

Monografia de Graduação

Fluidos de Perfuração, Completação e Estações de Fluidos

Laís Sibaldo Ribeiro

Natal, julho de 2013

LAÍS SIBALDO RIBEIRO

**FABRICAÇÃO E RECONDICIONAMENTO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO
E FLUIDOS COMPLEMENTARES POR MEIO DAS ESTAÇÕES DE FLUIDOS**

Orientador: Dr. Osvaldo Chiavone Filho

NATAL-RN

2013

MONOGRAFIA

Aluno: Laís Sibaldo Ribeiro

Matrícula: 2008023656

Curso: Engenharia Química

Semestre/Ano: 10º/2013

Tema: Fluidos de Perfuração, Completação e Estações de Fluidos.

Objetivos pretendidos: Otimizar a Fabricação de Fluidos de Perfuração e Fluidos Complementares da Estação de Fluidos de Taquipe-BA através de adequações e melhorias no projeto.

____/____/____

Oswaldo Chiavone Filho
Professor Orientador

____/____/____

Laís Sibaldo Ribeiro
Aluno

____/____/____

Lair Pereira de Carvalho
Coordenador do Curso

Esté trabalho é dedicado:

A Deus, por ter me proporcionado a
oportunidade de concluir este Projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a DEUS, por conceder - me a oportunidade de realizar este trabalho.

Aos meus pais, José Sibaldo e Rosa Maria, pelos ensinamentos e o incentivo à formação de maneira geral.

Ao meu primo Cristhiano Sibaldo, pelo entusiasmo com que espera a minha formação acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Osvaldo Chiavone Filho pela dedicação e contribuição, para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Química, pelas trocas de experiências e companheirismo durante todo o curso.

Aos professores e funcionários do DEQ/UFRN, pela participação em minha formação profissional e pessoal.

A Agência Nacional de Petróleo-ANP, pelo fomento à capacitação de recursos humanos na área de petróleo e gás natural.

Ribeiro, Laís Sibaldo – Fluidos de Perfuração, Completação e Estações de Fluidos. Trabalho de conclusão de curso, UFRN, Departamento de Engenharia Química, Programa de Recursos Humanos–PRH 14/ANP. Áreas de Concentração: Engenharia de Processos em Plantas de Petróleo e gás, Natal/RN, Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Chiavone Filho Neto

RESUMO: Fluido trata-se de uma mistura preparada a partir de uma base aquosa, não-aquosa, hidrofílica ou gaseificada sobre a qual são adicionados produtos químicos sólidos, líquidos ou gases, formando um sistema homogêneo, e que oferecem características e propriedades específicas necessárias para atender as operações em poços de prospecção e produção de petróleo e gás, ou ainda poços injetores. Fluidos de Perfuração tem como funções básicas: manter as pressões de formação sob controle; carrear os cascalhos até a superfície; manter a estabilidade mecânica do poço; resfriar a broca; transmitir força hidráulica até a broca; manter os cascalhos em suspensão quando sem circulação; entre outros. Estações de Fluidos fabricam e recondicionam fluidos de perfuração e fluidos complementares. Fluidos de perfuração são os fluidos utilizados para a perfuração dos poços. Fluidos complementares são fluidos usados nas atividades complementares da perfuração, nas atividades de completação e nas atividades de workover. A Estação de Fluidos de Perfuração e Completação de Taquipe-BA precisa passar por melhorias, recondicionando alguns equipamentos e estruturas conseqüentemente otimizando o processo. Para que sejam feitas tais melhorias, é necessária a elaboração de um documento chamado Projeto Conceitual que tem como objetivo fornecer informações e diretrizes necessárias para abranger o projeto básico, a construção e montagem, condicionamento, testes, pré-operação e operação assistida até a efetivação dos testes de desempenho incluindo o fornecimento de materiais e equipamentos, para manter a melhoria operacional da Estação de Fluidos. O objetivo deste trabalho é apresentar a elaboração do Projeto Conceitual da Estação citada e o dimensionamento das bombas usadas na estação.

Palavras Chaves:

- Projeto Conceitual, Fluidos, Perfuração, Estação de Fluidos e Completação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Definição de Fluido	14
2.2. Tipos de Fluido	14
2.2.1. Fluidos de Perfuração	14
2.2.2. Fluidos Complementares	14
2.2.3. Fluidos Cimentantes	14
2.3. Sistemas de Fluidos	15
2.3.1. Fluidos de Completação e “Packer Fluids”	15
2.3.2. Colchões ou Tampões	16
2.3.3. Géis para estimulação de poços e controle de produção de areia	16
2.3.4. Ácidos	16
2.3.5. Pasta de Cimento	16
2.3.6. Resina	16
2.4. Base dos Fluidos	17
2.4.1. Aquosa	17
2.4.2. Orgânica Hidrofílica	17
2.4.3. Gaseificada	17
2.5. Características do fluido aquoso	17
2.6. Características do fluido não aquoso	17
2.7. Estações de Fluidos de Perfuração e Complementares	18
2.7.1. Características dos fluidos produzidos	18
2.7.1.1. Fluidos de perfuração	18
2.7.1.2. Fluidos de completação	20
2.7.1.2.1. Composição química para o peso de 8,6 a 10,0 lb/gal com cloreto de sódio	20
2.7.1.2.2. Composição química para o peso de 10,0 a 12,0 lb/gal com cloreto de cálcio	20
2.7.1.3. Fluidos de intervenção	21
2.7.1.3.1. Álcool	21
2.8. Elaboração do Projeto Conceitual da Estação de Fluidos	21
2.8.1. Conteúdo do Projeto Conceitual	21
2.8.1.1. Preenchimento do documento principal	21

2.8.1.1.1 Cabeçalho	21
2.8.1.1.2. Índice de Revisões	22
2.8.1.1.3. Índice Geral	22
2.8.1.1.4. Introdução	22
2.8.1.1.5. Processo	23
2.8.2. Automação e instrumentação	25
2.8.3. Sistema Elétrico	25
2.8.4. Projeto mecânico/ Tubulações	26
2.8.5. Construção Civil	26
2.8.6. SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde	27
2.8.7. Meio Ambiente	27
2.8.8. Saúde	28
2.8.9. Recursos Humanos e Treinamentos	28
2.8.10. Documentação Técnica	28
2.8.11. Anexos do Projeto Conceitual	28
3.ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	30
3.1. Elaboração do memorial descritivo da estação de fluidos de Taquipe-BA	30
3.1.1.Introdução	30
3.1.1.1. Objetivo	30
3.1.1.2. Escopo do Projeto	30
3.1.1.3. Microlocalização das Instalações atuais e futuras	30
3.1.2. Antecedentes	33
3.1.3. Instalações existentes	35
3.1.4. Descrição do processo	37
3.1.5. Instalações futuras	38
3.1.6. Automação e Instrumentação	46
3.1.7. Sistema Elétrico	46
3.1.8. Projeto Mecânico/ Tubulações	48
3.1.8.1. Requisitos mínimos para equipamentos, tubulações e acessórios	48
3.1.9. Construção Civil	50
3.1.10. Segurança Industrial, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional	51
3.1.11. Recursos Humanos e Treinamento	52
3.1.11.1. Orientações gerais	52

3.2. Memória de cálculo do dimensionamento das bombas de mistura de Fluidos de Perfuração	53
3.2.1. Objetivo	53
3.2.2. Introdução	53
3.2.3. Premissas Básicas e Critérios de Projeto	53
3.2.4. Dados Gerais	53
3.2.4.1. Dados de Processo	53
3.2.4.2. Dados de Operação	54
3.2.5. Metodologia	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1. Cálculo dos diâmetros de sucção e descarga	58
4.2. Dados das tubulações e características das bombas	59
5. CONCLUSÃO	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

Lista de Figuras

Figura 01. Tipos de fluidos	14
Figura 02. Esquema dos Tipos de Fluidos e o Sistema de Fluidos	15
Figura 03. Esquemático Existente da Estação de Fluidos de Taquipe/BA	32
Figura 04. Etapas do processo de inspeção dos tanques de perfuração e completção	42
Figura 05. Esquemático Futuro da Estação de Fluidos de Taquipe/BA	43

Lista de Tabelas

Tabela 01. Composição básica do fluido aquoso – PE-3EM-00223-F	18
Tabela 02. Composição básica do fluido não-aquoso – PE-3EM-00198-J	19
Tabela 03. Característica da n-parafina	20
Tabela 04. Composição química para o peso de 8,6 a 10,0 lb/gal com cloreto de sódio	20
Tabela 05. Composição química para o peso de 10,0 a 12,0 lb/gal com cloreto de cálcio	20
Tabela 06. Característica do álcool	21
Tabela 07. Equipamentos que compõem a estação de Fluidos	35
Tabela 08. Equipamentos adaptados que irão compor a estação de Fluidos	44
Tabela 09. Equipamentos existentes retagueados	44
Tabela 10. Materiais de tubulação a serem instalados na estação de Fluidos	45
Tabela 111: Dados do fluido de completação	54
Tabela 112: Dados de operação	54
Tabela 113: Dados da tubulação de sucção – condição 1	59
Tabela 114: Dados da tubulação de descarga – condição 1	60
Tabela 115: Dados da tubulação de sucção – condição 2	61
Tabela 116: Dados da tubulação de descarga – condição 2	63
Tabela 117: Dados da tubulação de sucção – condição 3	64
Tabela 118: Dados da tubulação de descarga – condição 3	65
Tabela 119: Características das bombas	66
Tabela 20: Resultado do dimensionamento das bombas	68
Tabela 21: Resultado do dimensionamento das linhas	68

Lista de Siglas

ATP-S- Ativo de Produção Sul

MI- Manutenção e Inspeção

IP- Intervenção em Poços

CM- Construção e Montagem

QSP- Quantidade Suficiente Para

SAO- Separação Água/Óleo

1. INTRODUÇÃO

A origem dos fluidos de perfuração coincide com o início da perfuração rotativa, por volta de 1990. Naquela oportunidade, utilizava-se uma mistura de água e argila em circulação intermitente no poço, com o objetivo principal de transportar os cascalhos até a superfície e estabilizar as paredes do poço.

Enquanto uma bomba alternativa funciona como o coração do sistema de perfuração rotativo, o escoamento do fluido de perfuração se assemelha ao fluxo sanguíneo. A bomba transmite a potência hidráulica necessária para deslocar o fluido através do poço e auxiliar na perfuração, por meio da ação da broca. O fluido é constituído com os ingredientes necessários para manter o poço “saudável”.

Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos e, por vezes, gases, que podem assumir aspecto de suspensão, dispersão coloidal ou emulsão, a depender da composição química e do estado físico dos seus componentes.

A necessidade de explorar poços e desenvolver campos de petróleo em cenários cada vez mais complexos, a exemplo de poços profundos, de grande afastamento e/ou grandes extensões horizontais e lâmina d’água cada vez mais profunda, entre outros, tem levado os diferentes segmentos que compõem a Engenharia de Fluidos à busca de alternativas para solucionar problemas típicos associados a essas novas fronteiras tecnológicas.

As Estações de Fluidos de Completação, Perfuração e Estimulação tem como objetivo fabricar fluidos novos para enviar para as sondas de Perfuração e recondicionar fluidos usados pelas sondas.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Otimizar o processo de fabricação dos fluidos de perfuração e completção ;
- Dimensionar Bombas usadas na estação de Fluidos de Taquipe-BA;
- Elaborar o Projeto Conceitual para reforma da Estação de Fluidos de Taquipe-BA.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definição de Fluido

Na indústria do petróleo, Fluido é uma mistura preparada a partir de uma base aquosa, não aquosa, hidrofílica ou gaseificada sobre a qual são adicionados produtos químicos sólidos, líquidos ou gases, formando um sistema homogêneo, e que oferecem características e propriedades específicas necessárias para atender as operações em poços de prospecção e produção de petróleo e gás, ou ainda, poços injetores (PG-1EP-00210-A).

2.2. Tipos de Fluido

Conjunto de sistemas de Fluidos agrupados de acordo com a operação empreendida no poço. Os tipos de fluidos são: Perfuração, Complementar e Cimentante. A Figura 01 apresenta um esquema sobre os tipos de fluidos (PG-1EP-00210-A).

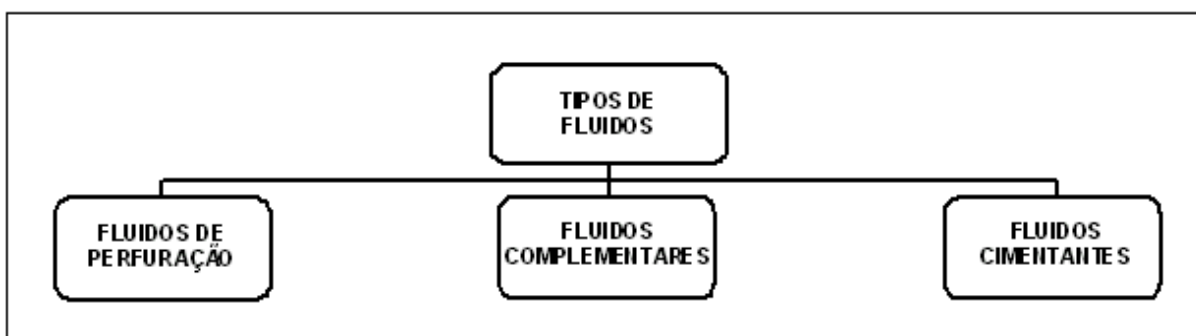


Figura 01. Tipos de fluidos

2.2.1. Fluidos de Perfuração

Fluido utilizado para perfuração de poços (PG-1EP-00210-A).

2.2.2. Fluidos Complementares

Denominação genérica dada a todos os demais fluidos utilizados nas atividades complementares da perfuração, nas atividades de completção e nas atividades de workover (PG-1EP-00210-A).

2.2.3. Fluidos Cimentantes

São sistemas de fluidos contendo aglomerantes hidráulicos ou resinas que são posicionados no poço e por meio de reações químicas solidificam vedando os espaços anulares entre as paredes do poço e a tubulação ou o interior do poço (PG-1EP-00210-A).

2.3. Sistemas de Fluidos

São grupos de fluidos que desempenham funções específicas nas operações que definem os tipos de fluidos. Os sistemas de Fluidos são:

- Perfuração – Fluidos de perfuração;
- Complementares – Fluidos de Completação e “Packer fluids”, Colchões ou Tampões, Géis e Ácidos.
- Cimentantes – Pastas de Cimento e Resinas (PG-1EP-00210-A).

A Figura 02 nos mostra um esquema com os Tipos de Fluidos e o Sistema de Fluidos.

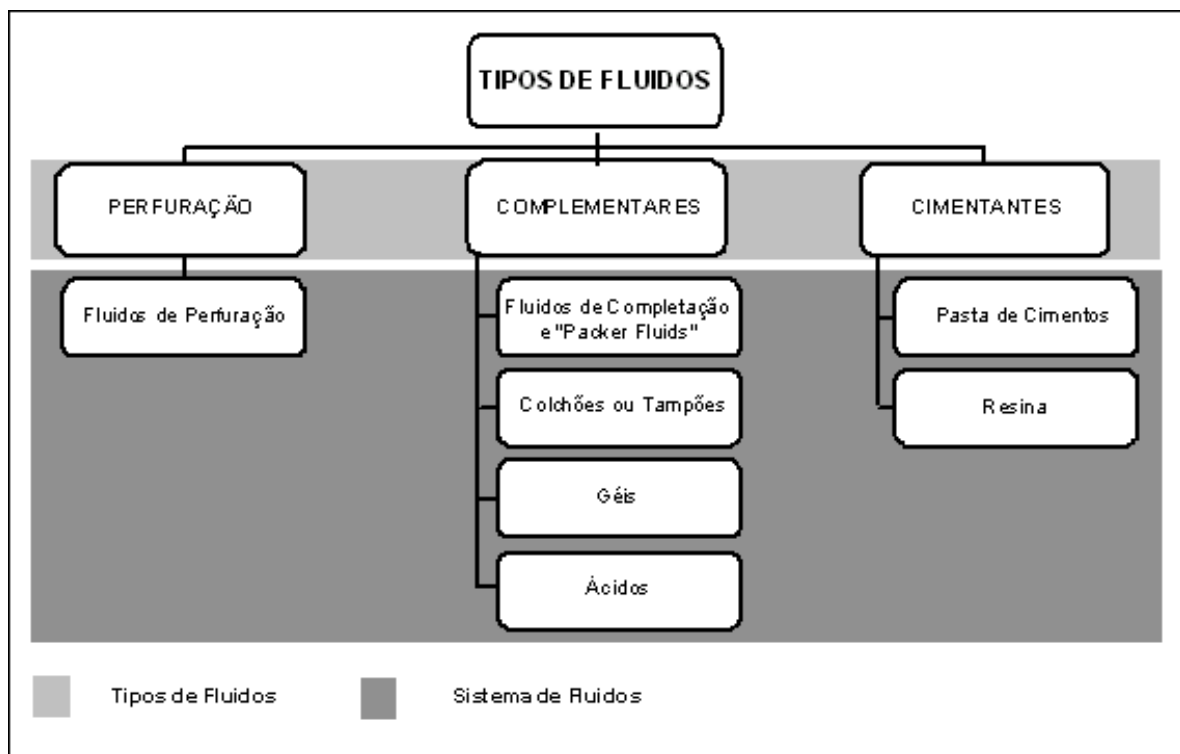


Figura 02. Esquema dos Tipos de Fluidos e o Sistema de Fluidos

2.3.1. Fluidos de Completação e “Packer Fluids”

Fluido deixado no anular do poço após a completação do mesmo (PG-1EP-00210-A).

2.3.2. Colchões ou Tampões

São sistemas de fluidos de volumetria definida que são circulados no poço ou posicionados num trecho do poço, sendo aplicados por curto intervalo de tempo e podendo ser incorporadas pelo fluido em uso ou descartadas devidamente. Desempenham determinadas funções, tais como:

- Limpeza de poço;
- Combate a perda de circulação;
- Promovem a remoção dos fluidos do poço por outro fluido bombeado;
- Servem de base de apoio para outros fluidos posicionados posteriormente acima destes;
- ETC (PG-1EP-00210-A).

2.3.3. Géis para estimulação de poços e controle de produção de areia

São sistemas viscosos à base de polímero (lineares ou reticulados) ou surfactantes viscoelásticos, usados para estimulação e/ou sustentação de sólidos a serem injetados na formação e/ou posicionados no anular tela-poço aberto ou tela-poço revestido.

2.3.4. Ácidos

São sistemas de Fluidos contendo substâncias inorgânicas e/ou orgânicas que liberam prótons (íon hidrônio) quando em solução aquosa, reduzindo o pH do meio. São utilizados para dissolução ácida de formações rochosas e outros resíduos solúveis em ácidos (PG-1EP-00210-A).

2.3.5. Pasta de Cimento

São sistemas de fluidos contendo cimento Portland ou cimento não Portland como aglomerante hidráulico que são posicionados no poço e por meio de reações químicas solidificam vedando os espaços anulares entre as paredes do poço e a tubulação ou o interior do poço (PG-1EP-00210-A).

2.3.6. Resina

São sistemas de fluidos contendo resina que são posicionados no poço e por meio de reações químicas solidificam vedando os espaços anulares entre as paredes do poço e a tubulação ou o interior do poço (PG-1EP-00210-A).

2.4. Base dos Fluidos

2.4.1. Aquosa

Base de sistemas de fluidos de perfuração cuja fase contínua é a água (PG-1EP-00210-A).

2.4.2. Orgânica Hidrofílica

Base de sistemas de fluidos de perfuração cuja fase contínua apresenta propriedades hidrofílicas (PG-1EP-00210-A).

2.4.3. Gaseificada

Base de sistemas de fluidos de perfuração que contém um gás em sua formulação com o objetivo de reduzir seu peso específico (PG-1EP-00210-A).

2.5. Características do fluido aquoso

- Baixa ou sem inibição;
- Não possui muito controle de filtrado;
- Usado no início das perfurações de forma rápida minimizando a interação com a formação;
- Não é muito estável;
- Limitações de uso em formações argilosas.

2.6. Características do fluido não aquoso

Thomas (2011) destaca as seguintes características:

- Pouca interação com argilas reativas;
- Menores coeficientes de atrito (torque e arraste) em relação a um fluido à base de água – A base orgânica forma um filme oleofílico que diminui o torque e o arraste;
- Menores teores de contaminação – Isso é devido a não hidratação dos argilominerais durante o trajeto dos cascalhos do fundo do poço até os equipamentos extratores de sólidos;
- Melhor controle de propriedades – os fluidos não aquosos sofrem menores variações de suas propriedades físico-químicas devido ao menor teor de contaminação;
- Dificulta a propagação das pressões de poros em folhelhos – teoricamente isso ocorre devido às pressões capilares geradas;

- Custos atrativos – Embora os custos de fluidos não aquosos sejam, em geral, maiores de que os fluidos aquosos, essa diferença é reduzida devido ao reaproveitamento desses fluidos em outros poços e às menores taxas de diluição em relação ao fluido à base água. E deve-se considerar que os fluidos não aquosos ocasionam menores problemas operacionais, implicando menores tempos de operação;
- Não danifica a formação portadora de gás em reservatórios de baixa permeabilidade por bloqueio por emulsão tal como ocorre em fluidos aquosos.

Os fluidos não aquosos, no entanto apresentam algumas desvantagens, que devem ser consideradas:

- Necessidade de utilização de secadores de cascalhos devido a restrições ambientais do descarte dos mesmos;
- Necessidade de uma complexa logística instalada, como estações de fluidos, barcos, caminhões, etc;
- Dificuldade em casos de perda de circulação, devido a altos tempos de fabricação dos fluidos e disponibilidade de base orgânica;
- Dificuldades na detecção de *kicks* devido à solubilidade dos gases na base orgânica.

2.7. Estações de Fluidos de Perfuração e Complementares

As Estações de Fluidos de perfuração e complementares são responsáveis pela fabricação e envio de fluidos de perfuração e completação. Os fluidos de perfuração são também recondicionados e armazenados na Estação. As Estações possuem duas partes, uma dedicada a preparação de fluidos de perfuração e outra a fluidos de completação.

2.7.1. Características dos fluidos produzidos

2.7.1.1. Fluidos de perfuração

- a) Fluido aquoso – PE-3EM-00223-F

Tabela 022. Composição básica do fluido aquoso – PE-3EM-00223-F.

PRODUTO	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Água industrial	Fase contínua	QSP
Bicarbonato de sódio	Precipitar cálcio livre	0,0 a 0,2 lb/bbl

Goma xantana	Viscosificante	1,0 a 1,5 lb/bbl
CMC AV AS	Viscosificante/Encapsulante	0,0 a 1,0 lb/bbl
CMC ADS T-2	Redutor de filtrado	1,0 a 2,0 lb/bbl
Hidroxi propil amido	Redutor de filtrado	0,0 a 0,8 lb/bbl
NaCl	Inibidor inch. de argila	20,0 a 52,0 lb/bbl
Polímero catiônico	Inibidor inch. de argila	6,0 lb/bbl
Glutaraldeído	Bactericida	0,0 a 0,3 lb/bbl
Óxido de magnésio	Alcalinizante	0,0 a 1,0 lb/bbl
Anti encerante	Preventor de enceramento	0,13 a 0,3 lb/bbl
Anti-espumante	Preventivo de espuma	0,3 lb/bbl
Baritina	Adensante	QSP
Densidade	-	9,0 a 13,0 lb/gal
Viscosidade	-	20,0 a 30,0 cP

b) Fluido não-aquoso – PE-3EM-00198-J

Tabela 023. Composição básica do fluido não-aquoso – PE-3EM-00198-J.

PRODUTO	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO
N-parafina	Fase contínua	0,57 bbl/bbl
Emulsificante primário	Emulsificante	9,0 lb/bbl
Hidróxido de cálcio	Saponificante/Alcalinizante	10,0 lb/bbl
Solução saturada de NaCl	Fase emulsionada	0,39 bbl/bbl
Redutor de filtrado	Redutor de filtrado	-
Argila organofílica	Viscosificante	2,0 lb/bbl
Modificador reológico	Viscosificante	1,0 lb/bbl
Umectante	Agente óleo molhante	QSP
Baritina	Adensante	0,0 a 612,0 lb/bbl
Densidade	-	8,6 a 13,0 lb/gal
Viscosidade	-	20,0 a 30,0 cP

Obs.: Eventualmente é utilizado o carbonato de cálcio como adensante e preventor de perda.

c) N-parafina

Tabela 024. Característica da n-parafina.

PROPRIEDADE	VALOR
Viscosidade	5,53 Cst @ 90°C
Densidade	6,3 – 6,4 lb/gal

2.7.1.2.Fluidos de completação

2.7.1.2.1. Composição química para o peso de 8,6 a 10,0 lb/gal com cloreto de sódio

Tabela 025. Composição química para o peso de 8,6 a 10,0 lb/gal com cloreto de sódio.

PRODUTO	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Água industrial	Diluyente	QSP
Cloreto de potássio	Inibidor inch. de argila	-
Cloreto de sódio	Adensante	-
Bissulfito de sódio @ 40%	Sequestrador de oxigênio	0,045% v/v
Gluteraldeído @ 40%	Bactericida	0,053
Preventor de emulsão	Preventor emulsão	0,20
Solução de soda cáustica @ 25%	Controlador de pH	Até pH 8 - 9

2.7.1.2.2. Composição química para o peso de 10,0 a 12,0 lb/gal com cloreto de cálcio

Tabela 026. Composição química para o peso de 10,0 a 12,0 lb/gal com cloreto de cálcio.

PRODUTO	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Água industrial	Diluyente	QSP
Cloreto de cálcio	Adensante	-
Preventor de emulsão	Preventor emulsão	0,20 % v/v

2.7.1.3. Fluidos de intervenção

2.7.1.3.1. Álcool

Tabela 027. Característica do álcool.

PROPRIEDADE	VALOR
Viscosidade	1,2 cP @ 20°C
Densidade	6,7 lb/gal

2.8. Elaboração do Projeto Conceitual da Estação de Fluidos.

O Projeto Conceitual tem como objetivo fornecer as informações e diretrizes necessárias para abranger o projeto básico, a construção e montagem, condicionamento, testes, pré-operação e operação assistida até a efetivação dos testes de desempenho, incluindo o fornecimento dos materiais e equipamentos, para manter a melhoria operacional da Estação de Fluidos de Completação, Perfuração e Estimulação e das Centrais de Tratamento de Cascalhos.

A elaboração do Projeto conceitual é realizada pela equipe de projeto de processo. As equipes de projeto mecânico, térmico e de instrumentação, controle e automação devem ser consultadas em caso de necessidade de esclarecimentos quanto a detalhes específicos destas disciplinas.

As informações necessárias para elaboração do Projeto conceitual devem ser obtidas a partir das Bases de Projeto, da Lista de equipamentos, dos Fluxogramas de Processo, das Memórias de cálculo de Processo para Sistemas e Equipamentos e dos resultados da simulação de balanço de massa e energia do processo, quando aplicável.

2.8.1. Conteúdo do Projeto Conceitual

O padrão PE-5E3-00690-V nos apresenta como deve ser a Elaboração do Projeto Conceitual

2.8.1.1. Preenchimento do documento principal

2.8.1.1.1 Cabeçalho

Nº – Preencher conforme N1710

Cliente – Órgão gestor da instalação.

Ex.: UO-RNCE/ATP/MO

Programa – Título do projeto – Que consta na carteira de projetos.

Ex.: XA – Perfuração de poços Radiais.

Código de Projeto – Código que consta na carteira de projetos.

Ex.: RC187A.

Área – Identificação da instalação.

Ex.: Campo de Xaréu.

2.8.1.1.2. Índice de Revisões

Registrar as revisões que o Projeto Conceitual sofreu.

Utilizar os seguintes códigos:

- Revisão 0 Emissão inicial
- Revisão A, B, etc. Revisão onde indicado (parte do projeto).

2.8.1.1.3. Índice Geral

Listar os itens que compõem o Projeto Conceitual com as respectivas numerações de páginas.

2.8.1.1.4. Introdução

Objetivo

- Especificar os ganhos oriundos da implantação do projeto.

Escopo do projeto

- Define o que será efetivamente projetado.

Microlocalização das instalações atuais e futuras

- Situar o projeto tomando como referência uma localidade ou um campo já existente.

Dados ambientais e climáticos

-Citar os principais dados que possam influenciar no projeto e/ou na operação dos equipamentos.

Antecedentes

-Pequeno histórico da evolução das operações e/ou projetos desde que relevantes para o projeto atual.

2.8.1.1.5. Processo

Descrever o processo citando o percurso principal dos fluidos, bem como fluxos complementares, de forma compatível com o Fluxograma de Processo (Anexo B).

Características dos fluidos produzidos, injetados e consumidos.

Descrever os fluidos envolvidos no processo indicando suas características no Anexo C.

Curvas de produção, injeção (gás/água/vapor) e consumo (gás/combustíveis/produtos químicos).

Descrever os fluidos envolvidos no processo indicando suas curvas de produção no Anexo D.

Instalações existentes

Quando aplicável, ou seja, existam interfaces com futuras instalações.

Poços e linhas de surgência

Descrever os poços por tipo, bem como características das linhas de surgência, envolvidos no processo indicando suas características no Anexo E.

Instalações de superfície

Fazer descritivo das instalações existentes - quando aplicável, ou seja, existam interfaces com futuras instalações - principais conjuntos.

Estações de Testes

Fazer descritivo - indicar equipamentos em ordem seqüencial (TAG) para referência no Anexo F.

Malha de escoamento de fluidos (óleo, gás e água).

Fazer descritivo - indicar equipamentos em ordem seqüencial (TAG) para referência no Anexo F.

Estações Coletoras (central e satélites)

Fazer descritivo de cada sistema existente - indicar equipamentos em ordem seqüencial (TAG) para referência no Anexo F - principais sistemas on-site (sistemas inexistentes devem ser desconsiderados).

..Sistema de separação em baixa pressão.

..Sistema de separação em alta pressão.

..Sistema de tratamento de óleo.

..Sistema de armazenamento e transferência de óleo (inclusive booster/rebombeio).

..Sistema de tratamento/injeção/descarte/escoamento de efluente.

- ..Sistema de tratamento de gás em baixa pressão.
- ..Sistema de compressão de gás.
- ..Sistema de tratamento de gás em alta pressão.
- ..Sistema de exportação de gás (inclusive booster/recompressão).
- ..Sistema de gás-lift (ou outros de elevação artificial que utilizam gás).
- ..Sistema de injeção de gás.
- ..Sistema de injeção de água.
- ..Sistema de recebimento de líquidos (slug-catcher).

Unidade de Processamento de Gás

Estas instalações possuem sistemas particularizados em função do processo selecionado.

Unidade de Processamento de óleo (Diesel, QAV, outras)

Estas instalações possuem sistemas particularizados em função do processo selecionado.

Unidade de Processamento de condensado

Estas instalações possuem sistemas particularizados em função do processo selecionado.

Utilidades, o suprimento elétrico bem como automação/instrumentação são tratados em capítulo a parte)

Fazer descritivo de cada sistema existente - indicar equipamentos em ordem seqüencial TAG) para referência no Anexo F - principais sistemas on-site (sistemas inexistentes devem ser desconsiderados).

- ..Sistema de Drenagem Oleosa (contaminada).
- ..Sistema de Drenagem Pluvial (limpa).
- ..Sistema de Ar comprimido.
- ..Sistema de Água Industrial (processo/refrigeração de máquinas).
- ..Sistema de Armazenamento e expedição de produtos.
- ..Sistema de alívio e tocha.
- ..Sistema de inibição de hidratos (Metanol/Etanol/Glicol).
- ..Sistema de injeção de Odorante.
- ..Sistema de gás combustível .
- ..Sistema de injeção de desemulsificante.
- ..Sistema de injeção de polietileno.

Instalações em implantação

Quando aplicável, ou seja, existam interfaces com futuras instalações - manter seqüência compatível com as Instalações Existentes.

Poços e linhas de surgência.

Instalações de superfície.

Utilidades.

Instalações futuras

Quando aplicável, ou seja, existam interfaces com futuras instalações - manter seqüência compatível com as Instalações Existentes.

Poços e linhas de surgência.

Instalações de superfície.

Utilidades.

Interligações previstas

Quando aplicável, ou seja, existam interfaces com futuras instalações - manter seqüência compatível com as Instalações Existentes - para cada interligação deverá ser preenchido uma FD - Folha de Dados para o TIE-IN conforme anexo G.

Poços e linhas de surgência.

Instalações de superfície.

Utilidades.

2.8.2. Automação e instrumentação

Descrição do Sistema de Supervisão e Controle.

Instrumentação.

Válvulas Motorizadas.

Analísadores de Linha.

Detetores de Gás.

Sistema de Comunicação: Transmissão de Voz e Imagens.

Medição de vazão (Especificar os medidores).

Automação/Instrumentação (Definir o local de centralização das operações, meio de transmissão de dados, lógica de atuação e variáveis a serem automatizadas).

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis.

2.8.3. Sistema Elétrico

Sistema Elétrico Atual.

Sistema de Iluminação

Sistema Elétrico Ampliado.

Descrição dos Serviços.

Sistema de Potência.

Sistema de Supervisão e Controle.

Sistema de Aterramento.

Sistema de Proteção

Eletrificação de Poços e Estações

Instalações Elétricas em Áreas Classificadas como potencialmente explosivas (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Potencialmente Explosivas).

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis.

2.8.4. Projeto mecânico/ Tubulações

Requisitos mínimos para equipamentos estáticos, tubulações e acessórios.

Requisitos mínimos para equipamentos estáticos (vasos,permutadores, torres e fornos).

Tubulações, Válvulas e demais Acessórios.

Linhas de Surgência/Injeção (As linhas de surgência devem ser preenchidas na coluna origem a sigla

do poço e na coluna destino a da estação coletora. As linhas de injeção devem ser preenchidas na

coluna origem a sigla do satélite/manifold e na coluna destino o poço injetor).

Manifold e/ou Válvula Multivias.

Tanques e Bacia de Contenção.

Bombas/Compressores/Geradores de Vapor.

Vasos de Pressão: Separadores, Depuradores, Tratadores, Selos, Filtros etc.

Escoamento (Definir se duto ou carreta. Se carreta definir ponto de descarrego e distância).

Plataformas.

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis.

2.8.5. Construção Civil

Fundações.

Cálculo Estrutural.

Estruturas de Concreto / Bases de Equipamentos.

Tubovias.

Bases e Pisos de Concreto Armado.

Estruturas Metálicas.

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis

2.8.6. SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde

Sistema de combate a incêndio.

Sistema de água Pressurizada.

Sistema de detecção de incêndio.

Alarmes e Sinalização.

Detetores de gases tóxicos.

Sinalizações marítimas e iluminação de emergência.

Tipo e capacidade de salvatagem.

Isolamento térmico.

Requisitos de SMS aplicáveis a Instalações Elétricas em Áreas Classificadas como Potencialmente

Explosivas (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Potencialmente Explosivas).

Requisitos de SMS aplicáveis à Automação Industrial.

Requisitos de SMS aplicáveis a Equipamentos de Processo e Acessórios.

Qualidade do Ar e Conforto para Comunidades.

Ferramentas para Análise Preliminar de Risco.

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis a SMS.

Deverá atender às NR's - Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, aplicáveis.

2.8.7. Meio Ambiente

Definir volumes de água a serem captados em aquíferos ou mananciais de superfície.

Especificar equipamentos procurando minimizar o consumo de insumos, tais como: óleo lubrificante, gás combustível, óleo diesel, energia elétrica e produtos químicos.

Especificar as providências para minimizar desmatamentos e efeitos de vazamentos.

Integrar as instalações de modo a não afetar mananciais, mangues, fauna, flora e área de proteção ambiental. Definir descartes de efluentes sólidos e líquidos do processo produtivo.

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis a SMS.

2.8.8. Saúde

Verificar emissão de gases.

Verificar temperaturas excessivas.

Verificar dispositivos para redução de ruídos.

Considerar aspectos ergonômicos.

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis a SMS.

2.8.9. Recursos Humanos e Treinamentos

Necessidade de Recursos Humanos.

Estratégia do Treinamento e Clientela.

Treinamento Teórico.

Treinamento Prático.

PLH - Profissionais Legalmente Habilitados.

2.8.10. Documentação Técnica

Documentação das instalações existentes (desenhos, croquis, projetos, memórias técnicas,

especificações técnicas, certificações de equipamentos e/ou materiais, atestados de conformidades

de equipamentos e/ou materiais, etc.).

Normas, Padrões, Manuais, Procedimentos e Especificações Técnicas aplicáveis a SMS.

2.8.11. Anexos do Projeto Conceitual

Anexo A - Mapa de localização das instalações (em função de cada projeto).

Anexo B - Fluxogramas de processo simplificado - utilizar Norma aplicável (em função de cada Projeto).

Anexo C - Dados dos fluidos produzidos, injetados e consumidos.

Anexo D - Curvas relativas aos fluidos produzidos, injetados e consumidos.

Anexo E - Lista de poços e linhas de surgência - anexos específicos para cada um.

Anexo F - Lista de equipamentos de superfície - anexos específicos para cada um.

Anexo G - Detalhes de interligações - conforme formulário padrão (quando aplicável).

3.ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1. Elaboração do memorial descritivo da estação de fluidos de Taquipe-BA

3.1.1. Introdução

3.1.1.1. Objetivo

Este documento tem como objetivo fornecer as informações e diretrizes necessárias para abranger o projeto básico, a construção e montagem, condicionamento, testes, pré operação e operação assistida até a efetivação dos testes de desempenho, incluindo o fornecimento dos materiais e equipamentos, para manter a melhoria operacional da Estação de Fluidos de Completação, Perfuração e Estimulação de Taquipe. Foi observada a necessidade de aproveitamento da Estação de Fluidos existente e análise de quais equipamentos e/ou estruturas poderão ser recuperados, buscando não interromper o sistema existente.

A Estação de Fluidos fica localizada na Base Terrestre de Taquipe, Município de São Sebastião do Passé, distante 80 km da cidade do Salvador, Estado da Bahia.

3.1.1.2. Escopo do Projeto

O escopo do projeto prevê a análise do que poderá ser aproveitado e/ou recuperado na Estação de Fluidos existentes para a melhoria da Estação. Foram analisadas algumas propostas, onde serão analisados os equipamentos e estruturas existentes para prever quais destes serão reaproveitados. Também será avaliada uma nova estrutura (lay-out), buscando uma melhoria no sequencial de processamento atual da Estação.

Será apresentada a descrição das principais premissas utilizadas para o projeto de melhoria da Estação de Fluidos.

3.1.1.3. Microlocalização das Instalações atuais e futuras

A Estação de Fluidos de Perfuração e Completação de Taquipe/BA fica localizada a 80 km da cidade de Salvador, no município de São Sebastião do

Passé. É composta de instalações industriais e administrativas onde são desenvolvidas as atividades de fabricação e condicionamento de fluidos para perfuração e completação dos poços.

O projeto abrange os seguintes sistemas, conforme mostrados no esquemático da Figura 03.

- Sistema de fluidos de perfuração;
- Sistema de fluidos de completação
- Sistema de filtração de fluidos;
- Sistema de recuperação de agentes de sustentação;
- Tanques de solventes (álcool, n-parafina e diesel);
- Tanques de água de processo;
- Sistema de combate a incêndio.

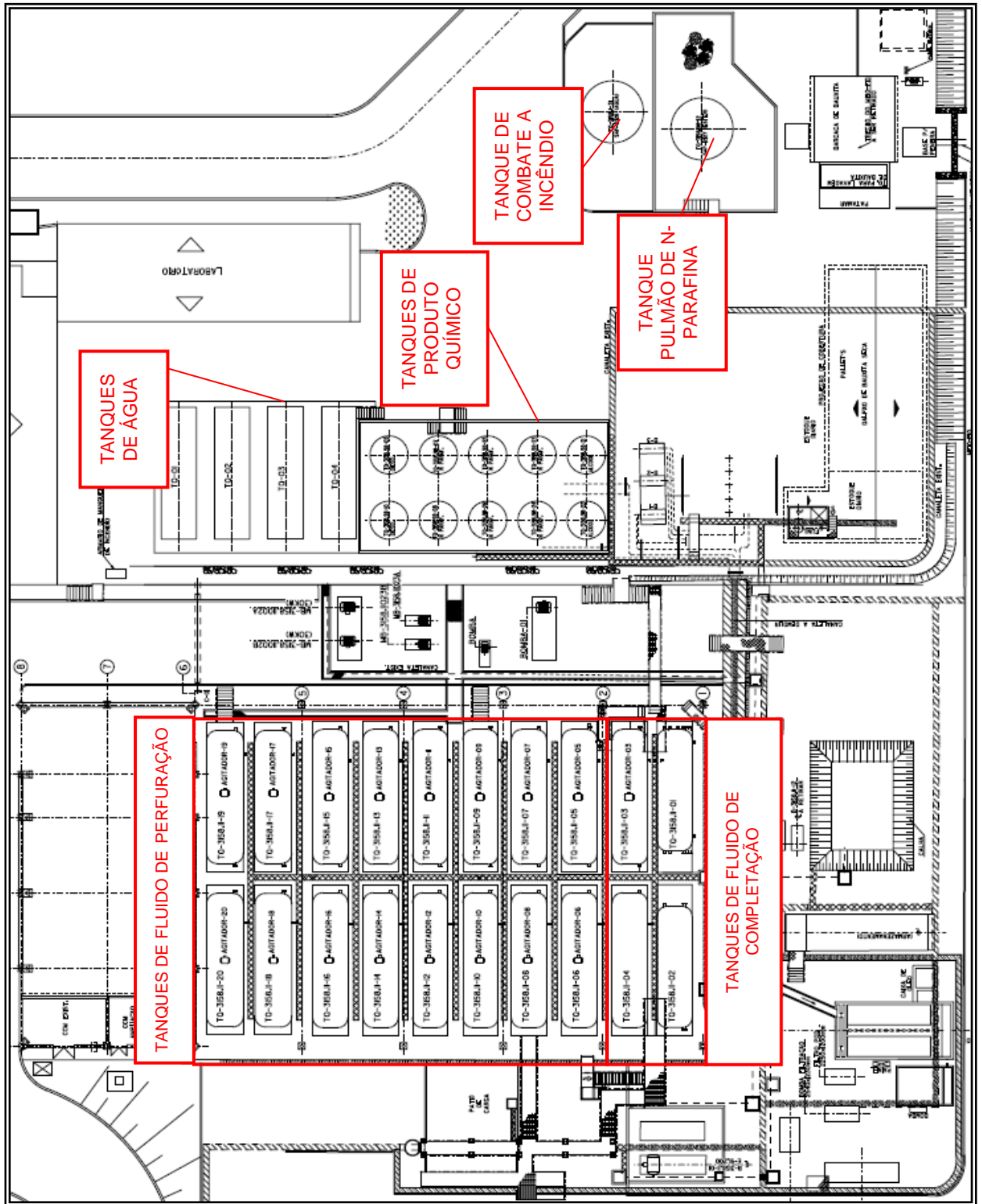


Figura 03. Esquemático Existente da Estação de Fluidos de Taquipe/BA.

3.1.2. Antecedentes

No ano de 2005, após inspeções realizadas pelo ATP-S/MI, identificaram-se problemas ou anormalidades na instrumentação da Estação de fluidos de Taquipe. Dois anos depois, novas inspeções realizadas por esta mesma gerência indicaram novos problemas e avarias em equipamentos elétricos e mecânicos. Quatro anos após as primeiras inspeções realizadas, foram realizadas reuniões conjuntamente com a ATP-S/CM (Construção e Montagem), ATP-S/IP e a ATP-S/MI, após a qual se designaram projetos que ficaram sob a responsabilidade da Construção e Montagem e outros que ficaram sob a responsabilidade da MI.

Na ocasião foram enumerados diversos projetos, que são brevemente descritos a seguir, alguns com designação de responsabilidade da CM e outros da MI.

- Sistema de combate a incêndio – Surgiu a necessidade de especificação e instalação de uma nova bomba, em virtude do baixo rendimento da bomba atualmente instalada, bem como a disponibilidade de mais dois pontos de combate a incêndio nas proximidades do carregamento das carretas.
- Aquisição e instalação de bombas centrífugas para fabricação de fluidos - diante dos problemas encontrados na bomba alternativa existente, optou-se pela sua exclusão e instalação de duas novas bombas centrífugas (booster).
- Sistema de recuperação de agente de sustentação – foi solicitado um novo sistema de bombeio de água de lavagem, bem como o projeto de reaproveitamento desta água de lavagem, pois o atual sistema de lavagem de bauxita está inoperante.
- Sistema de transferência de fluidos - atualmente, as linhas de álcool, diesel e n-parafina estão instaladas de forma que em determinada posição há comunicação dos fluidos. Este é um inconveniente que provoca a contaminação destes fluidos, que compromete o grau de limpeza exigido para produção de alguns fluidos de perfuração. Diante disto, solicitou que estas linhas fossem segregadas, de forma a evitar a contaminação citada.

- Drenagem pluvial – foi solicitada a instalação de comportas devido a necessidade de garantir a separação da água pluvial dos resíduos de abastecimento dos carros e da água de agente de sustentação e uma caixa SAO.
- Adequação dos painéis elétricos – foi solicitada a substituição dos painéis existentes por novos, em virtude da condição atual dos mesmos.
- Adequação da iluminação do galpão – foi solicitada a instalação de novos refletores para adequar a iluminação na região dos tanques de preparo de fluidos.
- Adequação dos painéis de acionamento dos misturadores - foi solicitada a substituição dos painéis de acionamento dos misturadores existentes por outros à prova de explosão.
- Substituição de calhas e eletrodutos – em função do estado das atuais calhas e eletrodutos, pois são os mesmos instalados há cerca de 20 anos, foi solicitada a substituição dos mesmos e que sejam adequados à NR-10.
- Adequação da subestação - toda a subestação deverá ser revisada e adequada NR-10.
- Inspeção dos tanques e recuperação das estruturas corroídas - os tanques instalados há cerca de 20 anos nunca sofreram uma inspeção, de forma que se permitisse conhecer adequadamente o seu estado estrutural. Diante desta evidência foi solicitada a inspeção de todos os tanques.
- Recuperação das grades de aço do piso dos tanques de fluidos – houve a necessidade urgente de substituição e/ou adequação das grades existentes de piso dos tanques, pois as mesmas encontravam-se em estado severo de deterioração, com alguns pontos completamente danificados e para evitar acidentes, eram cobertos por pedaços de madeiras ou outros materiais.
- Recuperação e pintura dos corrimãos – apesar dos corrimãos instalados se encontrarem em bom estado de conservação (em geral) e em virtude da ausência de cuidados com os mesmos, há um aspecto estético muito

ruim, havendo a necessidade de limpeza de todos eles, substituições de pequenas partes e pintura de todos.

- Substituição das linhas de aço carbono para produção de fluidos de completação – foi solicitada a substituição das linhas localizadas na região dos fluidos de completação, pois as mesmas estão em um estado de corrosão acelerada, já que são submetidas a fluidos de grande severidade.
- Substituição das válvulas corroídas – as válvulas corroídas serão substituídas por válvulas novas. Estas válvulas também são submetidas a fluidos de grande severidade.

Inicialmente a Engenharia de Sondagem, Manutenção e Inspeção (ESMI) foi contactada para auxiliar no processo de planejamento dos projetos de recuperação da Estação de Fluidos. Após reunião realizada com o ATP-S/CM, decidiu-se que a ESMI também ajudaria no acompanhamento da execução dos projetos, bem como efetuaria diligenciamentos para garantir o bom andamento dos trabalhos.

A ESMI efetuou um planejamento, considerando os conhecimentos dos técnicos envolvidos para atribuir as durações das tarefas.

3.1.3. Instalações existentes

O sistema contém os seguintes equipamentos:

Tabela 028. Equipamentos que compõem a estação de Fluidos.

EQUIPAMENTOS	ESPECIFICAÇÃO	CAPACIDADE
SISTEMA DE FLUIDOS DE COMPLETAÇÃO		
TQ-3158.11-01	Tanques metálicos de mistura de fluidos (tanques de produção)	130 bbl/150 bbl
TQ-3158.11-02		
TQ-3158.11-03	Tanques metálicos de armazenamento de fluidos (tanques de estocagem)	150 bbl/150 bbl
TQ-3158.11-04		
B-3158.11-01B	Bombas de preparação (centrífuga e alternativa)	200 m ² /d
B-3158.11-22		

Funil de mistura	Mistura de fluidos	-
------------------	--------------------	---

SISTEMA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

TQ-3158.11-05	Tanques metálicos de armazenamento de fluidos (tanques de estocagem)	300 bbl
TQ-3158.11-06		
TQ-3158.11-07		
TQ-3158.11-08		
TQ-3158.11-09		
TQ-3158.11-10		
TQ-3158.11-11		
TQ-3158.11-12		
TQ-3158.11-14		
TQ-3158.11-16		
TQ-3158.11-18	Tanques metálicos de mistura de fluidos (tanques de produção)	180 bbl/120 bbl
TQ-3158.11-13		
TQ-3158.11-15		
TQ-3158.11-17		
TQ-3158.11-19		
Funil de mistura	Mistura de fluidos	
B-3158.11-22A/B	Bombas de mistura (alternativa e centrífuga)	790 m ³ /d

SISTEMA DE PRODUTOS QUÍMICOS

TQ-3158.98-07	Tanques metálicos de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.98-08		
TQ-3158.98-23		
TQ-3158.98-24		
TQ-3158.98-25		
TQ-3158.98-26		
TQ-3158.98-12	Tanque metálico de armazenamento de n-parafina (tanque pulmão)	750 bbl
TQ-3158.98-09	Tanques metálicos de armazenamento de óleo diesel	250 bbl
TQ-3158.98-10		

TQ-3158.98-21 TQ-3158.98-22	Tanques metálicos de armazenamento de álcool	250 bbl
TQ-01/02/03/04	Tanques metálicos de armazenamento de água doce	300 bbl
B-3158.11-01 B-3158.11-02 B-3158.11-03	Bomba centrífuga Mission (álcool) Bomba centrífuga Mission (diesel) Bomba centrífuga Mission (n-parafina)	350 m ³ /d
B-3158.11-111 B-3158.11-112	Bombas de água	-
SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO		
TQ-3158.11-31	Tanque metálico de armazenamento de água	500 bbl
4 Canhões	Combate a incêndio	-
Bomba centrífuga	Bomba centrífuga Mission	-

3.1.4. Descrição do processo

A Estação de fluidos de Taquipe é responsável pela fabricação e envio de fluidos de perfuração e completção. Os fluidos de perfuração são também recondicionados e armazenados na Estação. A Estação possui duas partes, uma dedicada a preparação de fluidos de perfuração e outra a fluidos de completção.

A área de perfuração dispõe de uma capacidade de 3.600 bbls, distribuídos em 12 tanques de estocagem e uma capacidade de 1.200 bbls, distribuídos em 4 tanques de mistura de fluidos (produção). Os tanques possuem pistolas e manoplas. Na área dos tanques tem um funil de mistura que é utilizado para fabricação e recondicionamento dos fluidos.

A tancagem destinada a completção tem uma capacidade de armazenamento de 600 bbls, distribuídos em 2 tanques de estocagem e uma capacidade de 560 bbls, distribuídos em 2 tanques de mistura de fluidos (produção) e dissolução de sais e adição de produtos químicos.

Toda a movimentação dos fluidos entre os tanques e as carretas é feita por bombas.

As diretrizes que fazem menção aos aspectos de embalagem, identificação, condições específicas, inspeção e amostragem dos sais utilizados como matéria-prima são citadas nas normas Petrobras N-1346 e N-1636. Os fluidos de completação produzidos são soluções salinas cujo peso específico é conferido pelo KCl, NaCl ou CaCl₂.

A água que abastece o sistema alimenta os tanques de mistura de fluidos (por gravidade) até que se atinja um determinado volume. A água em seguida é mantida em recirculação entre os tanques e os funis de adição, onde é adicionado o sal base para a produção do fluido. Cada funil é vinculado a duas bombas, sendo o conjunto (funil e bombas) responsável pela solubilização inicial do sal na água e retorno até os tanques de mistura. Esses tanques são subdivididos em dois compartimentos (bicompartimentados), entre os quais há recirculação. Todo o processo produtivo é executado de modo descontínuo (batelada). Neste processo, o operador adiciona o sal base para a produção do fluido nos funis de adição, que, juntamente com as bombas as quais são associados, são responsáveis pela sua sucção, solubilizando o sal na água e descarregando o fluido nas linhas que conduzem até os tanques de mistura de fluidos. Atualmente, os funis se encontram longe das bombas (nos galpões de produtos de perfuração e de completação, cada funil), o que ocasiona uma grande perda de carga nas mesmas. Pretende-se instalar os novos funis próximos as novas bombas para eliminar esta perda de carga e facilitar a solubilização do sal.

Dos tanques de mistura, o fluido é deslocado para o conjunto de filtração, composto por filtros de leito misto para eliminação de possíveis resíduos (este serviço é realizado através da Contratada Baker Hughes).

Após passar pelo conjunto de filtração, o fluxo de fluido é transferido para os tanques de estocagem para posterior carregamento das carretas.

3.1.5. Instalações futuras

Deverão ser dimensionadas novas bombas para mistura dos fluidos e carregamento de carretas e deverá levar em consideração o mesmo modelo das existentes. O parque de bombas existente será desmontado e os funis localizados nos galpões serão avaliados para o caso de relocação dos mesmos para próximo das novas bombas de mistura de fluidos. Deverá ser feita avaliação da potência da

bomba considerando os funis localizados próximo as bombas e os funis localizados nos galpões.

A capacidade das bombas deverá atender ao adensamento dos fluidos e as bombas de carregamento de carretas deverão ser mantidas no mesmo local.

O tanque pulmão de n-parafina existente (TQ-3158.98-12) não poderá ser disponibilizado para o sistema de combate a incêndio, caso seja constatado através do dimensionamento do novo sistema de combate a incêndio que o tanque TQ-3158.11-31 não está adequado para o mesmo, deverá ser adquirido um novo tanque de abastecimento de água.

Os tanques de diesel e álcool serão desativados e os produtos não farão parte do escopo do projeto.

A disposição atual (espaçamento) dos 10 tanques de produtos químicos deverá ser avaliada, de acordo com as norma N-1674 e NBR 17505-2. Caso seja aprovada a disposição atual destes tanques, os mesmos serão mantidos como tanques de armazenamento de n-parafina.

O sistema de Recuperação de Agentes de Sustentação ficará fora do escopo da reforma da Estação. Deverá ser providenciado pelo CPT o tratamento e destinação do passivo de areia e bauxita existente hoje na Estação.

Todos os tanques existentes na Estação (água de processo, produto químico, perfuração e completção) deverão ser inspecionados com posterior manutenção.

Todos os equipamentos existentes e novos serão tagueados de acordo com a N-1710.

Foi proposto um esquemático considerando as facilidades para desmontagem e montagem das novas linhas e novos equipamentos, bem como a avaliação do espaçamento dos tanques de armazenamento de produto químico, pois atualmente os mesmos estão espaçados fora das normas específicas para espaçamento entre tanques (N-1674 e NBR-7505). Caso seja aprovada a disposição atual dos tanques, deverão ser mantidos os 10 tanques para n-parafina, caso contrário, melhorar o distanciamento e leiaute com a retirada de 2 ou 4 tanques.

Os tanques existentes de produtos químicos serão reaproveitados e, os tanques de diesel e álcool, que não estão sendo utilizados, serão aproveitados como tanques de n-parafina.

A seguir foi definido um sequencial para o esquemático de desmontagem e montagem dos equipamentos e linhas do sistema de perfuração, utilizando a estratégia de isolamento de alguns tanques de produção/mistura entre os tanques que ficarão em operação e os tanques que estarão em inspeção. E o esquemático futuro pode ser visto na Figura 05.

- 1) Instalação das novas bombas de mistura, com seus respectivos *header's* de sucção e descarga;
- 2) Isolamento dos tanques (TQ-3158.11009/010/011/012) através do esquemático da Etapa 1 (Figura 02);
- 3) Conexão entre os *header's* de descarga das bombas de mistura e os tanques de completação e perfuração (Etapa 1) através de mangueiras flexíveis;
- 4) Inspeção, pintura e ajustes nos tanques que sofreram parada (TQ-3158.11013/014/015/016/017/018/019/020);
- 5) Isolamento dos tanques (TQ-3158.11009/010/011/012) através do esquemático da Etapa 2 (Figura 02);
- 6) Conexão entre os *header's* de descarga das bombas de mistura e os tanques de completação e perfuração (Etapa 2) através de mangueiras flexíveis;
- 7) Inspeção, pintura e ajustes nos tanques que sofreram parada (TQ-3158.11001/002/003/004/005/006/007/008);
- 8) Isolamento dos tanques (TQ-3158.11005/006/007/008/013/014/015/016) através do esquemático da Etapa 3 (Figura 02);
- 9) Conexão entre os *header's* de descarga das bombas de mistura e os tanques de completação e perfuração (Etapa 3) através de mangueiras flexíveis;
- 10) Inspeção, pintura e ajustes nos tanques que sofreram parada (TQ-3158.11009/010/011/012);
- 11) Instalação das linhas de entrada e saída dos tanques de n-parafina;
- 12) Instalação das novas bombas de carregamento de carretas;
- 13) Conexão das novas linhas com os tanques de completação e perfuração.

Para o esquemático descrito, caso o volume disponível não atenda a demanda de fluido, deverão ser providenciados mais dois tanques sobressalentes de 500 bbl.

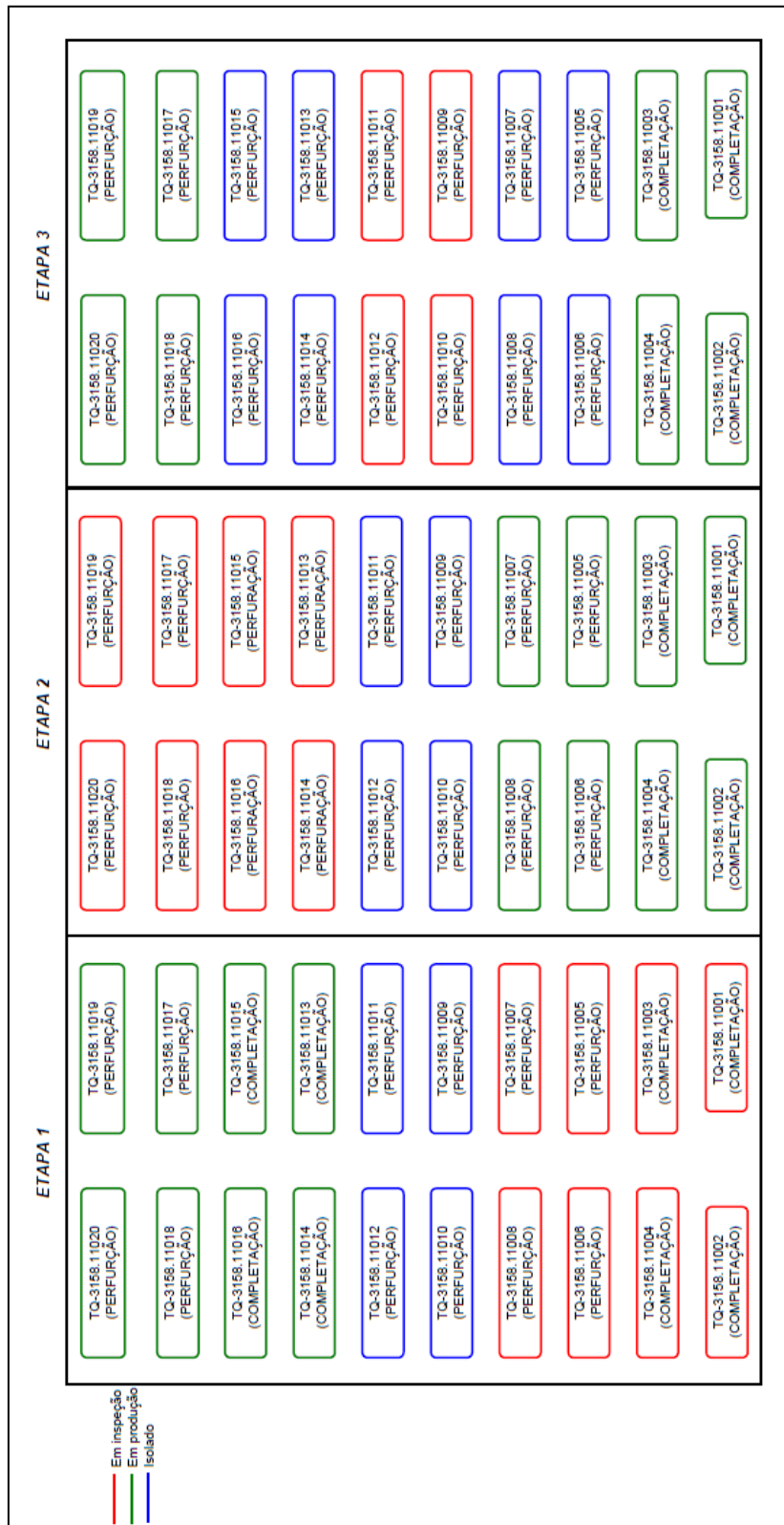


Figura 04. Etapas do processo de inspeção dos tanques de perfuração e completção.

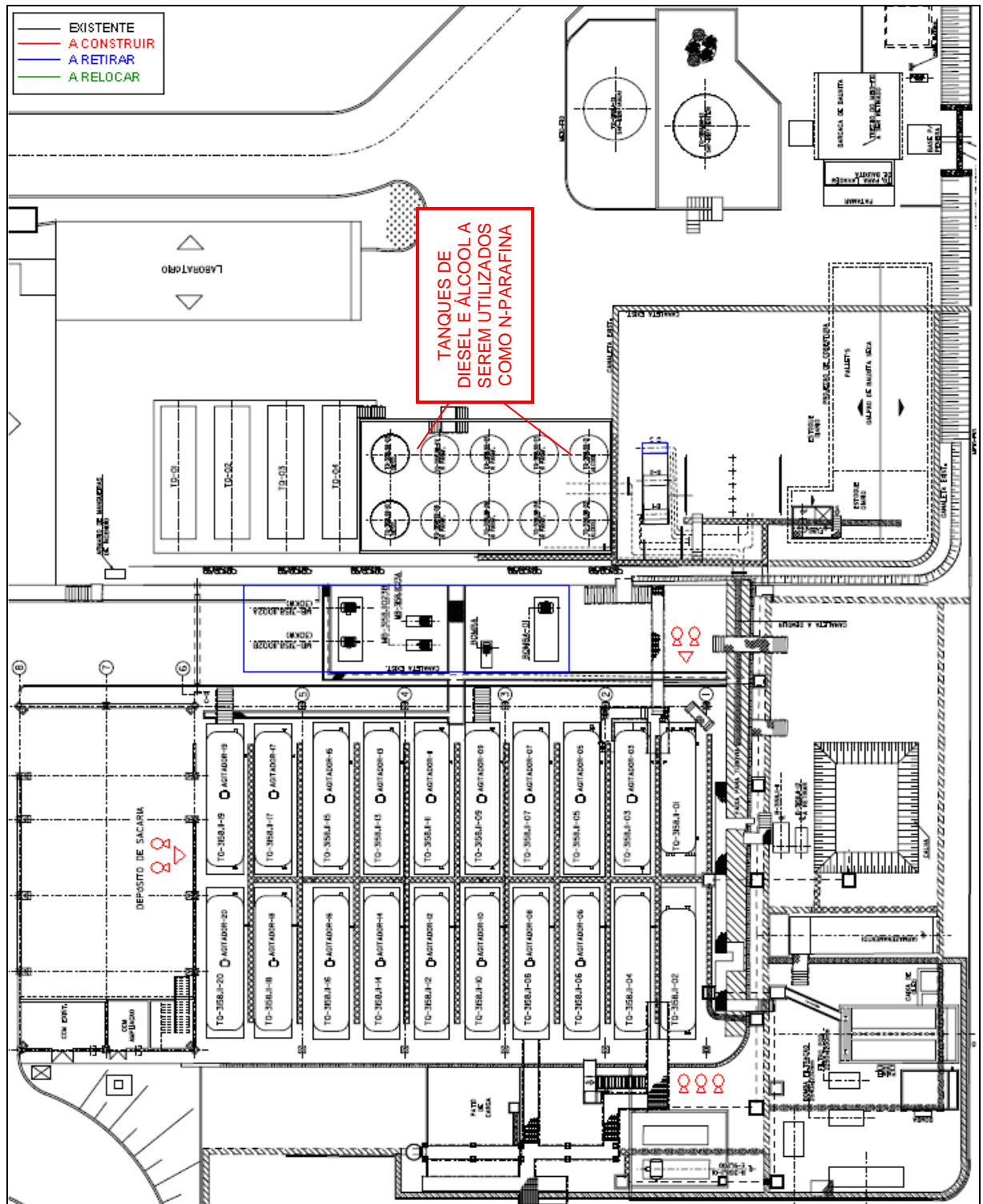


Figura 05. Esquemático Futuro da Estação de Fluidos de Taquipe/BA.

A Tabela 08 lista os novos equipamentos que serão adquiridos e/ou adaptados e a Tabela 09 lista os equipamentos a serem retagueados de acordo com a N-1710.

Tabela 029. Equipamentos adaptados que irão compor a estação de Fluidos.

EQUIPAMENTOS	ESPECIFICAÇÃO	CAPACIDADE
B-3158.11002A/B	Bombas de mistura (completação)	300 bbl/h
B-3158.11003A/B	Bombas de mistura (perfuração)	300 bbl/h
B-3158.11004A/B/C	Bombas de carregamento de carretas	300 bbl/h
TQ-3158.11021	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11022	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11023	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11024	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11025	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11026	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11027	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11028	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11029	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11030	Tanque de armazenamento de n-parafina	250 bbl
TQ-3158.11032	Tanque pulmão de n-parafina	750 bbl

Tabela 030. Equipamentos existentes retagueados.

EQUIPAMENTO S (TAG ANTIGO)	EQUIPAMENTO S (TAG NOVO)	ESPECIFICAÇÃO	CAPACIDADE
TQ-01	TQ-3158.11033	Tanque de armazenamento de água doce	300 bbl
TQ-02	TQ-3158.11034	Tanque de armazenamento de água doce	300 bbl
TQ-03	TQ-3158.11035	Tanque de armazenamento de água doce	300 bbl
TQ-04	TQ-3158.11036	Tanque de armazenamento de	300 bbl

		água doce	
B-01	B-3158.11001A	Bomba de transferência de n-parafina	330 m ³ /d
B-02	B-3158.11001B	Bomba de transferência de n-parafina	330 m ³ /d

Todas as tubulações serão desmontadas e inseridas novas, com classe de pressão 150#, assim como todas as válvulas para o sistema de perfuração e completação deverão ser do tipo borboleta e possuir a mesma classe de pressão. As demais válvulas poderão seguir o pipe-spec correspondente.

A Tabela 10 lista os materiais de tubulação a serem instalados para cada tipo de fluido.

Tabela 31. Materiais de tubulação a serem instalados na estação de Fluidos⁽¹⁾.

FLUIDO	SÍMBOLO	SERVIÇO	SPEC	CLASSE DE PRESSÃO
N-Parafina	P	Processo	B10	150#
Fluido de perfuração (doce)	FP	Fluido de perfuração	B5	150#
Fluido de perfuração (salgado)	FP	Fluido de perfuração	B5	150#
Fluido de completação	FP	Fluido de produção	B5	150#
Água industrial	W	Água industrial (doce ou salgada desaerada)	B10	150#
Dreno aberto	DA	Dreno aberto	B9	150#

⁽¹⁾ Segundo ET-3000.00-1200-200-PCI-001 – Especificação de Engenharia ET-200.03 – Materiais de Tubulação para Instalações de Produção e Processo.

3.1.6. Automação e Instrumentação

Consiste na montagem completa da instrumentação, com fornecimento de todos os materiais, equipamentos, componentes, acessórios e demais itens necessários, bem como serviços que antecedem a montagem propriamente dita, tais como calibração e emissão dos certificados.

A partida das novas bombas do sistema de combate à incêndio deverá ser manual e não está prevista nenhuma automação para o sistema.

Nos tanques de n-parafina e de água deverão ser instalados indicadores de nível, substituindo a instrumentação existente. Deverão ser instalados também indicadores de níveis locais nas caixas de água e nos tanques de produção e armazenamento (perfuração e completação).

Serão instalados indicadores de pressão na descarga das bombas (descarregamento, mistura de fluidos e carregamento).

Para medição do consumo de água será instalado um hidrômetro na linha principal de alimentação e os transmissores de pressão instalados no sistema de produção (perfuração e completação) deverão ser substituídos por novos.

Serão substituídos os marcadores de nível com perda de espessura acentuada, bem como os manômetros danificados por outros em bom estado de conservação e calibrados.

Deverá ser avaliada a possibilidade de inclusão de um sistema supervisão.

3.1.7. Sistema Elétrico

Consiste na construção, instalação e montagem do sistema elétrico completo com fornecimento de todos os materiais, equipamentos, componentes, acessórios e demais itens necessários das redes de distribuição e demais instalações, inclusive os condicionamentos, calibrações, testes e ensaios.

O projeto das instalações elétricas da Estação de Fluidos de Taquipe deve satisfazer as recomendações das normas referentes à:

- Classificação de áreas;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Iluminação;

- Painéis elétricos;
- Sistema de Combate a Incêndio;
- Distribuição de forças.

As áreas serão classificadas conforme o material a ser armazenado.

Segundo a N-2706, em empreendimentos de ampliação, modernização ou desativação de unidades, torna-se necessária a atualização do plano de classificação de áreas, mesmo que não tenha decorrido o prazo definido de 3 anos. Para tanto, o plano de classificação de áreas deverá ser atualizado a partir da coleta de informações das características do processo e da instalação e, na atualização dos documentos, deverão ser incorporadas e detalhadamente indicadas, as abrangências das alterações efetuadas. Para isto, além das recomendações técnicas prescritas nas normas específicas de classificação de áreas, deverão ser consultados os representantes da unidade nas seguintes disciplinas:

- Operação;
- Manutenção;
- Projeto;
- Segurança industrial;
- Processo.

A montagem dos equipamentos deverá incluir o recebimento, transporte adequado para local de aplicação, montagem mecânica dos equipamentos e acessórios, fixação na base, piso ou parede, nivelamento quando aplicável, montagem elétrica, reaperto e isolamento de conexões, aterramento dos equipamentos, limpeza interna e externa e retoque de pintura, interligação de força, comando e sinalização, testes e energização dos equipamentos.

A Subestação existente deverá ser avaliada para possíveis alterações. O painel instalado provisoriamente deverá ser desativado e todas as cargas deverão ser alimentadas pelo painel existente, do tipo CCM, instalado dentro da sala de painéis da Estação, que deverá ser ampliada e instalada uma UPS com baterias de

acumuladores para atender a iluminação de emergência e cargas essenciais. Será analisada a necessidade de ventilação mecânica na sala de painéis.

Deverá ser avaliado e/ou redimensionado o sistema elétrico considerando os painéis existentes (CMC 440 e 220).

Todos os sistemas de distribuição de força, controle, iluminação, aterramento e SPDA serão adequados ao novo arranjo dos equipamentos e condições da Estação. Serão desmontados e projetados novos sistemas de distribuição de força, controle e iluminação, atendendo as normas e legislações vigentes.

Para realização dos serviços de projeto de detalhamento do sistema elétrico, é considerado escopo do mesmo a realização de levantamentos no local, a fim de verificar eventuais alternativas de projeto, verificar a situação das instalações existentes, verificar possibilidade de aproveitamento de partes da instalação, ou confirmar informações contidas em documentação existente.

A elaboração dos procedimentos e a execução dos trabalhos deverão estar em conformidade com as Normas Técnicas nacionais e internacionais aplicáveis, tais como, entre outras:

- ABNT / NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- ANSI C1 – National Electric Code.

3.1.8. Projeto Mecânico/ Tubulações

3.1.8.1. Requisitos mínimos para equipamentos, tubulações e acessórios

Todas as tubulações deverão estar adequadas para a classe 150#, de acordo com os padrões da ET-3000.00-1200-200-PCI-001 (ET-200.03) e todas as válvulas deverão ser do tipo borboleta, com a mesma classe de pressão.

A elaboração de procedimentos e a execução dos trabalhos, de conformidade com a ANSI B.31.3 e ANSI/ASME B.31.4, deverá abranger:

- Pré-fabricação e montagem;
- Teste de todas as válvulas;
- Verificação da funcionalidade;
- Teste de malhas;
- Preparação para a operação assistida.

Deverá ser observado que a montagem de todo o projeto será executado em plena operação, bem como a desmontagem e a rápida montagem das tubulações e equipamentos novos.

Na área entre a tancagem de produtos químicos e o galpão de produção, serão desmontadas todas as tubulações, equipamentos e bases. Com isso deverão ser definidas todas as alterações nas conexões dos tanques necessárias para adequação ao novo arranjo de tubulações.

As bombas que eventualmente sejam adquiridas deverão ser do mesmo modelo das existentes, com o intuito de servirem como sobressalentes.

A atual plataforma, bem como as passarelas e escadas metálicas deverão ser totalmente removidas e substituídas por novas estruturas.

Em todos os tanques de preparação (mistura), as pistolas existentes serão substituídas por pistolas novas e serão instalados misturadores estáticos, que garantam a homogeneização do produto e, para cada tanque bicompartimentado, deverão ser previstos misturadores estáticos e agitadores para cada parte. Os agitadores deverão ser acionados por motores elétricos e instalados acima da nova plataforma.

Nos tanques de armazenamento, as pistolas e manoplas deverão ser removidas e, deverão ser instalados novas pistolas e novos agitadores acionados por motores elétricos.

A elaboração dos procedimentos e a execução dos trabalhos deverão estar em conformidade com a Norma N-115 (Fabricação e Montagem de Tubulações Metálicas).

Deverá ser considerada a condição de ambiente com alta salinidade como critério para revestimento (pintura) de tanques e tubulações.

As tubulações deverão ser revestidas internamente através de tintas Epóxi do tipo “Novolac”, de acordo com as Normas N-2843 e N-2912. O revestimento

interno terá a finalidade de minimizar possíveis contaminações nas tubulações a serem construídas. A identificação nas tubulações revestidas internamente deverá ser feita externamente, em posição previamente acordada entre a Petrobras e a empresa aplicadora do revestimento e a mesma deverá conter as seguintes informações:

- a) Logotipo ou nome da empresa aplicadora;
- b) Tipo de revestimento;
- c) Data da aplicação do revestimento;
- d) Código de rastreabilidade.

Deverão ser colocadas manobra superior para as válvulas dos tanques de fluidos de perfuração e completação.

Deverá ser avaliada a possibilidade de separar as linhas de fluido de perfuração doce e salgado para garantir as operações em zonas de aquíferos, ou optar pelo controle operacional para limpeza das linhas.

3.1.9. Construção Civil

Os serviços de construção civil deverão ser executados em conformidade com as seguintes normas, nesta ordem, PETROBRAS, ABNT e na falta destas, normas estrangeiras já normalmente adotadas no mercado brasileiro. Todos os materiais a serem empregados na obra deverão ter sua qualidade certificada pelo fabricante ou qualificados através de ensaios específicos e suas aplicações dentro das boas técnicas de engenharia de construção.

Deverão ser criados procedimentos para a elaboração dos projetos e a execução de montagem em conformidade com a especificação técnica de fabricação e montagem de estruturas metálicas.

O projeto civil deverá levar em conta Normas específicas aplicáveis e as recomendações das Diretrizes de Projeto para Instalações Terrestres de Produção.

Deverá ser prevista a possibilidade da utilização da laje existente no galpão de estocagem e a logística para estocagem da sacaria deverá atender a produção dos fluidos de perfuração, completação e outros produtos.

3.1.10. Segurança Industrial, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional

Deverão ser obedecidas as normas regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho.

A Estação de Fluidos deve ser provida de lava-olhos e chuveiro de emergência e possuir rota de fuga alternativa, além dos acessos principais, para casos de emergência. Deverá possuir ainda sinalização de segurança que identifique os riscos de acesso ao local.

Deverá ser instalada caixas separadoras de óleo e canaletas no Sistema de Drenagem.

Deverá ser avaliado o sistema de combate a incêndio e, caso a capacidade do atual tanque de armazenamento de água (TQ-3158.11-31) seja constatada insuficiente para atender o Sistema, deverá ser adquirido um novo tanque para armazenamento de água.

De acordo com a N-1203, a rede de incêndio deverá ser independente de outras redes de água e abranger toda a área industrial, com ramais que atendam as necessidades de água de combate a incêndio das áreas administrativas. Uma vez que tanto as quadras das unidades de processo como as destinadas aos tanques de armazenamento de produtos deverão ser totalmente contornadas pela rede de incêndio. Deverá ser prevista a necessidade de sistemas de espuma para proteção de todas as áreas onde seja possível o derrame ou vazamento de líquidos combustíveis ou inflamáveis ou onde esses líquidos já estejam normalmente expostos à atmosfera.

Deverão ser instaladas numa nova casa, duas bombas: uma a diesel e uma elétrica, com o intuito de atender às diversas áreas, como a estocagem de produtos químicos, galpão de produtos químicos da completação e perfuração, sistemas de carregamento de produtos químicos e de carretas de fluidos, galpão de estocagem e parque das bombas.

Toda a tubulação do sistema de combate à incêndio deverá ser substituída por um projeto novo, devendo ser previstos *tie-in's* para atendimento futuro ao prédio administrativo.

O sistema de combate a incêndio existente só deverá ser desmontado após o término da montagem do novo sistema.

Em relação a geração de resíduos sólidos e/ou líquidos deverão ser gerados o mínimo possível destes resíduos, e os mesmos deverão ser transportados e/ou destinados obedecendo as orientações específicas de cada área e ao seguinte plano de gerenciamento de resíduos:

- PG-3E5-00559-K – MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS;

3.1.11. Recursos Humanos e Treinamento

Deverá ser previsto o treinamento das equipes da operação e manutenção nos equipamentos instalados, em especial os inexistentes, caso existam, no processo original.

3.1.11.1. Orientações gerais

É de fundamental importância:

- Completa compreensão do processo e suas variáveis, bem como os controles envolvidos;
- Conhecer o alinhamento dos sistemas (completação e perfuração), e as opções e flexibilidades operacionais disponíveis;
- Identificação e compreensão das principais rotinas envolvidas na operação dos principais equipamentos;
- Identificação e compreensão das análises necessárias para a otimização do processo.
- Obter uma visão geral da Estação no tocante a segurança.
- Compreender e seguir as recomendações técnicas dos equipamentos fornecidos pelos fabricantes.

3.2. Memória de cálculo do dimensionamento das bombas de mistura de Fluidos de Perfuração

3.2.1. Objetivo

Esta memória de cálculo apresenta os resultados do dimensionamento das bombas de mistura de fluidos de perfuração (B-3158.11003 A/B) da Estação de Fluidos de Taquipe.

3.2.2. Introdução

Atualmente, a Estação de Fluidos de Taquipe possui 04 (quatro) bombas de mistura de fluidos de perfuração, B-3158.1123A/B/C/D(centrífuga), com vazão de 150,0 m³/h e pressão normal de descarga de 2,13 kgf/cm².

Serão adquiridas novas bombas de mistura de fluidos de perfuração, B-3158.11003 A/B, que substituirão as bombas existentes.

Será avaliada a possibilidade de instalação das novas bombas próximas aos tanques de perfuração, juntamente com o funil de mistura.

3.2.3. Premissas Básicas e Critérios de Projeto

- Duas bombas, do tipo centrífuga, com a configuração de uma bomba principal e uma reserva;
- Temperatura de operação mínima igual a 20°C e normal 40°C;
- Nível mínimo e máximo dos tanques de produção água industrial igual a 0,0 e 1,6 m, respectivamente. O tanque tem altura de 2,0 m;
- Vazão máxima de operação das bombas é de 150,0 m³/h;

3.2.4.Dados Gerais

3.2.4.1.Dados de Processo

Tabela 132: Dados do fluido de completação⁽¹⁾.

Dados do fluido		Unidade
Fluido	Fluido de perfuração / água	-
Temperatura de operação	40,0	°C
Pressão de vapor @ T _{OP}	0,0014 / 0,0074	kgf/cm ² _a
Viscosidade do fluido	80,0 / 0,65	cP
Massa específica	2160 / 992,1	kg/m ³

⁽¹⁾ A bomba irá trabalhar tanto com fluido de perfuração, tanto com água. A mesma deverá ser definida para fluido de perfuração.

3.2.4.2.Dados de Operação

Tabela 133: Dados de operação

Dados de operação		Unidade
Vazão de operação (por bomba)	150,0	m ³ /h
Pressão dos tanques de água industrial	0,0 (ATM)	kgf/cm ² _g
Desnível na tubulação de sucção	2,0	mcl
Desnível na tubulação de descarga	2,0	mcl
Nível mínimo e máximo dos tanques de perfuração	0,0 – 1,6	mcl

3.2.5.Metodologia

Foi utilizada a equação de Darcy para o cálculo da perda de carga por fricção e o método do comprimento equivalente para contabilizar o efeito dos acessórios.

$$h_f = f \frac{L_{total}}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Em que,

f : Coeficiente de atrito, adimensional;

h_f : Perda de carga total, em m;

L_{total} : Comprimento total, em m;

D : Diâmetro da tubulação, em m;

V : Velocidade, em m/s;

g : Aceleração da gravidade, em m/s².

O coeficiente de atrito, f , é uma função do número de Reynolds e da rugosidade relativa (ϵ/D). O número de Reynolds é dado pela seguinte equação:

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu}$$

Em que,

Re: Número de Reynolds, adimensional;

ρ : Massa específica, em kg/m³;

V: Velocidade, em m/s;

D: Diâmetro da tubulação, em m;

μ : Viscosidade, em kg/m.s (1 kg/m.s = 1000 cP).

O dimensionamento do diâmetro da tubulação de sucção e de descarga foi feita de forma que a velocidade nas linhas de sucção não ultrapassasse 1,0 m/s e na tubulação de descarga não ultrapassasse 2,0 m/s. O item 4.3 desta memória de cálculo foi utilizado na escolha das especificações das tubulações para o serviço e suas respectivas classes de pressão.

Foram utilizadas as condições de operação (vazão, nível de líquido e temperatura de operação) que forneceram resultados mais conservativos de perda de carga e NPSH.

Para o cálculo da pressão de descarga considerou-se um aumento na perda de carga na tubulação de recalque das bombas de 15% para efeito de segurança do projeto.

A pressão de sucção foi calculada pela seguinte equação:

$$P_s = \rho \times g \times h_s$$

em que,

P_s : Pressão de sucção, em Pa (98066,5 Pa = 1 kgf/cm²);

ρ : Massa específica nas condições de operação, em kg/m³;

g: Aceleração da gravidade, em m/s²;

h_s : Altura manométrica de sucção, em m;

A pressão de descarga foi calculada pela seguinte equação:

$$P_d = \rho \times g \times h_d$$

em que,

P_d : Pressão de descarga, em Pa (98066,5 Pa = 1 kgf/cm²);

ρ : Massa específica nas condições de operação, em kg/m³;

h_d : Altura manométrica de descarga, em m;

A altura manométrica de sucção, para reservatório de sucção aberto para a atmosfera, pode ser calculada pela seguinte equação:

$$h_s = Z_s - h_{fs}$$

em que,

h_s : Altura manométrica de sucção, em m;

Z_s : Altura estática de sucção (desnível da tubulação + nível de líquido), em m;

h_{fs} : Perda de carga nas linhas e acessórios da sucção, em m.

A altura manométrica de descarga, para reservatório de recalque aberto (tanques de perfuração), pode ser calculada pela seguinte equação:

$$h_d = Z_d + h_{fd}$$

em que,

h_d : Altura manométrica de descarga, em m;

Z_d : Altura estática de recalque (desnível da tubulação), em m;

h_{fd} : Perda de carga nas linhas e acessórios da descarga, em m;

A altura manométrica total (H) é a diferença entre a altura manométrica de descarga e a de sucção, desta forma, pode-se calcular essa variável pela seguinte equação:

$$H = h_d - h_s$$

em que,

H: Altura manométrica total, em m.

O NPSH disponível foi calculado a partir da seguinte equação:

$$NPSH_d = h_s + \frac{P_a - P_v}{\gamma} - f$$

em que,

P_a : Pressão atmosférica local, em Pa;

P_v : Pressão de vapor na temperatura de operação, em Pa;

γ : Peso específico, em kgf/m³;

f: Fator de segurança.

A potência foi calculada pela seguinte equação:

$$P = \frac{\gamma Q H}{75 \eta}$$

Em que:

P: Potência absoluta, em CV;

Q: Vazão, em m³/s;

γ : Peso específico, em kgf/m³;

H: Altura manométrica total, em m;

η : Eficiência.

A bomba foi calculada considerando as duas condições operacionais:

Condição 1: Dos tanques de água, passando pelo funil até os tanques de mistura;

Condição 2: Dos tanques de mistura até os tanques de armazenamento;

Condição 2: Água industrial.

4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.Cálculo dos diâmetros de sucção e descarga

- Determinação do diâmetro interno mínimo da sucção

TRECHOS COMUNS/INDIVIDUAIS (vazão total – 1 bomba): Header dos tanques de água industrial até as linhas individuais das bombas.

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,0417[m^3/s]}{1,0[m/s]} = 0,0417 m^2$$

$$D = \left(\frac{4A}{\pi}\right)^{0,5} = \left(\frac{4 \times 0,0417 m^2}{\pi}\right)^{0,5} = 0,2304 m \rightarrow 0,2304 m \times 39,37[in/m] = 9,07 in$$

O diâmetro mínimo do trecho acima será de 10” (Espec. B5), de acordo com os cálculos acima e com os itens 4.3 e 7. Como o diâmetro existente é de 8”, foi considerado o mesmo, já que não foi atingida a velocidade erosional (ver Tabela 11).

As linhas individuais de saída dos tanques de água até o header é de 4”, as mesmas deverão ser substituídas por uma de 8”, para atender a vazão das bombas.

- Determinação do diâmetro interno mínimo da descarga

TRECHOS COMUNS/INDIVIDUAIS (vazão 1 bomba): Linhas individuais das bombas até os tanques de completação.

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,0417[m^3/s]}{2,0[m/s]} = 0,0208 m^2$$

$$D = \left(\frac{4A}{\pi}\right)^{0,5} = \left(\frac{4 \times 0,0208 m^2}{\pi}\right)^{0,5} = 0,163 m \rightarrow 0,163 m \times 39,37[in/m] = 6,4 in$$

O diâmetro mínimo dos trechos acima será de 8” (Espec. B5), de acordo com os cálculos acima e com os itens 4.3 e 7. Como o diâmetro existente é de 6”, foi considerado o mesmo, já que não foi atingida a velocidade erosional.

4.2.Dados das tubulações e características das bombas

CONDICÃO 1

Tabela 134: Dados da tubulação de sucção – condição 1.

ESPEC.TUBULAÇÃO		D1=	SCH 80 8,00	D2=	SCH 80 8,00
D. NOMINAL(pol)			B5		B5
MATERIAL					
ACIDENTES :	L/D	N	L.EQ.(m)	N	L.EQ.(m)
V.GAVETA	8				
V.GLOBO	340				
V.ESFERA	3				
V.MACHO	18				
V.BORBOL.	40	1	8,1	3	24,4
V.DIAFRAG.	105				
V.ANGULAR	160				
V.3 VIAS D	30				
V.3 VIAS R	90				
RET.PORT.	100				
RET.ESFERA	600				
CURVA 45°	15				
CURVA 90°	20			3	12,2
TE DIRETO	20			2	8,1
TE RAMAL	70			5	71,1
ENTRADA	39	1	7,9		
SAIDA	78				
L.EQ.TOTAL (m)			16,1		115,8
L.RETO (m)			0,6		119,4
L.TOTAL (m)			16,7		235,2
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	203,20	D2(mm)=	203,20
VAZÃO (m3/h)			150,0		150,0
M.ESPEC.(Kg/m3)			992,1		992,1
VISCOSIDADE(cP)			0,65		0,65
ÁREA TRANS.(m2)			0,0324		0,0324
VELOCIDADE(m/s)			1,28		1,28
REYNOLDS			398489,8522		398489,8522
TIPO DE REGIME			TURBULENTO		TURBULENTO
RUGOSIDADE (mm)			0,01400		0,01400

E / D FATOR DE ATRITO	6,9E-05 0,01452	6,9E-05 0,01452
P.DE CARGA(mcl) P.EQUIP./INSTR.	0,10	1,42

Tabela 135: Dados da tubulação de descarga – condição 1.

ESPEC.TUBULAÇÃO D. NOMINAL(pol) MATERIAL		D1=	SCH 80 6,00 B5
ACIDENTES :	L/D	N	L.EQ.(m)
V.GAVETA	8		
V.GLOBO	340		
V.ESFERA	3	1	0,5
V.MACHO	18		
V.BORBOL.	40	4	24,4
V.DIAFRAG.	105		
V.ANGULAR	160		
V.3 VIAS D	30		
V.3 VIAS R	90		
RET.PORT.	100		
RET.ESFERA	600		
CURVA 45°	15	1	2,3
CURVA 90°	20	1	3,0
TE DIRETO	20	1	3,0
TE RAMAL	70	7	74,7
ENTRADA	39		
SAIDA	78		
L.EQ.TOTAL (m)			107,9
L.RETO (m)			75,9
L.TOTAL (m)			183,8
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	152,40
VAZÃO (m3/h)			150,0
M.ESPEC.(Kg/m3)			2160,0
VISCOSIDADE(cP)			80,00
ÁREA TRANS.(m2)			0,0182
VELOCIDADE(m/s)			2,28
REYNOLDS			9398,913962
TIPO DE REGIME		TURBULENTO	
RUGOSIDADE (mm)			0,01400
E / D			9,2E-05

FATOR DE ATRITO	0,03153
P.DE CARGA(mcl) P.EQUIP./INSTR.	10,31

CONDICÃO 2

Tabela 136: Dados da tubulação de sucção – condição 2.

ESPEC.TUBULAÇÃO		D1=	SCH 80 8,00	D2=	SCH 80 8,00
D. NOMINAL(pol)			B5		B5
MATERIAL			L.EQ.(m)		L.EQ.(m)
ACIDENTES :	L/D	N		N	
V.GAVETA	8				
V.GLOBO	340				
V.ESFERA	3				
V.MACHO	18				
V.BORBOL.	40	1	8,1	2	16,3
V.DIAFRAG.	105				
V.ANGULAR	160				
V.3 VIAS D	30				
V.3 VIAS R	90				
RET.PORT.	100				
RET.ESFERA	600				
CURVA 45°	15				
CURVA 90°	20				
TE DIRETO	20			2	8,1
TE RAMAL	70			11	156,5
ENTRADA	39	1	7,9		
SAIDA	78				
L.EQ.TOTAL (m)			16,1		180,8
L.RETO (m)			0,6		37,0
L.TOTAL (m)			16,7		217,8
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	203,20	D2(mm)=	203,20
VAZÃO (m3/h)			150,0		150,0
M.ESPEC.(Kg/m3)			2160,0		2160,0
VISCOSIDADE(cP)			80,00		80,00
ÁREA TRANS.(m2)			0,0324		0,0324
VELOCIDADE(m/s)			1,28		1,28
REYNOLDS			7049,185472		7049,185472
TIPO DE REGIME			TURBULENTO		TURBULENTO

RUGOSIDADE (mm)	0,01400	0,01400
E / D	6,9E-05	6,9E-05
FATOR DE ATRITO	0,03403	0,03403
P.DE CARGA(mcl)	0,24	3,07
P.EQUIP./INSTR.		

Tabela 137: Dados da tubulação de descarga – condição 2.

ESPEC.TUBULAÇÃO D. NOMINAL(pol) MATERIAL		D1=	SCH 80 6,00 B5
ACIDENTES :	L/D	N	L.EQ.(m)
V.GAVETA	8		
V.GLOBO	340		
V.ESFERA	3	1	0,5
V.MACHO	18		
V.BORBOL.	40	2	12,2
V.DIAFRAG.	105		
V.ANGULAR	160		
V.3 VIAS D	30		
V.3 VIAS R	90		
RET.PORT.	100		
RET.ESFERA	600		
CURVA 45°	15		
CURVA 90°	20	1	3,0
TE DIRETO	20	2	6,1
TE RAMAL	70	19	202,7
ENTRADA	39		
SAIDA	78	1	11,9
L.EQ.TOTAL (m)			236,4
L.RETO (m)			30,7
L.TOTAL (m)			267,1
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	152,40
VAZÃO (m ³ /h)			150,0
M.ESPEC.(Kg/m ³)			2160,0
VISCOSIDADE(cP)			80,00
ÁREA TRANS.(m ²)			0,0182
VELOCIDADE(m/s)			2,28
REYNOLDS			9398,913962
TIPO DE REGIME		TURBULENTO	
RUGOSIDADE (mm)			0,01400
E / D			9,2E-05
FATOR DE ATRITO			0,03153
P.DE CARGA(mcl)			14,89
P.EQUIP./INSTR.			

CONDICÃO 3

Tabela 138: Dados da tubulação de sucção – condição 3.

ESPEC.TUBULAÇÃO			SCH 80		SCH 80
D. NOMINAL(pol)		D1=	8,00	D2=	8,00
MATERIAL			B5		B5
ACIDENTES :	L/D	N	L.EQ.(m)	N	L.EQ.(m)
V.GAVETA	8				
V.GLOBO	340				
V.ESFERA	3				
V.MACHO	18				
V.BORBOL.	40	1	8,1	3	24,4
V.DIAFRAG.	105				
V.ANGULAR	160				
V.3 VIAS D	30				
V.3 VIAS R	90				
RET.PORT.	100				
RET.ESFERA	600				
CURVA 45°	15				
CURVA 90°	20			3	12,2
TE DIRETO	20			2	8,1
TE RAMAL	70			5	71,1
ENTRADA	39	1	7,9		
SAIDA	78				
L.EQ.TOTAL (m)			16,1		115,8
L.RETO (m)			0,6		103,8
L.TOTAL (m)			16,7		219,6
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	203,20	D2(mm)=	203,20
VAZÃO (m3/h)			150,0		150,0
M.ESPEC.(Kg/m3)			992,1		992,1
VISCOSIDADE(cP)			0,65		0,65
ÁREA TRANS.(m2)			0,0324		0,0324
VELOCIDADE(m/s)			1,28		1,28
REYNOLDS			398489,8522		398489,8522
TIPO DE REGIME			TURBULENTO		TURBULENTO
RUGOSIDADE (mm)			0,01400		0,01400
E / D			6,9E-05		6,9E-05
FATOR DE ATRITO			0,01452		0,01452
P.DE CARGA(mcl)			0,10		1,33
P.EQUIP./INSTR.					

Tabela 139: Dados da tubulação de descarga – condição 3.

ESPEC.TUBULAÇÃO D. NOMINAL(pol) MATERIAL		D1=	SCH 80 6,00 B5
ACIDENTES :	L/D	N	L.EQ.(m)
V.GAVETA	8		
V.GLOBO	340		
V.ESFERA	3	1	0,5
V.MACHO	18		
V.BORBOL.	40	2	12,2
V.DIAFRAG.	105		
V.ANGULAR	160		
V.3 VIAS D	30		
V.3 VIAS R	90		
RET.PORT.	100		
RET.ESFERA	600		
CURVA 45°	15		
CURVA 90°	20	1	3,0
TE DIRETO	20	2	6,1
TE RAMAL	70	19	202,7
ENTRADA	39		
SAIDA	78	1	11,9
L.EQ.TOTAL (m)			236,4
L.RETO (m)			50,0
L.TOTAL (m)			286,4
COND.DE PROJETO		D1(mm)=	152,40
VAZÃO (m3/h)			150,0
M.ESPEC.(Kg/m3)			2160,0
VISCOSIDADE(cP)			80,00
ÁREA TRANS.(m2)			0,0182
VELOCIDADE(m/s)			2,28
REYNOLDS			9398,913962
TIPO DE REGIME		TURBULENTO	
RUGOSIDADE (mm)			0,01400
E / D			9,2E-05
FATOR DE ATRITO			0,03153
P.DE CARGA(mcl)			15,95
P.EQUIP./INSTR.			

Tabela 140: Características das bombas.

PRODUTO:	FLUIDO DE COMPLETAÇÃO/ÁGUA	TAG : B-3158.11002A/B			
SERVIÇO:	BOMBAS DE MISTURA	OBRA : TAQUIPE			
CONDIÇÕES DE SERVIÇO	UNIDADE	COND. 1	COND. 2	COND. 3	
VAZÃO	m3/h	75,0	75,0	75,0	
TEMPERATURA	°C	40,0	40,0	40,0	
VISCOSIDADE	cP	80,00	80,00	80,00	
PRESSÃO DE VAPOR	mcl	0,01	0,01	0,01	
MASSA ESPECIFICA	Kg/m3	2160,0	2160,0	2160,0	
Hs - ALTURA ESTÁTICA SUCÇÃO	mcl	2,10	1,60	-0,40	
P1 - P.ABS.RESERVATORIO SUCÇÃO	mcl	4,78	4,78	4,78	
ΔP_{ts} - PERDAS TUBULAÇÃO SUCÇÃO	mcl	1,52	3,31	1,43	
ΔP_{es} - PERDAS EQUIPAM./INSTRUM.	mcl				
$P_s = H_s + P_1 - \Delta P_{ts} - \Delta P_{es}$	mcl	5,36	3,07	2,96	
NPSH _{td} - TEOR.DISPONIVEL = P _s -P _v	m	5,36	3,07	2,95	
%NPSH _{td} - M. SEGURANÇA	1,00	1,00	1,00	1,00	
NPSH _d = NPSH _{td} - %NPSH _{td}	m	4,36	2,07	1,95	
H _r - ALTURA ESTÁTICA RECALQUE	mcl	2,00	2,00	2,00	
P2 - P.ABS. RESERVAT. RECALQUE	mcl	4,77	4,77	4,77	

ΔP_{tr} - PERDAS TUBULAÇÃO RECALQUE		mcl	10,31	14,89	15,95
ΔP_{er} - PERDAS EQUIPAM./INSTRUM.		mcl			
ΔP_{vc} - PERDA NA VALV.DE CONTROLE		mcl			
$\% \Delta P_{tr}$ - M.DE SEGURANÇA	15	mcl	1,55	2,23	2,39
$P_r = H_r + P_2 + \Delta P_{tr} + \Delta P_{er} + \Delta P_{vc} + \% \Delta P_{tr}$		mcl	18,62	23,89	25,11
$\square H$ - ALTURA MANOMETRICA = $P_r - P_s$		mcl	13,26	20,82	22,16
ΔP - PRESSÃO DIFERENCIAL		Kgf/cm ²	2,9	4,5	4,8

5.CONCLUSÃO

A Elaboração do Projeto conceitual é de significativa importância para a elaboração do projeto para melhoras e reforma da Estação de Fluidos de Taquipe, pois descreve todo o processo atual, as necessidades e dificuldades e apresenta a proposta de como resolver baseado em normas e padrões, obedecendo as exigências da empresa.

Seguem os resultados do dimensionamento das bombas B-3158.1002 A/B e linhas de sucção e descarga.

Em função do NPSH é necessário manter o nível dos tanques (perfuração ou água industrial) em 1,6 m.

Tabela 41: Resultado do dimensionamento das bombas.

CONDIÇÕES OPERACIONAIS DAS BOMBAS B-3158.11002 A/B				
CONDICÃO DE OPERAÇÃO	1	2	3	-
Fluido	Fluido de perfuração	Fluido de perfuração	Água	
Temperatura de operação	40,0			°C
Densidade	2160	2160	992,1	-
Viscosidade	80,0	80,0	0,65	cP
Massa específica	2,16	2,16	0,992	kg/m ³
Pressão de vapor	0,0014	0,0014	0,0074	kgf/cm ² _a
Vazão	150,0			m ³ /h
Pressão na sucção	0,1	-0,4	-0,4	kgf/cm ² _g
Pressão na descarga	3,0	4,1	4,4	kgf/cm ² _g
NPSH disponível	4,4	2,1	1,9	mcl
Altura manométrica	13,3	20,8	22,2	mcl
Potência (Eficiência = 70%)	22,4	35,2	37,4	BHP

Tabela 42: Resultado do dimensionamento das linhas.

DIMENSIONAMENTO DAS LINHAS					
Origem	Destino	Diâmetro mínimo	Velocidad e (m/s)	Velocidad e Erosional ⁽¹⁾	RV ⁽²⁾

				(m/s)	
Tanques de água industrial	Header dos tanques de água industrial	8" / SPEC B5	1,28	4,64	0,28
Header dos tanques de água industrial	B-3158.11002 A/B	8" / SPEC B5	1,28	4,64	0,28
B-3158.11002 A/B	Tanques de Completação	6" / SPEC B5	2,28	3,14	0,73

$$^{(1)} V_{\text{erosional}} = C/(\square^{0,5}).$$

$$^{(2)} RV = V_{\text{calculada}}/V_{\text{erosional}}.$$

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MD-3158.11-1224-941-PAR-001 – Projeto Conceitual da Estação de Fluidos de Taquipe, Revisão 0;
- DE-3158.11-1224-944-PAR-003 – Fluxograma de Engenharia – Sistema de perfuração, Revisão 0;
- MC-3158.11-1224-941-PAR-002 – Memória de Cálculo das Bombas de Mistura de Fluidos de Perfuração B-3158.11003A/B, Revisão 0;
- Manual de Fluidos/Engenharia de Poço/Petrobras. - 1ª Ed – Rio de Janeiro; Petrobras 2011;
- PG-1EP-00210-A – Conceitos e Convenções para Fluidos;
- PE-5E3-00690-V – SGE- Elaboração de Projeto Conceitual;