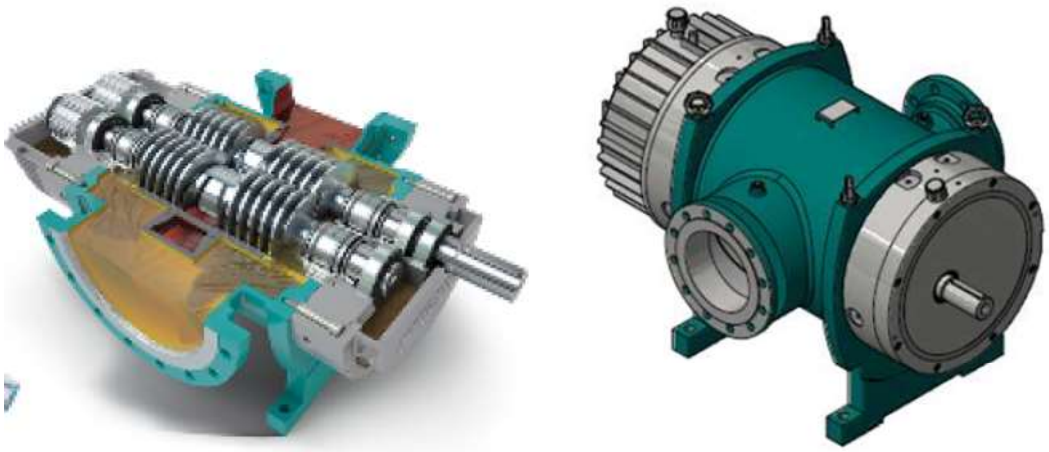
Para a instalação das novas bombas será necessário a desmontagem das atuais.

As novas bombas foram definidas como volumétricas de fusos. Nesse tipo de bomba, o fluído é carreado axialmente entre fusos, diferentemente das demais bombas rotativas no qual o fluído passa circunferencialmente ao longo do elemento motriz. Isso lhe confere características importantes, tal como baixa inércia das partes rotativas e baixa velocidade interna do fluído. Uma visualização deste modelo pode ser vista na Figura 8.

As principais vantagens resultantes são a capacidade para lidar com amplas faixas de viscosidade, rotações mais altas com maior liberdade de escolha do motor, maiores vazões, alta tolerância a particulados e entrada de ar, baixa vibração e ruído, livre de pulsação, baixo NPSH requerido e tamanho relativamente compacto. A principal desvantagem é o custo relativo mais alto. Porém, entende-se que a aplicação assim o requer.

A especificação consta nas folhas de dados FD-4200.02-6000-313-001 (B-4200.0201A/B) e FD-4200.02-6000-313-002 (B-4200.0202A/B).

Figura 8: Visualização do modelo de fusos de um fornecedor (neste caso, Netzsch Notos 4NS)



Com relação à requisição de compra (RM-4200.02-6000-313-PTD-001), foi considerado o fornecimento das quatro bombas de processo de forma única. Isso decorre da necessidade de que as bombas de processo tenham compatibilidade, uma vez que irão operar em paralelo. Cabe observar que na requisição estão incluídos os motores, acoplamentos e bases. Para as bombas B-4200.0201A/B, estão inclusos ainda os painéis com inversor de frequência, dado o requisito de certificação conjunta entre inversor e motor.

Os filtros tipo cesto atuais foram mantidos. Será necessário no projeto detalhado confirmar o tamanho máximo de particulado requerido pelas bombas que serão fornecidas, informação que é indicada pelo fabricante, e comparar com o tamanho de retenção dos filtros atuais. Conforme FD-4200.02-6210-561-ILA-005/006/007/008 e DE-4200.02-6210-561-ILA-001/002/003/004, os orifícios das perfurações teriam diâmetro de 3/16” para os menores (FT-232301A/B) e 1/2" para os maiores (FT-232302A/B). A expectativa é que esses valores sejam

compatíveis com bombas de fusos. Caso não sejam, deverá ser prevista a substituição do cesto interno.

Traceamento dos selos das bombas

Um sistema de traceamento elétrico na região dos selos é requerido para elevar a temperatura do fluído nessa região antes da partida, importante na situação em que o produto tiver viscosidade elevada. O problema a evitar é o dano mecânico ao selo, com redução de sua vida útil. Esse problema não deve ocorrer na situação de funcionamento da bomba, sendo requerido que a bomba tenha esta capacidade nesta situação.

Como referência para o estado requerido do fluído, considera-se adequado o valor de 380 cSt na temperatura de operação. Assim sendo, com um MF ou VLSFO de 380 cSt a 50°C, produto que representa o caso crítico, deve-se garantir uma temperatura de 50°C do fluído no selo para a partida da bomba.

Portanto, o sistema do traceamento elétrico e isolamento no projeto detalhado deve ser dimensionado para atingir a temperatura de 50°C do produto na região do selo mediante simulação numérica de transferência de calor considerando a geometria da bomba efetivamente fornecida. O tempo a ser adotado deve considerar os riscos de uma temperatura excessiva nos materiais da bomba e, por outro lado, não deve ser elevado dado que impactaria o período de preparação da partida pela operação.

O acionamento do traceamento deverá ser feito via supervisório considerando o tempo fixo dimensionado e necessário para o aquecimento. O desligamento deve ser automático com temporizador a partir da partida da bomba, dado que em funcionamento não há problema com viscosidade alta no selo.

A exceção da necessidade de aquecimento ocorre com produtos cuja viscosidade mínima na temperatura de operação seja inferior a 380 cSt, no qual o acionamento do sistema não seria requerido. Como a viscosidade do produto é informada somente na temperatura de 50°C, pode-se adotar como referência que o produto tenha viscosidade máxima de 100 cSt (a 50°C). Assim, produtos em cujo certificado apresente valor inferior a 100 cSt @50°C não irão requerer o pré-aquecimento do selo para partida da bomba.

6.1.3. Tubulação

Desmontagem

Em razão da instalação das novas bombas será necessário desmontar trechos de tubulação existentes à montante e jusante. Todos estes trechos estão entre flanges, não sendo requerido corte de tubulação. Está prevista a substituição das válvulas de retenção existentes na saída das bombas, em razão de serem antigas e não ter garantia de funcionamento adequado.

Foi elaborada uma planta de desmontagem (DE-4200.02-6000-200-PTD-008), com a identificação da extensão necessária. O peso estimado de desmontagem dessa região é de 900 kgf.

Novas linhas de interligação com as bombas

O projeto de tubulação na região das bombas prevê a compatibilização com a posição dos flanges das novas bombas. Serão um total de oito (08) spools de tubulação, sendo quatro à montante e quatro à jusante das respectivas bombas. O projeto consta no DE-4200.02-6000-200-PTD-001, e deverá ser confirmado no detalhamento de acordo com a bomba efetivamente fornecida.

Os spools de montante interligarão o filtro à bomba, e contemplam saída para a válvula de alívio dos filtros, recebimento da saída da válvula de alívio de processo (com origem na saída da bomba) e instrumentação de pressão.

Os spools de jusante interligarão a bomba à flange do manifold que distribui para as linhas F-01 e F-02. Contempla saída para a válvula de alívio de processo, instrumentação de pressão e válvula de retenção.

Observa-se a necessidade de realizar no projeto detalhado análise de flexibilidade considerando as tubulações novas e existentes que possam influenciar nas cargas que serão impostas nos flanges das novas bombas. Deverá demonstrar que estas, mesmo no caso crítico, não ultrapassam os valores admissíveis conforme recomendado pelo fabricante da bomba a ser fornecida.

O esquema de pintura previsto decorre de ambiente de alta agressividade, especialmente em razão da salinidade marinha. Para a tubulação foi prevista a condição 3 da norma Petrobras N-442.

Substituições de válvulas de bloqueio

Serão substituídas vinte e uma (21) válvulas existentes, em razão de obsolescência/não funcionamento dos atuadores e pela idade destas. Foram instaladas em 1975 e não apresentam mais confiabilidade de funcionamento seguro e esperado pelo natural desgaste.

Todas as válvulas são do tipo gaveta classe 150. As válvulas a serem substituídas são as seguintes:

- Localizadas na tubovia próximas dos tanques TQ-243001 (C-01) e TQ-243002 (C-02):
  - Quatro válvulas DN 14”: F-43, F-44, F-53 e F-54
- Localizadas no parque de bombas de óleo combustível e na tubovia próxima:
  - Oito válvulas DN 20”: F-74, F-75, F-76, F-77, F-91, F-92, F93 e F-94
  - Quatro válvulas DN 12”: F-84, F-85, F-87 e F-88
  - Uma válvula DN 10”: F-80
  - Quatro válvulas DN 8”: F-78, F-79 F-81 e F-82

A localização das válvulas a serem substituídas pode ser observada na Figura 9, bem como no fluxograma de engenharia DE-4200.02-6000-944-PTD-001 e, com exceção das quatro válvulas na tubovia próxima dos tanques, na planta de desmontagem DE-4200.02-6000-200-PTD-008.

Figura 9: Localização das válvulas existentes a serem substituídas



O critério de seleção para troca foi o de essencialidade para a operação remota com exceção da válvula F-80 (sucção de bomba), que precisou ser incluída em razão da necessidade de descomissionamento de envelopes de elétrica e instrumentação interferentes com a posição das novas bases das bombas.

Substituições/inclusões de válvulas de alívio

Na região da tubovia será necessário substituir/incluir seis válvulas de alívio (para explicações da razão ver o subitem “válvulas de alívio” no item 6.2.1). As válvulas a serem substituídas/incluídas estão indicadas a seguir:

- Localizadas na tubovia próximas dos tanques TQ-243002 (C-02) e TQ-243003 (D-03)
    - Duas PSVs DN 1.1/2”x2” nas linhas F-01/F-02: PSV-285401/02 (serão substituídas pelas PSV-067 e PSV-068).

      Obs.: Será necessário substituir as peças de adaptação de diâmetro existentes por outras (ver Figura 11). Não foi elaborado projeto específico neste caso, sendo necessário que o projeto detalhado realize a adaptação conforme o dimensional das novas válvulas de alívio e as dimensões atualmente disponíveis.
    - Uma PSV DN 4”x6” na linha DS-12”: PSV-285406 (será substituída pela PSV-071).

      Obs.: A nova válvula de alívio possui dimensões menores e conexão de entrada e saída menores que as atuais (ver Figura 12). Assim sendo, a exemplo das válvulas de alívio indicadas no item anterior, será necessário instalar peças de adaptação.
- Localizadas nos tanques

- Quatro PSV DN ¾”x1”: uma no TQ C-02 (será substituída pela PSV-070), uma no TQ C-01 (inclusão da PSV-069) e duas nos tanques TQ D-03 e D-04 (serão incluídas as PSVs-072/073).

  Obs.:

  a) No caso dos tanques TQ C-01 e C-02, será necessário construir novas linhas e novo bocal, conforme será descrito na sequência;

  b) No caso dos tanques TQ D-01 e D-02, será necessário confirmar a construção ou aproveitamento das linhas. Neste caso não foi feito projeto específico, se tratando de linhas de pequena dimensão.

  c) No caso específico do tanque D-02, deverá ser definido se a PSV será efetivamente instalada. Atualmente o tanque não está operando com MGO.

Para especificação das novas válvulas de alívio ver FD-4200.02-6000-841-PTD-001. A posição das válvulas de alívio pode ser visualizada no fluxograma de engenharia (DE-4200.02-6000-944-PTD-001), bem como na Figura 10.

Figura 10: Localização das válvulas de alívio a substituir

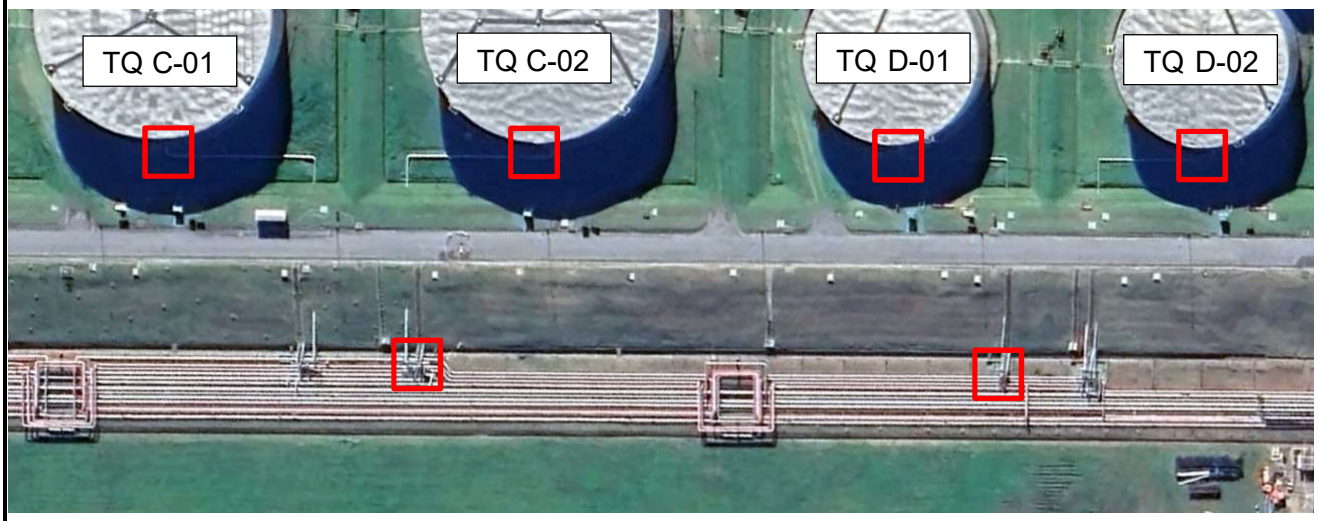


Figura 11: Vista das válvulas de alívio (PSV-285401/02) na tubovia a serem substituídas pelas válvulas PSV-067/068. Observar necessidade de adaptação entre flanges das válvulas de bloquei e de entrada/saída das PSVs (as válvulas a desmontar e a instalar são diferentes).



Figura 12: Vista da válvula de alívio (PSV-285406) de MGO na tubovia a ser substituída pela PSV-071. Observar necessidade de adaptação entre flanges das válvulas de bloqueio e de entrada/saída da PSV (as válvulas a desmontar e a instalar são diferentes).



Novas linhas e bocais de alívios nas válvulas "pé de tanque"

Para os tanques C-01 e C-02, de óleo combustível, o dimensionamento verificou a necessidade de válvula de maior capacidade, bem como diâmetros compatíveis à montante e jusante. Atualmente o diâmetro tem DN ¾" e DN 1", e os futuros serão DN 2" e DN 3".

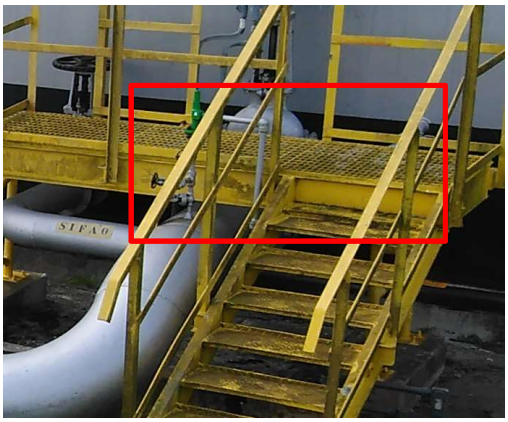
A planta de tubulação com o detalhamento consta no desenho DE-4200.02-6000-200-PTD-009. Ressalta-se a importância de ajustes no projeto detalhado de acordo com levantamento das interferências em campo, especialmente das plataformas metálicas.

A derivação da linha existente deve ser feita com boca de lobo com reforço, enquanto a entrada nos tanques deve se dar por novos bocais. Os bocais foram dimensionados na MC-4200.02-6000-511-PTD-001 e constam no DE-4200.02-6000-511-PTD-001.

É importante ressaltar que a inclusão do bocal não está sendo prevista no MD de serviços. Isso decorre do entendimento de que os novos bocais deverão ser feitos aproveitando-se a parada de manutenção dos equipamentos. Enquanto isso não ocorrer, a saída das novas PSVs deverá ser interligada nos bocais existentes. Esta é uma situação não ideal, mas aceitável considerando o excessivo impacto de uma parada destes equipamentos (necessidade de limpeza, desgaseificação etc.).

Figura 13: Vista do local das PSVs "pé de tanque". À esqueda do tanque C-01 (PSV ausente) e à direita tanque C-02 (PSV presente)





6.1.4. Civil

As intervenções relacionadas a disciplina de civil previstas para a área do pátio de bombas e tubovia são:

- Construção de novas bases de bombas em concreto armado
- Construção de passadiços para acesso as válvulas
- Construção de abrigo metálico para a UTR
- Execução de envelopes de concreto para elétrica e automação

Construção de novas bases de bombas em concreto armado

Com a necessidade identificada de instalação de quatro novas bombas com dimensões maiores, substituindo as bases das bombas existentes, o projeto prevê a demolição das bases existentes e a construção de novas bases de bombas.

A construção das novas bases deverá ser executada em concreto armado, considerando as novas cargas solicitadas, as novas dimensões e novas cotas previstas.

Construir ainda os blocos de concreto armado para assentamento dos suportes de tubulação necessários. Eventuais partes expostas de insertos metálicos deverão receber tratamento anticorrosivo e pintura conforme N-1550 condição 2.

Ver documentos DE-4200.02-6000-100-PTD-003 e MC-4200.02-6000-100-PTD-002.

Construção de passadiços para acesso a válvulas

Com a configuração do novo arranjo, algumas válvulas precisaram ser alocadas numa cota superior a existente a fim de garantir a facilidade operacional e de manutenção, deverão ser

executados quatro pequenos passadiços para os acesso as válvulas, entre o piso do pátio e as válvulas. Por uma solicitação do cliente, os elementos metálicos para acessibilidade às válvulas e instrumentos foram substituídos por elementos pultrudados (PRFV).

Os passadiços devem ter características físicas semelhantes aos encontrados no local, compondo escadas inclinadas, corrimãos e patamares, ressaltando os novos elementos em PRFV. Todos os elementos devem ser dimensionados no projeto detalhado.

Salienta-se que todos os elementos que compõem a estrutura deverão seguir o padrão de cores normativas do terminal.

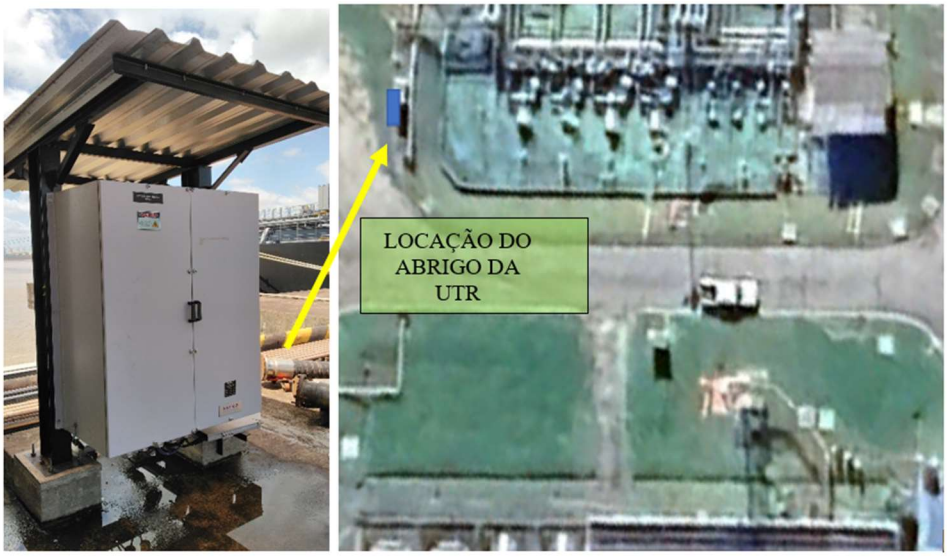
Ver documento DE-4200.02-6000-100-PTD-003.

Construção de abrigo metálico para a UTR

Com a definição da necessidade de UTR em campo, deverá ser executado um abrigo para Unidade Terminal Remota, a fim de proteger contra incidência de chuva e insolação. A cobertura metálica deve ser dimensionada considerando as dimensões mínimas para a proteção do Painel de Unidade Terminal Remota a ser fornecido.

Seguem o modelo e a locação prevista para a estrutura UTR (destaque em azul), conforme a Figura 14 abaixo.

Figura 14: À esquerda modelo de cobertura metálica para proteção de painel UTR. À direita locação do abrigo previsto em azul para instalação do painel UTR



Também deverá ser considerada toda infraestrutura de bases em concreto armado, o fornecimento de perfis metálicos laminados e telha galvanizada.

Todos os elementos devem ser dimensionados no projeto detalhado, conforme a ABNT NBR 8800 e a norma PETROBRAS N-279. Toda a estrutura metálica deverá receber tratamento e pintura conforme a N-1550 condição 2.

Ver documento DE-4200.02-6000-700-PTD-001.

Execução de envelopes de concreto para elétrica e automação

Para a alimentação e aterramento, assim como a comunicação de instrumentos das novas bombas e válvulas, o projeto prevê a necessidade de execução de infraestrutura de eletrodutos enterrados.

Os novos envelopes de concreto previstos para a alimentação e comunicação dos instrumentos encontram-se entre o encaminhamento da sala de subestação e a UTR, localizado na calçada ao lado do Parque de Bombas; e entre a UTR e a alimentação dos motores das bombas.

O projeto detalhado deverá considerar a abertura de valas e construção de envelopes de concreto armado, com a configuração de eletrodutos necessários, de acordo com a N-1996.

Onde aplicável, é previsto também a recomposição nas travessias de ruas e cobertura vegetal.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-700-PTD-001.

6.1.5. Eletricidade

Os motores elétricos M-B-4200.0201-A/B e M-B-4200.0202-A/B, localizados no Parque de Bombas, serão substituídos por motores elétricos de 200cv (002 A/B) e 400cv (001 A/B) com Grau de Proteção IP-55 (min.) e especificados para área classificada (Zona 2, IIA, T3) (mín.).

Os motores elétricos M-B-4200.0201-A/B serão alimentados via conversores de frequência CF-M-B-4200.0201-A/B, a serem fornecidos em painéis autoportantes e instalados na Subestação A/B/C.

Os motores elétricos terão sensores de temperatura RTD nos enrolamentos, resistores de aquecimento e botoeira de comando (Liga/Desliga/Emergência), que deverão ser interligados aos conversores de frequência e ao painel CCM-B1.

Também serão instalados uma UTR, na calçada ao lado do Parque de Bombas, e 4 traços elétricos nos selos das bombas B-4200.0201-A/B e B-4200.0202-A/B. Além disso, 21 válvulas motorizadas, localizadas no Parque de Bombas e na Tubovia, serão substituídas (ver Lista de Cargas).

Alimentação Elétrica e Aterramento

Os novos motores das bombas M-B-4200.0202-A/B serão alimentados pelo painel elétrico CCM-B1 (480V), gavetas G4 e H4, respectivamente, e os motores das bombas M-B-4200.0201-A/B serão alimentados através dos conversores de frequência CF-M-B-4200.0201-A/B, a partir do painel elétrico SE-B (480V), gavetas B1 e C1, respectivamente. As gavetas/proteções existentes serão aproveitadas, sendo necessário alterar os seus ajustes.

Os cabos elétricos entre os conversores de frequência CF-M-B-4200.0201-A/B e os motores M-B-4200.0201-A/B deverão possuir blindagem metálica.

Para alimentação elétrica da UTR será instalado um painel elétrico PN-FS-UPS_2 (120V / 1ϕ) na Subestação A/B/C. Esse novo painel será alimentado pela UPS_2 de 7,5kVA, que atualmente alimenta o CLP existente. O novo painel também alimentará esse CLP existente.

Para alimentação dos traços elétricos dos selos será instalado um novo painel PN-TE (220V / 2ϕ). Esse painel será alimentado pelo PL-2, que deverá ser adequado com a instalação de um disjuntor. Cada circuito deverá permitir o acionamento e desligamento do traço elétrico via supervisório.

As válvulas motorizadas, a serem substituídas, serão alimentadas pelos painéis de campo atuais CX-F-V001 e CX-F-B1/2/3 (480V). Os cabos elétricos deverão ser substituídos, aproveitando o encaminhamento atual até a chegada, onde serão substituídos os eletrodutos metálicos flexíveis e unidades seladoras.

Será lançado um cabo de aterramento 70mm² ao longo de todo o novo envelope de concreto. Todas as válvulas motorizadas, painéis elétricos e motores deverão ser aterrados, utilizando cabo cobre nu 25mm² e interligando ao cabo de aterramento existente. Para aterramento dos instrumentos serão utilizados cabos singelos de 2,5 mm².

Ver documentos: LI-4200.02-6000-700-PTD-001, DE-4200.02-6000-946-PTD-001, DE-4200.02-6900-700-PTI-002, DE-4200.02-8221-700-PTI-008, FD-4200.02-6000-712-PTD-001, FD-4200.02-6000-712-PTD-002, FD-4200.02-6000-772-PTD-001, MC-4200.02-6000-721-PTD-001 e LI-4200.02-6000-721-PTD-001

Encaminhamento Elétrico

Para viabilizar a extensão das bases dos novos conjuntos motobombas, será necessário a demolição do envelope existente, por onde passam os cabos alimentadores dos motores M-B-4200.0201-A/B e M-B-4200.0202-A/B.

Desta forma, será instalado um novo encaminhamento elétrico entre os painéis elétricos e o Parque de Bombas. Para isso, será realizada a adequação no bandejamento existente na Sala de Cabos, com o complemento até a saída para a área externa e construído um envelope de concreto (eletroduto de aço galvanizado) e caixas de passagem desde a Subestação A/B/C até a chegada nos motores elétricos, UTR e traceamentos.

As interligações com os motores elétricos e válvulas motorizadas serão realizadas através de eletrodutos metálicos flexíveis e unidades seladoras.

Será necessária a realização de furações na laje para a passagem dos cabos elétricos.

Estão previstos também eletrodutos para encaminhamento dos comandos e RTD dos motores das bombas.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-700-PTD-001 e DE-4200.02-8221-700-PTI-008.

Figura 15: Trecho do encaminhamento a ser demolido

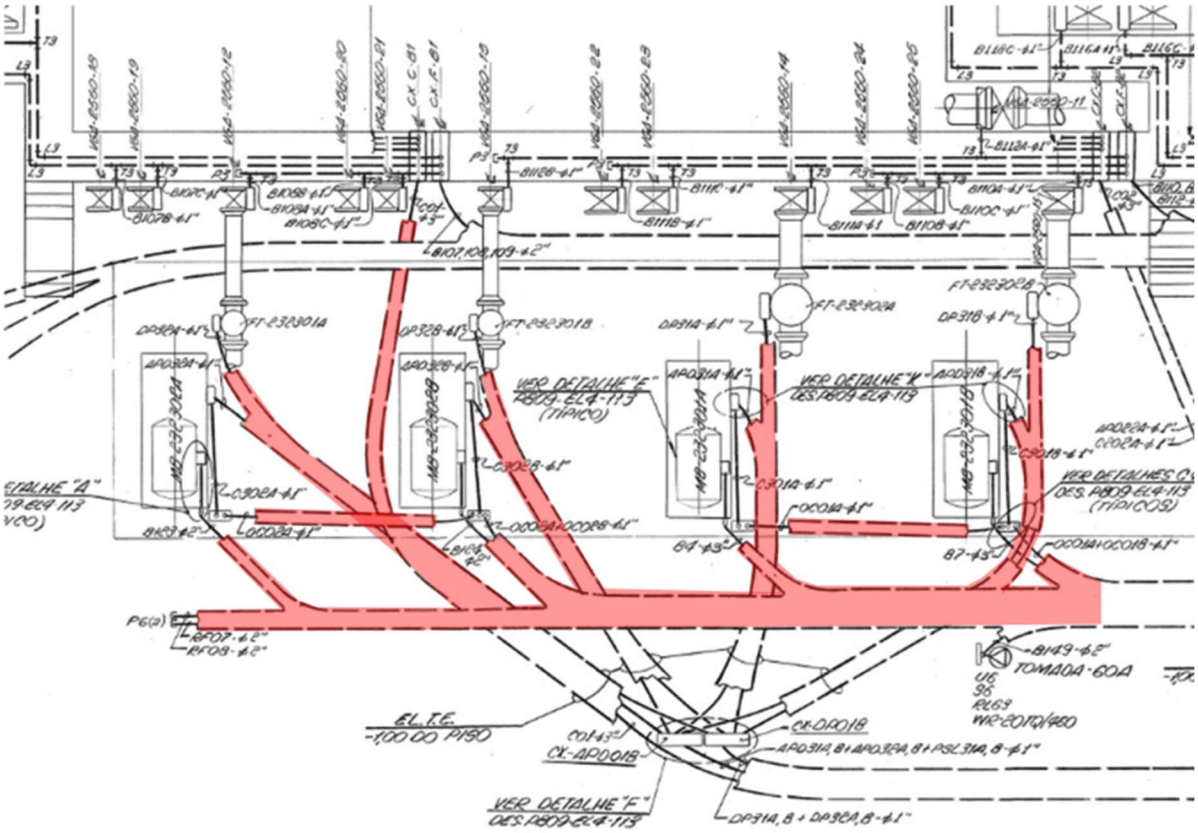


Figura 16: Rota do encaminhamento entre a subestação e o parque de bombas



Figura 17: Rota do encaminhamento no porão de cabos



Figura 18: Rota do encaminhamento no porão de cabos



6.1.6. Automação e Instrumentação

Para descrição de automação e instrumentação ver MD-4200.02-6000-800-PTD-001.

6.1.7. Segurança

Classificação de Áreas

Os produtos envolvidos no projeto, MF/VLSFO e MGO, possuem ponto de fulgor mínimo de 60°C, não possuindo capacidade de liberação de vapores em temperatura ambiente média, portanto não formam misturas inflamáveis.

No entanto, de modo a termos uma flexibilidade operacional para uma possível alteração dos produtos movimentados ou a adição de sistemas próximos que classifiquem a área, foram especificados materiais e equipamentos (motores elétricos, atuadores elétricos, painéis de campo, luminárias,...) para área classificada (Zona 2, IIA, T3, Gc).

Combate a incêndio

As substituições das bombas não requerem capacidade superior do sistema de combate a incêndio. A área é aberta e atendida por sistema fixo de água e espuma do terminal, bem como extintores portáteis.

6.2. Estações de medição

6.2.1. Processo

Descrição geral

As estações de medição têm por objetivo permitir o abastecimento simultâneo de bunker, tanto óleo combustível quanto MGO, para os píeres secundário e principal em atendimento à premissa de projeto.

Cada EMED será constituída por um único tramo de medição composto por sensores de vazão, pressão e temperatura, válvula de controle e derivações com válvulas de bloqueio para calibração.

Para o sistema de óleo combustível estão sendo previstas três EMEDs. Duas EMEDs atenderão às duas linhas do píer (F-01 e F-02) e a terceira EMED atenderá ao píer secundário. A EMED da linha F-02, porém, terá uma interligação à jusante da EMED do píer secundário. Essa interligação, bem como uma válvula de bloqueio à jusante da derivação, permitirá que seja utilizada na situação em que a EMED do píer secundário esteja inoperante (por motivo de manutenção ou outra razão). Dessa forma, na prática tem-se uma EMED “coringa” que poderá atuar como reserva. Além disso, caso ambas as EMEDs estejam indisponíveis, será possível operar ainda com a medição estática de tanque, como ocorre atualmente. Porém, nessa situação não seria possível o abastecimento simultâneo. Observa-se que as duas válvulas que permitem a interligação serão do tipo manual, com raquete instalada e lacre mecânico de controle.

A decisão pelo esquema descrito, com otimização do número de EMEDs e de tramos, tem fundamento na redução de CAPEX para melhora de EVTE (possivelmente mais sensível em caso de projetos de bunker), bem como na pouca área disponível para instalação. A simplificação também permite uma melhora do OPEX com a redução de equipamentos e instrumentos instalados a serem operados, inspecionados e manutenidos.

A EMED do píer secundário poderá ser alimentada por qualquer uma das duas linhas de óleo combustível (F-01 ou F-02), por meio do alinhamento de válvulas de bloqueio motorizadas à montante.

Para o sistema de MGO estão sendo previstas apenas duas EMEDs, sendo uma para a linha do píer principal (DS 12”) e outra para o píer secundário. Neste caso não há tramo ou EMED adicional que possa atender em caso de indisponibilidade. Se isso ocorrer, será necessário operar com medição estática de tanque, como ocorre atualmente. A razão da diferença para o sistema de óleo combustível ocorre em razão da expectativa de movimentação, que é de 8 a 10 vezes menor.

A visualização do processo na EMED e píer secundário consta no fluxograma DE-4200.02-6000-944-PTD-002.

By pass e provadores

As EMEDs das linhas do píer principal (F-01, F-02 e DS-12) possuem by pass, com objetivo de permitir o fluxo reverso que ocorre no recebimento de carga de navio para os tanques. Esta vazão é superior à vazão de abastecimento de navios e barcaças, motivo pelo qual requer diâmetro maior nas linhas.

Cada um dos sistemas (óleo combustível e MGO) terá um provador compacto fixo independente para permitir a calibração das EMEDs.

Linhas

As tubulações na região das EMEDs foram dimensionadas na MC-4200.02-6000-940-PTD-002. Para óleo combustível, o resultado foi diâmetro DN 10” para cada EMED e DN 16” para o by pass. Já no caso do MGO, o resultado foi diâmetro DN 8” para cada EMED e DN 12” no by pass. O diâmetro da linha de alimentação considerou a vazão de duas EMEDs no atendimento ao píer secundário e ao píer principal.

Medição de variáveis

Considerando a faixa de viscosidade, bem como menor espaço e baixo requisito de filtragem, selecionou-se a tecnologia de medição de vazão do tipo Coriolis. Observa-se que o instrumento de vazão neste caso coincide com o de densidade, isto é, um instrumento mede ambas as variáveis. A título de dimensionamento preliminar, o documento MC-4200.02-6000-940-PTD-004 selecionou um diâmetro DN 10” para óleo combustível e DN 6” para MGO. A velocidade para MGO é mais altas do que aquela dita econômica para a tubulação, com objetivo de otimização do instrumento (comum para Coriolis).

Foram elaboradas folhas de dados de processo para medição de:

- Vazão (implícita densidade): FD-4200.02-6000-940-PTD-005
- Temperatura: FD-4200.02-6000-940-PTD-006
- Pressão: FD-4200.02-6000-940-PTD-007

Os requisitos de processo para a EMED e provadores constam na ET-4200.02-6000-27D-PTD-001.

Controle de vazão

Cada EMED terá uma válvula de controle de vazão com o objetivo de permitir o controle de vazão para escoamento por gravidade, além de controle de vazão na situação de envio de produto por uma mesma linha (F-01 ou F-02) para píer principal simultâneo com píer secundário. Nesse último caso, a necessidade advém do desequilíbrio ocasionado pelas perdas dinâmicas entre EMEDs e pontos de consumo (píer secundário e píer principal). Apesar do píer secundário estar mais perto, apresenta a maior perda de pressão dinâmica em razão da restrição de diâmetro na passagem da canaleta deste píer. Dessa forma, a válvula de controle que irá atuar será, neste caso, somente a válvula do píer principal caso seja necessário limitar a vazão para não ultrapassar a máxima indicada em cada EMED.

Observa-se que, em hipótese alguma, a válvula deverá ser utilizada para o controle de vazão da(s) bomba(s), uma vez que são do tipo volumétricas e o resultado seria a pressurização das linhas. Dessa forma, quando as bombas estiverem sendo utilizadas, as válvulas de controle das EMEDs não deverão ser comandadas de forma simultânea para limitação de vazão. De fato, o controle de vazão total deve ocorrer pelas bombas, por meio de inversor de frequência, tendo as válvulas de controle papel no ajuste da vazão que irá para cada ponto de consumo. Observa-se, ainda, que numa hipótese de pressurização, haveria a abertura das válvulas de alívio das bombas.

Os dados de processo das válvulas de controle constam na FD-4200.02-6000-940-PTD-004.

Válvulas de bloqueio

As válvulas de bloqueio do by pass e de direcionamento aos provadores serão de alta estanqueidade (DIB) e com possibilidade de inspeção de vazamento em sede. Terão atuadores elétricos com interligação ao computador de vazão, o que permite o controle e monitoramento para garantir que nenhum fluxo ocorra fora da EMED, seja pelo by pass de

fluxo reverso ou pelo provador. Foi elaborada folha de dados de processo para as válvulas de bloqueio motorizadas (FD-4200.02-6000-940-PTD-002).

Nas extremidades de cada EMED, prevista para ser fornecida em skid, foram previstas válvulas de bloqueio tipo gaveta com anéis espaçadores. A finalidade é permitir a isolação segura para manutenção por meio da instalação de raquetes no lugar dos anéis espaçadores, mediante fechamento das válvulas e drenagem do sistema. Observa-se que não foi incluído sistema de drenagem em circuito fechado em razão da ausência de sump tank local. Desta forma, as drenagens para manutenção deverão ser realizadas com o auxílio de caminhão-vácuo. Para as válvulas de bloqueio manuais não há folha de dados de processo.

Filtro

Tanto o óleo combustível quando o MGO são produtos em tese ausentes de particulados. As superfícies de tubulação e equipamentos contribuem com particulados produtos de corrosão, que são da ordem de até uma ou duas centenas de micrometros para esses produtos. O tamanho e quantidade destes particulados não são importantes para ocasionar problemas em equipamentos e tubulações. Porém, eventualmente, poderão ocorrer a presença de algum precipitado ou inorgânico que tenha adentrado o sistema. Por essa razão, é boa prática a presença de filtro instalado em ponto que permita a proteção do equipamento à jusante, quando este assim o requerer. Ressalta-se que filtros não são elementos desejados no processo, e deve-se evitá-los quando não são efetivamente requeridos por representarem custos adicionais de CAPEX e OPEX.

O produto que passará pelas EMEDs virá dos tanques de armazenamento e passarão por filtros antes das bombas, o que impedirão a presença de partículas maiores do que 1/2" no caso do óleo combustível (abertura do maior filtro das bombas). Porém, no caso de escoamento por gravidade, o produto não irá passar pelos filtros. Dessa forma, por uma boa prática, foi previsto um filtro chapéu de bruxa para ser instalado em spool nas linhas à montante das EMEDs. No caso de óleo combustível, devem ter orifícios de 3/8”, e para MGO orifícios de 1/4". Com uma área aberta de 200% da seção do tubo, não irão impor perda de carga relevante mesmo com 50% de sua área indisponível. Ressalta-se que, dada a experiência deste e de outros terminais, não se espera a necessidade de limpeza frequente. Por esta razão, associada à espaço restrito, não foi previsto um filtro com corpo convencional. Recomenda-se uma inspeção e limpeza anual, sendo ampliada de acordo com o nível de sujidade encontrada na abertura. Além disso, observa-se que será possível identificar indiretamente o aumento do entupimento parcial por meio do aumento de pressão na saída da bomba, que ocorre para se manter uma vazão fixa em bombas volumétricas.

Os filtros previstos não possuem direção única e permitem o fluxo reverso. No caso de descarregamento de navios, a expectativa é ter pouco particulado, em razão da própria necessidade de proteção das bombas dos navios. Isto, associado à baixa frequência desta operação, resultam na expectativa de que eventuais partículas retidas não ocasionem problemas nas EMEDs. Esta é a maior preocupação com a posição selecionada para os filtros.

A EMED, por sua vez, foi especificada para ser capaz de lidar com particulados. O medidor de vazão selecionado foi o Coriolis, que não requer filtro. Em consulta ao fabricante Emerson, foi informado que é utilizado inclusive em algumas aplicações de outras indústrias para medição indireta de particulados. Isto é, apresenta excelente desempenho mesmo na presença de particulados.

O outro elemento que apresenta preocupação, na situação de particulados eventuais, é a válvula de controle. Estas não foram dimensionadas neste projeto, e serão realizadas pelo detalhamento com base na folha de dados de processo (FD-4200.02-6000-940-PTD-004). A expectativa é que sejam de um único estágio sem internos anticavitantes, o que é compatível com particulados da ordem esperada.

Na etapa de especificação detalhada e fornecimento dos provadores, deverá ser verificada a compatibilidade e necessidade de eventual filtro adicional para estes. Esta não é a expectativa, mas caso ocorra, será necessário prever mais um filtro em spool na linha que se direciona ao provador.

Válvulas de alívio

Para linhas com extremidades bloqueadas por válvulas, a proteção contra sobrepressão por expansão térmica é realizada por meio de válvula de alívio de pequena dimensão. O "design by rule" define orifício tipo D. Porém, em linhas com grandes volumes, deve-se verificar a capacidade em relação à máxima taxa de expansão. O documento MC-4200.02-6000-940-PTD-003 calculou a vazão requerida e dimensionou as válvulas, bem como as linhas de entrada e saída. Observa-se que o sistema de alívio está em cascata, com necessidade de válvulas balanceadas e que a pressão à jusante esteja limitada à 50%. Como resultado, foi identificada a necessidade de substituir válvulas de alívio existentes, que não estavam em conformidade com a filosofia protetiva. Uma visualização geral do esquema de proteção consta na Figura 19 e Figura 20. A seguir as informações gerais resultantes do dimensionamento:

Óleo combustível

- By pass de válvulas na EMED: válvulas balanceadas 1E2 set 10 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN 1" e saída DN 2";
- Alívio das linhas F-01/F-02 para tanque C-02: válvulas balanceadas 1 ½ G3 set 4 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN 1 ½" e saída DN 3";
- By pass da válvula pé de tanque: válvulas balanceadas 2J3 set 2,0 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN 2" e saída DN 3".

MGO

- By pass de válvula na EMED: válvulas balanceadas ¾D1 set 10 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN ¾" e saída DN 1";
- Alívio da linha DN 12" para tanque D-03: válvula balanceada ¾D1 set 4 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN ¾" e saída DN 1";
- By pass da válvula pé de tanque: válvulas balanceadas ¾D1 set 2 kgf/cm² conexões classe 150 com tubulação de entrada DN ¾" e saída DN 1".

Os dados de processo das válvulas de alívio constam na FD-4200.02-6000-940-PTD-003. Cabe observar que as atuais válvulas de bloqueio na entrada do píer deverão permanecer na condição aberta, dado que não possuem válvula de alívio em by pass. Já as novas válvulas de bloqueio poderão permanecer fechadas na condição de fluxo estático, dado que possuirão PSVs de by pass.

Figura 19: Localização dos bloqueios que requerem válvulas de alívio de by pass do sistema de óleo combustível e respectivas pressões de ajuste

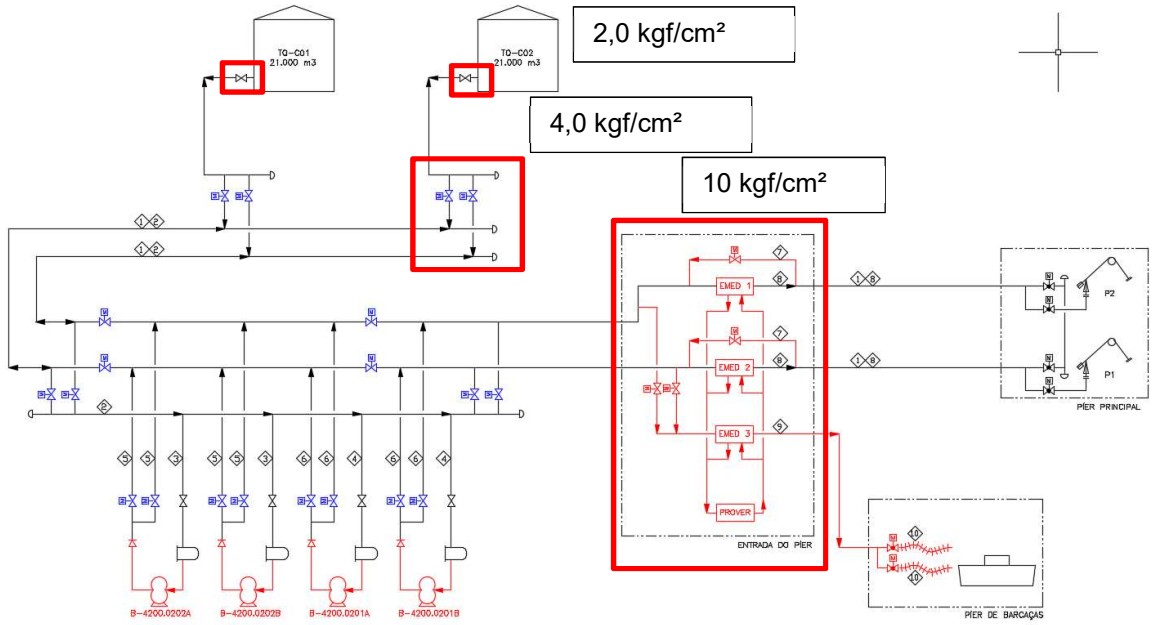
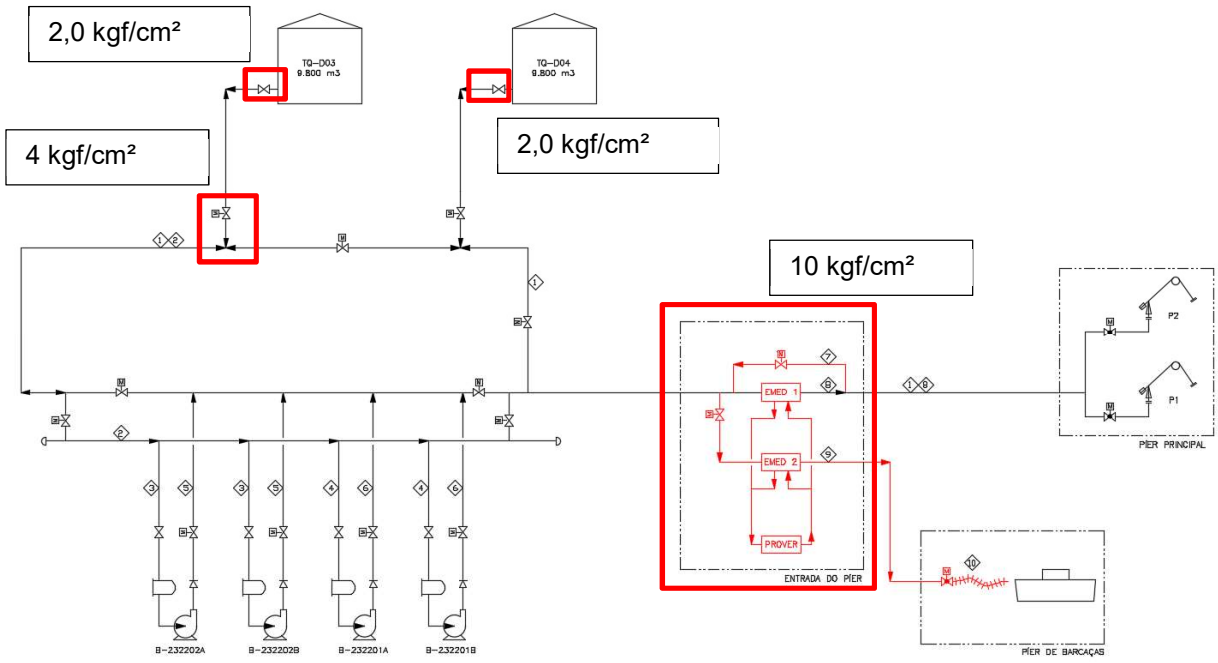


Figura 20: Localização dos bloqueios que requerem válvulas de alívio de by pass do sistema de MGO e respectivas pressões de ajuste



6.2.2. Mecânica

Não há equipamentos mecânicos a serem instalados na região das EMEDs.

6.2.3. Tubulação

O arranjo das tubulações nesta região consta nos desenhos DE-4200.02-6000-200-PTD-002 e 003. Da área disponível, localizada entre a tubovia e a entrada de acesso aos píeres, utilizou-se cerca de 2/3. O restante manteve-se em razão da necessidade do terminal locar bombas de drenagem provisórias para manutenção de linhas. A Figura 21 apresenta a localização geral das novas EMEDs, na lateral esquerda da entrada de acesso aos píeres. A Figura 22 apresentam duas fotos tiradas em posições opostas demonstrando a área a ser ocupada.

Figura 21: Posição das novas EMEDs

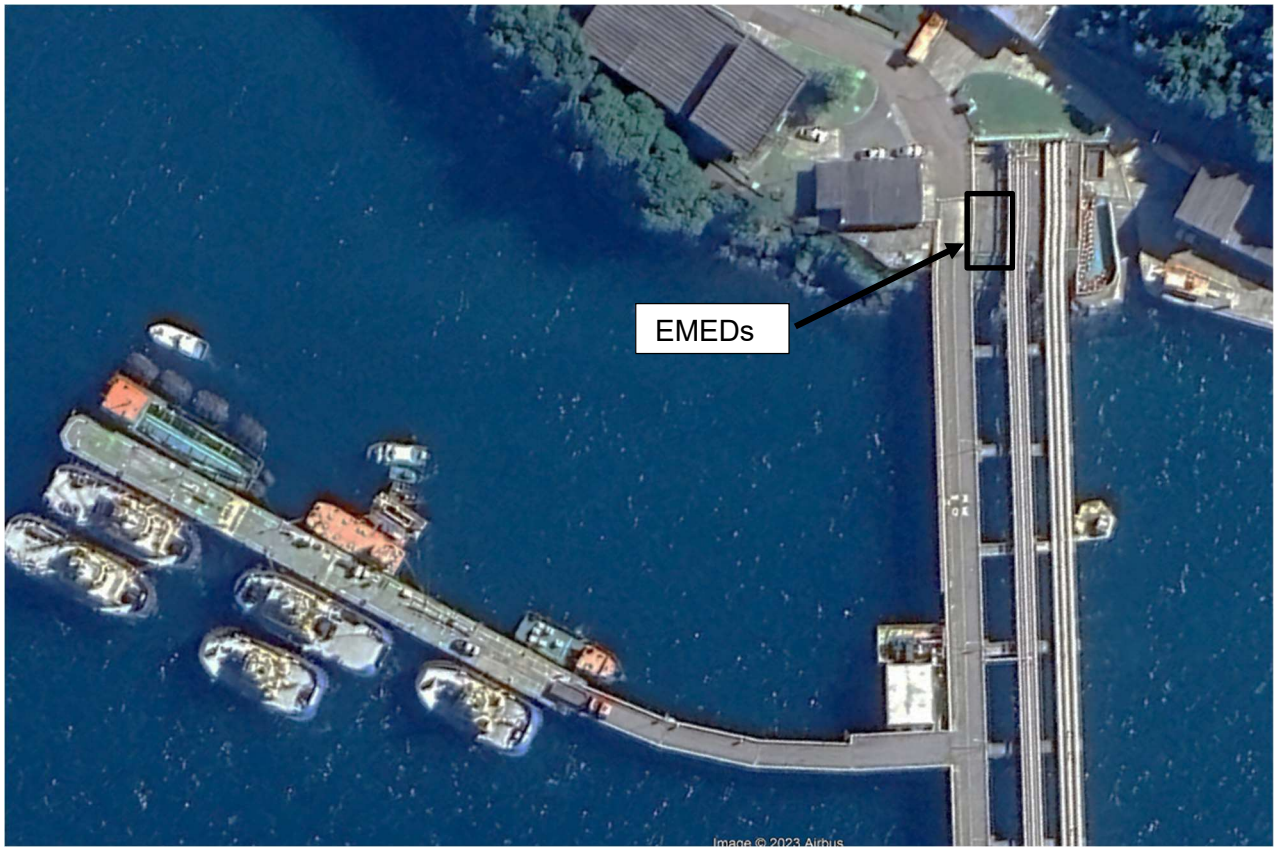


Figura 22: Visualização da área das EMEDs



As tubulações previstas são para a interligação das derivações das linhas F-01, F-02 e DS-12 com os skids das EMEDs de óleo combustível e MGO. Também há linhas de interligação entre os skids e os provadores, e as linhas novas que seguem para o píer secundário.

Está prevista a desmontagem de três trechos de tubulações, sendo um na linha F-01 (DN 20”), outro na linha F-02 (DN 20”) e o terceiro na linha DS-12 (DN 12”). De um lado de cada trecho há um flange de conexão às válvulas, e do outro haverá necessidade de corte à frio. O peso estimado dos trechos a serem desmontados é de 2900 kgf.

Os trechos desmontados serão substituídos por novas linhas com derivações e uma válvula de bloqueio em cada linha, que atendem ao propósito de by pass (fluxo reverso). Essas válvulas serão do tipo macho sapata retrátil, e estão especificadas na FD-4200.02-6000-220-PTD-003.

Antes da entrada da EMED que segue para o píer secundário há duas válvulas gaveta motorizadas (XV-070 e XV-071), que atendem ao propósito de alinhar fluxo da linha F-01 ou F-02. Essas válvulas estão especificadas na FD-4200.02-6000-220-PTD-001.

Na saída da EMED que segue para a linha F-02, há uma derivação interligando com a saída da EMED que segue para o píer secundário, com uma válvula de bloqueio manual (VGA-083). Após a derivação há ainda uma outra válvula de bloqueio (VGA-082), que permite o uso da EMED da linha F-02 para o píer secundário, quando a EMED normal estiver por alguma razão indisponível. Na derivação há instalação de uma raquete, e na válvula da linha F-02 um anel espaçador. Essa operação requer a inversão do anel espaçador com a raquete. Além disso, essas válvulas devem estar com lacre mecânico para controle. Essas válvulas não possuem folha de dados específica por serem padronizadas pela N-76. Sua descrição consta na lista de materiais de tubulação (LI-4200.02-6000-200-PTD-001).

Os suportes que foram previstos para tubulação estão listados na LI-4200.02-6000-293-PTD-001, com indicação de suporte padrão da norma Petrobras N-1758 ou de suporte especial. Para os suportes padrão da norma o desenho e especificação dos materiais consta na própria norma. Observa-se que os tipos de suporte e respectivos materiais são preliminares e necessitam de confirmação mediante análise de flexibilidade a ser realizada no projeto detalhado.

O projeto detalhado deverá realizar os devidos ajustes necessários, especialmente em relação ao tamanho e posição de conexão dos provadores e skids das EMEDs.

O projeto básico considerou um arranjo que permitisse o acesso ergonômico à todas as válvulas, o que requereu a adição de algumas passarelas metálicas. Para uma posição adequada do acesso aos atuadores e volantes, para as válvulas XV-050, XV-051, XV-052 e XV-071, foram previstas haste de extensão.

Foram previstas válvulas de alívio no by pass das três válvulas de bloqueio para proteção contra sobrepressão das linhas que seguem para o píer principal. Há ainda válvulas de alívio das duas linhas que seguem para o píer secundário e das duas linhas isoladas dos provadores. As válvulas de alívio foram especificadas na FD-4200.02-6000-841-PTD-001.

Para as linhas de jusante das PSVs, não foi previsto suporte na planta de tubulação por serem de pequeno diâmetro.

Cabe ressaltar que foi considerado que o provador não apresenta restrição de fluxo entre montante e jusante, o que deverá ser confirmado no projeto detalhado com o fornecedor do provador efetivamente fornecido. Este é o motivo pelo qual foi prevista apenas uma PSV à jusante do provador.

Todos os componentes das EMEDs, incluindo válvulas e instrumentos, não foram especificados pela disciplina de tubulação por serem escopo do fornecedor. Apesar disso, uma previsão do arranjo foi feita no DE-4200.02-6000-200-PTD-002, que serviu de insumo para os requisitos dimensionais dos skids que estão incluídos na especificação técnica das EMEDs. Além disso, o fluxograma de engenharia apresenta requisitos de diâmetro e spec de tubulação e do tipo de válvulas e instrumentos.

O esquema de pintura previsto decorre de ambiente de alta agressividade, especialmente em razão da salinidade marinha. Para a tubulação foi prevista a condição 3 da norma Petrobras N-442, e para suportes de tubulação a condição 2 da norma Petrobras N-1550.

6.2.4. Civil

As intervenções relacionadas a disciplina de civil previstas para a área das estações de medição são:

- Construção de bases de equipamentos e tubulações
- Construção de passadiços para acesso a válvulas
- Construção de bacias de contenção para válvulas e equipamentos
- Execução de envelopes de concreto armado para elétrica e instrumentação
- Adequação do revestimento do piso em torno da área da estação de medição

Construção de bases e dormentes para equipamentos e suportes da tubulação

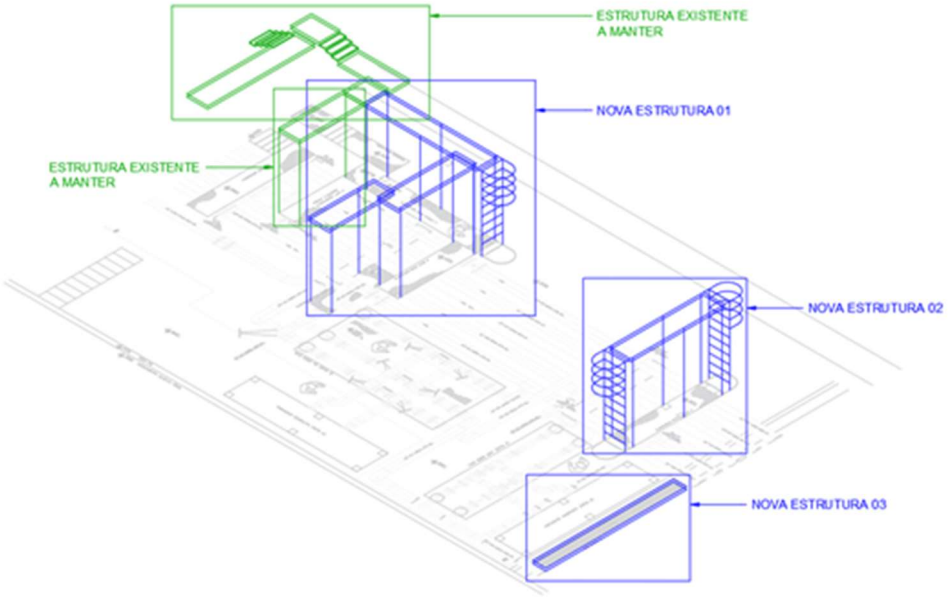
Para a construção das novas bases para recebimento das EMEDs e provadores, o projeto prevê fundações rasas do tipo radier em concreto armado. O projeto detalhado deverá dimensionar chumbadores conforme as especificações e recomendações dos fornecedores dos skids, seguindo todas as orientações da N-134. Deverá ser construído também, os blocos de concreto armado para assentamento dos suportes de tubulação e fundação dos passadiços metálicos necessários. Eventuais partes expostas de insertos metálicos deverão receber tratamento anticorrosivo e pintura conforme N-1550 condição 2.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-100-PTD-001 e MC-4200.02-6000-100-PTD-001.

Construção de passadiços para acesso a válvulas

Para os acessos de válvulas, serão necessárias construção de novas estruturas de passadiços em perfis pultrudados compostos por perfis laminados e grelha, permitindo as facilidades operacionais e de manutenção, conforme Figura 23 abaixo.

Figura 23: Esquema isométrico das estruturas existentes a manter e a novos trechos a construir



O destaque em verde, demostra os acessos existentes que deverão ser mantidos no projeto. Como não foram previstas modificações nessas estruturas existentes, cabe ao projeto detalhado, avaliar seus elementos e estado de conservação.

Em azul, o projeto propõe 02 novas estruturas de acesso a válvulas e equipamentos. Na estrutura 01 e 02, deverão ser construídos passadiços interligando a estrutura existente para as novas válvulas, possibilitando também o trânsito acima da tubulação. Os passadiços devem ser compostos por perfis laminados e grelha de piso. A estrutura 3 será construída em material pultrudado (PRFV), sendo essa apoiada diretamente em radier para recebimento de futuro provador. Para acesso entre os passadiços serão instaladas três escadas tipo marinheiro em PRFV.

Os passadiços devem ter características físicas semelhantes aos encontrados no local, compondo escadas inclinadas, corrimãos e patamares, ressaltando os novos elementos em PRFV.

Todos os elementos de ligação devem ser dimensionados no projeto detalhado. Para os chumbadores considerar a norma N-134.

Salienta-se que todos os elementos que compõem a estrutura deverão seguir o padrão de cores normativas do terminal.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-100-PTD-001 e MC-4200.02-6000-100-PTD-001.

Construção de bacias de contenção para válvulas e equipamentos

Para a contenção de possíveis vazamentos nas áreas circundadas de válvulas e instrumentos do sistema de medição deverão ser previstos a construção de bacias de contenção em concreto armado. Os pisos e muretas deverão ser estanques e o mecanismo de impermeabilização escolhido deverá ser resistente às ações por hidrocarbonetos. Todas as bacias de contenção devem estar em conformidades com a N-38.

Em todas as bacias para esgotamento de contribuição pluvial deverão ser consideradas válvulas tipo gaveta mantidas sempre na posição fechada. Em caso de pequenos vazamentos, deverá ser considerada a limpeza do local com a retirada do material contaminado e destinado ao local definido pelo Plano de Gestão de Resíduos do terminal.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-131-PTD-001.

Execução de envelopes de concreto armado para elétrica e instrumentação

Para alimentação e comunicação dos instrumentos será necessária a construção de infraestrutura de eletrodutos enterrados. Os novos envelopes de concreto previstos encontram-se entre a sala conhecida como sala da receita federal e a área das EMEDs. O encaminhamento prevê o envelope cruzando a pista de acesso aos píeres, antes da cancela.

O projeto detalhado deverá considerar a abertura de valas e construção de envelopes de concreto armado, com a configuração de eletrodutos necessários, de acordo com a N-1996.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-700-PTD-002.

Adequação do revestimento do piso em torno da área da estação de medição

Adequação do revestimento do piso em torno da área da estação de medição, com aplicação de novo contrapiso, o objetivo é atender pequenos ajustes de nivelamento/caimento em áreas de interferências com as novas bases e bacias de contenções previstas no projeto com aditivo impermeabilizante, e acabamento desempenado e pintura, conforme demandado pelo novo layout.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-100-PTD-001 e DE-4200.02-6000-131-PTD-001.

6.2.5. Eletricidade

As estações de medição serão fornecidas em 4 Skids. As EMEDs A e B contarão com painéis elétricos para alimentação das válvulas motorizadas, computadores de vazão e medidores de vazão, e os provers A e B contarão com painéis elétricos para alimentação dos provadores. Os computadores e medidores de vazão deverão ser alimentados em fonte segura.

Adicionalmente, serão instaladas 5 válvulas motorizadas e sistema de iluminação, que não farão parte do fornecimento dos skids.

Alimentação Elétrica e Aterramento

Será instalado um novo painel elétrico PN-SKID_EMED para alimentação dos painéis elétricos dos 4 Skids, a serem fornecido pelo fornecedor do SKID. O PN-SKID_EMED será alimentado pelo painel elétrico CCM-4 (480V), localizado na Plataforma do SCI. O painel elétrico PN-SKID_EMED também alimentará 5 válvulas motorizadas que ficarão fora dos skids. A gaveta reserva do CCM-4 deverá ser adequada, com a instalação das proteções e acessórios necessários.

Para alimentação dos 5 Computadores de Vazão e 5 Medidores de Vazão, será instalado um novo painel de distribuição PN-FS-NB (220V / 2Ø) na Sala de Painéis do Prédio da Receita, a ser alimentado pelo No Break de 7,5kVA, que atualmente alimenta o CLP existente no Prédio da Receita. O novo painel também alimentará esse CLP existente.

O Sistema de Iluminação das Estações de Medição será alimentado do painel elétrico PN-8223001, através de um disjuntor bifásico 6A, a ser instalado.

Será lançado um cabo de aterramento 70mm² ao longo de todo o novo encaminhamento. Todas as válvulas motorizadas, painéis elétricos, skids e plataformas deverão ser aterrados, utilizando cabo cobre nu 25mm² e interligando ao cabo de aterramento 70mm². Para aterramento dos instrumentos serão utilizados cabos singelos 2,5 mm².

Ver documentos: LI-4200.02-6000-700-PTD-001, DE-4200.02-6000-946-PTD-002, MC-4200.02-6000-721-PTD-001 e LI-4200.02-6000-721-PTD-001.

Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação será composto por 9 luminárias LED instaladas em postes tipo goose neck nas plataformas e 2 luminárias LED com alça de fixação instaladas na parede.

Os skids A e B e provadores A e B contarão com um sistema de iluminação em cada conjunto, a ser fornecido pelo fornecedor.

A quantidade e potência das luminárias dos postes goose neck são estimadas e deverão ser confirmadas no Projeto Detalhado, com a elaboração da Memória de Cálculo de Iluminação.

Ver documento: DE-4200.02-6000-700-PTD-003.

Encaminhamento Elétrico

O encaminhamento entre o CCM-4 e PN-SKID_EMED será realizado através de eletrodutos de alumínio aparentes, aproveitando o suporte metálico dos novos dutos de produtos. O encaminhamento elétrico dentro dos 4 skids é de responsabilidade do fornecedor.

O encaminhamento elétrico entre os painéis elétricos PN-FS-NB e PN-8223001 e os Computadores e Medidores de Vazão e Sistema de Iluminação será realizado através de eletrodutos de alumínio aparentes dentro da Sala de Painéis. A partir do Prédio do Receita será realizado através de envelope de concreto (eletroduto de aço galvanizado) na travessia de rua e eletrodutos de alumínio aparentes nos demais trechos.

As interligações com as válvulas motorizadas, provadores e medidores de vazão serão realizadas através de eletrodutos metálicos flexíveis e unidades seladoras.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-700-PTD-002 e DE-4200.02-6000-700-PTD-003.

6.2.6. Automação e Instrumentação

Para descrição de automação e instrumentação ver MD-4200.02-6000-800-PTD-001.

6.2.7. Segurança

Classificação de Áreas

Os produtos envolvidos no projeto, MF/VLSFO e MGO, possuem ponto de fulgor mínimo de 60°C, não possuindo capacidade de liberação de vapores em temperatura ambiente média, portanto não formam misturas inflamáveis.

No entanto, de modo a termos uma flexibilidade operacional para uma possível alteração dos produtos movimentados ou a adição de sistemas próximos que classifiquem a área, foram especificados materiais e equipamentos (motores elétricos, atuadores elétricos, painéis de campo, luminárias,...) para área classificada (Zona 2, IIA, T3, Gc).

Sistema de combate a incêndio

Conforme N-1203, para áreas de estações de medição sem tancagem, é requerido uma vazão de água de 4.000 litros por minuto. Conforme o item 6.2.4 desta norma, para cada saída DN 2.1/2” de hidrante padronizado pela N-111 estima-se vazão de 1000 L/min. Assim, há necessidade de pelo menos um hidrante com quatro saídas. Conforme Figura 24, há dois hidrantes (H-234 e H-007) num raio de 10 m da área das EMEDs que totalizam seis saídas. Próximo ao H-234 há ainda um Abrigo de Mangueira de Incêndio. Dessa forma, o sistema fixo do terminal já supre a demanda e protege adequadamente o local.

Figura 24: Hidrantes próximos da área das EMEDs





6.3. Píer secundário

6.3.1. Processo

Linhas

As tubulações que seguem para o píer secundário foram dimensionadas na MC-4200.02-6000-940-PTD-002. Para óleo combustível, o resultado foi diâmetro DN 12”, e no caso do MGO resultado foi diâmetro DN 8”. Porém, em razão de restrição na passagem das tubulações na canaleta do píer secundário, nesses trechos o diâmetro foi reduzido para DN 8” para óleo combustível e DN 6” para MGO.

Os mangotes são DN 6” para ambos os produtos, sendo uma linha para MGO e duas linhas para óleo combustível. Essa previsão decorre da conexão de carga de barcaças deste porte, que normalmente não admitem uma vazão muito elevada. Considerou-se que 300 m³/h era razoável, e permitiria diâmetro de mangote com menos dificuldade para manuseio.

Válvulas de bloqueio

No píer secundário há uma válvula de bloqueio motorizada com alta estanqueidade (DIB) para cada uma das linhas de MGO e óleo combustível. Além disso, fez-se a previsão de sensor de pressão à montante e manômetro à jusante desta válvula.

O tempo de atuação foi especificado de forma a se ter uma atuação relativamente mais rápida do que a convencional, mas ao mesmo tempo segura em termos de pressão transiente.

Nesse trecho do manifold de operações, há ainda uma válvula de bloqueio simples com anel espaçador, que permite a isolação do trecho para manutenção.

Seleção de bombas

Para a drenagem dos mangotes, fez-se a previsão de uma bomba de drenagem para cada produto, permitindo a sucção à jusante da válvula de bloqueio ou da caixa de contenção oleosa sob os flanges e retornando para a própria linha à montante da válvula de bloqueio. As bombas possuem interligação entre si, de forma que na indisponibilidade de uma bomba, a outra poderá ser utilizada.

As bombas de drenagem são do tipo volumétrica e possuem vazão de 5 m³/h, permitindo a drenagem de três linhas de 30 m de mangotes DN 6” em, no máximo, 10 minutos. As linhas de drenagem foram dimensionadas com diâmetro DN 2”, para funcionamento adequado mesmo com elevada viscosidade do produto.

Válvulas de alívio

O documento MC-4200.02-6000-940-PTD-003 dimensionou a válvula de alívio e diâmetro das linhas para as bombas de drenagem. Como resultado, tem-se:

- Válvula convencional 1E2 set 10 kgf/cm² conexões classe 150 e linhas de entrada e saída DN 2”.

Para estas válvulas não há necessidade de bloqueio específico, dado já existir a previsão de bloqueio à montante e jusante do sistema bomba/PSV. O projeto considerou desta forma por razão de simplicidade.

6.3.2. Mecânica

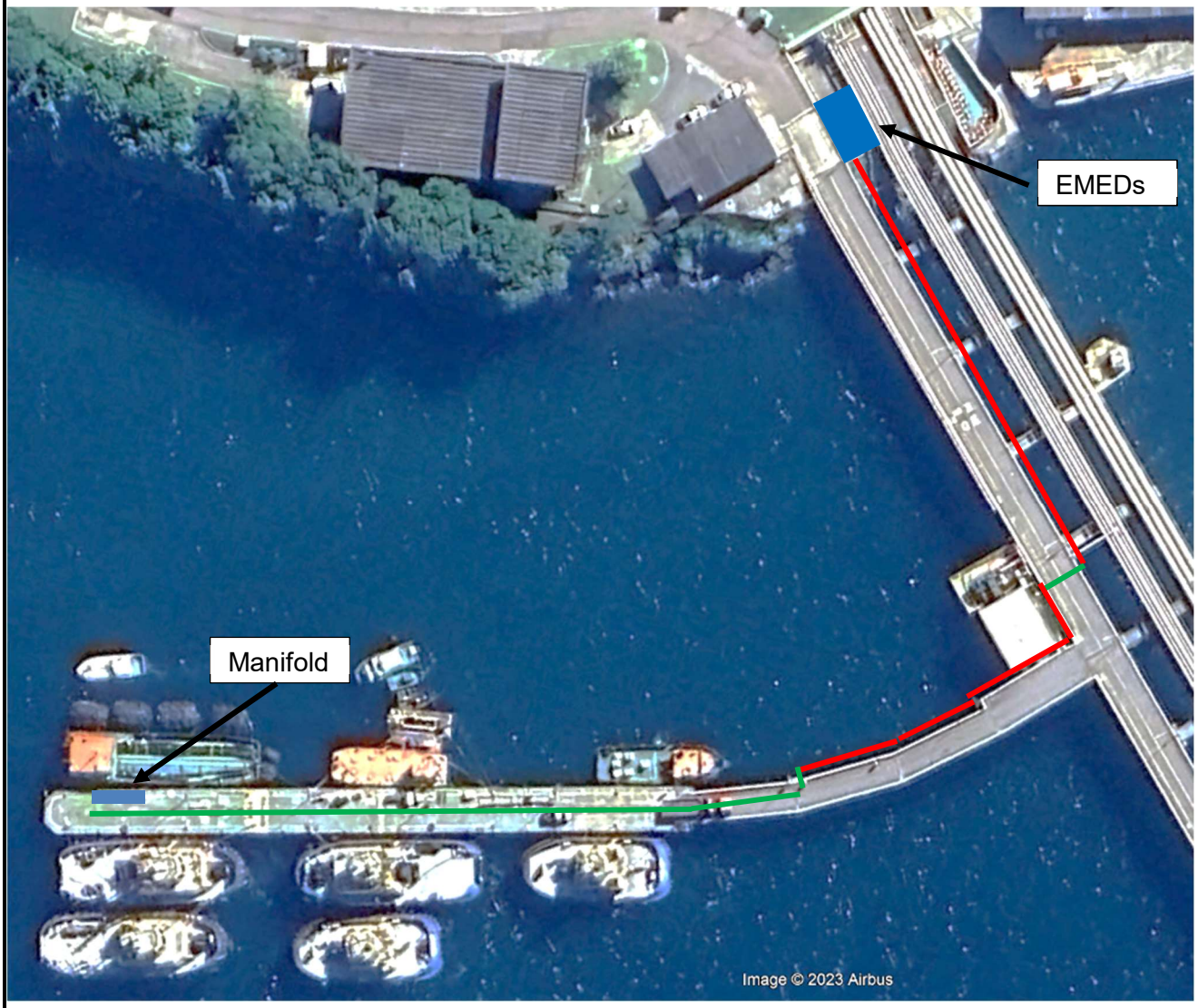
Em relação a equipamentos, foram previstos os seguintes equipamentos:

- Duas (02) bombas de drenagem de mangote volumétricas (rotativas) conforme especificação no documento FD-4200.02-6000-313-003 (B-4200.0203A/B). No projeto, como referência, foi utilizada uma bomba com cavidade progressiva. Porém, não se definiu o tipo da bomba rotativa na folha de dados, permitindo flexibilidade na escolha final em razão de ter baixa criticidade (baixa vazão, uso pouco frequente e objetivo simples). Dado o tamanho, não foi previsto folha de dados para o motor. A requisição de compras contempla bomba, motor, acoplamento e suporte (documento RM-4200.02-6000-313-PTD-002).
- Dois (02) braços giratórios para içamento e movimentação de mangotes no píer secundário conforme FD-4200.02-6000-631-PTD-001. Estes braços serão elétricos para movimento de translação, rotação e elevação. Terão carga máxima de trabalho de 1,0 tf e alcance de 1,0 m a 5,0 m. A limitação do alcance se dá para não ser possível a projeção do braço para fora do píer, o que poderia gerar colisão com as embarcações. A altura de elevação útil foi prevista para 3,0 m. Permitirão não somente a retirada de mangotes que sejam trazidos ao píer por caminhões, como também auxiliar no desfile dos mangotes. A posição e alcance dos braços pode ser observada no DE-4200.02-6000-200-PTD-006. Observa-se que o içamento e conexão no manifold da barcaça deverá ser feito por meio de guindaste desta.
- Seis (06) veículos manuais para mangotes DN 6” conforme ET-4200.02-6000-627-PTD-001. Estes veículos permitirão a movimentação dos mangotes no píer secundário, bem como evitarão a necessidade de que os mangotes sejam necessariamente desfilados sobre o piso do píer.
- Pelo menos 70 metros de barreiras fixas de contenção de óleo no mar conforme DE-4200.02-6000-967-PTD-001. Estas barreiras serão instaladas sob a extremidade do berço e evitará a passagem de óleo vazado para fora da contenção, considerando que a maré mínima está abaixo do costado do píer secundário.
- Pelo menos 90 metros de barreiras móveis de contenção, de óleo no mar, inclusive pontos de fixação, conforme DE-4200.02-6000-967-PTD-001. Esta barreira, a ser instalada para cada operação, deve abraçar a barcaça e conter eventual vazamento.
- Três (03) conjuntos de içamento manual para mangote com trole, talha e cinta tipo sling com capacidade de carga de 500 kgf e adequado à operação conforme esquema no DE-4200.02-6000-200-PTD-007. Estes conjuntos de içamento permitirão a conexão dos mangotes com o manifold do píer secundário e suporte ao mangote quando estiver conectado para reduzir cargas sobre o flange. Deve ter trava para condição estática e ter resistência à corrosão para ambiente marinho. Para cada conjunto uma cinta tipo sling reserva deverá ser fornecida. As cintas devem ser compatíveis com os mangotes fornecidos, conforme FD-4200.02-6000-292-PTD-001. O trole deve ser compatível com o trilho apresentado no DE-4200.02-6000-100-PTD-002.

6.3.3. Tubulação

O projeto de tubulação, desde a saída das EMEDs até o píer secundário, consta nos desenhos DE-4200.02-6000-200-PTD-004, 005, 006 e 007. Uma visualização geral do alinhamento pode ser observada na Figura 25, onde é possível observar os trechos em que a tubulação passará lateralmente ou sob as estruturas de acesso aos píeres.

Figura 25: Encaminhamento geral entre EMEDs e píer secundário. Em vermelho trechos visíveis e em verde trechos que passam em canaleta ou sob ponte.



A partir das EMEDs, as tubulações DN 12” e DN 8” seguirão por suportes fixados na lateral da estrutura da ponte de acesso. Irão cruzar sob a ponte paralelo à tubulação de combate a incêndio (ver Figura 26 e Figura 27). Deve-se observar que o projeto básico não detalhou a interferência com as escadas marinheiro. Caso não seja possível alinhar a tubulação afastado o suficiente da estrutura de concreto de forma a permitir o acesso de pessoas, tal como previsto no alinhamento retilíneo do projeto básico, as escadas tipo marinheiro precisarão ser deslocadas para trás, com adição de estrutura metálica.

Na região da plataforma do sistema de combate a incêndio, as tubulações seguem paralelo às estruturas, passando sob a escada de acesso (ver Figura 28).

Figura 26: Encaminhamento das tubulações na saída das EMEDs

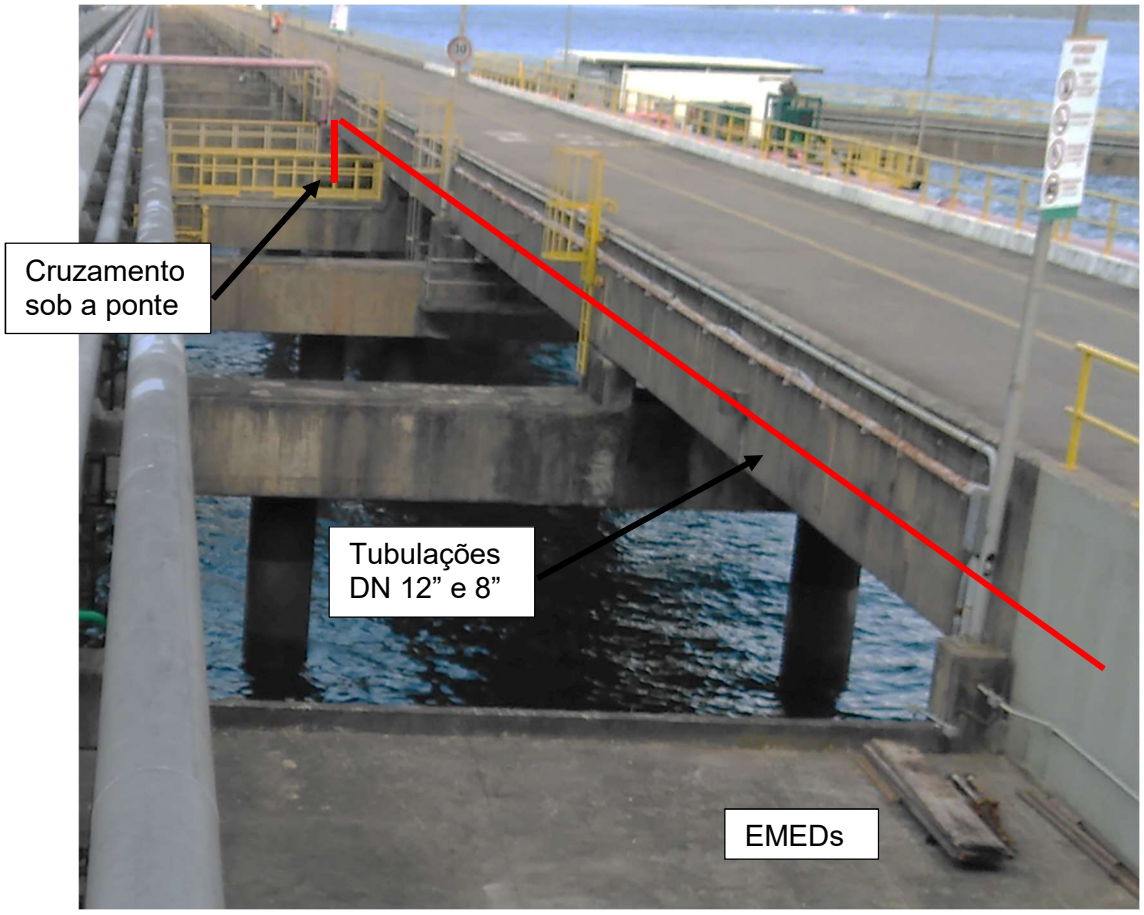
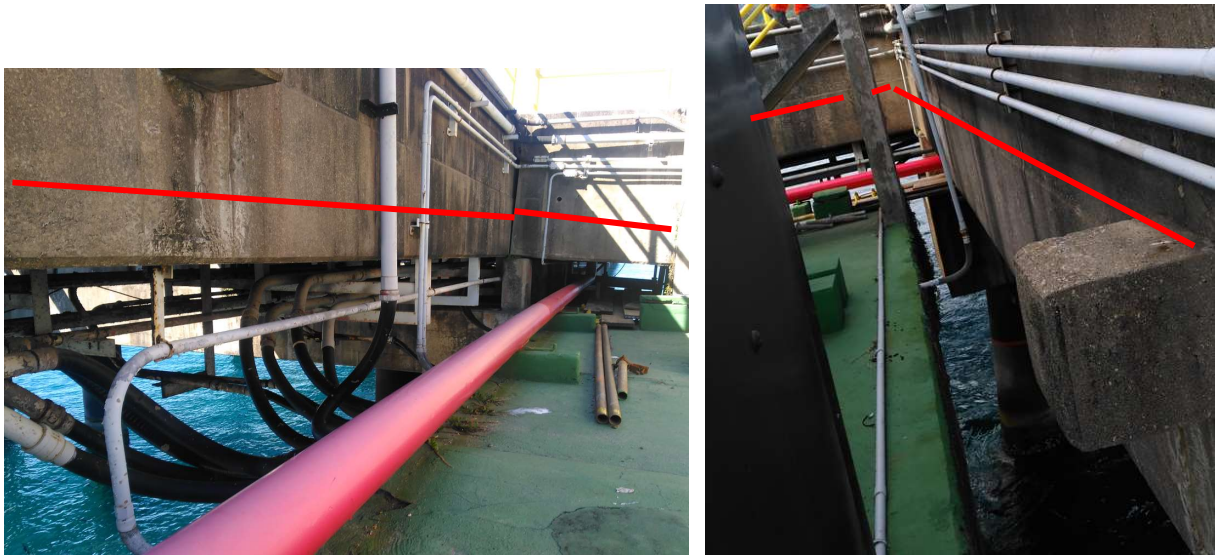


Figura 27: Pontos de entrada e saída do cruzamento da linha de SCI

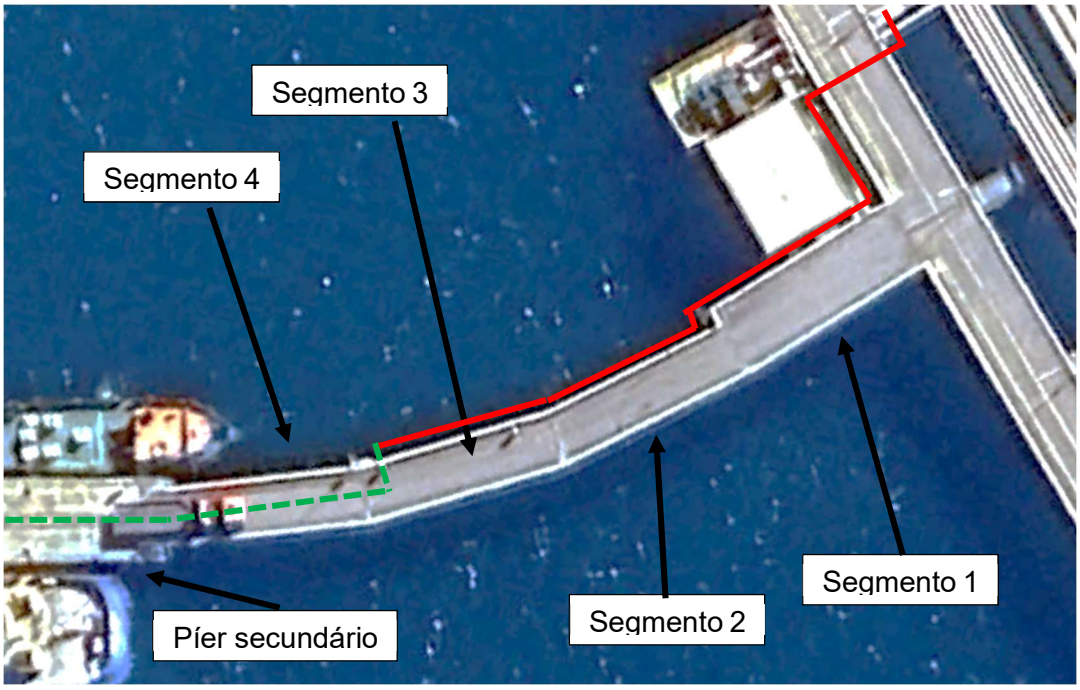


Figura 28: Caminhamento da tubulação na região da plataforma do SCI. Observar a linha DN 6" que segue sob a ponte de acesso do píer secundário



Na região de acesso ao píer secundário, há quatro segmentos de ponte com inclinação vertical e horizontal (ver Figura 29). Parte do alinhamento da tubulação nestes quatro segmentos será plana e parte seguindo o alinhamento da estrutura com inclinação. Para isso, duas curvas permitirão o giro e o ajuste no alinhamento. Porém, haverá dois pontos onde será necessário curva gomada, sendo uma com 5° e outra com 10°. A curva de 10° ocorrerá no meio da ponte de acesso, enquanto a curva de 5° ocorrerá entre o último segmento da ponte de acesso e o píer secundário.

Figura 29: Segmentos da ponte de acesso e caminhamento da tubulação



As curvas gomadas são permitidas por norma ABNT/ASME, até 20°, desde que a tensão circunferencial seja no máximo um quinto (20%) da tensão de escoamento mínima do material. Essa verificação foi realizada na MC-4200.02-6000-200-001, que confirmou atender ao requisito para os trechos DN 6” e 8”, enquanto para o trecho DN 12” haverá necessidade de aumentar o schedule para 30.

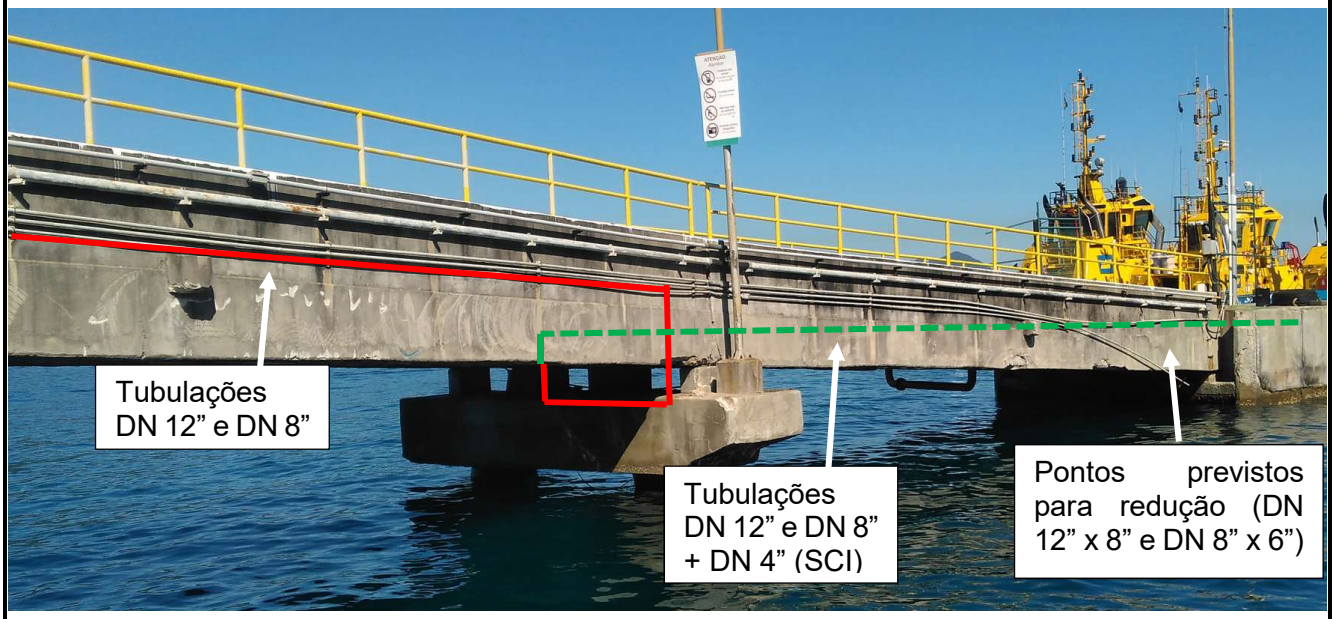
Observa-se que foi considerado uma sobrespessura de corrosão maior da tubulação desde o acesso ao píer secundário (ver Figura 30) até a extremidade, em razão de maior dificuldade para acesso à inspeção do trecho. Dessa forma, um schedule superior foi especificado para cada tubulação (desde ponto entre segmento 1 e 2 da ponte de acesso, vide ponto exato no DE-4200.02-6000-200-PTD-005). A exceção ocorre com a linha de água de incêndio, que não apresenta a mesma criticidade em caso de vazamento.

Antes do último segmento da ponte de acesso ao píer secundário, as tubulações passam para dentro da estrutura, que é composta por três caixões (perfil U invertido). As tubulações seguirão sob o caixão do meio, até tomar o alinhamento das canaletas no píer secundário.

Figura 30: Caminhamento no acesso ao píer secundário



Figura 31: Caminhamento no trecho final do acesso ao píer secundário. O trecho verde tracejado ocorre por dentro da estrutura



As canaletas possuem tampas de concreto e não têm fundo (ver Figura 32). Nos blocos de apoio das vigas caixões há uma área em retângulo largura 900 mm e altura 250 mm para passagem das tubulações (ver Figura 33). Essa área não permite a passagem de tubulações DN 12” ou DN 10”. Dessa forma, foi necessário reduzir o diâmetro para DN 8” no caso do óleo combustível. Para o MGO, a redução de DN 8” para DN 6” foi necessária para reduzir o espaço ocupado, por onde também passará a tubulação de combate a incêndio DN 4”. Apesar do pequeno espaço, considerou-se que seria suficiente para a soldagem das tubulações com apoio de andaimes. A tubulação de combate a incêndio poderá ser montada com segmentos flangeados, dado não haver criticidade para contenção de vazamento. Isso permite maior espaço para as soldagens circunferenciais das tubulações de processo.

Inicialmente o projeto propôs a passagem de tubulações aéreas no píer secundário. Porém, a largura do píer é de 7,0 m, sendo que cerca de 1,5 m em cada lado é ocupado por cabeços de amarração, postes de iluminação e outras estruturas. Os quatro metros restantes não apresentam margem para passagem da tubulação, não sendo ainda recomendada a interrupção de passagem de pessoas que acessam as embarcações em ambos os lados do píer. Uma proposta era a passagem das tubulações em uma altura acima de 2 m, de forma que as pessoas poderiam circular livremente. Porém, o píer secundário é utilizado para retirar e pôr na água as defensas de ship-to-ship, que requerem espaço e altura livre para movimentação do guindaste dos caminhões-munck. Além disso, ocorrem outras atividades de carga e descarga às embarcações de apoio. Dessa forma, o Terminal considerou a proposta aérea inviável.

Outras soluções aventadas, como criar um piso mais elevado e passar as tubulações entre o existente e o novo, foram descartadas por representarem custo muito elevado. Dessa forma, a solução encontrada foi passar as tubulações nas canaletas que foram originalmente projetadas para esse fim.

Figura 32: Vista interna da canaleta sob o píer secundário

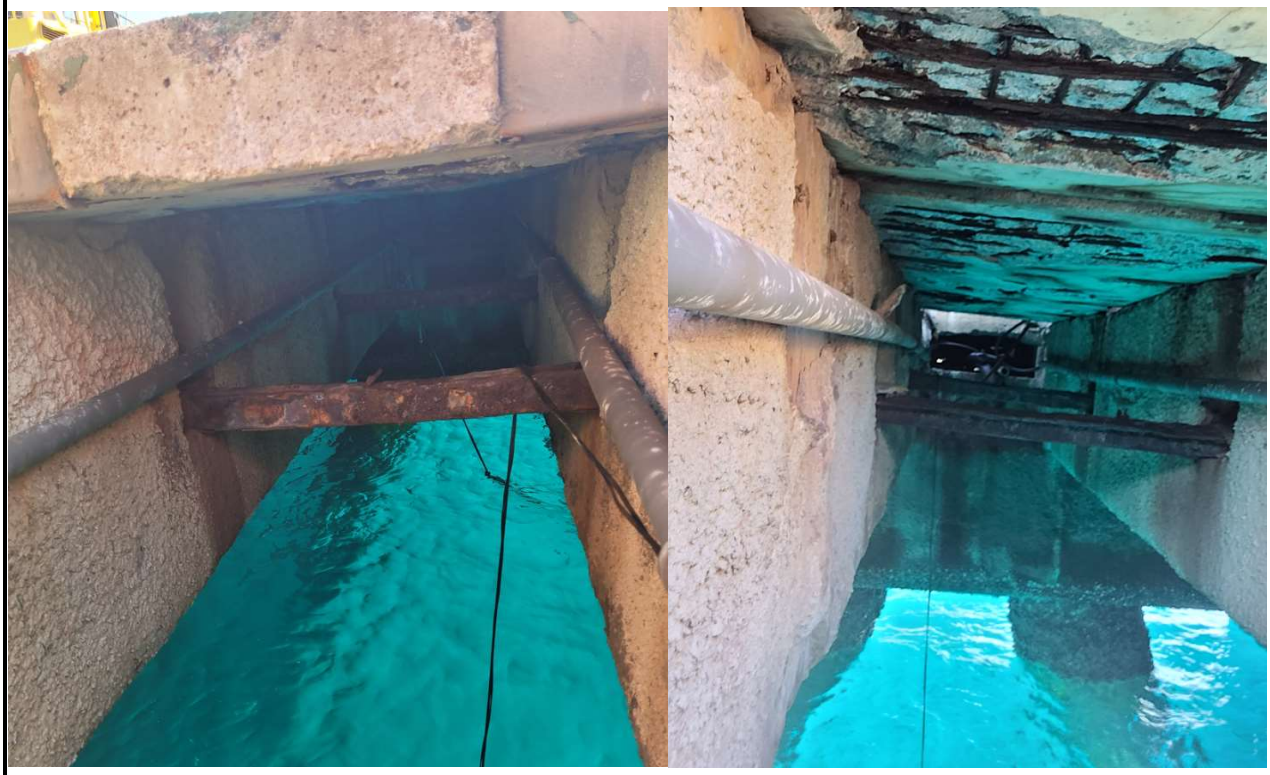
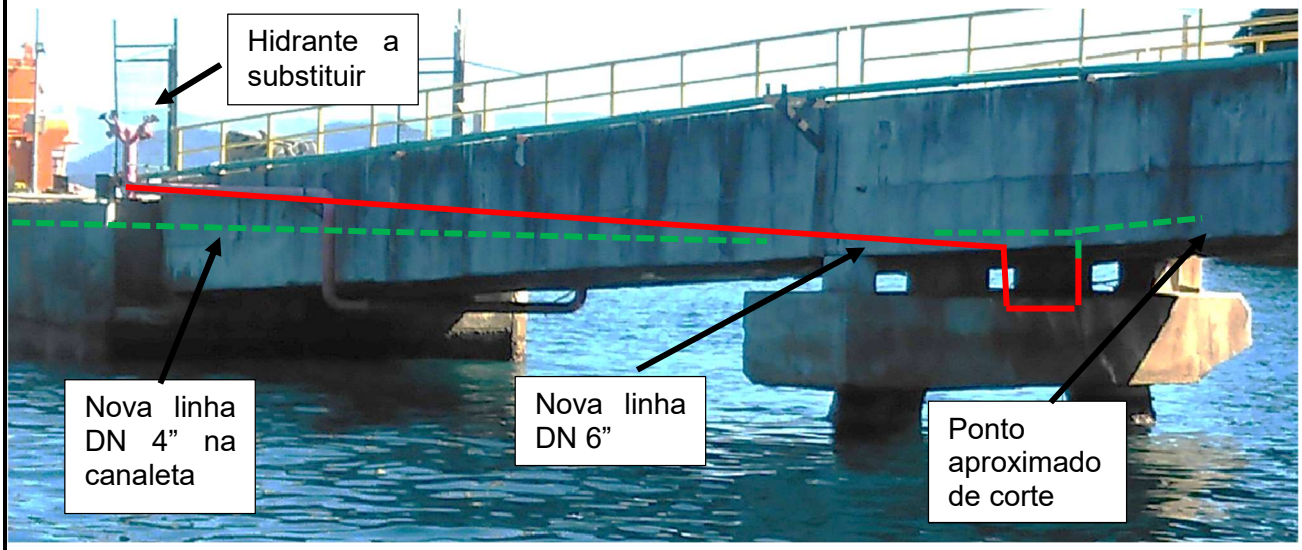


Figura 33: Vista das passagens nos blocos da infraestrutura do píer secundário



No caso da tubulação de combate a incêndio, será necessário desmontar cerca de 25 m de tubulação DN 6”, com peso aproximado de 800 kgf. O desenho DE-4200.02-6000-200-PTD-005 apresenta o ponto de corte, de onde haverá uma derivação DN 6” para atender ao hidrante substituído na entrada do píer e uma nova linha DN 4” até um novo hidrante na extremidade do píer (ver Figura 34).

Figura 34: Vista da tubulação a ser desmontada e trecho novo do SCI



Os suportes que foram previstos para tubulação estão listados na LI-4200.02-6000-293-PTD-001, com indicação de suporte padrão da norma Petrobras N-1758 ou de suporte especial. Para os suportes padrão da norma o desenho e especificação dos materiais consta na própria norma. Já no caso de suporte especial, foi elaborado o desenho preliminar DE-4200.02-6000-140-PTD-002. Observa-se que os tipos de suporte e respectivos materiais são preliminares e necessitam de confirmação mediante análise de flexibilidade a ser realizada no projeto detalhado.

Todos os suportes deverão ter placas ou roletes de Teflon ou material similar de forma a evitar danos à pintura seguida de corrosão entre contato. Isso se torna necessário especialmente dado o ambiente marinho.

O suporte especial foi previsto para fixação nas laterais do caixão (estrutura de concreto) sob a ponte de acesso e na canaleta do píer secundário. No projeto a tubulação não é suportada nas passagens dos blocos do píer secundário, sendo previstos dois suportes entre os blocos que distam 10 metros sem si.

O projeto detalhado deverá considerar ainda restrições verticais para evitar a possibilidade de deslocamento vertical da tubulação para cima em razão de empuxo por ação dinâmica de ondulação (de baixo para cima). A análise de flexibilidade deverá considerar essas cargas eventuais e esforços decorrentes, bem como a identificação da necessidade de eventual ancoragem.

O manifold de operações ocupa uma área contida por muretas de 6,5 m de comprimento por 1,4 m de largura. Foi projetada para reduzir ao máximo o impacto nas operações e movimentações de caminhões e carga no píer secundário. Por esta razão foi posicionada próximo ao fim do píer secundário, conforme pode ser observado na Figura 35.

No final do píer secundário foi posicionado o novo hidrante (ver Figura 36).

Figura 35: Localização do manifold de conexão dos mangotes

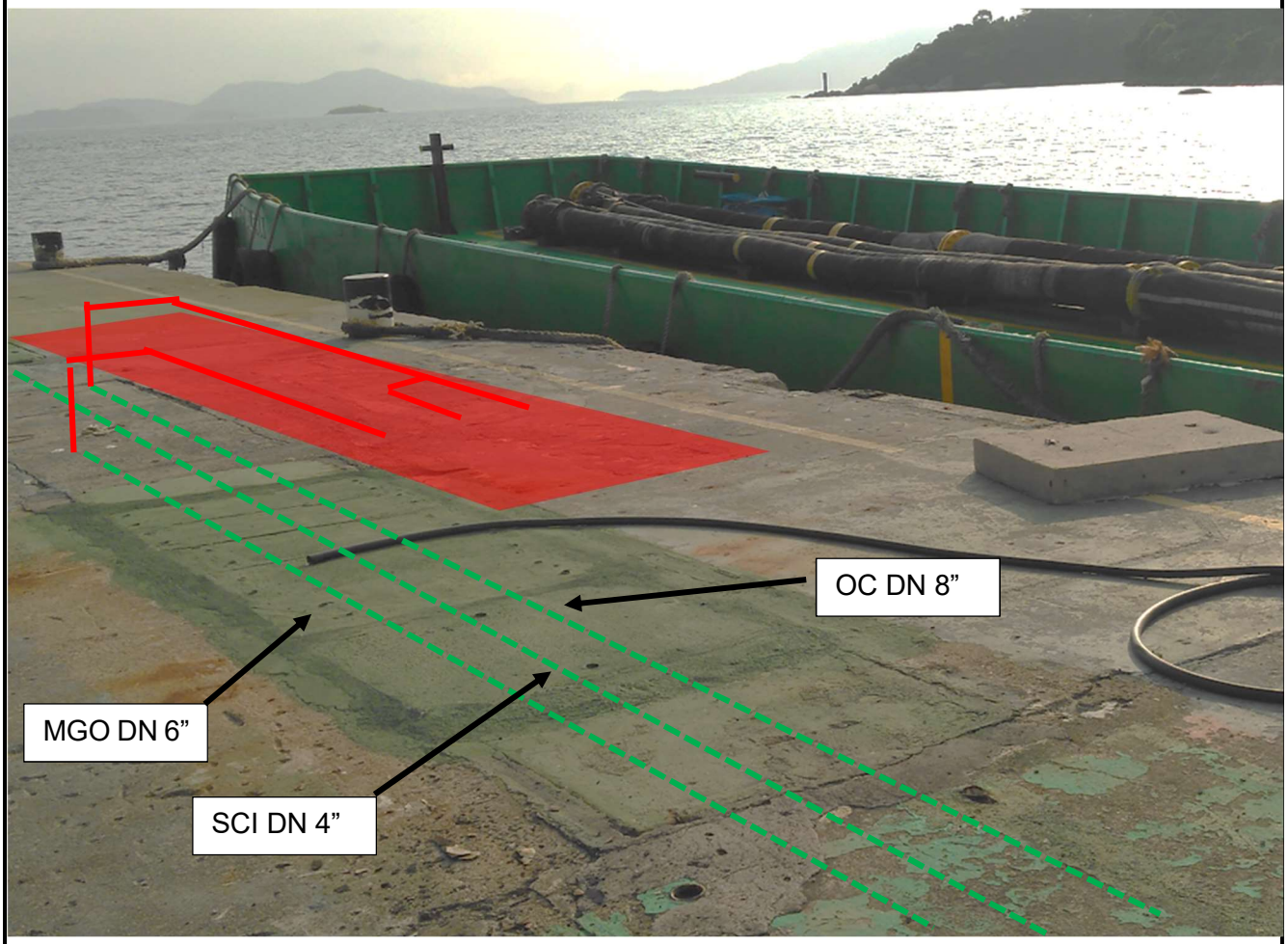
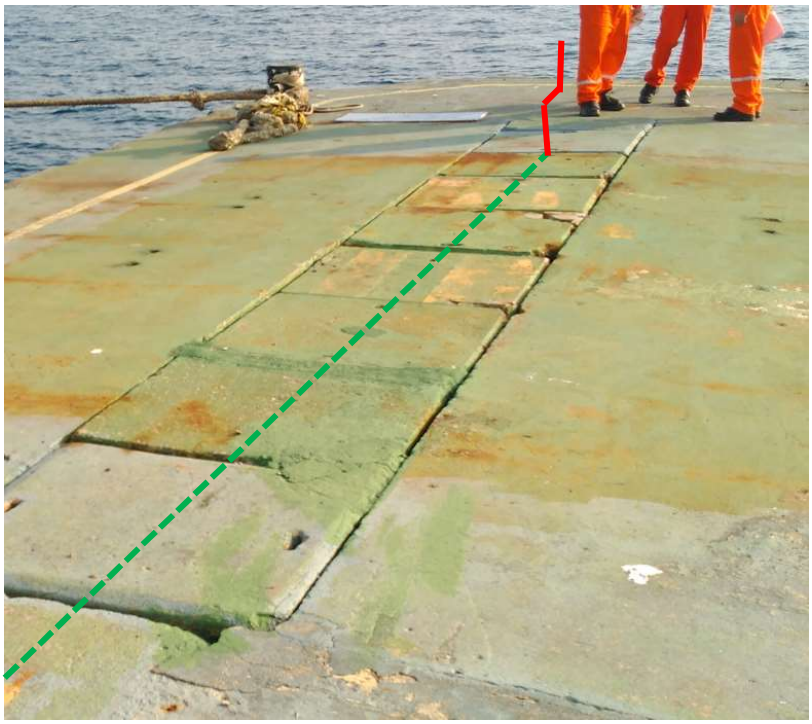


Figura 36: Localização do hidrante novo na extremidade do píer



O esquema de pintura previsto decorre de ambiente de alta agressividade, especialmente em razão da salinidade marinha. Para a tubulação foi prevista a condição 3 da norma Petrobras N-442, e para suportes de tubulação a condição 2 da norma Petrobras N-1550.

As válvulas motorizadas da extremidade do píer são esferas DIB-2 com alívio automático da cavidade para montante. O tipo DIB permite que não haja vazamento pela sede de jusante, mesmo no caso de passagem pela sede de montante. A razão é a maior criticidade, dada a necessidade de fechamento estanque em situações de algum vazamento de mangotes, por exemplo. A especificação consta na FD-4200.02-6000-220-PTD-002.

Os mangotes a serem utilizados na conexão entre manifold do píer secundário e a barcaça terão diâmetro DN 6” e comprimento unitário de 10 m. Foram previstas linhas de mangote com 30 m, composta por três unidades de mangote cada. A depender da posição efetiva do manifold da embarcação, uma unidade poderá ser suprimida. A especificação dos mangotes consta na FD-4200.02-6000-292-PTD-001 e inclui quantitativo de duas unidades reservas condutivas para óleo combustível e uma para MGO, além de uma reserva não condutiva para cada produto. As linhas de mangote deverão ter, obrigatoriamente, um dos mangotes não condutivo.

Para eventual abastecimento de MGO em outras embarcações, será necessário instalar peça de redução para conexão. Esta não foi prevista e depende da conexão de cada embarcação. Observa-se que, neste caso, a movimentação do mangote para conexão ficará prejudicada em razão da ausência de equipamento de içamento. Aqueles que serão instalados no píer secundário não terão alcance para esse fim, e no caso de barcaça, esta deve ter seu próprio guindaste de apoio. Como alternativa, o terminal poderá adquirir e operar um mangote de diâmetro DN 4”, o que facilitaria o manuseio manual. Nesse caso, a vazão máxima de abastecimento não deverá ultrapassar 200 m³/h ou o limite indicado pela embarcação, o que for menor.

Os veículos manuais de suporte dos mangotes foram especificados com caixas na extremidade para contenção de união flangeada, dado que o piso do píer secundário não é contido. A especificação dos veículos manuais consta na ET-4200.02-6000-627-PTD-001.

6.3.4. Civil

As intervenções relacionadas a disciplina de civil previstas para a área do píer secundário são:

- Execução dormentes em concreto armado;
- Instalação de braços giratórios
- Fornecimento e instalação de cobertura metálica e suportação de talhas
- Construção de passadiços de acesso a bacia de contenção
- Fornecimento e instalação de caixa metálica de contenção oleosa
- Instalação de novas defensas para atracação

Execução dormentes em concreto armado

A execução de dormentes em concreto armado faz-se necessário para suportação das novas linhas próximo a saída do manifold na área contida no interior da bacia de contenção.

O projeto detalhado deverá confirmar a posição e o dimensionamento do dormente, em razão da análise de flexibilidade a ser elaborada.

Ver documento DE-4200.02-6000-100-PTD-002.

Fornecimento e instalação de braços giratórios

Está prevista a instalação de dois novos braços giratórios no píer secundário para atendimento a demanda de movimentação dos mangotes. As locações das bases encontram-se no eixo do píer 80 e 81, conforme documento DE-4200.02-6000-200-PTD-006. O projeto detalhado deverá dimensionar seus respectivos chumbadores, considerando também, a preparação da superfície do piso, verificando a necessidade de acordo equipamento efetivamente fornecido.

Ver documento FD-4200.02-6000-631-PTD-001.

Fornecimento e instalação de cobertura metálica e suportação de talhas

Para a adequação da nova área de manifold, deverá ser construído a cobertura metálica nova, constituída por telhas autoportantes em aço pré-pintado 5mm de espessura, apoiadas em suas extremidades por terças e pórticos também metálicos, apoiadas nas estruturas de concreto existente (piso do píer). A locação da cobertura metálica, assim como todos os elementos compreendidos limitam-se entre os cabeços e as tampas de concreto encontradas no eixo do píer.

Também deverão ser construídas 03 vigas metálicas para suportação de talhas, apoiadas em pórticos metálicos e esses últimos na estrutura de concreto existente (piso do píer).

As ligações (chumbadores e soldas) no projeto detalhado deverá ser especificado.

Todos os elementos metálicos deverão receber tratamento anticorrosivo e pintura conforme N-1550 condição 2. O local de armazenamento dos componentes será oportunamente definido pela Fiscalização da TRANSPETRO, no momento do serviço.

Ver documento DE-4200.02-6000-100-PTD-002.

Fornecimento e instalação de passadiços para acesso a válvulas e instrumentos

Para possibilitar o acesso ao interior da bacia de contenção será necessário o fornecimento e instalação de 02 pequenos passadiços em elementos pultrudados (PRFV) (escada, plataforma e corrimãos), composto por perfis laminados e grelha.

Os passadiços devem ter características físicas semelhantes aos encontrados no local, compondo escadas inclinadas, corrimãos e patamares, ressaltando os novos elementos em PRFV.

Salienta-se que todos os elementos que compõem a estrutura deverão seguir o padrão de cores normativas do terminal.

Ver documento DE-4200.02-6000-100-PTD-002.

Fornecimento e instalação de caixa metálica de contenção oleosa

O fornecimento e instalação de caixa metálica de contenção oleosa, destina-se para conter pequenos vazamentos entre a interligação dos mangotes e os engates do manifold.

A caixa deverá ser instalada logo abaixo do manifold, e interligada a tubulação para a drenagem do eventual material vazado. Deve receber tratamento anticorrosivo e pintura conforme N-1550 condição 2

Ver documento DE-4200.02-6000-100-PTD-002.

Fornecimento e instalação de novas defensas para atracação

O fornecimento e instalação das defensas são do tipo arco (modelo referência SAN800H E-3.0), com borracha E-3.0 na estrutura externa do píer. O projeto atual, considerou a locação das defensas alinhadas aos eixos das estacas existentes entre os eixos 75 e 83.

Conforme apontado no documento ET-4200.02-6000-962-PTD-001, observando-se a geometria do píer, faz-se necessário o prolongamento da face lateral da estrutura do píer com um acréscimo de 1,5m (valor mínimo para o contato entre a defensa e o costado da embarcação). A fim de garantir o contato de interface defensa/píer, deverá ser considerada a inserção de uma peça aço estrutural fixada primariamente na estrutura do píer, em seguida receber a fixação da defensa.

Para esses elementos metálicos das defensas deverão ser instalados anodos de sacrifício, conforme N-2838 dimensionados no projeto detalhado.

Os parafusos e porcas de fixação da defensa na estrutura metálica, bem como a furação na estrutura, deverão ser especificados de acordo com a defensa adquirida a ser definida no projeto executivo pelo fornecedor. Além disso, os chumbadores de fixação da estrutura metálica no concreto (estrutura do píer) deverão ser especificados também no projeto detalhado.

Caso a forma da defensa seja diferente, se necessário deve ser adaptado o comprimento do prolongamento metálico do paramento de forma a garantir o contato entre embarcação e defensa no comprimento mínimo de 1,50m.

A aplicação de revestimentos anticorrosivos faz-se necessária para manutenção dos perfis adotados, conforme esquema para zona de transição da norma N-1374.

Ver documento DE-4200.02-6000-962-PTD-002.

6.3.5. Eletricidade

O manifold, a ser instalado no Píer Secundário, contará com 2 válvulas motorizadas, que deverão ser alimentadas em fonte segura, e 2 motores de bombas de engrenagem. Além disso serão instalados o sistema de iluminação do abrigo e 2 braços giratórios ao lado do abrigo para auxiliar na movimentação dos mangotes.

Adicionalmente serão instalados 2 sensores de óleo em água na região do Píer Secundário, que deverão ser alimentados em fonte segura.

Alimentação Elétrica e Aterramento

Para alimentação das cargas do Píer Secundário será instalado um Switch Rack (PN-FS-NB) com Grau de Proteção IP-55 (min.), Ex d (Zona 2, IIA, T3) com 2 caixas para os barramentos, 1 painel de distribuição em 480V, 2 caixas de comando para os motores das bombas de drenagem, 1 caixa para o transformador 480/220V - 3kVA e 1 painel de distribuição 220V. A alimentação do PN-FS-NB será proveniente do painel elétrico CCM-5 (480V), localizado no Sala de Painéis do Prédio da Receita. A gaveta existente dos Densímetros deverá ser adequada para comportar os circuitos dos Densímetros e o novo circuito do Switch Rack, com a instalação da proteção e acessórios necessários.

O Sistema de Iluminação do abrigo do Manifold será alimentado através do circuito de iluminação existente. Deverá ser realizado a extensão do circuito, desde o último poste de iluminação do Píer Secundário até o novo sistema de iluminação do abrigo.

Todas as válvulas motorizadas, painéis elétricos, motores, skids, plataformas e braços giratórios deverão ser aterrados, utilizando cabo cobre nu 25mm² e interligando ao cabo de aterramento existente. Para aterramento dos instrumentos e sensores serão utilizados cabos singelos 2,5 mm².

Ver documentos: LI-4200.02-6000-700-PTD-001, DE-4200.02-6000-946-PTD-003, MC-4200.02-6000-721-PTD-001 e LI-4200.02-6000-721-PTD-001.

Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação será composto por 4 luminárias LED instalados no teto para iluminação do abrigo e 2 refletores LED para iluminação da área de atuação dos Braços Giratórios.

A quantidade e potência das luminárias são estimadas e deverão ser confirmadas no Projeto Detalhado, com a elaboração da Memória de Cálculo de Iluminação.

Ver documento: DE-4200.02-6000-700-PTD-004

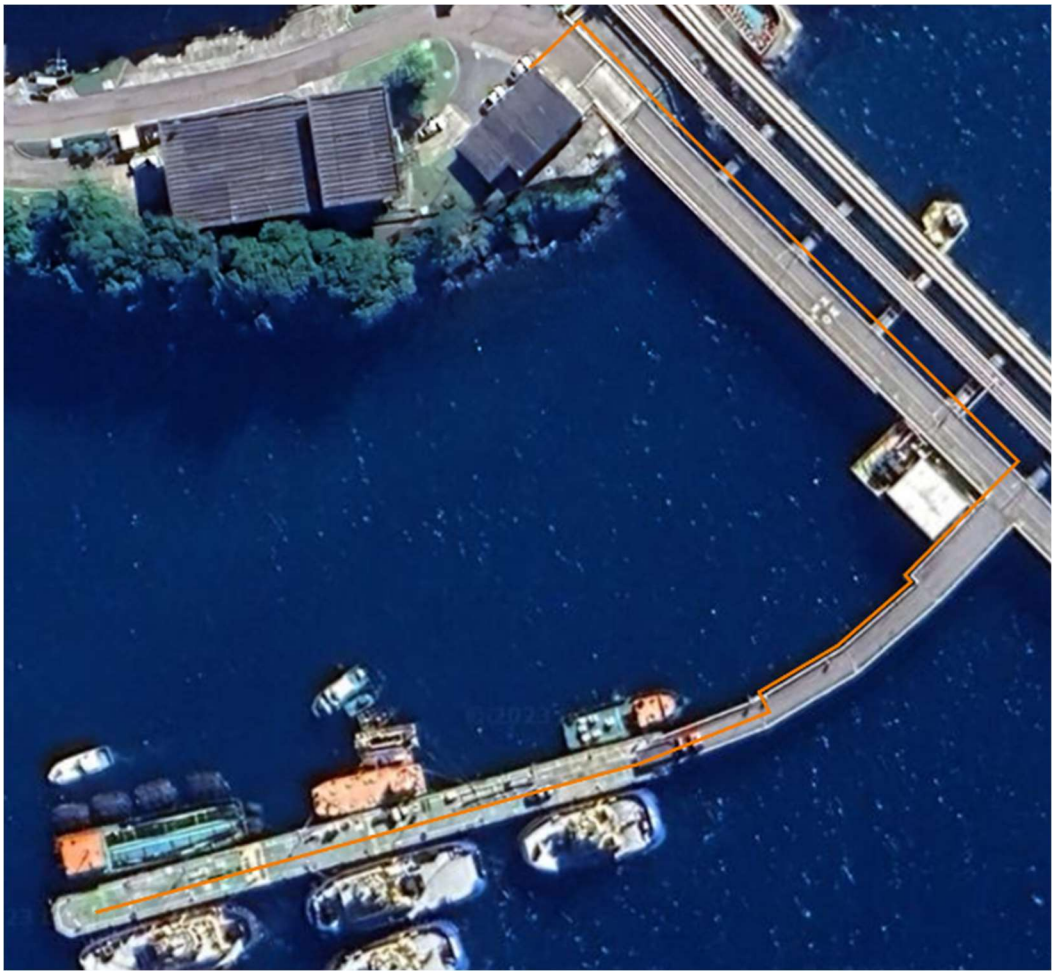
Encaminhamento Elétrico

Os encaminhamentos entre o CCM-5 e PN-FS-GER (Switch Rack) e deste para as cargas elétricas serão realizados através de eletrodutos de alumínio aparentes, aproveitando o suporte metálico dos novos dutos e através da canaleta do Píer Secundário.

As interligações com os motores elétricos, válvulas motorizadas serão realizadas através de eletrodutos metálicos flexíveis e unidades seladoras.

Ver documentos: DE-4200.02-6000-700-PTD-002 e DE-4200.02-6000-700-PTD-004.

Figura 37: Rota do encaminhamento no acesso ao píer e no píer secundário



Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

A cobertura metálica do Manifold do Píer Secundário com 5mm de espessura em aço galvanizado será utilizado como elemento captor do SPDA. Os 6 pilares metálicos (W 150x22.5) serão utilizados como o subsistema de descida. Para interligação entre a cobertura e os 6 pilares e entre os 6 pilares e o cabo de aterramento 70mm², a ser lançado na canaleta, serão utilizados cabos 35mm².

6.3.6. Automação e Instrumentação

Para descrição de automação e instrumentação ver MD-4200.02-6000-800-PTD-001.

6.3.7. Segurança

Classificação de Áreas

Os produtos envolvidos no projeto, MF/VLSFO e MGO, possuem ponto de fulgor mínimo de 60°C, não possuindo capacidade de liberação de vapores em temperatura ambiente média, portanto não formam misturas inflamáveis.

No entanto, de modo a termos uma flexibilidade operacional para uma possível alteração dos produtos movimentados, foram especificados materiais e equipamentos (motores elétricos, atuadores elétricos, painéis de campo, luminárias,...) para área classificada (Zona 2, IIA, T3, Gc).

Sistema de combate a incêndio

Independente dos produtos terem ponto de fulgor mínimo de 60°C, sendo classificados como classe IIIA, será previsto o atendimento integral da norma Petrobras N-1203G, que prevê uma vazão de 4.000 L/min para píeres com operação de embarcações de até 20 mil toneladas de porte bruto. Em atendimento à NBR 17.505, foram previstos dois pontos opostos (canhões-monitores) cada qual contribuindo com 500 gpm de vazão nominal.

As modificações previstas podem ser visualizadas na Planta de Segurança (DE-4200.02-6000-947-PTD-001), bem como fluxogramas de processo (DE-4200.02-5420-943-PTD-002) e engenharia (DE-4200.02-5420-944-PTD-001). Se resumem na substituição do hidrante existente na entrada do píer, bem como o trecho final da linha de alimentação (ver planta de tubulação DE-4200.02-6000-200-PTD-006). Além disso, está prevista uma linha para interligação a um novo hidrante a ser instalado no final do píer. Ambos os hidrantes terão quatro saídas (tipo IV conforme N-111, ver LI-4200.02-5420-200-PTD-002) e canhão-monitor (ver especificação na FD-4200.02-5420-263-PTD-001). Ao invés de válvula de bloqueio manual, foram previstas válvulas de abertura rápida com comando hidráulico local (ver especificação na FD-4200.02-5420-220-PTD-001).

A tubulação de interligação para o hidrante e canhão-monitor mais distante possui diâmetro de 4”, em razão de limitação das aberturas de passagem das vigas nas canaletas, por onde passarão também as tubulações de óleo combustível e diesel marítimo. Verificou-se que a perda de carga não seria relevante, uma vez que o conjunto de bombas está próximo e possuem pressão e capacidade superior ao requerido pelos canhões.

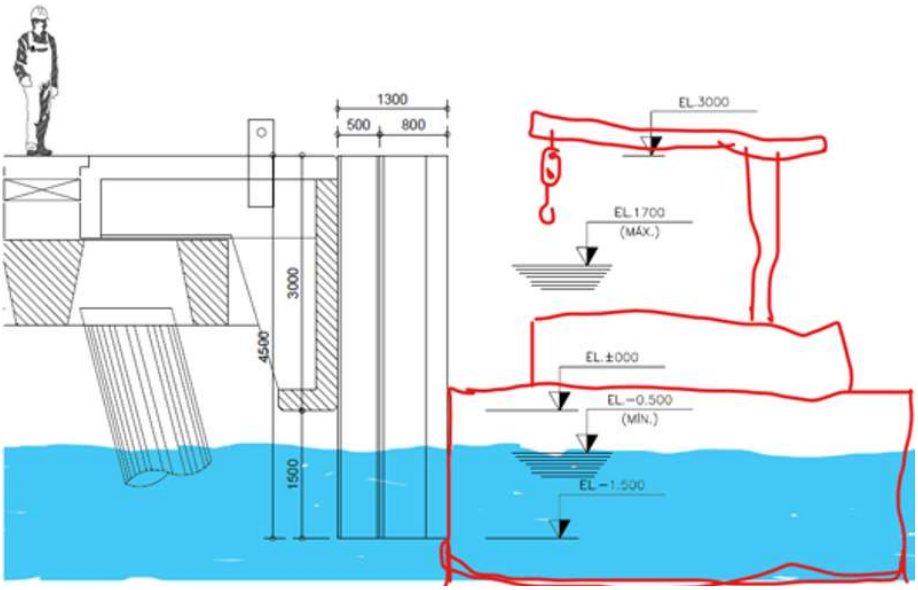
Os canhões poderão operar com água ou espuma por meio de tubo pick-up, uma vez que há bombona de LGE disponível. Uma bombona de LGE AFFF 3% de 200 L adicional foi prevista, de forma a permitir atendimento por ambos os canhões.

7. OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

As seguintes observações e recomendações são importantes para a fase de projeto detalhado e implantação.

a) Sobre as barcaças que vierem a operar no píer secundário:
   i. A barcaça deverá operar somente no berço externo. As avaliações não são diretamente válidas para o berço interno;
   ii. A validade das avaliações de atracação e amarração se dá dentro dos limites dos parâmetros indicados na Tabela 1 (PREMISSAS DO PROJETO). Dessa forma, embarcações com parâmetros superiores irão requerer estudo específico;
   iii. Recomenda-se a elaboração de um plano de amarração específico para a embarcação que vier a operar com bunker no píer secundário, observando-se a avaliação de amarração realizada no documento MC-4200.02-6611-962-PTD-001;
   iv. A embarcação deverá ter guindaste ou “pau de carga” que permita o içamento e movimentação da extremidade dos mangotes para conexão em seu manifold.
   v. A altura desse equipamento de içamento deverá ser compatível com a altura da estrutura e a borda livre da embarcação na condição carregada com maré baixa. Recomenda-se que a cota mínima do ponto de içamento esteja a 2,0 m acima do piso do píer secundário.

Figura 38: Ilustração da importância de altura compatível do equipamento de içamento



b) A implementação do projeto depende da recuperação estrutural da plataforma, inclusive canaletas e tampas. O projeto básico teve por pressuposição a condição íntegra das estruturas.

c) Sobre o projeto detalhado (fase subsequente)
   i. É fundamental que o projeto detalhado seja precedido de avaliação criteriosa do projeto básico, reconhecendo suas limitações próprias do nível de detalhe desta fase preliminar e tomando ciência das considerações adotadas que requerem avaliação complementar.
   ii. Dentre as avaliações da fase de detalhamento se faz importante destacar:

- Análise de flexibilidade de tubulação, que poderá resultar na modificação de alguns tipos de suporte pré-selecionados, bem como na eventual adição de lira de dilatação;
- Análise de estabilidade global dos elementos estruturais (aço);
- Análise de construtibilidade, com especial atenção aos segmentos de tubulação sob a ponte de acesso e canaletas do secundário;
- Ajustes do projeto de tubulação de acordo com os skids e provadores efetivamente fornecidos;
- Confirmação das áreas requeridas das válvulas de alívio com dados finais dos dispositivos selecionados (características oriundas do fabricante);
- Adequação dos sets de ajuste de PSL/PSLL das bombas com base nas características do equipamento fornecido;
- Ajustes do projeto elétrico e de automação de acordo com os equipamentos fornecidos (bombas, atuadores etc.).
- As listas de materiais geradas objetivam cobrir a maior parte dos materiais, mas não é exaustiva. As quantidades da Relação de Materiais e Serviços (LI-4200.02-6000-950-PTD-001) possuem adição de aproximadamente 10% nos materiais não unitários (medidos por kg, m, m², m³ etc.), na maior parte dos casos.

8. DADOS DAS NOVAS LINHAS PRINCIPAIS DO PROJETO

As linhas principais do projeto, que apresentam maior extensão, estão indicadas na Tabela 2 a seguir. A relação com todas as 79 linhas do projeto, que inclui pequenos trechos tais como segmentos nas bombas substituídas, interligações nas EMEDs e linhas de alimentação de válvulas de alívio, constam na FD-4200.02-6000-200-PTD-001.

Tabela 2: Dados das linhas principais

Identificação	8”/12”-OC-6000-178-Ba	6”/8”-DS-6000-196-Ba
Produto	Óleo combustível (MF380 / VLSFO)	Diesel marítimo (MGO)
Origem	Estação de Medição na entrada do píer	Estação de Medição na entrada do píer
Destino	Manifold do píer secundário para abastecimento de embarcação	Manifold do píer secundário para abastecimento de embarcação
Diâmetro	12” (trecho com 170 m) 8” (trecho com 100 m)	8” (trecho com 170 m) 6” (trecho com 100 m)
Extensão total aproximada	270 m	270 m
Pressão normal / projeto	2 a 9 / 18 kgf/cm²	2 a 9 / 18 kgf/cm²
Temperatura normal / projeto	30 a 60 / 70 °C	30 / 60 °C
Vazão máxima	600 m³/h	300 m³/h
Material	Aço carbono API 5L Gr B	Aço carbono API 5L Gr B

9. EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO BÁSICO

Profissional	*Disciplina*	*Chave*
André Paegle Auras	Processo/Mecânica	TDQ7
Arthur Viana Lara	Instrumentação/Automação	C263
Everson Danilo Cajuhy Souza	Civil	F0TH
Flavio Elisio Brum Massa	Líder da equipe	APHT
Carlos Fernandez Ramos	Gestor	T2FV
Clayton Shigueo Ito Tanimoto	Eletricidade	TSYA
Jorge Rivera Perez	Tubulação	JRP1
Leandro Souza Fully de Goveia	Civil	T2ZX
Maurício José Meira Calabria	Gestor	TRL5
Renato Luiz de Oliveira Filho	Processo	F1TQ
Samara dos Santos Magalhães Ferreira	Mecânica (estagiária)	F1PB