

# PLANTA DE DESSALINIZAÇÃO DE FORTALEZA

---

PROJETO REFERENCIAL



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria das Cidades*

## SUMÁRIO GERAL

Apresentação .....	6
1. Introdução.....	7
2. Seleção de Alternativas Locacionais .....	10
2.1. Área Selecionada.....	10
2.2. Interligação com o Sistema da Cagece.....	12
2.3. Interferências Possíveis .....	14
2.4. Considerações sobre a Alternativa .....	17
3. Dessalinização de Água Marinha .....	18
3.1. Tecnologias e Processos de Dessalinização .....	19
3.2. Comparativo de Tecnologias.....	32
4. Processos e Sistemas de uma Planta de OI .....	35
4.1. Captação.....	35
4.2. Pré-tratamento Químico.....	38
4.3. Pré-tratamento Físico.....	39
4.4. Processo de Osmose Inversa.....	45
4.5. Bombas Centrífugas de Processo .....	50
4.7. Sistemas de Recuperação de Energia .....	52
4.8. Pós Tratamento da Água Permeada.....	54
4.9. Armazenamento e Impulsão da Água Produzida.....	57
4.10. Descarga de Salmoura.....	57
4.11. Serviços Auxiliares .....	59
4.12. Instrumentação e Controle .....	63
4.13. Sistema Elétrico.....	65
5. Descrição da Usina de Dessalinização de Fortaleza.....	66
5.1. Dados de Partida.....	66
5.2. Justificação da Solução do Processo.....	69
5.3. Critérios de Desenho.....	75
5.4. Descrição da Solução Proposta .....	75
6. Construção Civil .....	93
6.1. Introdução.....	93
6.2. Condicionamentos .....	94
6.3. Trabalhos Preparatórios .....	94
6.4. Infraestruturas da Plataforma.....	94
6.5. Estruturas.....	95

6.6. Redes Hidráulicas.....	102
6.7. Instalações de AVAC.....	108
6.8. Redes Elétricas Gerais.....	114
6.9. Obras de Captação e Expulsão das Águas do Mar.....	119
7. Instalações Elétricas.....	122
7.1. Características Elétricas Gerais.....	122
7.2. Códigos e Padrões.....	124
7.3. Critérios de Projeto.....	124
7.4. Níveis de Tensão.....	125
7.5. Condições Ambientais.....	126
7.6. Grau de Proteção dos Equipamentos.....	126
7.7. Margens de Desenho e Redundâncias.....	126
7.8. Descrição da Instalação.....	127
8. Solução Arquitetônica.....	143
8.1. Introdução.....	143
8.2. Edifício de Processo.....	143
8.3. Edifício Administrativo.....	143
8.4. Edifício de Captação.....	144
8.5. Depósito de produto final e estação elevatória.....	144
9. Instrumentação e Controle da Planta.....	146
9.1. Instrumentação e Comunicação Com o Sistema de Controle.....	146
9.2. Lista de Instrumentos de Campo.....	147
9.3. Sistema de Controle.....	148
9.4. Rede de Comunicações.....	149
9.5. Rede de Vigilância por Vídeo.....	150
10. Conexão com Macrossistema de Distribuição da CAGECE.....	151
10.1. Enquadramento geral.....	151
10.2. Configuração Geral do Sistema de Adução.....	151
10.3. Estação Elevatória.....	155
10.4. Linhas Adutoras.....	156
11. Cronograma de Obra e de Licenciamento e Orçamento Estimado.....	159
12. Planta Piloto.....	161
12.1. Considerações Iniciais.....	162
12.2. Objetivos da Planta Piloto de Filtros de Areia.....	162
12.3. Planta de Verificação do Processo de Osmose Inversa.....	163

13. Relação de Desenhos .....	167
14. ANEXO .....	172
14.1. Diagrama de Blocos e Fluxos da Planta.....	172
14.2. Balanço de Massa do Processo .....	173
14.3. Memória de Cálculo do Processo.....	174
14.4. Lista dos Equipamentos Elétricos .....	248
14.5. Especificações Técnicas dos Equipamentos - Hidromecânicos .....	254
14.6. Análises de Água Marinha .....	296
14.7. Relatório de Topografia .....	297
14.8. Relatório de Geotecnia.....	298
14.9. Relatório Preliminar de Batimetria .....	299
14.10. ART .....	300
15. Equipe Participante do Estudo .....	304
15.1. Pela CAGECE .....	304
15.2. Pela AUTORIZADA.....	304

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Evolução do aporte hídrico nos mananciais do Estado .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 - Malha hídrica que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza, sem interligação à integração do Rio São Francisco.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3 - Localização da Área 04-A (Praia do Futuro I-A). .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 - Interligação da Planta locada na Área Praia do Futuro I-A – Planta Baixa .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 - Localização do Reservatório do Mucuripe (Morro Santa Teresinha).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6 - Localização do reservatório Aldeota (Praça da Imprensa).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 - Interferências na Adutora de Interligação com Sistema Existente.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 - Interferências na Adutora de Interligação com Sistema Existente.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 - Interferências marinhas.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 10 - Diagrama do processo de Evaporação Instantânea Multietapa .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 11 - Processo de evaporação multietapa.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 12 - Ciclo do processo de compressão mecânica de vapor .....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 13 - Ciclo do processo de compressão mecânica de vapor (Multietapa) .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14 - Ciclo de processo de ejetor compressão de vapor.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 15 - Diagrama da planta de destilação solar direta.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 16 - Vasos comunicantes .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 17 - Osmose Direta.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 18 - Osmose Inversa .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 19 - Diagrama geral de uma planta de OI .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 20 - Diagrama de uma planta de OI de dois passos.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 21 - Processo de Eletrodíálise.....</i>	<i>29</i>

Figura 22 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha contratadas até 2018.....	33
Figura 23 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha por osmose inversa para consumo humano com vazão acima de 1m <sup>3</sup> /s em operação até 2019. ....	34
Figura 24 - Captação direta.....	36
Figura 25 - Captação com quebra-mar.....	36
Figura 26 - Captação através da torre de coleta .....	37
Figura 27 - Captação através do poço de Cântaro .....	38
Figura 28 - Captação por Poço de Sondagem .....	38
Figura 29 - Estrutura de poliamida aromática .....	45
Figura 30 - Membrana Assimétrica.....	46
Figura 31 - Membrana Composta .....	46
Figura 32 - Passo 1. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....	47
Figura 33 - Passo 2. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....	47
Figura 34 - Passo 3. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....	47
Figura 35 - Membrana de enrolamento em espiral (cortesia de Toray) .....	48
Figura 36 - Seção do tubo de pressão com membranas internamente .....	49
Figura 37 - Tubo de pressão de conexão frontal.....	49
Figura 38 - Tubo de pressão de conexões laterais (Fonte: Cortesia de CodeLine, Protec Arisawa) .....	49
Figura 39 - Tubo de pressão multiporta (Fonte: Cortesia de Bekaert).....	50
Figura 40 - Tipos de bombas.....	50
Figura 41 - Esquema recuperação de energia de salmoura por turbina em uma planta de OI.....	52
Figura 42 - Esquema de recuperação de energia da salmoura mediante SIP .....	53
Figura 43 - Turbocharger (Cortesia de FEDCO).....	54
Figura 44 - Curvas de equilíbrio carbônico (Cortesia de Dow Chemical).....	56
Figura 45 - Configuração Esquemática do Sistema de Adução.....	152
Figura 46 - Vista completa das duas colunas com os sistemas auxiliares. ....	163

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Linhas de ação de Mananciais Alternativos previstas no Plano Fortaleza 2040.....	9
Tabela 3.2 - Comparação dos processos de dessalinização de água do mar.....	33
Tabela 5.3 - Desempenho na eliminação de partículas de Ultrafiltração.....	44
Tabela 5.4 - Bombas centrífugas classificadas de acordo com diferentes critérios.....	51
Tabela 5.5 - Tipos de contaminação e efeitos no funcionamento das membranas de OI.....	60
Tabela 5.6 - Análise físico-química de água do mar considerada.....	68
Tabela 7.7 - Requisitos de AVAC por espaço.....	109
Tabela 7.8 - Ocupação, Iluminação e Equipamento .....	110
Tabela 7.9 - Vazão de Ar Novo/Extração por espaço.....	111
Tabela 7.10 - Potência de arrefecimento por espaço.....	112

## Apresentação

Este material corresponde à revisão do “Estudo 4 - Anteprojeto de Engenharia”, originalmente entregue pela GS Inima Ltda. Empresa Líder Autorizada a desenvolver este e outros 14 estudos elaborados no âmbito do Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI 01/2017/CAGECE, cujo objeto foi a Elaboração de Estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1 m<sup>3</sup>/s.

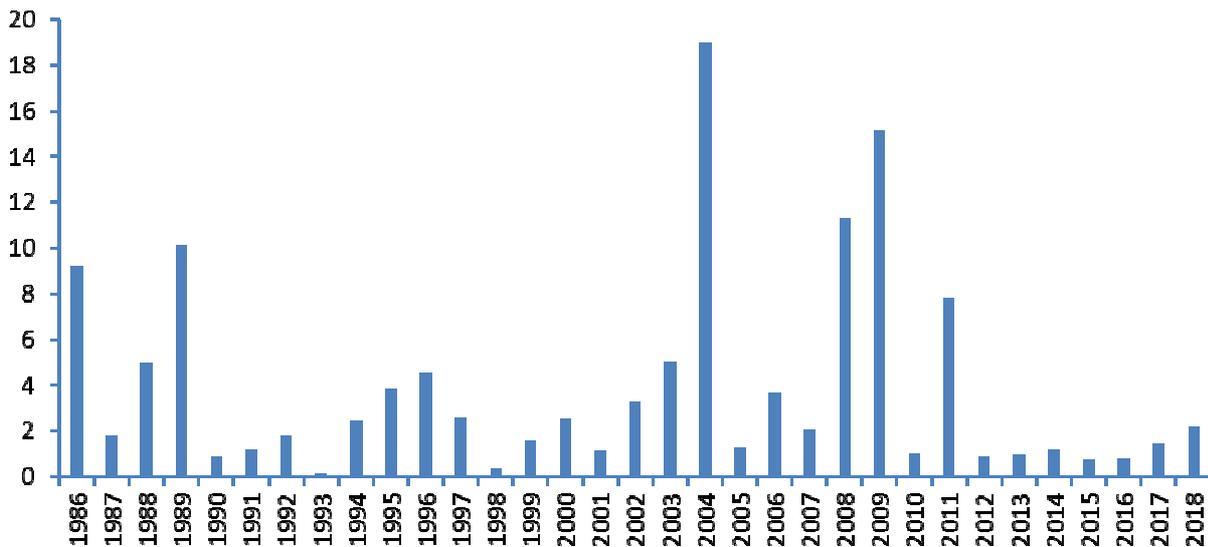
O objetivo deste relatório é apresentar um Projeto Referencial de engenharia que embasará a elaboração do projeto executivo da implantação da planta de dessalinização de Fortaleza, descrevendo alternativas estudadas, conceitos técnicos, dados levantados e soluções construtivas para as diversas unidades que poderão compor o sistema.

Este relatório está dividido em quinze capítulos, sendo o Capítulo 01 – Introdução, onde é apresentado o contexto da atual situação hídrica do Estado do Ceará e incorporada a proposta de dessalinização nesse contexto. No Capítulo 02, são apresentadas as alternativas locais para a implantação da planta de dessalinização, bem como a alternativa escolhida e as principais considerações sobre a mesma. No Capítulo 03 é apresentada uma visão geral da tecnologia de osmose inversa. O Capítulo 04 detalha cada processo e metodologias de uma planta de dessalinização que utiliza os processos e o sistema de uma planta de osmose inversa. No Capítulo 05 é apresentada a configuração da usina de dessalinização proposta para Fortaleza. O Capítulo 06 descreve acerca de todas as obras civis que serão necessárias para a implantação da usina. O Capítulo 07 apresenta as características gerais referentes às instalações elétricas para a planta em questão. O Capítulo 08 discorre acerca das soluções arquitetônicas propostas para a implantação da planta de dessalinização. O Capítulo 09 trata dos instrumentos de campo que serão instalados na usina, bem como do sistema de controle a ser adotado. O Capítulo 10 discorre sobre a interligação da planta com o sistema existente da Cagece e suas peculiaridades. No Capítulo 11 é apresentado o Cronograma e orçamento resumido das obras necessárias. O Capítulo 12 trata da apresentação da planta piloto e de considerações necessárias no seu estudo. O Capítulo 13 apresenta a relação de todos os desenhos que compõem o presente volume. O Capítulo 14 apresenta os Anexos que complementam este projeto referencial e, por fim, o Capítulo 15 apresenta as equipes responsáveis pela revisão, complementação e elaboração deste Projeto Referencial.

## 1. Introdução

O Estado do Ceará se caracteriza por longos períodos cíclicos de escassez pluviométrica, enfrentando atualmente o seu sétimo ano consecutivo de chuvas abaixo da média histórica, conforme ilustrado nas figuras a seguir. Tal característica tem sido objeto de inúmeros estudos que buscam uma maior compreensão da sua variabilidade e dos mecanismos naturais associados, porém seu comportamento ainda não é completamente compreendido.

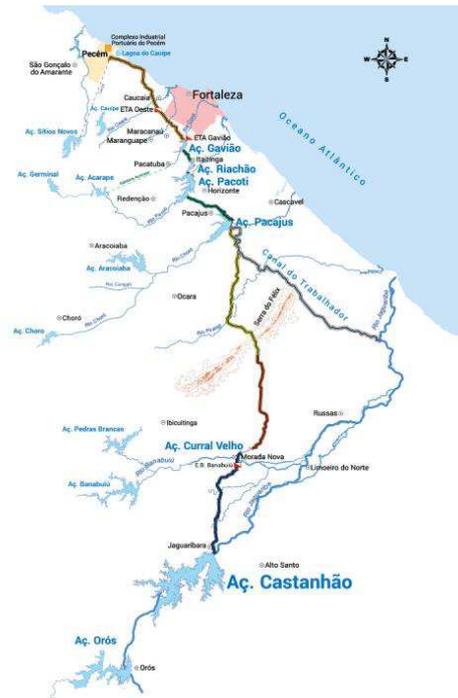
Figura 1 - Evolução do aporte hídrico nos mananciais do Estado



A interferência da atual civilização na modificação do meio ambiente em escala global, como evidenciada pelas consequências da emissão de CO<sub>2</sub>, reforça a preocupação que atividades humanas podem afetar negativamente o ecossistema não apenas em escala local. Esta última representada, por exemplo, pelos impactos das ações humanas em uma bacia hidrográfica, que contribuem para o aumento da evaporação e assoreamento, enquanto a primeira é representada pela mudança dos padrões de circulação global que conduzem a alterações nos regimes pluviométricos com aumento da ocorrência de eventos severos (secas e inundações).

Como estratégia para minimizar os efeitos deletérios desta condição própria da região, diversos reservatórios de pequeno, médio e grande porte foram construídos ao longo de décadas, sendo os maiores o Castanhão, o Orós e o Banabuiú, além de canais e sistemas de transposição que conduzem água ao principal sistema de abastecimento (Jaguaribe Metropolitano), conforme ilustrado na figura abaixo.

Figura 2 - Malha hídrica que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza, sem interligação à integração do Rio São Francisco.



O cenário atual, onde novos desafios são postos, ações distintas das tradicionalmente adotadas podem complementar as soluções anteriores, dando uma segurança a mais ao sistema que antes não contemplava as incertezas que hoje temos. Nesta perspectiva, a Cagece tem sido demandada por alternativas de abastecimento que fortaleçam a matriz hídrica do estado, em especial, da Região Metropolitana de Fortaleza por ser esta responsável pela maior demanda de água para consumo humano e fortemente dependente da importação de água de bacias distantes.

Dentre as alternativas disponíveis, a dessalinização de água marinha tem sido mencionada há bastante tempo como uma possível fonte para diversificação da matriz hídrica do estado, tanto que, no Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará, elaborado em 2009, a dessalinização de água marinha foi incorporada em vários pontos do texto, como por exemplo:

Esgotados os grandes e médios barramentos e a capacidade suporte da interligação do São Francisco, previstos para 2020, cabe perguntar: que outras fontes alternativas garantirão água para as futuras gerações? Será possível contar com a interligação da Bacia do Tocantins? **Ou será necessário iniciar, imediatamente, estudos de uso alternativo futuro dos processos de dessalinização da água do mar** para o abastecimento do inexorável crescimento da população e da indústria da Região Metropolitana de Fortaleza e da indústria do Porto do Pecém?<sup>1</sup>

Alinhado com aquele documento, mais recentemente o Plano Fortaleza 2040, o qual estabelece estratégias a serem implementadas no curto, médio e longo prazo nas áreas urbanísticas, de mobilidade e de desenvolvimento econômico e social do município, tendo como horizonte o ano 2040, considera explicitamente a necessidade de Fortaleza contar com esta nova fonte como complemento a seu abastecimento.

1 Disponível em: [https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE\\_2018.pdf](https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE_2018.pdf)

Tabela 1.1 - Linhas de ação de Mananciais Alternativos previstas no Plano Fortaleza 2040.

**Quadro 21 – Linha de ação 4 – Mananciais alternativos**

Nº	AÇÃO	META	INDICADORES	PRAZO	LOCAL	EXECUTOR
SH.4.8	Concepção de estudo de análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental da dessalinização da água do mar	01 estudo	Estudo realizado	2017	Toda a cidade	SRH/ Cogerh
SH.4.9	Construção e operação de planta de dessalinização	01 planta dessalinizadora	Planta operando	2022	Toda a cidade	Concessionária dos serviços

Fonte: Plano Fortaleza 2040: Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais / Prefeitura Municipal de Fortaleza. – Fortaleza : Iplanfor, 2016

As razões deste interesse para abastecimento humano de Fortaleza e municípios integrados se resumem pelas seguintes motivações:

- A dessalinização produz água a uma qualidade superior ao padrão de potabilidade e com elevada estabilidade;
- É uma prática consagrada em todo mundo para fins de abastecimento humano, sendo de fácil aceitação;
- Utiliza fonte inesgotável (mar) para produção de água potável, não havendo interferências de variáveis climáticas;
- Possibilita uma redução dos usos dos recursos hídricos convencionais;
- Proximidade da população atendida com este novo manancial

## 2. Seleção de Alternativas Locacionais

Foram estudadas um total de onze áreas para possível instalação da planta de dessalinização, distribuídas entre os municípios de Fortaleza e Caucaia, sendo elas:

- Área 01 (Sabiaguaba), localizada na região da Praia da Sabiaguaba a leste do rio Cocó;
- Área 02 (Serviluz), que se encontra posicionada na região da Praia do Futuro, mais especificamente na área da Comunidade do Serviluz;
- Área 03 (Mucuripe), situada na Ponta do Mucuripe, na denominada Praia Mansa;
- Área 04 (IPLANFOR I), situada na região da Praia do Futuro, na rua Hermínio Bonavides;
- A Área 04-A, aqui denominada Praia do Futuro I-A, localizado há quatro quadras a sudeste do terreno originalmente proposto com o nome de IPLANFOR I;
- A Área 04-B, denominada IPLANFOR I-B, está localizada há uma quadra ao norte do terreno originalmente proposto como IPLANFOR I;
- Área 05 (IPLANFOR II), situada na região da Praia do Futuro, na Av. Dr. Aldy Mentor.
- A Área 01 (Cumbuco I), localizada na região da Praia do Cumbuco (Caucaia) ao lado da Vila do Cumbuco,
- A Área 02 (Cumbuco II), localizada na região da Praia do Cumbuco (Caucaia) próximo do hotel Vila Galé;
- Área 01-A (EPC), situada próxima ao início do emissário submarino da Estação de Pré-Condicionamento de esgotos de Fortaleza (EPC);
- Área 02-A (Iparana), localizada nas proximidades da praia de Iparana (Caucaia).

A alternativa que apresentou o melhor conjunto de atributos favoráveis à instalação da planta de dessalinização foi a área denominada Praia do Futuro I-A, a qual é apresentada a seguir. Detalhes sobre as demais áreas e sobre o processo de seleção podem ser encontrados no “Estudos de Alternativas de Locação”

### 2.1. Área Selecionada

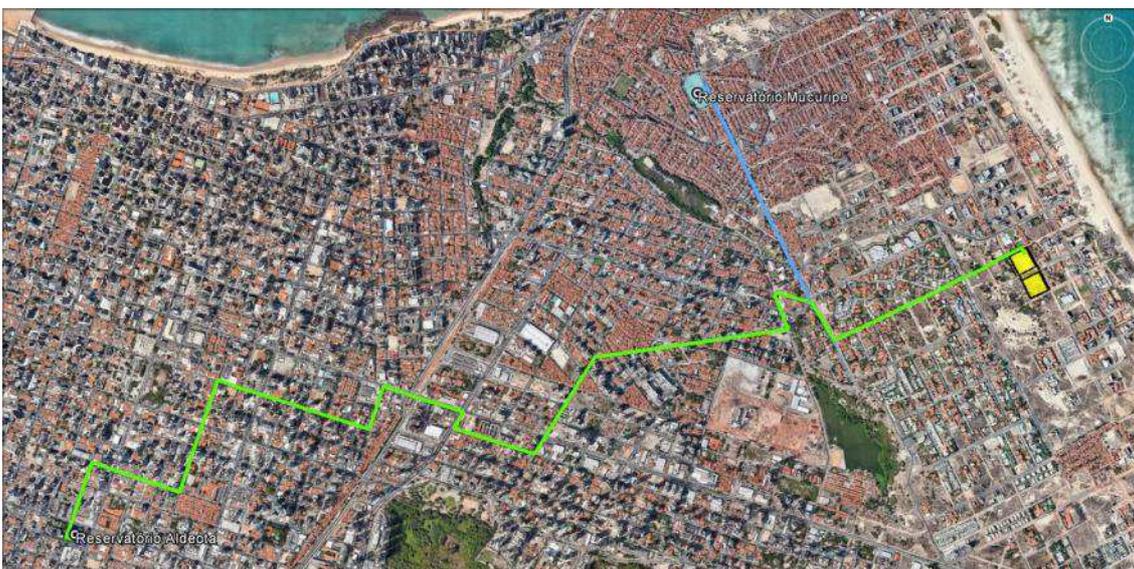
A área selecionada corresponde a um terreno regular formado por duas quadras parcialmente desocupadas separados por uma rua não consolidada, conforme se observa na Figura 2.1. A área total corresponde a 2,3 ha, sendo 2 hectares referentes às duas quadras. O acesso principal a área da usina de dessalinização dar-se-á através da Rua Francesco F. Dângelo e Av. Dioguinho, que tem seu acesso ao sul principalmente pela Av. Santos Dummont e ao norte pela Av. José Saboia. As cartas náuticas indicam profundidade de 12,0 m a uma distância de 1,1 km da costa.

Figura 3 - Localização da Área 04-A (Praia do Futuro I-A).



A interligação com o sistema de abastecimento de água da Cagece será feita em dois pontos distintos: Reservatório Mucuripe, localizado no Morro Santa Teresinha, o mesmo ponto de entrega originalmente proposto pela Autorizada, e Reservatório Aldeota, localizado na Praça da Imprensa Chanceler Edson Queiroz, conforme apresentado na . Para a alternativa em questão, propõem-se uma tubulação em PEAD DN1000mm que partirá pela Rua Francesco de F. Dângelo até a Avenida Dolor Barreira e seguirá sentido norte, com uma extensão aproximada de 1,343km. A partir da rua José Aurélio Câmara, a tubulação será dividida em dois trechos. O primeiro seguirá pela Av. Dolor Barreira, em uma tubulação PEAD DN710mm, até o reservatório Mucuripe por cerca de 1,196km. O segundo, de aproximadamente 5,277km de extensão, seguirá até o reservatório Aldeota, em uma tubulação em PEAD DN800mm, passando pelas ruas Fausto Cabral, Prisco Bezerra, Amélia Benebien, Júlio Azevedo, Vilebaldo Aguiar, Av. Engenheiro Santana Júnior, Av. Santos Dumont, ruas Rondon, Eduardo Garcia, Vicente Leite, General Tertuliano Potiguara e Visconde de Mauá.

Figura 4 - Interligação da Planta locada na Área Praia do Futuro I-A – Planta Baixa



## 2.2. Interligação com o Sistema da Cagece

A interligação da usina de dessalinização ao Sistema da Cagece deverá ser feita por tubulações em PEAD, com os diâmetros de 710mm, 800mm e 1000mm, conforme apresentado anteriormente.

A instalação das tubulações se dará, em sua maior parte, através do método convencional de valas escavadas (método destrutivo) e será previsto o serviço de fresagem com largura de 3,00 metros em todo o traçado das tubulações.

O reservatório do Mucuripe alimenta a rede de distribuição através de três linhas distintas, duas por gravidade e uma por recalque, para atendimento aos locais de cotas mais altas. Existem duas linhas por gravidade, uma com diâmetro de 550 mm, que atende os bairros Papicu, Varjota e Cidade 2000, e a outra com diâmetro de 600 mm, que atende as áreas da Praia do Futuro, Caça e Pesca, Cais do Porto (Serviluz) e Vicente Pinzon. A estação elevatória implantada contígua ao reservatório apoiado atende à parte mais alta do Bairro Dunas.

No reservatório do Mucuripe, a interligação com o sistema se dará em dois pontos. O primeiro será diretamente na tubulação que atende a área mais elevada, anulando assim a estação elevatória existente. E o segundo ponto será diretamente no reservatório, de onde poderá abastecer todas as demais áreas.

O reservatório Aldeota alimenta a rede de distribuição do bairro Aldeota e adjacências, através de duas tubulações de 700mm. A sua interligação com a adutora advinda da planta de dessalinização se dará diretamente na saída para a distribuição, onde serão instalados equipamentos de medição para o acompanhamento das vazões.

Figura 5 - Localização do Reservatório do Mucuripe (Morro Santa Teresinha).



Figura 6 - Localização do reservatório Aldeota (Praça da Imprensa)



## 2.3. Interferências Possíveis

Figura 7 - Interferências na Adutora de Interligação com Sistema Existente



Figura 8 - Interferências na Adutora de Interligação com Sistema Existente



Por se tratar de uma área urbana extremamente adensada e de uso industrial, é inevitável que se observe interferências com diversas redes já existentes em seu caminhamento (água, esgoto, gás, fibra ótica, drenagem e vias férreas).

Na Figura 7 e Figura 8 são apresentadas as possíveis interferências encontradas ao longo da adutora de interligação da usina de dessalinização com o sistema existente da Cagece. Observa-se interferências com tubulações de gás, fibra ótica, vias de grande tráfego, via férrea, galerias de drenagem, além de redes de distribuição de água e de coleta de esgoto sanitário.

No trecho da saída da usina até a bifurcação da linha, entre a Av. Dolor Barreira e Rua José Aurélio Câmara, pode-se observar interferências com redes de fibra ótica, além de redes de distribuição de água.

No trecho que segue da bifurcação até o Reservatório Mucuripe, observam-se interferências com redes de fibra ótica e tubulações de gás e de distribuição de água.

O trecho mais crítico trata-se da bifurcação até o Reservatório Aldeota. Em seu traçado observam-se interferências diversas (redes de distribuição de água e de coleta de esgoto, tubulação de gás, fibra ótica, vias de grande tráfego e vias férreas). Será necessária a execução de travessias por método não destrutivo principalmente nas avenidas de grande tráfego (Av. Santos Dummont, Av. Almirante Henrique Saboia, Av. Senador Vigílio Távora, Av. Padre Antônio Tomás, Av. Desembargador Moreira, Av. Antônio Sales, Ruas Desembargador Lauro Nogueira, Desembargador Valdetário Mota, Monsenhor Catão, Coronel Jucá, Leonardo Mota, Barbosa de Freitas e Padre Valdevino), além da via férrea paralela a Av. Almirante Henrique Saboia.

As principais interferências com galerias de drenagem foram encontradas nas Ruas Francesco de F. Dângelo, Prisco Bezerra, Amélia Benebien, Almeida Prado, Júlio Azevedo, Tomás Rodrigues e no cruzamento entre as Ruas Vilebaldo Aguiar e Valdetário Mota.

Possíveis interferências com a rede de distribuição de água encontram-se nas Ruas Dolor Barreira com tubulações em DN400 e DN250; Fausto Cabral com tubulações em DN200; no cruzamento da Rua Amélia Benebien com a Rua Solon Onofre, com tubulações em DN250, DN300 e DN500; Vilebaldo Aguiar com tubulação de DN250; na Av. Engenheiro Santana Júnior, com tubulação de DN550; Av. Santos Dumont, tubulação em DN250; no cruzamento da Rua Vicente Leite com Av. Padre Antônio Tomás, tubulações em DN550, DN250 e DN300; no cruzamento das Ruas General Tertuliano Potiguara com Barbosa de Freitas tubulações em DN550 e DN250; no cruzamento da Rua General Tertuliano Potiguara com Av. Desembargador Moreira, tubulações em DN500 e DN250 e no cruzamento da Rua Visconde de Mauá com Av. Antônio Sales, tubulações em DN1000 e DN 300.

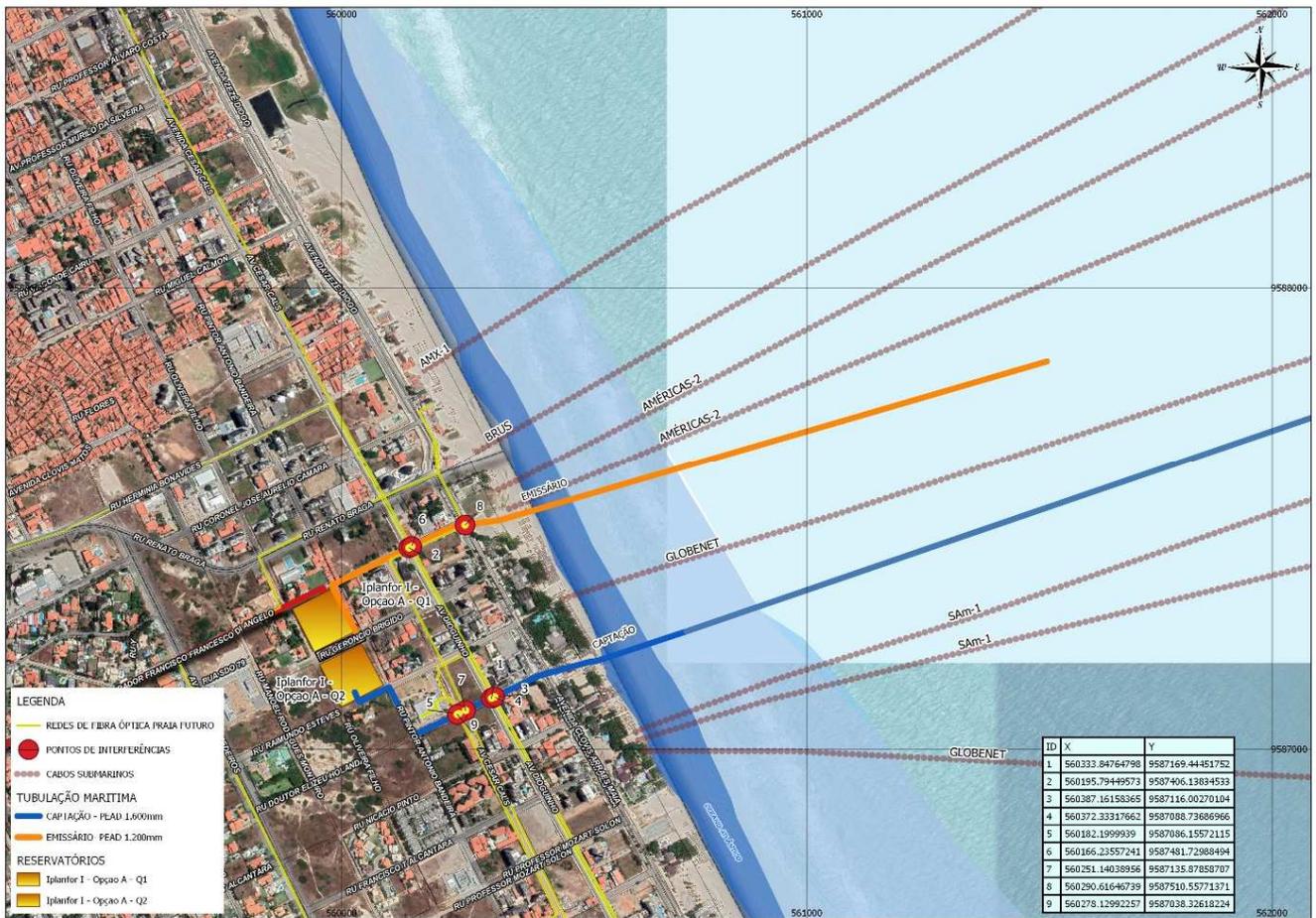
As principais interferências com o sistema de esgotamento sanitário foram observadas nas Ruas Júlio Azevedo com tubulação em concreto armado de DN1000; no cruzamento das Ruas Desembargador Lauro Nogueira com Júlio Azevedo, tubulação em concreto armado em DN1000; na interseção da Av. Santos Dumont com a Rua Marechal Rondon, tubulação em DN300; no cruzamento das Ruas Eduardo Garcia com Coronel Jucá, tubulação em DN200 e no cruzamento das Ruas Vicente Leite e Vicente Linhares, com tubulação em DN250.

As adutoras de interligação com o macrossistema serão executadas em vias de grande tráfego e, mesmo com a utilização de método não destrutivo (MND) nas principais vias, desvios serão necessários. Dessa forma, a Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania (AMC) de Fortaleza

deverá ser comunicada antecipadamente para que seja realizado estudos de desvios que mitiguem os transtornos proporcionados pela obra.

Além das interferências terrestres, deverão ser consideradas as interferências marinhas, visto que a região é um importante hub de cabos submarinos, a exemplo do apresentado na Figura 9, porém não se limita apenas a estas interferências indicadas. De modo a reduzir interferências com cabos submarinos e garantir a integridade estrutural da captação e do emissário, serão necessários mapeamento topobatimétricos atuais da zona costeira, tanto da região emersa como submersa, devendo ainda serem consultadas as empresas que operam os cabos existentes na região.

Figura 9 - Interferências marinhas



## 2.4. Considerações sobre a Alternativa

A alternativa escolhida proporcionará um ganho energético na região do reservatório do Mucuripe. A região que atualmente é abastecida por meio de booster, denominada São Pedro, passará a ser abastecida diretamente pelo injetamento da adutora da usina de dessalinização, possibilitando assim a desativação do booster.

Além disso, a usina atenderá as duas áreas de abastecimento (Mucuripe e Aldeota) através de apenas uma estação elevatória, sendo esta localizada na própria planta de dessalinização.

O injetamento das adutoras nos dois pontos escolhidos permitirá o atendimento de toda a vazão produzida na usina de dessalinização, contudo, o sistema foi dimensionado para que, em ocasiões especiais, quando o reservatório do Mucuripe encher, toda a água produzida pela usina possa ser enviada para o Setor Aldeota.

### 3. Dessalinização de Água Marinha

As primeiras referências à separação da água e do sal na água do mar na história remontam à Grécia clássica, onde Aristóteles, Thales de Mileto, Demócrito ou Plínio começaram a trabalhar na ideia de evaporação e subsequente condensação da água do mar para separar seus sais. Também a partir desta data os primeiros experimentos de filtração por meio de areias para purificar a água. Do ponto de vista prático, há escritos eclesiásticos do século IV que descrevem claramente o procedimento usado pelos marinheiros para destilar a água do mar. Este procedimento consistiu em colocar água salgada dentro de caldeirões que foram colocados em um fogo poderoso; Acima do caldeirão, colocavam esponjas que absorviam o vapor que havia sido liberado do caldeirão quando a água do mar ferveu. Mais tarde, os marinheiros apertaram as esponjas para obter água fresca para beber.

A partir desse momento os alambiques foram desenvolvidos para destilar água por condensação a vapor e posteriormente, durante a Idade Média, muitos alquimistas árabes e persas praticaram a dessalinização da água do mar também utilizando fontes de calor.

Já no Renascimento alguns alquimistas árabes passaram a utilizar a energia solar para a dessalinização da água do mar, pois utilizava vasos de vidro nos quais colocava a água do mar, aquecendo-a com espelhos que refletiam a radiação solar nos vasos, contribuindo assim o calor necessário para a evaporação da água.

Após a descoberta da América, o início de longas viagens por mar ajudou a aperfeiçoar um pouco o processo de destilação da água do mar, já que era mais lucrativo transportar um destilador do que transportar grandes quantidades de água para beber.

Em 1675 registrou-se a primeira patente sobre dessalinização, mas foi só em 1872 que o engenheiro sueco Carlos Wilson construiu no Chile a primeira planta de dessalinização de tamanho industrial. Era uma planta Solar de 4.757 m<sup>2</sup>, com capacidade de produção de 22,5 m<sup>3</sup>/dia.

No início do século 20, algumas instalações portáteis de dessalinização foram construídas, especialmente projetadas para serem usadas na guerra e para garantir o fornecimento de água aos soldados.

O primeiro dos modernos processos de dessalinização desenvolvidos em larga escala foi a dessalinização repentina de múltiplos estágios (MSF) em meados do século XX nos EUA. (1955). Embora a destilação multiefeito (MED) fosse conhecida e tivesse o potencial de ser mais eficiente do que MSF, tornar o processo MED eficiente em larga escala levou ainda mais tempo, quando, em 1959, a primeira instalação MED foi construída em Aruba.

No ano seguinte, na Universidade da Califórnia, foi produzida a primeira membrana sintética e funcional de osmose inversa (OI), feita de acetato de celulose. Esta membrana foi capaz de rejeitar sais e permitir a passagem da água através dela com um fluxo razoável e altas pressões. Na OI, a pressão é a força motriz do processo de separação. Para isso a pressão hidráulica deve superar a pressão osmótica da água a ser dessalinizada.

A partir desta invenção, inicia-se a jornada de dessalinização com adoção de tecnologias por membranas, em 1965 foi inaugurada a primeira instalação comercial de dessalinização por osmose inversa na Califórnia, na planta de dessalinização de água salobra de Coalinga. Apenas em 1974 é que entra em operação a primeira usina de dessalinização de OI para água do mar, localizada nas Bermudas.

A partir destes primeiros passos, a dessalinização térmica e a dessalinização por membrana evoluíram conjuntamente para a busca de maior eficiência energética e menor custo através de avanços tecnológicos, da economia de escala e da otimização dos diferentes processos de dessalinização.

### 3.1. Tecnologias e Processos de Dessalinização

Atualmente, existem vários processos de dessalinização da água, todos baseados na observação de fenômenos naturais de separação de água e sais. Assim, temos que os processos baseados na evaporação são a tentativa de imitar a natureza quando ela, por meio do sol, evapora a água do mar, as nuvens se formam e finalmente se desfazem na forma de chuva ou neve, permitindo-nos ter água doce em rios, lagos, poços, etc. O processo de dessalinização baseado no congelamento da água do mar é também uma consequência da observação da natureza. Nos polos, quando a água congela, o gelo não contém sais, deixando o mesmo na água do mar circundante. A observação de como as plantas absorvem a água da terra, ou como as células do nosso corpo absorvem água e eliminam as toxinas, resultou no aparecimento de processos de dessalinização da água usando membranas semipermeáveis. Assim, todos os processos de dessalinização das águas são baseados em alguns desses princípios elementares retirados da natureza. As diferenças entre os processos comerciais vêm da tentativa de ser o mais eficiente e econômico possível para realizar a separação de água e sais nas instalações. Sem tentar ser exaustivo, os processos de evaporação mais importantes que existiram atualmente são os seguintes: a Evaporação Instantânea Multietapa, a Evaporação por Multiefeito, a Compressão da Mecânica do Vapor, a Termo compressão do Vapor e a Destilação solar.

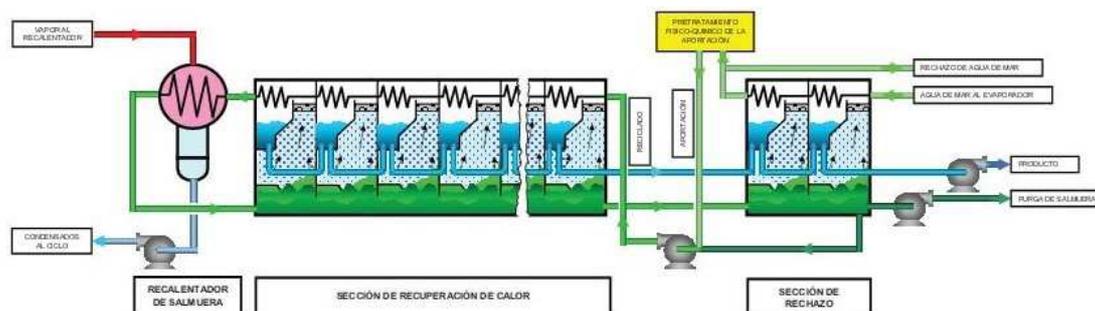
Entre os principais processos de dessalinização com membranas estão a Osmose Inversa, a eletrodialise reversível e a nanofiltração.

#### 3.1.1. Evaporação Instantânea Multietapa (MSF)

O processo de Evaporação Instantânea Multietapa é também conhecido por sua sigla em inglês M.S.F. que correspondem ao nome de *Multistage Flash Evaporation*.

A ideia desse processo é destilar a água do mar e condensar o vapor obtido, recuperando o calor latente para aquecer mais água do mar que, posteriormente, evaporará. Se a transmissão de calor fosse com área infinita e número infinito de estágios e não houvesse perdas, uma vez iniciado o processo, não haveria mais calor e o processo se manteria, mas como isso é termodinamicamente impossível, é necessário ter uma fonte externa de energia, que forneça o aumento de temperatura necessário para iniciar o ciclo.

Figura 10 - Diagrama do processo de Evaporação Instantânea Multietapa



Fonte: GS Inima

Olhando para o fluxograma na Figura 10, descreveremos como o processo ocorre. Três seções são distintas, uma é a seção de rejeição de calor, outra é a seção de recuperação de calor e finalmente há o reaquecedor. Para explicar este processo, vamos do ponto "A" localizado no Reciclado para a saída do reaquecedor. Neste ponto, o Reciclado está na temperatura máxima admissível do ciclo e é introduzido no primeiro estágio do evaporador a partir do fundo. Ao entrar neste estágio, o Reciclado é encontrada com uma pressão menor do que a correspondente à saturação em sua temperatura, pelo que uma parte evapora "instantaneamente" para tentar equilibrar e ajustar sua temperatura à pressão que surge na etapa. O vapor liberado passa pelos *demersters*, cujo objetivo é eliminar as gotículas de salmoura que podem ter sido arrastadas pelo vapor, no processo de evaporação abrupta. Subsequentemente, o vapor condensa na superfície externa dos tubos do condensador do estágio, pingando na bandeja sob a serpentina de tubos, onde é coletado. O Reciclado que permanece na parte inferior do estágio sem evaporação, vai para a próxima etapa, encontrando-se novamente com uma pressão menor que a de saturação na temperatura que se encontra, repetindo o já explicado ciclo de evaporação e condensação, nela, e no restante das etapas seguintes até chegar à última. A água marinha captada circula pelos tubos da seção de rejeição de calor, servindo como fluido frio para condensar o vapor produzido nessas etapas. Na saída dos estágios de rejeição de calor, a água marinha aumentou sua temperatura e parte dela é devolvida ao mar como água rejeitada e outra parte é adicionada ao ciclo após ser desgaseificada e quimicamente tratada para evitar corrosões e incrustações, esta fração de água é chamada de Aporte. A vazão de Aporte, mais uma parte da salmoura remanescente na última etapa são misturados formando o Reciclado, o qual é introduzido, através da bomba de reciclado, no interior dos tubos das etapas da seção de recuperação de calor, servindo de fluido frio para condensar o vapor que é formado em cada estágio. Este reciclado irá aquecer conforme se move em direção ao primeiro estágio. Na saída dos tubos desta primeira etapa, atingiu a maior parte da temperatura necessária para iniciar o ciclo, graças ao calor recuperado, porém ainda falta um diferencial de temperatura que adquire no reaquecedor para atingir a temperatura máxima do ciclo. Para isto se utiliza a condensação de um vapor externo (fonte de calor) para aquecer o reciclado até a referida temperatura máxima. O condensado do reaquecedor é retornado ao ciclo térmico de onde procede o vapor.

O produto de água obtido em cada estágio é passado para o próximo através de um sistema de hidráulico fechado. Essa água também deve ser equilibrada com a pressão que prevalece em cada estágio, evaporando parcialmente e retornando à condensação na superfície dos tubos da etapa. Ao atingir o último estágio do evaporador, o produto atingiu a temperatura mínima e forneceu todo o seu calor sensível. A partir da bandeja do produto deste último estágio, o produto é extraído por uma bomba e enviado para o tanque de armazenamento.

Para manter o equilíbrio salino do evaporador, uma vez que está continuamente introduzindo uma quantidade de água marinha com sais através do Aporte marinho, é necessário extrair a mesma quantidade de sais para evitar sua acumulação no interior e que as correntes se concentrem. Para isso, fazemos uma purga de salmoura no ponto de máxima concentração de sais, que é a salmoura da última etapa.

Devido ao conteúdo de ar e gases da água do mar, uma vez que estes não são completamente eliminados no pré-tratamento a que foi submetido e que, por outro lado, um grande número de etapas funcionam sob condições de vácuo, normalmente há entrada de ar a partir do exterior através dos poros, flanges, equipamento, etc., sendo necessário extrair os gases incondensáveis para evitar que se acumulem no interior do evaporador, fazendo com que perca desempenho. Para isso são

instalados um equipamento de vácuo e uma rede de captação nos estágios. Este equipamento é normalmente formado por ejetores com condensadores barométricos ou de superfície.

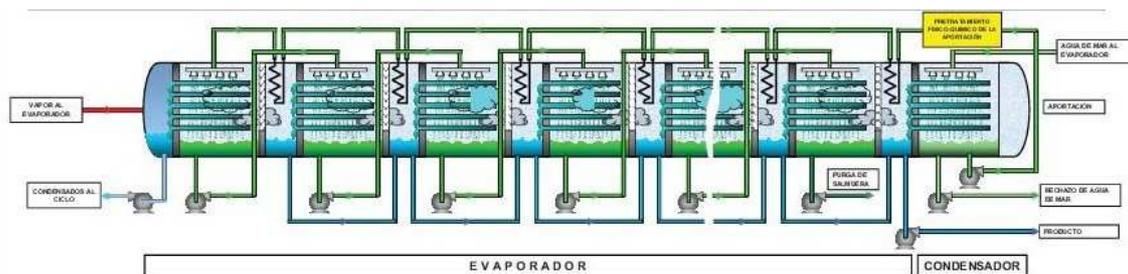
Os parâmetros característicos mais importantes relacionados a este processo são os seguintes:

- ✓ Relação de Economia ou Economia ou Desempenho ou Índice de Economia ou ER  
É a relação entre a quantidade de produto obtida por cada unidade de calor introduzida no evaporador, medida em lb-produto/1000 BTU que coincide aproximadamente com kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 95 e 120 °C, o que é o normal.
- ✓ Fator de concentração  
É razão entre a concentração do Reciclado e a concentração da água marinha, ambas expressas em mg/L ou ppm.

### 3.1.2. Evaporação Multiefeito

O processo de evaporação multiefeito em tubos horizontais é também conhecido pelo seu acrônimo em inglês HTME que corresponde ao nome de *Horizontal Tube Multieffect Evaporation*.

Figura 11 - Processo de evaporação multiefeito



A ideia desse processo, como toda destilação, é evaporar a água do mar, condensar o vapor obtido e recuperar o calor latente de condensação do vapor para aquecer mais água para que evaporaremos novamente. Olhando para a Figura 11, descreveremos como o processo ocorre. O evaporador é dividido em duas seções: o condensador, que é o ponto mais frio do evaporador e os efeitos, sendo o primeiro efeito o foco quente do ciclo térmico. Para explicar este processo, começaremos com o primeiro efeito. O vapor que é fornecido como uma fonte de energia, geralmente de baixo grau, condensa-se dentro dos tubos enquanto, no exterior, pulverizamos a água do mar que atua como um fluido frio, o qual se aquece para atingir a temperatura máxima e se evapora parcialmente. O vapor produzido neste primeiro efeito passa pelos separadores de pingos (*demisters*), para remover o arrasto de salmoura que pode transportar e entra no interior dos tubos do próximo efeito onde irá condensar, evaporando também uma parte da água do mar que está sendo pulverizada do lado de fora dos tubos. Esta água que é pulverizada vem da água do mar não evaporada do primeiro efeito e é conhecida como Alimentação. No efeito se encontra com condições de pressão inferiores às do efeito anterior, por sua vez, sofre um processo de evaporação instantânea para atender as condições predominantes no efeito e também pela condensação do vapor no interior dos tubos, que cedem seu calor de condensação, evaporando a mesma quantidade de água. Em conclusão, o vapor produzido em cada efeito procede da evaporação devido ao desequilíbrio térmico entre os efeitos e pela condensação do vapor dentro dos tubos. Este processo se repete de efeito em efeito, reduzindo cada vez mais a temperatura na qual ele ocorre e diminuindo a pressão correspondente dentro de cada efeito, até chegar ao último que é o condensador final. Neste condensador o vapor produzido no

efeito anterior condensa, mas como a quantidade de água do mar usada para condensá-lo é muito grande, não é produzido vapor, aquecendo apenas a água do mar; é o foco frio do ciclo térmico. Na saída deste efeito/condensador, o fluxo de água do mar quente é dividido em dois, um é o rejeito e que é devolvido ao mar, enquanto o outro é o aporte que é aquele bombeado para os efeitos anteriores em sentido ascendente, desde o penúltimo efeito ao primeiro. Este aporte de água é introduzido dentro de trocadores de calor existentes em cada efeito e que utilizam uma parte do vapor produzido para aquecer a vazão de aporte, até atingir o primeiro efeito onde atinge a temperatura máxima que lhe permite continuar o ciclo. Como já foi dito no início, neste primeiro efeito a água quente é pulverizada na parte externa dos tubos, aumentando sua temperatura e evaporando uma parte. A água do mar que não evaporou e permanece nesse efeito é a que é bombeada para os efeitos seguintes, pulverizando a parte externa dos tubos.

O efeito anterior ao condensador é onde a água do mar está mais concentrada, uma vez que anteriormente foi parcialmente evaporada nas outras câmaras. É onde faremos a purga da salmoura para manter o equilíbrio salino do evaporador.

O vapor condensado no primeiro efeito retorna ao ciclo externo de onde vem, pois é o condensado do vapor condutor. O condensado do segundo e dos seguintes é o Produto, que está sendo circulado de um efeito para outro, pondo-se em contato, a cada vez, com uma pressão mais baixa, para que uma parte da água produzida evapore para equilibrar as pressões e as temperaturas. Este vapor é incorporado com o resto dos vapores produzidos no efeito e condensados no seguinte. Desta forma, quando o fluxo de Produto atinge o condensador final, está na temperatura mais baixa possível. A partir daqui é extraído por uma bomba de produto, enviando-o para o tanque de armazenamento da planta. Como a água do mar no processo de evaporação vai liberando os gases que podem ter permanecido, e como o evaporador trabalha no vácuo, sempre há vazamentos e entradas de ar através dos poros, equipamentos e instrumentos, esse ar se acumularia no interior, dificultando a transferência de calor e causando a perda de desempenho. Para isto, existe um sistema de aberturas em cada efeito, sendo os incondensáveis extraídos por um equipamento a vácuo.

A água de Aporte, antes de introduzi-la no evaporador, é tratada quimicamente para evitar as incrustações. O tratamento usual é a desgaseificação e a adição de um inibidor de incrustações.

Os parâmetros característicos mais importantes relacionados a este processo são os seguintes:

- ✓ Relação de Economia ou Economia ou Desempenho ou *Economy Ratio* ou ER  
É a relação entre a quantidade de produto obtida por cada unidade de calor introduzida no evaporador, em lb-produto/1000 BTU, equivalente aproximadamente a kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 80 e 120 °C, o que é o habitual.
- ✓ Fator de concentração  
É o quociente da divisão da concentração da purga da salmoura pela concentração da água do mar. Ambos expressas em mg/L ou ppm.

### 3.1.3. Compressão de Vapor

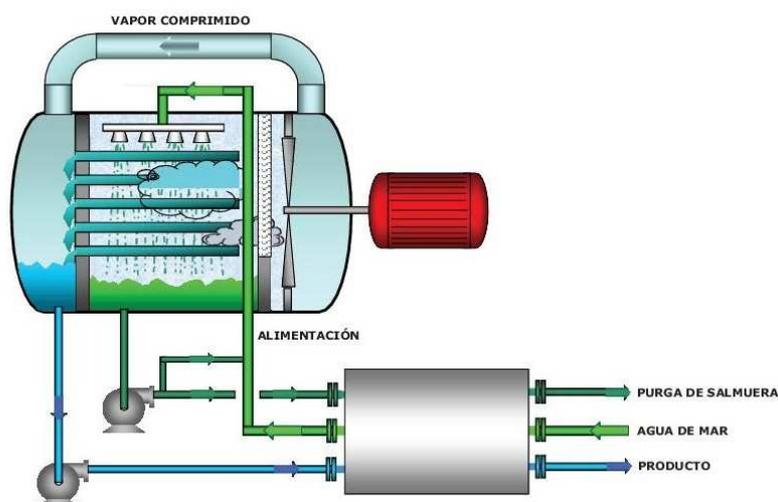
Dentro da denominação de Compressão de vapor há dois tipos diferentes de processos: Um comprime o vapor pela ação de um compressor mecânico acionado por um motor, conhecido como Compressão Mecânica de Vapor, ou por sua sigla em Inglês M.V.C. *Mechanical Vapour Compression*. O outro procedimento comprime o vapor por meio de um ejetor-compressor, movido

por um vapor de média pressão, é o procedimento conhecido como Ejeta Compressão de Vapor, ou por sua sigla em inglês T.V.C. que corresponde à *Thermal Vapour Compression*.

### 3.1.3.1. Compressão Mecânica de Vapor

Vamos começar explicando o processo de Compressão Mecânica de Vapor seguindo o diagrama da Figura 12. Em uma usina deste tipo há três seções importantes: um compressor acionado por um motor, um evaporador que pode ser de um ou vários estágios e um trocador de calor líquido/líquido.

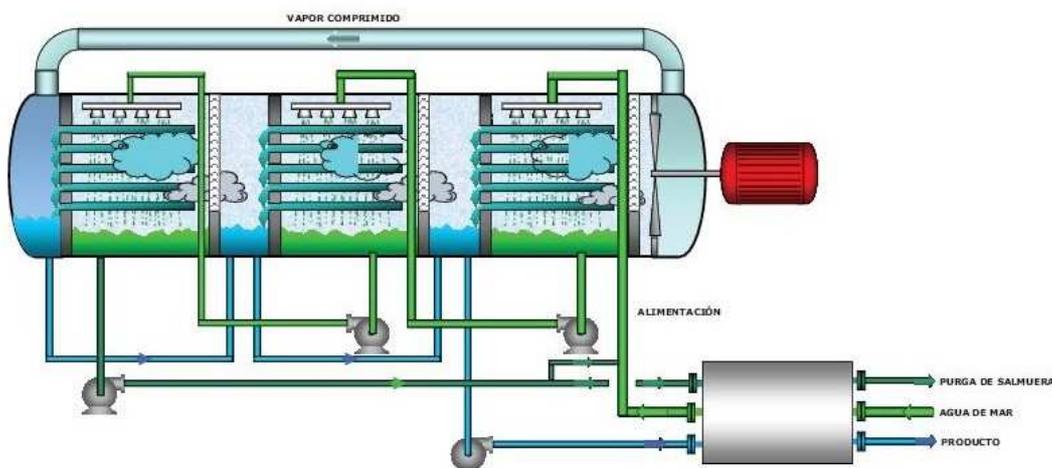
Figura 12 - Ciclo do processo de compressão mecânica de vapor



A água do mar é passada pelo trocador de calor, onde é aquecida. A água do mar é fornecida ao ciclo na sua totalidade, para a qual é misturada com uma parte da salmoura e forma a alimentação, que é bombeada para o evaporador, sendo pulverizada, através de bicos, nos tubos do condensador. Esta alimentação se aquece até atingir a temperatura de saturação correspondente à pressão dentro do evaporador e, como continua a absorver calor, uma parte evapora. O vapor formado passa através de uma malha separadora de gotas (*demisters*), entra na sucção do compressor, que o comprime até atingir uma pressão mais alta, tornando-se um vapor reaquecido. Este vapor é introduzido dentro dos tubos do evaporador, onde primeiro perde seu calor sensível e depois se condensa, cedendo o calor para a alimentação que está caindo do lado de fora dos tubos. O produto é extraído por uma bomba de produto e, como ainda transporta calor sensível, é resfriado no trocador de calor de placas, aquecendo a água do mar que é incorporada ao ciclo. O aporte que não evaporou cai ao fundo do evaporador de onde é extraído por meio de uma bomba, dividindo-se em duas correntes; uma que é a que se mistura com a água do mar de aporte para formar a alimentação e, a outra, que é a purga de salmoura necessária para manter o equilíbrio salino. Como a purga ainda tem calor sensível, ela é resfriada no trocador de placas, onde cede seu calor à água do mar que entra no evaporador. A água marinha antes de ser introduzida no ciclo é desgaseificada e tratada quimicamente para evitar incrustações e corrosão. Existe também um equipamento de vácuo que consiste em uma bomba de vácuo para extrair os incondensáveis de dentro do evaporador.

Neste processo é possível colocar até três evaporadores em série, deixando o diagrama como mostrado na Figura 13, abaixo.

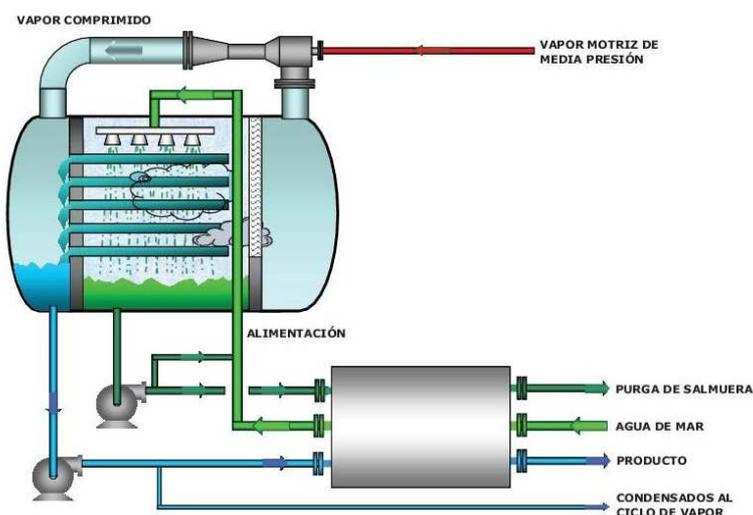
Figura 13 - Ciclo do processo de compressão mecânica de vapor (Multietapa)



### 3.1.3.2. Ejeção de Compressão de Vapor

O processo de Ejeção de Compressão a Vapor é o mesmo da Compressão Mecânica a Vapor, substituindo o compressor por um ejetor que funciona com vapor motriz externo, veja a Figura 14. A diferença mais importante é que no ejetor de vapor se misturam o vapor externo com o vapor produzido no interior da câmara, portanto, o produto obtido deve ser dividido em duas correntes: uma que tem a mesma vazão mássica que o vapor motriz utilizado e que é devolvido para a caldeira de produção de vapor, esta corrente é chamada Condensado. Já a outra corrente é o produto líquido obtido.

Figura 14 - Ciclo de processo de ejeção de compressão de vapor



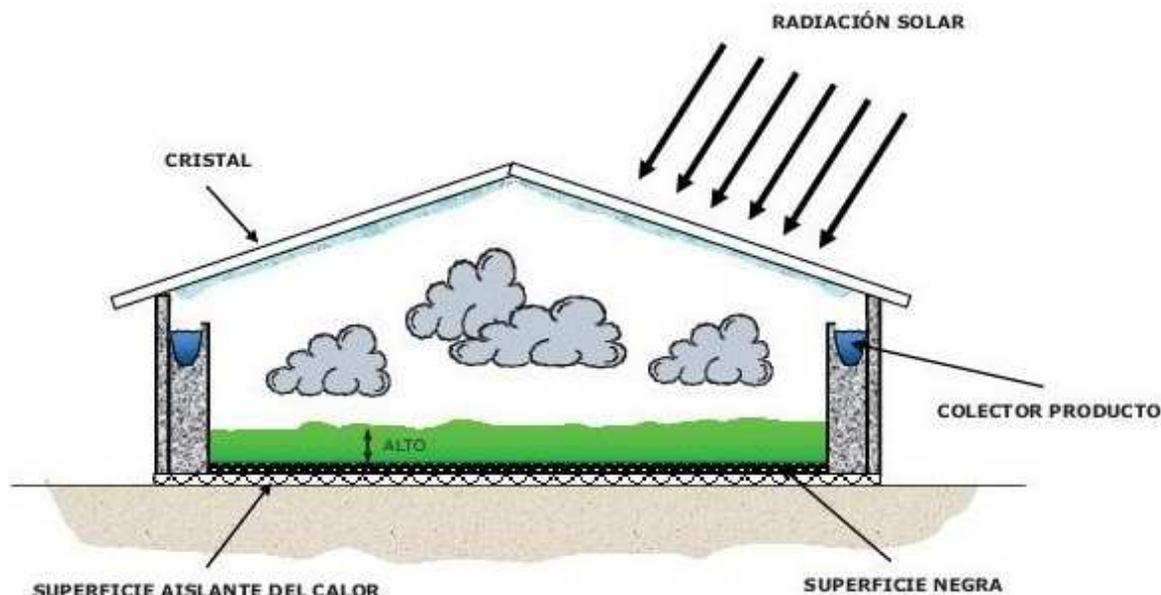
Os parâmetros característicos da Compressão de Vapor são os seguintes:

- ✓ Relação de compressão  
É a relação entre a pressão de saída do compressor e a do interior do evaporador ou a pressão na sucção. Neste tipo de plantas, a taxa de compressão é geralmente baixa de 1,25 a 1,35, aproximadamente.
- ✓ Fator de concentração  
É o número resultante da divisão da concentração da purga de salmoura pela concentração da água do mar, ambas expressas em mg/L ou ppm.

### 3.1.4. Destilação Solar

A Figura 3.6 mostra um esquema básico de um módulo de Destilação Solar. Trata-se de uma "pequena piscina" baixa, totalmente fechada, cujo telhado é formado por placas de vidro transparente; O chão é formado por duas camadas, uma é um material isolante de calor e, sobre ela, é colocada uma superfície negra que absorve todas as radiações que lhe chegam.

Figura 15 - Diagrama da planta de destilação solar direta



Neste módulo, a água do mar é introduzida em quantidade suficiente para atingir uma altura de 5 a 30 cm. A radiação solar passa através do vidro, refletindo uma pequena parte dele, o restante alcança a água do mar onde outra parte é absorvida, capturando o restante pela superfície negra, que se aquece, enquanto aquece a água do mar, produzindo vapor. A mistura de vapor e ar quente sobe devido a sua menor densidade e quando atinge o vidro mais frio, condensa, escorrendo pelo plano inclinado do vidro e coletado pelo coletores localizados nas laterais do módulo de onde é extraído. Uma vez que o vapor tenha se condensado na superfície do vidro e resfriado o ar, ele desce novamente à medida que sua densidade aumenta, aquecendo a superfície da água e saturando-a com umidade, repetindo o ciclo novamente.

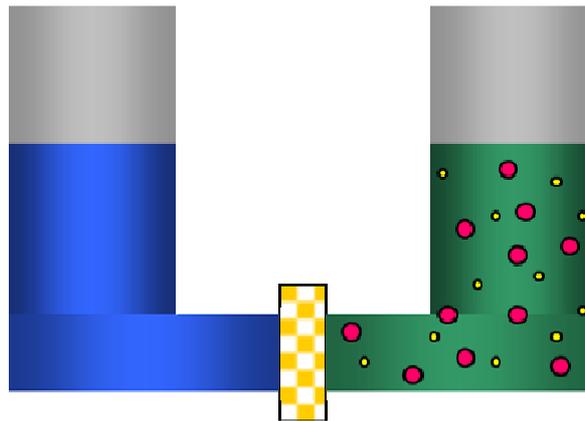
Periodicamente, uma purga é feita para evitar a sedimentação de sal o que reduziria o desempenho do sistema.

Este processo tem grande variabilidade na produção, dependendo da hora do dia, das estações do ano e das condições climáticas, isso limita seu uso para resolver grandes necessidades de água. No entanto, pode ser adequado quando se trata de obter água potável em áreas onde não há fonte de energia e onde, além disso, meios adequados para a operação de uma planta mais complicada não estão disponíveis. Existem plantas experimentais deste tipo na Ilha Aldabra no Oceano Índico, no Chile, na Ilha de Patmos (Grécia), na Austrália e nas Ilhas do Pacífico.

### 3.1.5. Osmose Inversa

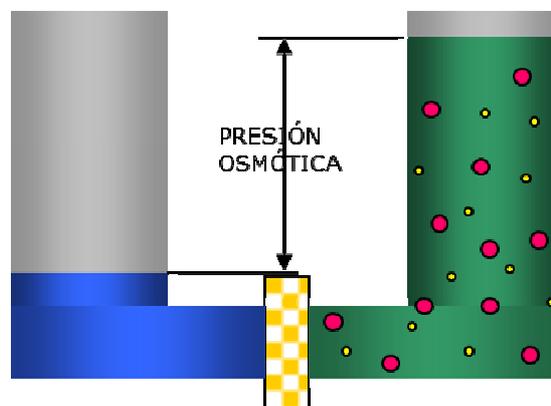
O processo de Osmose Inversa é explicado nas figuras abaixo, onde são mostrados dois vasos comunicantes separados por uma membrana semipermeável, isto é, uma membrana que permite apenas a passagem de água, mas não de sais.

Figura 16 - Vasos comunicantes



Se no copo à esquerda colocarmos água pura e à direita água com sais dissolvidos, o fenômeno da osmose ocorrerá. Este fenômeno consiste no aparecimento de uma pressão sobre a membrana semipermeável do lado da água pura para a solução salina, através da qual as moléculas de água atravessam a membrana semipermeável em direção à solução salina, tentando reduzir sua concentração. Não é que não existam moléculas de água na solução salina que passem para água pura, mas o balanço do número de moléculas de água que passa através da membrana é favorável na direção da água pura para a solução salina. Este é o processo de osmose, e com isso o que conseguimos é perder água pura e aumentar a quantidade de água salgada, até que a coluna de água entre os dois vasos seja tal que a pressão do líquido no lado da salina seja igual a pressão osmótica, deixando os vasos como mostra a Figura 17 em equilíbrio.

Figura 17 - Osmose Direta

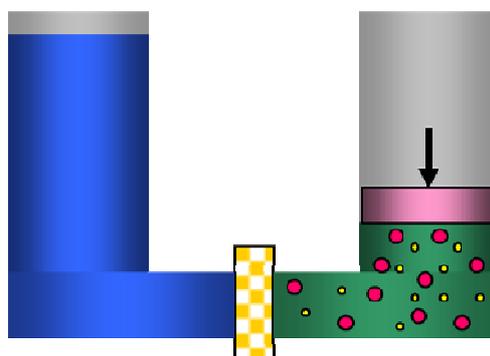


O que realmente acontece é que, uma vez que as pressões osmótica e hidrostática em ambos os lados da membrana são equalizadas, o número de moléculas de água que passam por ele em uma direção é igual ao número de moléculas que passam por ele na outra, permanecendo iguais, desta forma em equilíbrio.

Se neste mesmo processo de osmose, Figura 17, colocamos um êmbolo na superfície da solução salina e exercemos uma pressão mecânica sobre ela, quando chegarmos a equalizar os níveis de líquido em ambos os vasos, a pressão exercida sobre o êmbolo será igual a pressão osmótica da solução salina inicial. Se continuarmos a aumentar a pressão, o equilíbrio é revertido, e forçamos mais moléculas de água a passar da solução salina, o vaso à direita, para o lado da água pura, o vaso à esquerda, Figura 18. Ou seja, obteremos água pura da solução salina. Este processo é

conhecido como processo de osmose inversa e é aplicado para dessalinizar as águas salobras e marinhas.

Figura 18 - Osmose Inversa

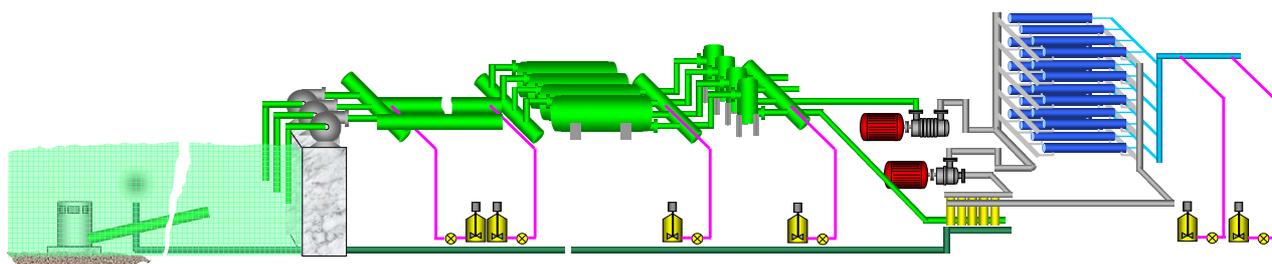


PRESIÓN EJERCIDA > QUE LA PRESIÓN OSMOSTICA

A Figura 19 mostra o processo comercial de osmose inversa (OI). É um diagrama simplificado de uma planta de OI de água do mar de uma etapa com um pré-tratamento que consiste em filtros de multimídia+filtros de cartucho. A água do mar é bombeada por meio de uma bomba de coleta, em direção aos filtros multimídia, onde a matéria em suspensão é eliminada; então, essa água filtrada é passada através dos microfiltros do cartucho com um passo de menos de 5 micra nominais, a partir daqui uma bomba de alta pressão é alimentada, que é encarregada de fazer o "pistão" da solução salina, dando a pressão necessária para ocorrer o processo de osmose inversa.

A pressão de trabalho das membranas para a água do mar é entre 65 e 70 bar, tendo em conta que a água do mar tem uma pressão osmótica entre 25 e 30 bars, a pressão necessária para o OI é de duas vezes e meia a pressão osmótica. A razão é que, durante o processo de osmose inversa, a água do mar é concentrada dentro das membranas, aumentando assim sua pressão osmótica, o que significa que a rejeição da salmoura tem uma concentração de sais quase duas vezes maior que a da água do mar, o que implica pressões osmóticas entre 55 e 60 bar.

Figura 19 - Diagrama geral de uma planta de OI



Para água salobra, a pressão de trabalho depende da concentração e tipo de sais dissolvidos, e a pressão na qual as membranas devem trabalhar deve ser estudada em cada caso. Na prática, varia entre 8 e 30 bars.

Um parâmetro importante no projeto das instalações de dessalinização de OI é o chamado "fator de conversão", que é o nome dado ao resultado da divisão do fluxo de água permeada (água dessalinizada ou osmotizada) pelo fluxo de água de alimentação para as membranas. O fator de conversão depende do tipo de sais dissolvidos, do pré-tratamento utilizado e da quantidade de água do mar que pode ser concentrada sem precipitar os sais.

O fator de conversão da água do mar é entre 45 e 55%, ou seja, a cada 100 m<sup>3</sup> de água do mar que é introduzida nas membranas, obtém-se entre 45 e 55 m<sup>3</sup> de água permeada. No entanto, para águas salobras, esse fator pode chegar a 85%.

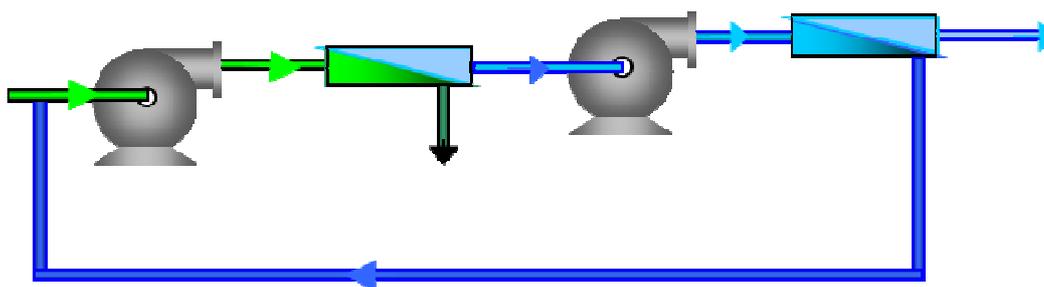
A salmoura na saída das membranas ainda tem muita pressão, já que a perda de pressão dentro dos tubos de pressão contendo as membranas de osmose inversa é pequena, entre 2 e 3 bar. Para recuperar essa energia, a salmoura é conduzida para um sistema de recuperação de energia. Atualmente, os sistemas de recuperação de energia de salmoura usados em instalações de dessalinização de água salgada e salobra são os turbo-compressores e sistemas de troca de pressão (SIP). Outros sistemas de recuperação de energia, como a bomba invertida, Turbina hidráulica do tipo Pelton ou Francis, também são encontrados em algumas instalações.

Os sistemas de recuperação de energia da salmoura das plantas de OI aproveitam o diferencial de pressão entre as saídas das membranas e dos sistemas de recuperação. Usando esses sistemas de recuperação, a energia necessária para realizar o processo de OI é reduzida.

A água permeada na saída das membranas contém uma certa quantidade de sais, uma vez que a rejeição de sais das membranas OI nunca é 100%. Portanto, o permeado, dependendo da concentração inicial de água, do fator de conversão, da temperatura da água, do tipo de membrana e do projeto executado, tem uma concentração diferente. Para a água do mar, a salinidade do permeado é entre 200 e 300 mg/l. Se quisermos reduzir o teor de sal do permeado, devemos incluir outro passo de osmose e iremos para as plantas de dois estágios.

Na Figura 20 podemos ver um diagrama simplificado de uma planta de osmose inversa (OI) de dois passos. A pressão do permeado do primeiro passo é elevada pela bomba, chegando a 6 ou 8 bar e introduzido nas membranas OI do tipo de água salobra. O permeado desta segunda etapa terá um teor de sal inferior a 10 mg/l. O fator de conversão deste segundo passo é geralmente muito alto, da ordem de 90%. A água rejeitada do segundo passo é adicionada à água de alimentação bruta do primeiro passo.

Figura 20 - Diagrama de uma planta de OI de dois passos



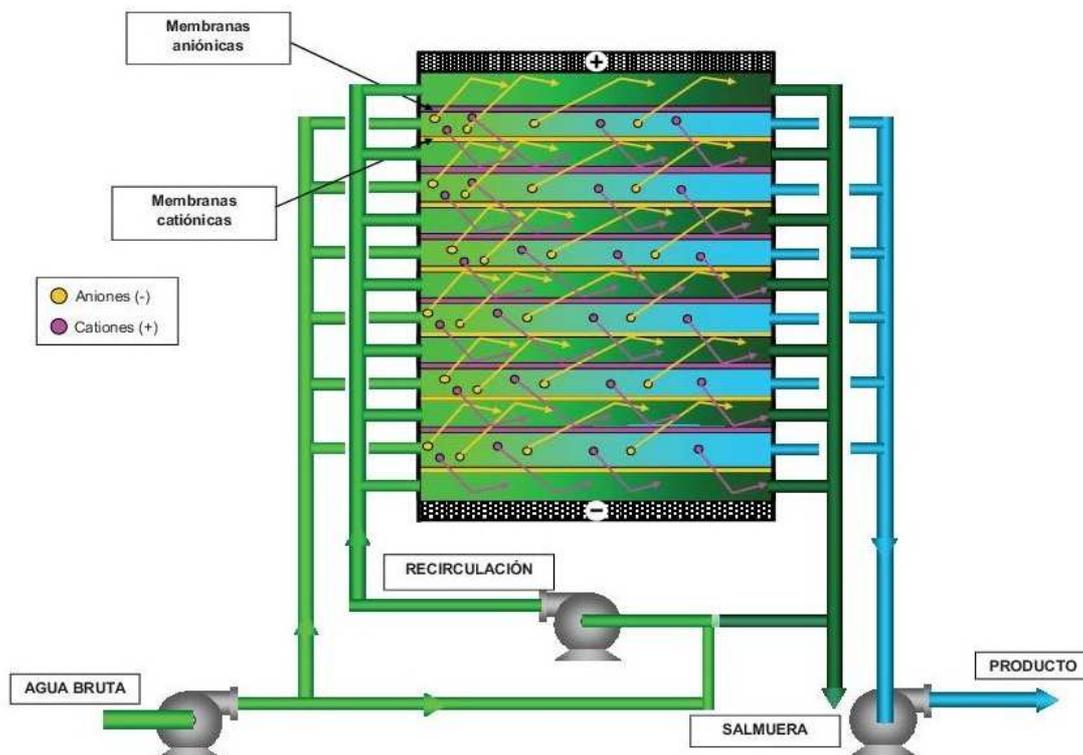
### 3.1.6. Eletrodialise

Na eletrodialise, diferentemente da OI onde a água atravessa as membranas deixando uma corrente concentrada em sais, são os íons dos sais dissolvidos que atravessam as membranas e deixam uma corrente de água livre deles, Figura 21.

Quando os sais se dissolvem em água, elas se dissociam para formar íons. Íons são partículas atômicas ou moleculares com cargas elétricas positivas ou negativas. Por exemplo, o sal comum - cloreto de sódio - é ionizado em íons de sódio (Na<sup>+</sup>) carregados positivamente (cátion) e íon cloreto (Cl<sup>-</sup>) carregado negativamente (ânion).



Figura 21 - Processo de Eletrodiálise



Sob os efeitos de um campo elétrico formado por uma corrente contínua, os íons migrarão de tal forma que os cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , etc.) positivamente carregados se moverão em direção ao polo negativo ou cátodo, e os ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , etc.) carregados negativamente se moverão para o polo positivo ou ânodo, Figura 21.

Para controlar o movimento dos íons em uma unidade de eletrodiálise, são utilizadas membranas de transferência de íons em forma laminar fabricadas a partir de resinas de troca catiônica ou aniônica. Eles são chamados, respectivamente, de membranas catiônicas e aniônicas. As membranas catiônicas têm cargas negativas fixas em sua estrutura (como grupos sulfonatos) que repelem os ânions. Como resultado, as membranas catiônicas (marcadas com amarelo na Figura 21) transferirão os cátions, por exemplo,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , mas não os ânions.

Reciprocamente, as membranas aniônicas (marcadas em rosa na Figura 21) têm em sua estrutura cargas positivas fixas (como íons de amônio quaternário) que repelem os cátions e permitem a transferência de ânions, por exemplo,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , mas não os cátions.

A Figura 21 mostra o layout clássico de uma planta de eletrodiálise ou "pilha", combinando os elementos descritos acima (íons, membranas aniônicas e catiônicas seletivas e campo elétrico DC) para obter a desmineralização da água e a concentração de íons removidos no fluxo de rejeição.

As membranas são separadas por um espaçador de 1 mm, depois outro separador é instalado e depois outra membrana do outro tipo, e assim por diante. Desta forma, o conjunto chamado par de células é obtido:

- ✓ Membrana catiônica.
- ✓ Espaçador de membrana catiônica.
- ✓ Membrana aniônica.
- ✓ Espaçador de membrana aniônica.

A água de alimentação contendo os íons dissolvidos é bombeada para a pilha de membranas, circulando entre as membranas catiônica e aniônica.

O sistema descrito é a eletrodialise clássica ou unidirecional. É conhecido como unidirecional porque a polaridade não muda, então os íons sempre se movem na mesma direção, as características dos compartimentos de água permanecem inalteradas, de forma que os compartimentos sempre serão de desmineralização ou concentração.

O sistema clássico de eletrodialise unidirecional (ED) foi o primeiro processo desenvolvido. No entanto, o processo ED unidirecional experimenta uma série de limitações que foram melhoradas com a mudança para a Eletrodialise Reversível (EDR), na qual a polaridade muda de vez em quando e as células que estavam de produto estão agora concentradas e as que foram de concentrado são agora de produto.

### **3.1.6.1. Eletrodialise Reversível**

O mecanismo da Eletrodialise Reversível difere do Eletrodialise unidirecional (ED) num aspecto simples, mas muito significativo. Se operarmos um sistema de eletrodialise unidirecional -como mostrado na Figura 21- por um período de tempo fixo e limitado (por exemplo, 15 minutos) e, em seguida, inverter a polaridade do campo elétrico aplicado por meio de um sistema de controle automático e operar por um período igual de tempo no sentido oposto - e assim por diante - o sistema será então Eletrodialise Reversível (EDR).

Quando a corrente é invertida, o compartimento que foi desmineralizado anteriormente agora se torna um concentrado e vice-versa. Assim, é necessário trocar as válvulas pelas quais elas são alimentadas e coletar esses dois fluxos, logo após a corrente ser revertida. Também é necessário desviar ambas as taxas de fluxo por um período de 0,75 a 1,5 minutos para purgar ambos os compartimentos antes que o fluxo desmineralizado comece a fabricar o produto especificado.

Portanto, ao operar pelo mesmo período de tempo em ambas as direções, o sistema de Eletrodialise Reversível é alcançado, o que tende a eliminar substâncias insolúveis ou pouco solúveis que, de outra forma, cobririam as membranas durante o período de inversão de polaridade.

O EDR é o único processo de dessalinização capaz de tal inversão devido a duas características inerentes do sistema: a) As membranas EDR são simétricas; eles operam da mesma maneira em ambas as direções e b) as pilhas EDR têm uma configuração simétrica, sendo os compartimentos concentrados e desmineralizados.

Para que uma unidade EDR opere, é necessário um suprimento de água pressurizada - geralmente entre 4 a 6 bar e corrente contínua, bem como uma disposição adequada das etapas de desmineralização.

Para economizar água, a maior parte da água nos compartimentos de concentrado é recirculada. O fluxo de concentrado que é rejeitado, é regulado por meio de uma válvula de controle na linha de alimentação que controla o suprimento de água para o circuito fechado de concentrado que substitui uma quantidade igual de água concentrada que vai para a rejeição, Figura 21.

Em resumo, o processo de EDR e os componentes do sistema são capazes de operar por longos períodos com água contendo uma ampla variedade de componentes minerais, coloidais ou microbiológicos. A autolimpeza devido à inversão de polaridade e a estabilidade das membranas se combinam para dar um serviço duradouro.

### 3.1.6.2. Aspectos a Destacar de ED e EDR

A eletrodialise é um processo que só pode ser usado em água salobra com menor concentração de sais inferior a 8.000 mg/L.

Através da recirculação controlada do fluxo de concentrado e outros meios, até 90% da água de alimentação pode ser recuperada como produto.

O consumo de eletricidade pode ser calculado aproximadamente usando um valor de 0,5 Kwh por metro cúbico de produto para bombeamento, mais 0,5 Kwh por metro cúbico por 1.000 ppm de sais eliminados.

O pré-tratamento geralmente não é necessário, já que o sistema EDR pode tratar águas com um índice de Langelier de +2.2 e temperaturas de até 45°C sem nenhum cuidado especial. O pré-tratamento é recomendado quando o ferro excede a 0,3 ppm, e o manganês e o sulfeto de hidrogênio excedem a 0,1 ppm. A sílica não interfere no processo porque, como não está ionizada, não elimina ou limita a recuperação da água. As unidades EDR são capazes de operar por um longo tempo com águas com um SDI de 5 minutos de aproximadamente 15, minimizando assim o uso de filtros. Mas todo o material não ionizado e suspenso que entra na água bruta passa para o produto, assim como bactérias, vírus, etc.

Um sistema EDR não necessita de produtos químicos em condições normais de operação, exceto em situações especiais de alta recuperação e na presença de Sulfato de Cálcio ou Bicarbonatos de Cálcio. Os sistemas EDR podem tolerar taxas de saturação de sulfato de cálcio de até 175% no fluxo de concentrado sem injeção química. A adição de anti-incrustantes e/ou ácido sulfúrico permite valores de saturação de sulfato de cálcio de até 400%. Os produtos químicos também são necessários para a limpeza periódica das membranas. As membranas das baterias podem ser limpas de três maneiras diferentes:

- ✓ Continuamente através da inversão de polaridade
- ✓ Por limpezas químicas periódicas (Sistema CIP)
- ✓ Manualmente: desmontar e limpar as membranas por procedimentos manuais mecânicos

As membranas EDR são folhas de polímero homogêneas e reforçadas, com 0,5 mm de largura, com ânions e cátions de transferência fixados em certas posições, e uma excelente estabilidade contra produtos químicos e temperatura. Resistente a valores contínuos de pH 1 a 10 e cloro livre de 0,3 ppm, suportando grandes quantidades durante curtos períodos de limpeza. As membranas podem trabalhar com temperaturas até de 55°C.

### 3.1.7. Nanofiltração

A nanofiltração (NF), um processo intermediário entre a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa, utiliza membranas semipermeáveis com um tamanho de poro aproximado entre 0,0001 e 0,001 micra, ou seja, menos de um nanômetro, rejeitando moléculas orgânicas com peso molecular maior que 200 Daltons.

A Nanofiltração remove sais da água e envolve processos químicos e físicos, e por isso é considerada um processo de dessalinização, ao contrário da Ultrafiltração (UF), cujo princípio é a separação física. Na UF, é o tamanho dos poros da membrana que determina até que ponto sólidos dissolvidos, turbidez e microrganismos são eliminados. UF é usada para remover partículas de 0,001 - 0,1 µm da água, também é usada para a eliminação de vírus.

Como uma característica distintiva da NF em comparação com o processo OI, íons monovalentes são rejeitados entre 30 e 60% e íons divalentes, entre 90 e 98%, permitindo que essa diferença de rejeições funcione a pressões mais baixas do que a OI. (4 a 12 bar, dependendo dos tipos de água).

As membranas NF são geralmente enroladas em espiral, compostas, geralmente, de poliamida como camada ativa, e de polissulfona e poliéster como camadas de suporte quando o objetivo é a eliminação de sais divalentes. Existem outras membranas de nanofiltração no mercado com diferentes camadas ativas, como polivinil álcool e polissulfona sulfonada, de configuração enrolada em espiral ou fibra oca.

A nanofiltração é um processo muito semelhante ao da OI, assim como a OI requer o pré-tratamento da água de contribuição para evitar o entupimento das membranas por partículas coloidais e precipitação química sobre elas, o que gera paradas frequentes para a limpeza. O esquema de operação é exatamente o mesmo de uma planta de osmose inversa, a diferença entre os dois processos é que, enquanto a osmose inversa rejeita quase todos os sais em igual porcentagem, a nanofiltração rejeita fundamentalmente os íons divalentes e, em menor grau, monovalente. A vantagem da nanofiltração em relação à OI é que ela requer menor consumo de energia por metro cúbico produzido.

A nanofiltração é aplicada à água salobra e geralmente com um ou mais dos seguintes objetivos:

- ✓ A eliminação de determinados sais divalentes.
- ✓ Redução da dureza.
- ✓ Para reduzir o conteúdo de matérias orgânicas antropogênicas tais como praguicidas, matéria orgânica de origem natural (ácidos húmicos).
- ✓ Como tecnologia de pré-tratamento em plantas de dessalinização por evaporação, com o objetivo de reduzir o conteúdo de sulfatos de cálcio para poder elevar a temperatura máxima de funcionamento e evitar a precipitação destes sais.

### **3.2. Comparativo de Tecnologias**

A utilização dos processos de dessalinização apresentados nos itens anteriores requer a utilização de infraestruturas adequadas para a captação, pré-tratamento, remoção de sais dissolvidos, pós-tratamento e descarte de eventuais rejeitos. De maneira geral, a infraestrutura de captação será similar para qualquer uma das tecnologias contempladas, sendo os aspectos mais relevantes para a seleção da tecnologia de dessalinização a eficiência de conversão da água salina em água potável, o consumo específico de energia, o custo final de produção e os impactos ambientais associados.

Para efeito de comparação, Tabela 3.2 apresenta dados relativos à eficiência de conversão, consumo de energia e custo estimado de produção de água pelos processos de dessalinização por evaporação e osmose inversa (Voutchkov, 2013 e Watson, Morin and Henthorne, 2003). Para os processos térmicos, é necessária uma fonte de calor externa, geralmente de uma usina termelétrica, que, quando não disponível a baixo custo ou gratuito, inviabiliza a adoção de tais processos.

Analisando-se estes dados, verifica-se que o processo de dessalinização por osmose inversa apresenta menor consumo de energia e maior conversão de água, tendo uma faixa de custo de produção semelhante aos demais processos, apesar de apresentar um limite inferior menor que todos os demais processos. Ressalta-se que a utilização do sistema de recuperação de energia resulta em uma menor faixa de custo para o sistema de osmose inversa.

Tabela 3.2 - Comparação dos processos de dessalinização de água do mar.

Parâmetro	Processos Térmicos			Osmose Inversa
	Múltiplos estágios com expansão de vapor	Múltiplos efeitos	Compressão de vapor	
Fator de conversão (Água potável/Alimentação)	0,10 – 0,20	0,20 – 0,35	0,40	0,45 – 0,55
Consumo de energia térmica equivalente (kWh/m <sup>3</sup> )	9,5 – 11,0	4,5 – 6,0	NA	NA
Consumo de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> )	3,2 – 4,0	1,2 – 1,8	8,0 – 12,0	2,5 – 4,0
Consumo total de energia (kWh/m <sup>3</sup> )	12,7 – 15,0	5,7 – 7,8	8,0 – 12,0	2,5 – 4,0
Custo de produção de água (US\$/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>	0,90 – 4,00	0,70 – 3,50	1,00 – 3,50	0,50 – 3,00

NA – Não aplicado

a – Base no ano de 2013.

Com base nas informações apresentadas e considerando que comercialmente não haveria outro processo ou tecnologia disponível e viável para a vazão requerida neste projeto (1m<sup>3</sup>/s), verifica-se que o processo de dessalinização por osmose inversa é o mais indicado para este caso.

Esta conclusão é confirmada quando se avalia a evolução histórica das quantidades de plantas contratadas até 2018, registradas na base de dados mundial DESALDATA (Figura 22), onde se observa que a maioria das plantas contratadas até aquele ano usam a tecnologia de osmose inversa.

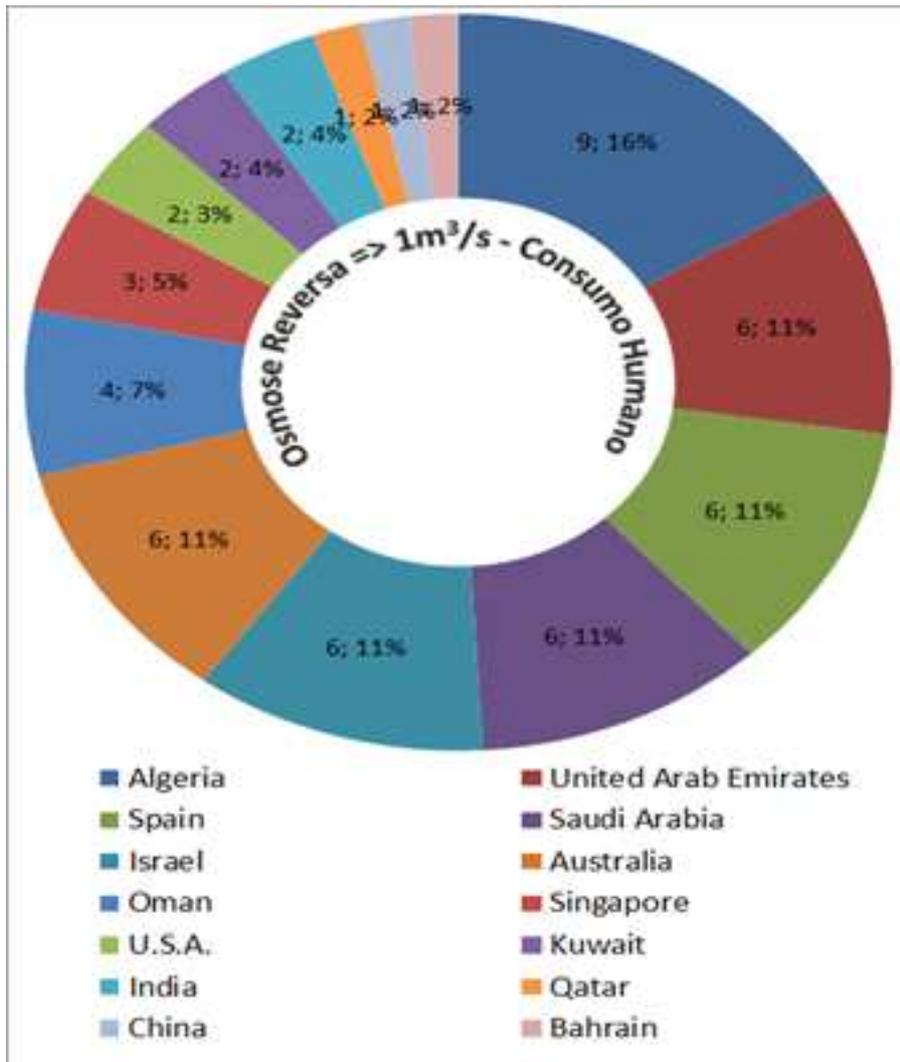
Figura 22 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha contratadas até 2018.



Fonte: [www.dessaldata.com](http://www.dessaldata.com)

Em termos de quantidade de plantas de dessalinização de água marinha para consumo humano com uso de osmose inversa, atualmente estão em operação 55 plantas com capacidade igual ou superior à vazão definida para o presente projeto (1m<sup>3</sup>/s), as quais se encontram distribuídas conforme gráfico a seguir.

Figura 23 - Quantidade de plantas de dessalinização de água marinha por osmose inversa para consumo humano com vazão acima de 1m<sup>3</sup>/s em operação até 2019.



Fonte: [www.dessaldata.com](http://www.dessaldata.com)

## 4. Processos e Sistemas de uma Planta de OI

Em geral, os processos e sistemas nos quais uma planta de dessalinização de OI pode ser decomposta são os seguintes:

- ✓ Captação
- ✓ Pré-tratamento químico
- ✓ Pré-tratamento físico
- ✓ Processo de osmose inversa
- ✓ Bombas centrífugas de processo
- ✓ Recuperação de energia de salmoura
- ✓ Pós-tratamento
- ✓ Armazenamento e impulsão de produtos.
- ✓ Descarga de salmoura
- ✓ Serviços auxiliares
- ✓ Instrumentação e controle
- ✓ Sistema Elétrico

### 4.1. Captação

O principal objetivo de uma bacia é alcançar o fluxo de água bruta necessário para o processo de dessalinização e isso não afeta ou afeta o mínimo possível o ambiente marinho. Nos processos térmicos, este é praticamente o único objetivo, uma vez que tais processos são quase insensíveis às diferenças na qualidade da água bruta captada. No entanto, para a osmose inversa, além do objetivo principal, especifica-se que a água coletada:

- ✓ Não contém matéria suspensa ou o mínimo possível
- ✓ Não contém hidrocarbonetos, óleos ou gorduras
- ✓ Não contém peixe, bactérias, algas, microalgas, plâncton ... ou que seu conteúdo seja o menor possível
- ✓ Não contém matéria orgânica dissolvida (DBO5, DQO, COT ...) ou tão pouco quanto possível
- ✓ Não conter metais pesados, além daqueles dissolvidos naturalmente em água bruta, de atividades industriais ou outros.
- ✓ Não seja afetado por fenômenos naturais, como marés vermelhas
- ✓ Que as variações de temperatura entre o inverno e o verão são tão baixas quanto possível

Para o projeto e exploração de usinas de dessalinização de OI de água do mar, a captação que ocorre é muito importante.

#### 4.1.1. Tipos de Captação

Decidir sobre um tipo ou outro de captação geralmente surge para as usinas de dessalinização da água do mar, porque quando se trata de dessalinizar a água salobra, a captação é geralmente definida pela fonte a ser usada. As fontes de água salobra são, na maioria dos casos, poços, embora às vezes a água salobra de reservatórios ou rios seja usada.

Por outro lado, para uma usina de dessalinização de água do mar, o tipo de bacia geralmente não é definido e é decidido de acordo com o tamanho da instalação e outras condições explicadas abaixo.

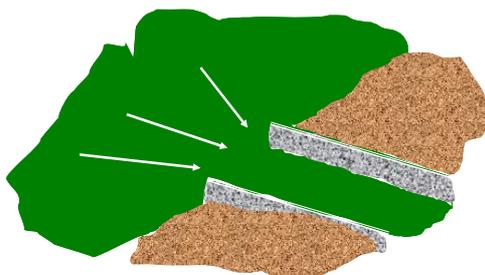
As possíveis soluções para a captação da água do mar podem ser amplamente divididas em “Captação aberta” ou “Captação por poços”. Tipicamente a melhor opção em termos de qualidade da água é a “Captação de Poço”, já que a água captada nos poços sofre filtração natural através da terra, porém, existem situações em que você não pode optar por uma captação por poços.

Os tipos de captação aberta e poços são divididos em diferentes tipos.

#### 4.1.1.1. Captação aberta:

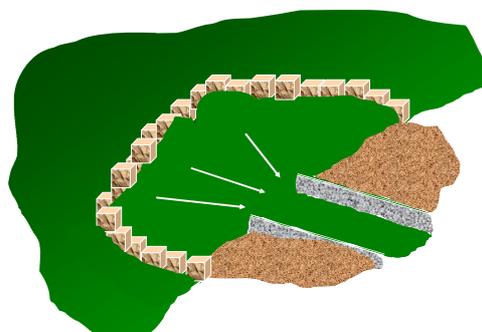
**Captação direta:** Uma captação é feita diretamente quando um canal é construído na costa que permite a entrada direta do mar na área onde as bombas de captação estão localizadas. A principal vantagem desta aquisição é que é um trabalho de construção barato, mas a principal desvantagem é que a qualidade da água é muito ruim, estando sempre sujeita a todos os tipos de variações que o mar pode causar: ondas, chegada de matéria suspensa e flutuante, entrada de peixes, entrada de combustível, etc.

Figura 24 - Captação direta



**Captação através do quebra-mar:** é uma captura direta na qual para tentar resolver algumas de suas complicações, um quebra-mar é construído. Isso serve para evitar o efeito direto das ondas (*swell*) na entrada, a entrada de flutuante e cria uma área tranquila onde a decantação parcial da matéria suspensa pode ocorrer. Trata-se também de impedir a entrada de peixes. No entanto, para resolver algumas dessas complicações, acaba-se por introduzir outras, como a área de decantação torna-se uma piscicultura, já que a entrada de ovos e as condições de águas calmas, bem irradiadas pelo sol, com chegada de plâncton, constituem uma zona ideal para o crescimento do peixe e das bactérias, com os consequentes problemas para os processos de dessalinização.

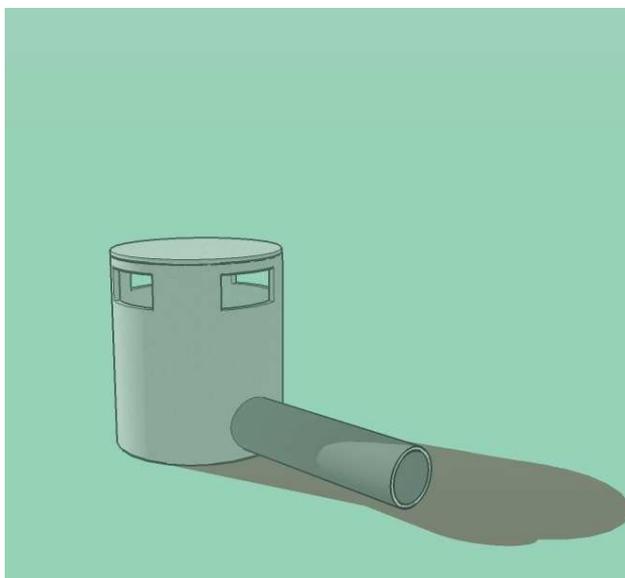
Figura 25 - Captação com quebra-mar



**Captação profunda:** A captação profunda é feita por meio de uma torre de captação localizada em áreas onde a batimetria é de no mínimo 20 m. Este ponto é geralmente longe da costa, dependendo da inclinação do leito do mar, entre 200 e 1000 m. A água captada por meio da Torre é levada para

a costa por meio de um tubo, o dito tubo é geralmente de grande diâmetro por duas razões fundamentalmente: a primeira que a velocidade de captação não seja muito alta e evite uma corrente forte que atraia peixes, e a segunda, que tenha diâmetro suficiente para que mergulhadores possam passar e realizar a limpeza e manutenção do tubo. A torre de captação é projetada para evitar a entrada de areia do fundo do mar removida pelas ondas, a entrada de matéria flutuante da água do mar, a entrada de hidrocarbonetos, óleos e gorduras e a entrada de peixes e similares. A torre é semelhante à mostrada na Figura 26, desta forma, as janelas de entrada da água do mar estão longe do fundo do mar, onde estão as areias, elas também permanecem a uma profundidade suficiente da superfície para impedir a entrada dos flutuadores, como a matéria que pode ser jogada no mar por barcos ou qualquer outra fonte. A velocidade de entrada através das janelas é muito baixa para evitar a criação de correntes de atração para os peixes. Este sistema não resolve todos os problemas, mas os minimiza e é o mais utilizado nas captações abertas atuais. O principal problema é o custo e as dificuldades das obras marítimas.

Figura 26 - Captação através da torre de coleta

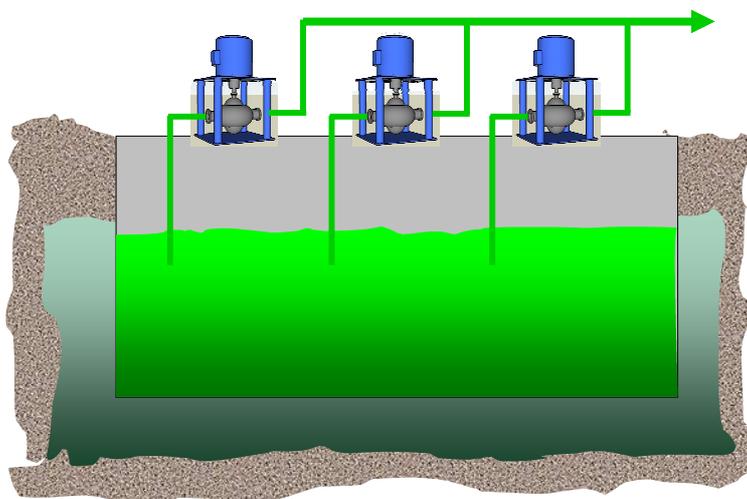


#### 4.1.1.2. Captação por poços.

Esse tipo de captura dependerá exclusivamente das características geológicas do terreno, ou seja, do coeficiente de transmissividade das camadas que compõem a estrutura geológica da costa, no ponto em que você deseja fazer a captação de água do mar. Portanto, o tipo de poço depende do tipo de terreno e pode ser:

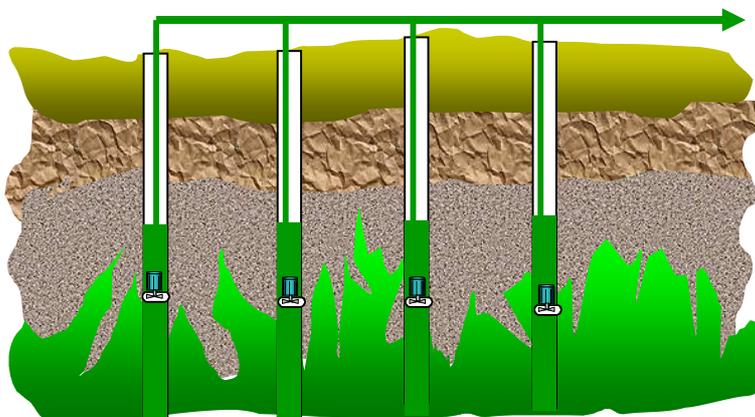
**Poço de cântaro.** Este tipo de poço só é possível no caso de ter terra consolidada com alta transmissividade, o que não é muito normal. Foi construído na ilha de Lanzarote onde aparecem basaltos fraturados que permitem uma escavação perto do mar, com paredes quase verticais que filtram uma grande quantidade de água. Você apenas tem que colocar as bombas de sucção deste poço. A água é de grande qualidade, sem matéria suspensa e construção muito barata. O problema é que essa solução geralmente não é possível.

Figura 27 - Captação através do poço de Cântaro



**Poço de sondagem.** Esse tipo de captura pode ser feita quando o terreno tem uma boa transmissividade. Consiste na construção de sondagens verticais com profundidades entre 50 e 100 m, que atravessam camadas permeáveis e que normalmente permitem capturar unitariamente cerca de 100 L/s. Para evitar o colapso, tubos de PVC perfurados ou materiais similares são introduzidos. Uma bomba submersa é instalada em cada poço que envia a água do mar para a usina.

Figura 28 - Captação por Poço de Sondagem



**Poços melhorados.** Quando se trata de captar grandes quantidades de água do mar para uma grande usina, a solução dos poços de sondagem pode ser ineficiente e complicada, devido ao grande número de poços que podem ser assumidos. Por essa razão, optamos por soluções para melhorar os poços, para que cada um possa fornecer mais fluxo de água e, conseqüentemente, o número de poços necessários é menor. Para isso, poços com maior diâmetro e com perfurações horizontais são construídos para permitir maior fluxo. É uma variante dos chamados poços “*Ranning*”. As técnicas de construção estão melhorando muito agora, de modo que, a menos que os terrenos sejam muito impermeáveis, é possível fazer esse tipo de captação para usinas de médio porte.

## 4.2. Pré-tratamento Químico

O pré-tratamento químico da água do mar ou salobra tem vários objetivos:



- ✓ Adaptar as características químicas da água às necessidades do processo
- ✓ Ajudar a precipitação química de sais indesejados antes de atingir as membranas
- ✓ Ajuda na eliminação de substâncias em suspensão, melhorando o desempenho dos tratamentos físicos
- ✓ Desinfecção
- ✓ Evite a precipitação de sais dentro das membranas

A necessidade de cada ação anterior é determinada pela qualidade da água do mar ou água salobra captada, não necessariamente tendo que usar todos eles na maioria dos casos.

Em usinas de dessalinização de OI Para realizar as ações acima, os reagentes a seguir são normalmente usados:

- ✓ Para ajustar o pH: ácido sulfúrico, hidróxido de sódio
- ✓ Para desinfecção: hipoclorito de sódio
- ✓ Reduzir o cloro residual: bissulfito de sódio, metabolizador de sódio
- ✓ Coagulação: cloreto férrico
- ✓ Floculação: polieletrólito
- ✓ Evitar a precipitação de sais: dispersante

Nas plantas, os sistemas de dosagem são instalados para cada um dos reagentes planejados para serem usados.

### 4.3. Pré-tratamento Físico

Pré-tratamento físico significa aqueles tratamentos que estão incluídos no projeto para eliminar todas as substâncias não dissolvidas na água bruta, como coloides, hidrocarbonetos, microalgas, matéria em suspensão ou materiais flutuantes, por processos físicos. Às vezes, o pré-tratamento físico é combinado com produtos químicos para atingir seu objetivo, por exemplo, na filtração, coagulantes são adicionados para coagular a matéria em suspensão e poderem ser mais facilmente retidos.

As operações de pré-tratamento físico mais comuns são:

- ✓ Pré-filtração de água bruta: grades, filtros de tela e filtros autolimpantes;
- ✓ A mistura rápida
- ✓ A floculação
- ✓ A decantação
- ✓ A flutuação
- ✓ A filtração em todas as suas variantes: filtros multimídia (tipicamente areia e antracito), filtros de pré-revestimento, filtros de leito flutuante e filtros de cartucho
- ✓ A Ultrafiltração

O uso de um ou vários pré-tratamentos físicos é determinado pelas características da água capturada e pelas características requeridas para a água pré-tratada (água antes da entrada nas membranas de OI). Se houve um bom estudo preliminar da área de captação e um projeto correto da bacia foi feito, um pré-tratamento complicado não deveria ser necessário. Portanto, o "Projeto" de uma planta começa com a escolha do tipo de captação e seu projeto.

Em geral, para água do mar, recomenda-se evitar os processos que são realizados em câmaras de gravidade abertas ou cobertas e onde a aeração é realizada, tais como: filtros de gravidade,

coagulação ou floculação em câmaras, decantação, DAF, se é imperativo que eles possam ser instalados, mas em geral é preferível evitá-los porque nessas câmaras geralmente acontece:

- ✓ A queda de matéria trazida pelo vento: areias, papel, plásticos, etc. ou devido à ação do homem
- ✓ Aeração da água captada ao passar de uma câmara para outra por transbordamento, por exemplo, ou ao lavar com ar ou ao criar bolhas para flotação.
- ✓ Radiação solar, que pode ser produzida diretamente ou através de janelas.

O primeiro evento contamina a água diretamente e, como consequência dos dois últimos eventos, o crescimento bacteriano na água do mar é favorecido, pois traz bactérias e alimentos, que juntamente com a aeração e radiação solar facilitam o crescimento de colônias de bactérias, vírus, microalgas, etc., a água bruta que chega às membranas, irá conter mais matéria orgânica do que a água bruta captada inicialmente e isso vai produzir problemas de incrustação por bioincrustação nas membranas de OI.

#### **4.3.1. Pré-filtragem**

Os equipamentos de pré-filtragem são instalados antes das bombas de água bruta para a usina, normalmente elas consistem de grades e/ou peneiras rotativas ou filtros autolimpantes.

A instalação destes equipamentos deve ser feita incluindo portões de isolamento e equipamentos em reserva para poder realizar as tarefas de lavagem e manutenção, sem ter que parar a planta.

#### **4.3.2. Coagulação**

A coagulação é determinada pela quantidade de material coagulável na água bruta necessária para coagular, depois os coágulos são decantados ou são retidos em processos de filtração.

A coagulação pode ser feita com câmaras com agitadores lentos ou em linha com misturadores estáticos instalados nas linhas de tubos. Sempre que possível, como já mencionado, o uso de misturadores estáticos e coagulação em linha é preferível, já que este tipo de coagulação é um processo fechado.

#### **4.3.3. Mistura rápida - Floculação**

A necessidade de instalar a mistura rápida e floculação é determinada pela quantidade de material floculável na água bruta necessária para flocular, ou porque a água bruta contém metais pesados que precisam ser precipitados, adicionando, por exemplo, cal ou polieletrólito.

A mistura rápida é realizada em câmaras com agitadores rápidos para misturar o floculante e a floculação é realizada em câmaras com agitadores lentos que facilitam a formação de flocos sem quebrá-los, então estes flocos decantam ou flutuam. Se possível, recomenda-se a realização de floculação em linha. No caso de ter que instalar mistura rápida e floculação em câmaras, é aconselhável que elas sejam cobertas para, pelo menos, reduzir a radiação solar e a possível entrada de substâncias indesejáveis. Além disso, no caso de câmaras para evitar quebrar os flocos formados, o passo para o próximo estágio de pré-tratamento, decantação ou flotação, deve ser feito por gravidade e não bombeando a água já que este bombeamento quebraria os flocos formados tornando a instalação de mistura e/ou floculação inútil.

#### **4.3.4. Decantação**

O processo de decantação é usado quando os materiais suspensos, coágulos ou flocos formados são pesados, de modo que em baixas velocidades eles podem decantar para o fundo do decantador na forma de lodos que são extraídos de tempos em tempos. O tipo de decantador a ser utilizado pode ser de várias formas e desenhos: quadrado, circular, com ponte rolante e raspadores, com recirculação de lamas, etc.

O processo de decantação é realizado em câmaras que, como na Mistura e Floculação ou Coagulação, só devem ser utilizadas quando não há outro procedimento alternativo e devem ser cobertas para evitar, tanto quanto possível, a radiação solar e a contaminação por materiais de fora.

#### **4.3.5. Sistema de Flotação – DAF**

Este processo de separação é realizado por flotação com ar e seu nome é devido à sua sigla em inglês (*Dissolved Air Flotation-D.A.F.*). É usado no caso em que a água bruta contém muita matéria flutuante (por exemplo: hidrocarbonetos, óleo ou gorduras em concentração apreciável) ou que se prevê a existência de intensas marés vermelhas. Nesses casos, um flutuador deve ser instalado para eliminar o máximo possível do material mencionado antes de entrar em outras operações, como filtração, evitando, assim, sobrecarregar essas últimas operações. O processo de flotação é conseguido introduzindo ar no flutuador, em bolhas muito finas e muito bem distribuídas. Essas bolhas se prendem aos flocos e os ajudam a flutuar. De vez em quando um raspador passa através da superfície da água e envia o material flotado para um recipiente de onde é extraído por bombas de parafuso. O ar é introduzido através da recirculação de uma parte da água flotada para a qual o ar é injetado em um tanque pressurizado (balão de ar), posteriormente esta água é injetada na entrada da água bruta até por meio de um bocal especial, despressurizando e liberando as bolhas de ar que flutam os flocos, hidrocarbonetos, óleos e/ou gorduras presentes na água bruta. A água é extraída do fundo do flutuador, passando para um tanque de água clara de onde é bombeada para o próximo processo.

Se a água bruta contém hidrocarbonetos, óleos, gorduras ou matéria flutuante em quantidades significativas, é porque falhou, ou na escolha da área de captação ou no desenho da bacia. Apenas no caso de marés vermelhas intensas em toda a área de captação possível e que não é viável evitá-las com uma captação profunda, o uso de tratamento com DAF é obrigatório.

Então, se a instalação de D.A.F. é como consequência da presença de hidrocarbonetos, óleos e gorduras, o mais apropriado e vantajoso é projetar uma captação profunda em que estas substâncias não são capturadas ou mudar a localização da bacia. Essas soluções são preferíveis a ter que instalar pré-tratamentos complexos que vão aumentar o custo de investimento e operação e também gerar um problema ao longo da vida útil da dessalinização da planta.

Se a instalação de D.A.F. é motivada pela existência de marés vermelhas intensas, é conveniente realizar uma captura de profundidade, de modo que a concentração de células/ml seja tão baixa quanto possível e se apesar de tudo o D.A.F for necessário, é conveniente instalar um by-pass, para que possa ficar fora de serviço quando não houver maré vermelha.

Em qualquer caso, se um D.A.F. for instalado, ele deve ser instalado dentro de um navio ou, pelo menos, coberto para evitar a queda de materiais arrastados pelo ar e radiação solar, como já mencionado.

#### **4.3.6. Filtração**

Os fabricantes de membrana de OI solicitam uma taxa de colmatação na entrada de suas membranas, *Silt Density Index* (SDI) 15 minutos a menos de 5, 100% do tempo e recomendam que seja menor que 3.

Por esta razão, pelo menos um pré-tratamento que consiste em uma filtragem é quase inevitável para ter que instalá-lo, já que quase nenhuma água captada apresenta um SDI de menos de 3 ou mesmo 5.

Somente no caso de ser capaz de construir uma captação por poços, pode ser que o SDI da água bruta seja baixa e, mesmo neste caso, a filtração é normalmente instalada por segurança e caso os poços evoluam com o tempo e então é necessário usar a filtração.

A filtração pode ser feita em um, dois ou mais estágios. A decisão sobre o número de etapas a serem instaladas dependerá da quantidade de matéria contida na água bruta. Se essa quantidade for muito grande e tentarmos removê-la com um único estágio de filtração, os filtros ficarão sujos muito rapidamente, não dando tempo para lavá-los. Neste caso, o lógico é remover o material em dois estágios, para que cada um deles remova cerca de 50% da matéria aportada.

Se a quantidade de material for pequena, ela pode ser projetada em um único estágio de filtração em filtros multimídia, geralmente areia e antracito. Se a quantidade for maior, dois estágios podem ser instalados.

O tipo de filtro pode ser aberto, também chamado de gravidade, ou fechado, também chamado de pressão. Os filtros por gravidade requerem um bombeamento intermediário, uma vez que a água bruta bombeada da captura quebra a carga nos filtros. Além disso, esse tipo de filtro aberto está sujeito aos problemas mencionados pelas câmeras gravitacionais. Por esta razão, em instalações onde são instalados filtros abertos, eles são instalados em um prédio fechado para evitar a radiação solar e assim minimizar o crescimento de bactérias, embora a exposição ao ambiente e a aeração não sejam evitadas, mesmo neste caso.

Existem outros tipos de filtros no mercado em que a camada de filtro está sendo lavada continuamente tipo Dynasand ou filtros em que a camada de filtro faz um efeito de arrasto de matéria suspensa, etc. O uso destes modelos comerciais depende da experiência, da necessidade e se eles têm vantagens sobre a filtração convencional.

Para a eliminação de hidrocarbonetos, óleos ou gorduras, mesmo que estas tenham sido colocadas em uma operação prévia de pré-tratamento, seria necessário instalar um filtro de carvão ativado que garanta sua total eliminação, já que as membranas não podem trabalhar com esse tipo de substâncias, não porque eles os degradam, mas porque são impermeáveis à sua passagem e se acumulam dentro deles, reduzindo a superfície útil da membrana e reduzindo a produção. O carvão ativo pode ser usado na forma granular ou em pó. A instalação deste tipo de pré-tratamento com filtros de carvão ativado torna a operação muito mais complicada, por isso não conhecemos grandes instalações de dessalinização de água do mar onde seu uso é viável, como já mencionado, é recomendada a mudança no projeto ou na localização da área de captação.

No caso em que a matéria em suspensão é quase toda de tamanho muito pequeno <30 micra ou que a quantidade de partículas nessa faixa é elevada, pode-se estudar a instalação de um filtro de pré-camada, a fim de poder eliminar essa questão de uma forma segura e com um filtro que pode regenerar com relativa facilidade. Este pré-revestimento pode ser feito em celulose, diatomáceas ou

algum material deste tipo, o poder de corte é de 15 micra. Este tipo de filtro não é usado atualmente nas grandes usinas de dessalinização de OI.

#### 4.3.7. Ultrafiltração

A microfiltração, precursora da ultrafiltração, foi a primeira tecnologia de filtração por membranas. É usado há mais de duas décadas para o tratamento, principalmente de águas superficiais destinadas ao consumo humano, a fim de eliminar e/ou reduzir protozoários, como *Cryptosporidium* e giárdia, turbidez, cor, algas, bactérias e, em alguns casos, vírus ligados ao material particulado, como alternativa aos processos físico-químicos convencionais.

A ultrafiltração é um processo de membrana localizado entre a microfiltração e a nanofiltração. O tamanho do poro é geralmente entre 0,1 e 0,001 micra, embora a forma mais comum de expressar o tamanho de exclusão em ultrafiltração seja referida como corte molecular, expresso em Daltons. A definição geralmente aceita de corte molecular refere-se ao peso molecular de macromoléculas como dextrano e proteínas globulares, entre outras, que são retidas em 90% pela membrana de ultrafiltração.

Embora as seções moleculares das membranas de ultrafiltração estejam entre 5.000 e 500.000 Daltons, elas são normalmente usadas em pré-tratamentos, valores de corte moleculares entre 100.000 e 150.000 Daltons, equivalente a um tamanho de poro de aproximadamente 0,025 micra, que elimina macromoléculas, proteínas, vírus e sílica coloidal, bem como protozoários, como *Cryptosporidium* e giárdia, turbidez, cor, algas e bactérias, como membranas de microfiltração.

A maioria das membranas é de natureza orgânica, feita de materiais poliméricos como polissulfona, fluoreto de polivinila, poliamida, acetato de celulose, etc., e cujas configurações são geralmente em fibras capilares de diferentes diâmetros, na forma de membranas planas em estrutura compacta ou cassete e, também, enrolamento espiral. Por outro lado, existem também membranas inorgânicas, cerâmica multicanal, à base de óxido de zircônio, embora sejam mais utilizadas em tratamentos industriais de água.

A ultrafiltração pode ser operada em duas configurações hidráulicas diferentes. Em fluxo cruzado ou fluxo direto. No primeiro, um fluxo tangencial à superfície da membrana, por meio da recirculação do concentrado, permite reduzir a polarização pela concentração de materiais nele retidos, o que normalmente causa perdas de fluxo e pressão. A contribuição da água a ser tratada no sistema compensa a produção de água ultrafiltrada e a perda por purga de concentrado. Na segunda, o fluxo de água na superfície da membrana é direto ou perpendicular, sem aplicar nenhum fluxo cruzado ou recirculação. Este sistema, também chamado de configuração cega ou sem saída, permite uma economia significativa de energia. Uma varredura sequencial, automática, de curta duração, permite que o fluxo de água tratada seja mantido de maneira estável.

O uso de ultrafiltração em pré-tratamentos de dessalinização por membranas de osmose inversa, permite reduzir o grau de colmatação dos mesmos, devido à alta redução de coloides inorgânicos e orgânicos, responsáveis, na maior parte, pela SDI 15 das águas a serem tratadas e cuja faixa de tamanho está entre 0,1 e 10 micra.

As instalações de ultrafiltração são compostas, basicamente, por:

**Filtros de proteção autolimpantes**, para remover partículas grandes que podem entupir as fibras capilares das membranas, são filtros com tamanho de luz entre 100 e 200 micra.

**Bastidores de UF**, que contêm os módulos com as membranas de UF.

**Sistema de retrolavagem sequencialmente**, geralmente a cada 30 minutos de filtração, dependendo da quantidade de material a ser tratado, uma lavagem é realizada com água ultrafiltrada e, em alguns fabricantes, também com ar.

**Sistema de retrolavagem quimicamente aprimorado (CEB: *Chemical Enhanced Backwash*)**: geralmente é feito a cada 12 horas, quando os efeitos colaterais se tornam muito frequentes. O mesmo equipamento de retrolavagem é usado e é feito com água ultrafiltrada, que é dosada com produtos químicos como hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio ou ácido sulfúrico.

**Sistema de limpeza química (CIP: *Cleaning in Place*)**: é normalmente feito a cada 30 dias para recuperar o desempenho das membranas se as várias retrolavagens não tiverem sido eficazes e C.E.B. estabelecidos.

**Teste de integridade de membranas**, para garantir a integridade das membranas de UF e que eles continuam a ser uma barreira eficaz.

Esta tecnologia de ultrafiltração, similar à tecnologia de microfiltração, permite otimizar o projeto de sistemas de dessalinização com membranas, aumentando os fluxos, ou seja, os litros por hora e por metro quadrado de membrana, aproximadamente, em 30%, e fornecer água para as membranas de osmose inversa com valores de SDI 15 geralmente inferior a 3.

A Tabela 4.3 resume os resultados de um estudo de eliminação de diferentes microrganismos por ultrafiltração.

Tabela 4.3 - Desempenho na eliminação de partículas de Ultrafiltração

Microrganismo	Concentração em água de contribuição	Concentração na filtragem	Eliminação (Log)
<i>Giardia</i> , (cistos/L)	2 E + 09	<1	>9
<i>Cryptosporidium</i> ,(cistos/L)	1,5 E +09	<1	>8
Bacteriófago MS2 UFP/L	5 E +08	5 E +03	>4,9

O vírus do bacteriófago MS2 tem um tamanho de 0,027 micra, que é menor que o tamanho dos poros das membranas de UF. No entanto, uma alta eliminação é alcançada, provavelmente devido à adsorção do vírus às partículas em suspensão, à adsorção nas membranas ou à filtração secundária devido à incrustação (sujeira) da membrana. Existe realmente uma tendência para melhorar a remoção do MS2 à medida que aumenta a incrustação (sujeira) da membrana.

Uma configuração em linha é muito comum em projeto da Ultrafiltração, ou seja, a água ultrafiltrada sai sob pressão das membranas de ultrafiltração e alimenta diretamente as bombas de alta pressão das membranas de osmose inversa, sem quebrar a carga em um tanque de armazenamento. Como a água ultrafiltrada é necessária para operações de retrolavagem, é instalado um tanque de armazenamento, com by-pass, com volume adequado para atender a essas necessidades. Esta configuração tem vantagens do ponto de vista da operação.

Existem fabricantes de membranas O.I. que também têm membranas UF e que dão um pacote completo com algumas garantias que podem ser interessantes, é o caso de Dow Chemical, Hydranautics e Toray.

Vários fabricantes de membranas de ultrafiltração disponibilizam para engenheiros e clientes programas de cálculo de sistemas de Ultrafiltração, por exemplo, Pentair, Inge e Dow Chemical.

#### 4.3.8. Filtração por cartuchos

Filtração por cartuchos é um dispositivo que geralmente é necessário devido aos requisitos dos fabricantes de membranas de osmose inversa, com exceção no caso da instalação de ultrafiltrações em linha como pré-tratamento. Para fornecer garantias das membranas de OI, os fabricantes solicitam a instalação desses filtros antes do bombeamento de alta pressão, seja qual for o pré-tratamento físico e químico escolhido, a menos que o pré-tratamento anterior seja a linha de ultrafiltração.

Esses filtros consistem em um contêiner que contém os cartuchos de filtro. Existem muitos tipos de cartuchos no mercado, mas como características comuns a todos eles, o comprimento é sempre múltiplo de 10" e, na maioria deles, o diâmetro do cartucho é de 63 mm. O poder de corte a ser exigido é de 10 micra absolutos, com uma proporção Beta de 5.000. O Beta Ratio é a razão entre o número de partículas maiores que um determinado tamanho por unidade de volume na água que entra, dividido pelo número de partículas maiores que um determinado tamanho por unidade de volume na água da saída do filtro. É uma medida da eficácia da filtração, portanto, uma Beta Ratio de 5.000 significa uma eficiência de  $100 \times (1 - 1/5000) = 99,98\%$ .

### 4.4. Processo de Osmose Inversa

#### 4.4.1. Membranas de OI

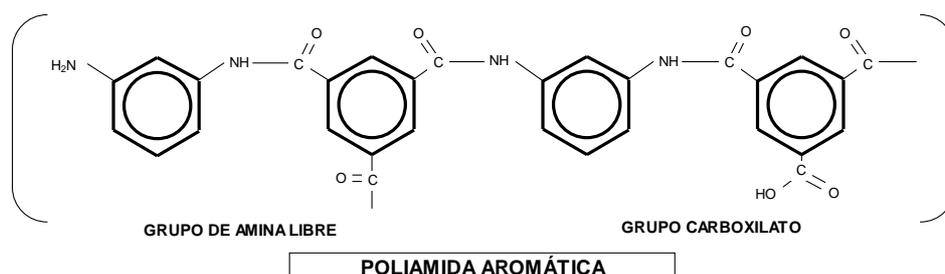
As membranas de OI são classificadas de acordo com vários aspectos como:

- ✓ A estrutura química da membrana, dada pelas diferentes composições químicas das membranas comerciais existentes no mercado;
- ✓ A estrutura física da membrana. A membrana ativa, que é semipermeável onde ocorre o fenômeno de osmose inversa, é muito fina, o resto da membrana é estrutural. A maneira de se unir e construir este conjunto estabelece as diferentes estruturas físicas das membranas comerciais;
- ✓ A geometria da membrana. A maneira de apresentar as membranas comercialmente para seu uso estabelece as diferentes geometrias existentes no mercado.

Os mais comumente usados para serem mais competitivos em preço e desempenho são as membranas semipermeáveis com estrutura química de poliamida aromática, estrutura física assimétrica e composta e geometria de enrolamento em espiral.

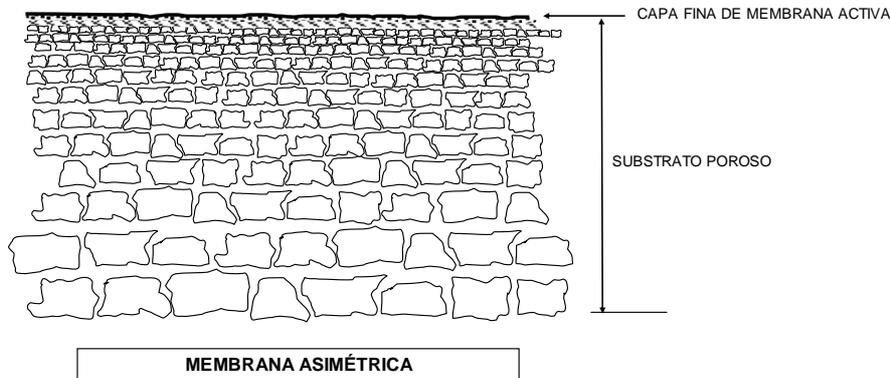
A estrutura da poliamida aromática é mostrada na figura abaixo.

Figura 29 - Estrutura de poliamida aromática



Hoje em dia, as membranas assimétricas são usadas comercialmente. Se uma seção transversal é dada à membrana, encontraremos duas camadas diferenciadas, uma é a própria camada semipermeável, que é onde ocorre a rejeição de sais e outra camada porosa que constitui a camada suporte de substrato e cuja missão é apenas a resistência mecânica e deve deixar a água com seus sais dissolvidos atravessá-la com a menor perda de carga possível, veja figura abaixo.

Figura 30 - Membrana Assimétrica



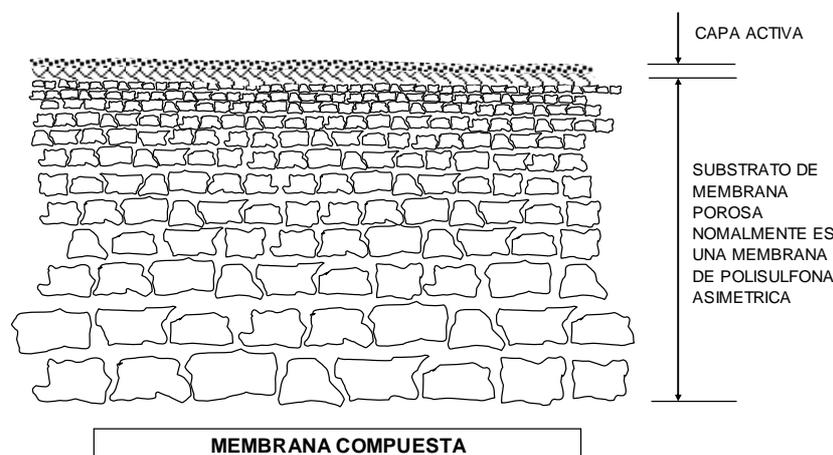
Este tipo de estrutura é muito conveniente, porque a espessura da camada ativa é pequena na ordem de 1.000 a 2.000 Å, então o fluxo, que é inversamente proporcional à espessura, pode ser muito grande. O resto da membrana é o substrato que funciona como suporte físico e também, os grandes poros dessa camada fazem com que a resistência à passagem da água seja pequena.

As membranas de polímero não permitem a geração de uma estrutura assimétrica com um único material, como acontece com as membranas de acetato de celulose, portanto, para obter uma membrana dessas características, a união de dois tipos de membranas é realizada, uma que é a camada ativa do material polimérico escolhido e outra que tem uma estrutura porosa do tipo assimétrica, com aumento da porosidade para uma extremidade e que atua como suporte físico, são as Membranas Compostas. Os tipos de união da camada ativa e da camada de suporte são:

- ✓ Por polimerização direta do polímero semipermeável na membrana de suporte;
- ✓ Através de ligações químicas que são estabelecidas entre as moléculas de ambas as camadas, este é o modelo crosslinked.

A camada ativa depositada no substrato é da ordem de 0,25 g/m<sup>2</sup>. Veja a figura abaixo.

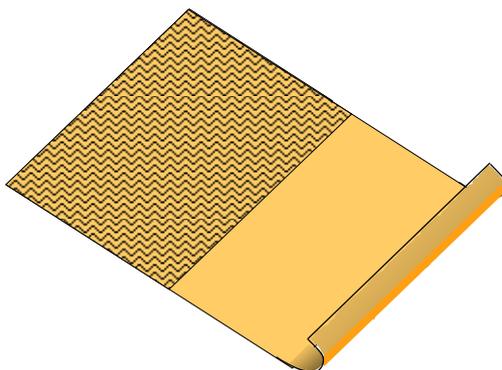
Figura 31 - Membrana Composta



A geometria das membranas de enrolamento em espiral é explicada abaixo. Para a fabricação das membranas de enrolamento em espiral, os envelopes de membrana são formados dobrando uma membrana plana sobre si própria e deixando um separador no interior, de modo que as paredes internas permaneçam separadas e não colem um lado à superfície de outro. Este envelope tem três dos seus quatro lados fechados. O lado aberto dos envelopes de membranas é preso a um tubo perfurado e um separador é colocado entre cada dois envelopes para que as faces dos envelopes não fiquem em contato. Todo esse conjunto é enrolado no tubo, obtendo assim uma membrana de enrolamento espiral. Nas figuras a seguir, o processo descrito é mostrado.

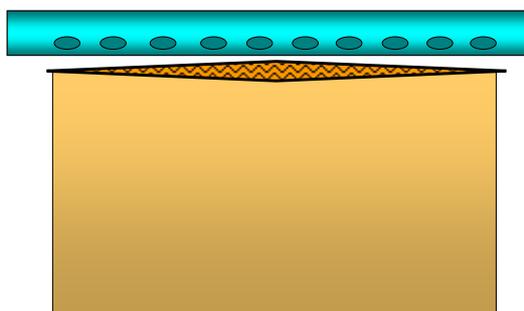
- ✓ Dobra da membrana plana em si mesmo com o separador localizado entre eles.

Figura 32 - Passo 1. Enrolamento em espiral (fonte o autor)



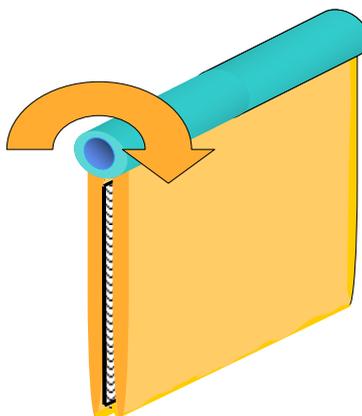
- ✓ Envelope formado com três lados fechados, com o separador no interior que une o tubo de coleta de água permeada.

Figura 33 - Passo 2. Enrolamento em espiral (fonte o autor)



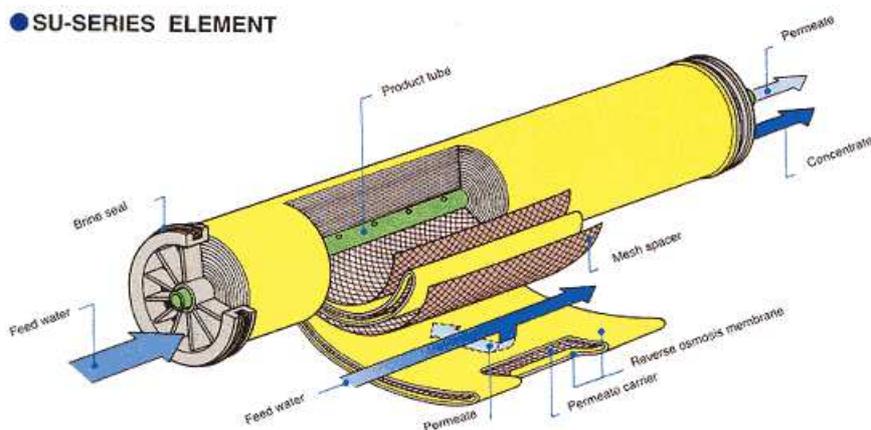
- ✓ O lado aberto do envelope gruda no tubo perfurado deixando os orifícios no envelope.

Figura 34 - Passo 3. Enrolamento em espiral (fonte o autor)



Se você fizer vários envelopes como o mencionado e aderir ao tubo para o qual você fez mais perfurações longitudinais, um por envelope, e também coloque alguns espaçadores entre cada envelope e, finalmente, todo este conjunto é enrolado no tubo como mostrado na figura abaixo, assim teremos uma membrana de configuração em espiral de enrolamento ou “*Spiral wound*”.

Figura 35 - Membrana de enrolamento em espiral (cortesia de Toray)



Este é o formato usado pelos principais fabricantes de membranas e está instalado na maioria das plantas de osmose inversa do mundo. A principal razão para a grande aceitação, é que é uma configuração muito compacta na qual a razão entre os m<sup>2</sup> de superfície ativa por m<sup>3</sup> de volume de membranas é alta. Além disso, todos os fabricantes adotaram dimensões iguais para a membrana, o que permite fácil intercambialidade.

As membranas de enrolamento em espiral têm dimensões padrão com um diâmetro entre: 2,5”, 4” e 8” e um comprimento de 1 metro. Atualmente existem também membranas de OI de 16 ”de diâmetro e com um comprimento de um metro, ainda que instaladas comercialmente estão em poucas plantas.

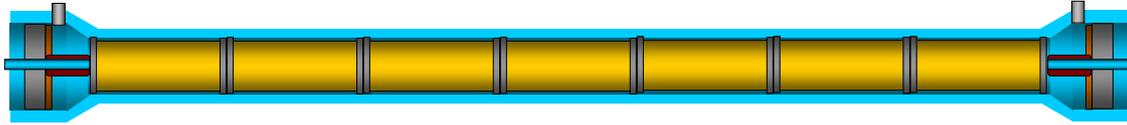
#### 4.4.2. Tubos de Pressão

Em uma planta de dessalinização, todas as membranas estão instaladas dentro de um recipiente que é capaz de suportar a pressão e que também tem portas de entrada e de saída de diferentes correntes, de água bruta, salmoura e permeava a água. Este recipiente é chamado de tubo de pressão. O tamanho e a forma dos tubos de pressão são diferentes dependendo da configuração física da membrana. Nesta seção vamos nos referir exclusivamente aos tubos de pressão utilizados para as membranas de enrolamento em espiral, pois são os mais comuns e onde podemos encontrar mais fornecedores e tubos, que todos atendem ao objetivo e apresentam variações que podem ser interessantes.

Os tubos de pressão são construídos em poliéster reforçado com fibra de vidro e, para suportar as altas pressões de alimentação, possuem uma malha interna de aço inoxidável, que nunca entra em contato com a água. As dimensões dos tubos de pressão correspondem às dimensões das membranas que eles têm que conter, então existem tubos de pressão de 2,5”, 4” e 8” de diâmetro com comprimentos variando de um metro, para conter uma membrana e de até oito metros para conter até oito membranas em série. Existem diferentes fabricantes deste tipo de elementos, entre os mais conhecidos são Protec Arisawa, Bekaert, Bel Composite e os próprios fabricantes de membranas. Quando a configuração física das membranas é diferente do enrolamento em espiral, são os próprios fabricantes que fornecem as membranas já instaladas em seus tubos de pressão, isso

porque, em outras configurações, não há padronização nas dimensões das membranas e para que cada fabricante tenha seus sistemas especiais para entrar na água bruta, retire a salmoura e o produto, para que o tubo seja especial e específico para cada um deles, não podendo encontrar no mercado fabricantes dos tubos.

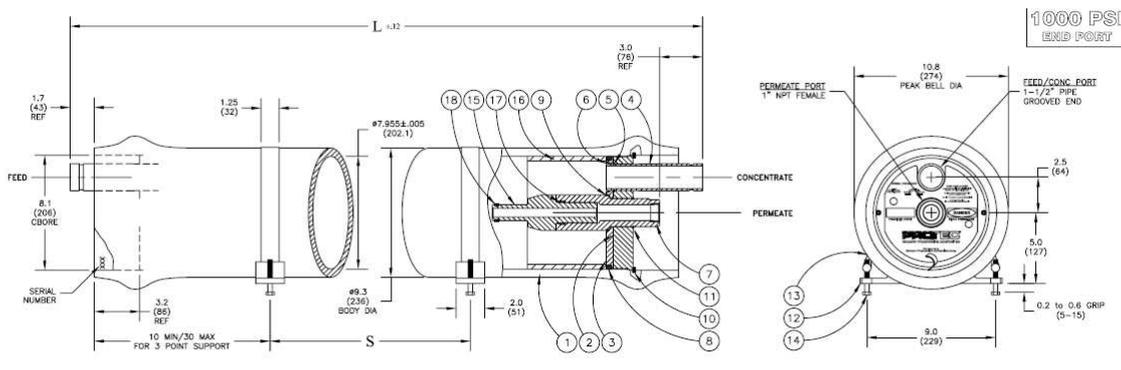
Figura 36 - Seção do tubo de pressão com membranas internamente



Se um tubo de pressão é seccionado longitudinalmente, em cada uma das extremidades observa-se, ver figura anterior, uma cabeça para conectar o tubo central das membranas onde circula a água permeada, com o exterior, também se observa os espaços para a entrada de água bruta em uma extremidade e a saída da salmoura na outra. Dentro do tubo da figura vemos sete membranas instaladas, entre cada uma delas deve haver um interconector ou um sistema de conexão para que haja continuidade no tubo central do permeado.

Nos primeiros tubos de pressão, a entrada de água bruta e a saída de salmoura eram frontais, ou seja, saíam através de portas localizadas no cabeçote da extremidade, assim como o permeado.

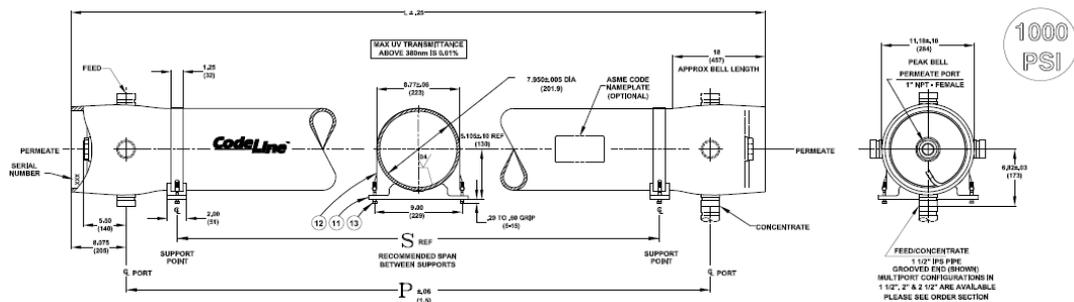
Figura 37 - Tubo de pressão de conexão frontal



Na figura podemos ver um tubo de pressão para a água do mar, com um cabeçote de saída e entrada frontal.

Posteriormente, surgiram tubos de pressão com entrada de água bruta e saída lateral de salmoura, o que oferecia vantagens na hora de projetar a armação, reduzindo espaços e a necessidade de tubos de interligação.

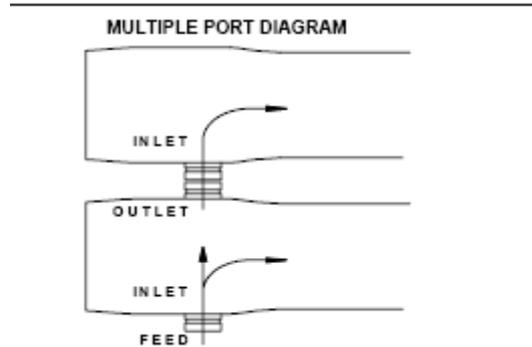
Figura 38 - Tubo de pressão de conexões laterais (Fonte: Cortesia de CodeLine, Protec Arisawa)



Na figura anterior, vemos um tubo de pressão para água do mar com entradas laterais e saídas.

O último sistema desenvolvido é a conexão das entradas de água bruta e das saídas de salmoura dos tubos entre si, até um máximo de cinco tubos, o que economiza muito material de tubulação para a interconexão, ainda que supõe ter que construir o bastidor com grande precisão para que os tubos coincidam com outros e possam uni-los. A cabeça dos tubos atua como tubo de distribuição para os seguintes.

Figura 39 - Tubo de pressão multiporta (Fonte: Cortesia de Bekaert)

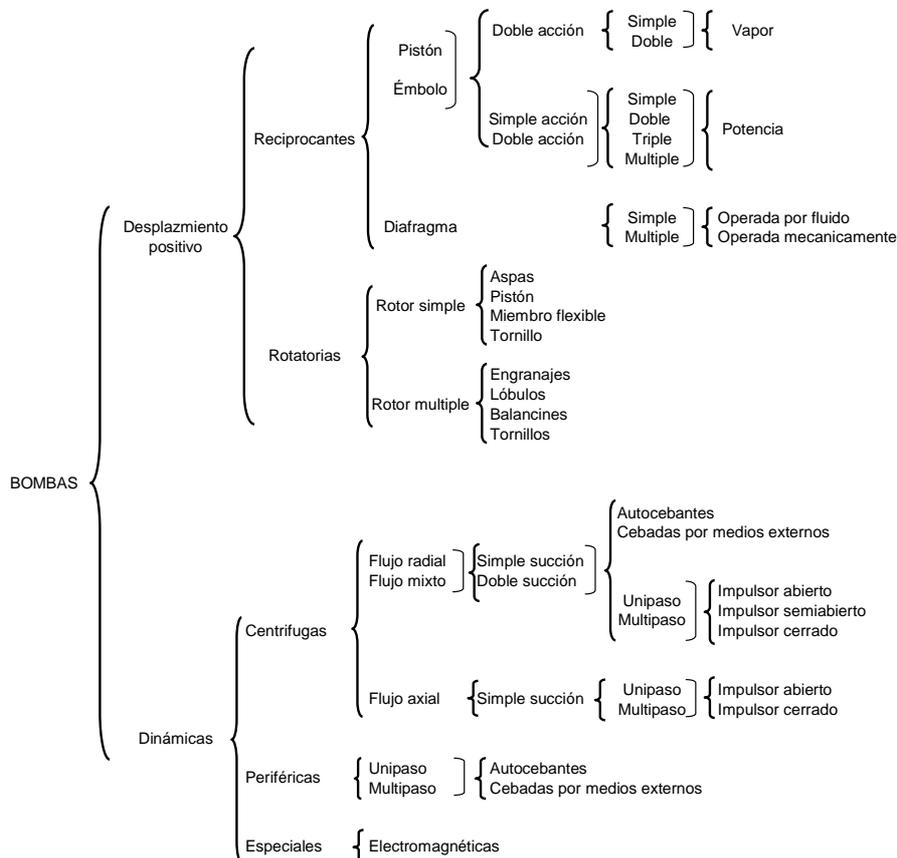


Outro aspecto dos tubos de pressão que sofreram evolução é o seu sistema de abertura e fechamento, a fim de facilitar as manobras de manutenção.

#### 4.5. Bombas Centrífugas de Processo

As bombas são uma parte importante de um sistema de dessalinização, por isso é importante fazer um dimensionamento correto e especificá-las para que a operação da instalação atenda aos objetivos propostos. Uma classificação geral dos tipos de bombas existentes é mostrada na figura a seguir.

Figura 40 - Tipos de bombas



As bombas mais utilizadas em grandes instalações de dessalinização são as bombas centrífugas, que podem ser classificadas de acordo com sua configuração, em: bombas horizontais, bombas verticais e bombas submersas.

Da mesma forma, bombas centrífugas multiestágios ou multiestágios horizontais podem ser classificadas, dependendo da construção em bombas de câmara partida ou bombas de segmento. Abaixo estão os tipos de bombas classificadas de acordo com diferentes critérios.

Tabela 4.4 - Bombas centrífugas classificadas de acordo com diferentes critérios

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO	TIPO DE BOMBA	CARACTERÍSTICAS
De acordo com a direção do fluxo	Fluxo radial	O fluido entra no impulsor axialmente através da porta de sucção e é descarregado radialmente em direção ao alojamento da bomba. Impulsores radiais que podem ser abertos, fechados ou semiabertos são usados. Este tipo de bomba é usada para bombear fluidos em média/alta alturas. Em alguns tipos de bombas de aspiração também é radialmente.
	Fluxo misto	O fluido entra axialmente no impulsor e é descarregado em uma direção intermediária entre o radial e o axial. Impulsores radiais são usados e podem ser abertos ou fechados. Essas bombas servem para direcionar fluidos para alturas médias.
	Fluxo axial	O fluido entra e sai do impulsor axialmente. Eles são usados para mover grandes fluxos para pequenas alturas.
Tipo de impulsor	Impulsor aberto	As palhetas estão livres em ambos os lados e são seguradas por um anel central pelo qual o fluido entra. Elas têm baixo desempenho e estruturalmente são fracas. Mas elas são adequadas para bombear líquidos com materiais grosseiros suspensos.
	Impulsor semiaberto	As palhetas são livres de um lado e fixas em um disco do outro. Elas são adequadas para bombear fluidos viscosos. Elas têm maior resistência à abrasão do que as fechadas e maior estabilidade do que as abertas.
	Impulsor fechado	O impulsor é formado por dois discos que envolvem as lâminas. O fluxo vai do centro onde o fluido entra para a periferia do rotor, este fluxo é melhor orientado e o desempenho é maior, mas é para fluidos limpos.
Dependendo da aspiração	Aspiração simples	Têm um único orifício de sucção
	Aspiração Dupla	Tem uma única entrada do fluido que é então dividida em duas para ir cada uma das correntes para um rotor. Ambos os impulsores são instalados em paralelo, dando a mesma altura de pressão e trabalhando com metade do fluxo total da bomba
Dependendo do número de etapas	Estágio simples ou unipasso	Têm um único impulsor
	Multietapa ou multipasso	Têm dois ou mais impulsores trabalhando em série, de modo que a descarga de um deles é a alimentação do próximo. A altura total da pressão é a soma das alturas de pressão de cada um dos impulsores. São usados para bombeamento de alta pressão.
Posição da bomba	Bombas horizontais	São os mais comuns e aplicáveis a uma infinidade de serviços
	Bombas verticais	Não submersas, são usadas para economizar espaço
		Os impulsores estão submersos, mas o motor e os acoplamentos estão acima do nível do fluido
Bombas submersas	Tanto a bomba como o motor estão submersos no fluido	

De todas as bombas possíveis, no campo da dessalinização, os seguintes tipos são geralmente usados:

- ✓ Bomba de deslocamento positivo, diafragma alternativo, simples ou múltiplo, operado mecanicamente para a dosagem de reagentes químicos
- ✓ Bombas de deslocamento positivo, rotativas, rotor único, parafuso, para a extração de lodo dos decantadores ou para a dosagem de reagentes sólidos, como cal ou hidróxido de cálcio, de silos de armazenamento.
- ✓ Bombas centrífugas (horizontais, verticais, submersas, câmaras fracionadas ou segmentos para o serviço de bombeamento para coleta de água bruta.
- ✓ Bombas centrífugas horizontais de estágio único, aspiração simples e impulsor radial, para os serviços de bombeamento intermediário, bombeamento de filtro de lavagem, bombeamento de limpeza química de membranas e deslocamento, bombas de transferência de reagente, bombas de água decantadas, bombas de neutralização de efluentes, bombas de recalque, bombas de recirculação e bombas de alimentação do segundo passo. Também podem ser usadas para conduzir a água produzida ao ar livre se a pressão de descarga estiver baixa.

4.6. Bombas centrífugas horizontais de estágio múltiplo de simples aspiração e câmara dividida ou segmentadas, para serviços de bombeamento de alta pressão e impulsão de água produzida no exterior, se a pressão de descarga for alta.

#### 4.7. Sistemas de Recuperação de Energia

Os sistemas de recuperação de energia de salmoura vêm mudando ao longo dos anos, aumentando sua eficiência energética. Os sistemas mais comuns são os seguintes:

- ✓ Bomba invertida ou turbina Francis
- ✓ Turbina Pelton
- ✓ Sistema de troca de pressão
- ✓ Turbo-Charger

##### 4.7.1. Bomba Inversa e Turbina Pelton

A bomba inversa, na verdade é uma turbina Francis, é o primeiro sistema que foi usado para a recuperação da energia da salmoura. Seu rendimento é baixo em 75% e para evitar cavitação é necessário deixar uma pressão na saída da salmoura da ordem de 1 bar.

A Turbina Pelton, é o próximo sistema que foi usado para recuperar a energia, tem um rendimento maior do que a turbina Francis (88%) e a descarga de salmoura é para a gravidade. Desde que a turbina começou a ser utilizada, a bomba invertida foi abandonada, uma vez que o uso da turbina pelton é mais adequado para o desempenho de recuperação e custos de investimento.

A maneira em que ambos os sistemas fornecem a energia é indicada no Figura 41.

Figura 41 - Esquema recuperação de energia de salmoura por turbina em uma planta de OI



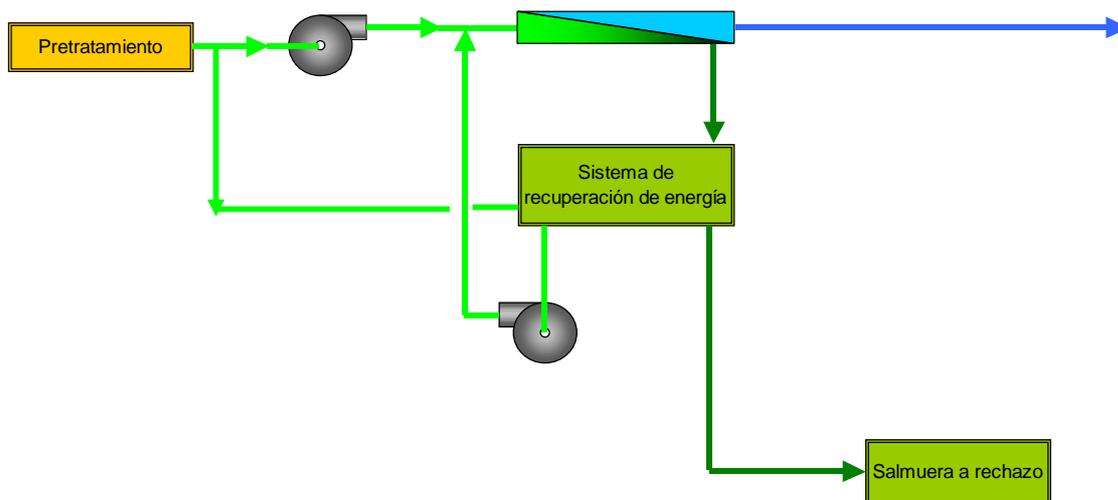
Em ambos os casos, o motor elétrico tem um eixo duplo que, por um lado, une a bomba de alta pressão que fornece energia à água do mar que é enviada para as membranas, e a outra extremidade do eixo se junta à turbina de recuperação de energia. Com esta configuração, a energia que o motor deve fornecer é a diferença entre a energia demandada pela bomba de alta pressão e a energia recuperada pela turbina.

#### 4.7.2. Sistemas de Troca de Pressão

Atualmente, surgiram novos sistemas de recuperação de energia, os "Sistemas de Troca de Pressão" (STP). Para que se entenda de maneira simples como funciona esse equipamento, pode-se dizer que assim como trocadores de calor trocam calor entre duas correntes, em sistemas de troca de pressão o que é trocado é a pressão entre duas correntes de água. Por um lado, a salmoura entra a alta pressão, por outro lado, a água do mar entra a baixa pressão, as pressões são trocadas e a salmoura sai a baixa pressão e a água do mar a alta pressão. A maneira de trocar a pressão é entrando em contato com ambos os fluxos, desta forma a salmoura pressuriza a entrada de água do mar. Atualmente, existem fabricantes STP de solvência comprovada para a recuperação de energia de salmoura em usinas de dessalinização de OI.

A configuração do sistema é diferente daquela das turbinas Francis ou Pelton, mas a eficiência geral da recuperação de energia é maior que a última. A configuração é indicada na figura abaixo.

Figura 42 - Esquema de recuperação de energia da salmoura mediante SIP

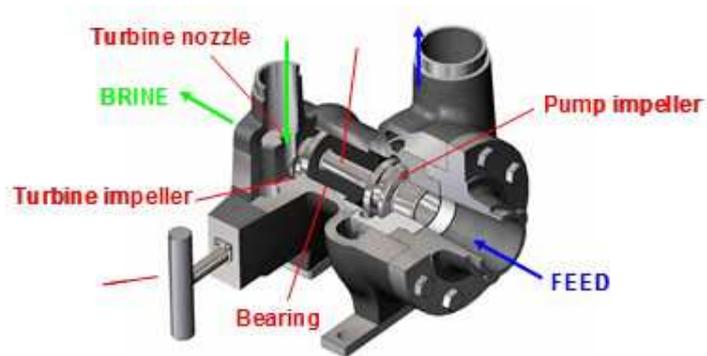


Como se pode ver na figura anterior, uma parte da água do mar para as membranas é bombeada pela bomba de alta pressão, enquanto a outra parte é enviada para o STP, onde é colocada em contato com a salmoura que sai das membranas, que é o que comunica a energia. A água do mar na saída do STP tem uma alta pressão, mas não o suficiente para entrar diretamente nas membranas, então a pressão é aumentada por uma bomba de recirculação e introduzida na descarga da bomba de alta pressão para entrar juntos nas membranas e produzir o fenômeno da osmose inversa. A salmoura deve sair do STP com uma pressão mínima da ordem de 1 bar.

#### 4.7.3. Turbocharger

O Turbocharger é uma bomba e uma turbina pelton rigidamente unidas e especialmente projetadas para isso. A velocidade de rotação é geralmente muito alta na ordem de 8.000 rpm., a fim de alcançar alto desempenho e fazer com que o tamanho do equipamento seja pequeno.

Figura 43 - Turbocharger (Cortesia de FEDCO)



## 4.8. Pós Tratamento da Água Permeada

A água permeada na saída das membranas é muito desequilibrada, contém cloreto de sódio quase exclusivamente, o que faz com que seu pH seja ácido, o Índice de Langelier é negativo e apresenta características fortemente corrosivas.

Embora a água permeada de saída das membranas possa ser válida para uso direto em alguns processos industriais, em geral, a água permeada não é adequada para muitos dos usos posteriores, como o consumo humano e a agropecuária, uma vez que carece de dureza e é muito agressiva. Por esta razão, um processo de pós-tratamento para a água permeada geralmente é feito para adicionar os sais que estão faltando (cálcio, magnésio e bicarbonato) e, assim, equilibrá-lo e torná-lo adequado para uso. As razões pelas quais deve-se aplicar o pós tratamento a água permeada podem ser resumidas em:

- ✓ Adaptação da água para a Normativa sanitária do País
- ✓ Para evitar corrosões nos tubos de distribuição
- ✓ Para adaptar a água ao serviço que vai ser destinada

### 4.8.1. Processos de Pós Tratamento

Existem vários processos para pós tratar a água permeada, entre os mais comuns estão:

- ✓ Mistura com águas de outras fontes
- ✓ Dosagem de CO<sub>2</sub> e Cal ou hidróxido cálcico
- ✓ Dosagem de CO<sub>2</sub> e tratamento em leitos de calcita ou dolomita
- ✓ Desinfecção
- ✓ Dosagem de flúor

Nas seções a seguir explicam os processos anteriores de pós tratamento.

#### 4.8.1.1. Mistura de Águas

Neste processo, a água permeada que sai das membranas é misturada com água de outras fontes para que a mistura resultante melhore as características de ambas. Se olharmos apenas para o conteúdo de sólidos dissolvidos, se a água permeada tiver um conteúdo de 250 mg/L a água de outra fonte, que chamaremos de salobra, que vamos usar para misturá-la com o permeado, tem uma concentração de sólidos dissolvidos de 2.500 mg/L, que segundo muitos Regulamentos e Normas não seria uma água adequada para consumo humano. Se misturarmos 5 m<sup>3</sup> de água permeada com 1 m<sup>3</sup> de água salobra, teremos 6 m<sup>3</sup> de água mistura de 625 mg/L, que é adequado para o

fornecimento. Este equilíbrio de sais deve ser feito com todos os sais que compõem a água salobra e a água permeada para saber qual será a composição da água após a mistura. Você também tem que estabelecer o balanço de carbono para calcular qual será o pH da mistura, o índice de Langelier, a alcalinidade e a dureza.

Para poder fazer este tipo de pós tratamento é necessário conhecer muito bem a composição da água salobra que vai ser utilizada, pois isso poderia fornecer sais que, mesmo após a mistura, podem exceder os limites da Normativa. Também pode-se contribuir com compostos não permitidos pelo regulamento ou normativa e, nesse caso, não podem ser usados para essa finalidade. Outros elementos que a água de outras fontes contribui são bactérias e vírus que podem estar em tais quantidades que após a mistura excedem os limites estabelecidos pela Normativa.

Por todas estas razões, é necessário conhecer muito bem a composição da água "salobra" antes de proceder à mistura e antes de estabelecer a relação de mistura, de modo a não exceder qualquer parâmetro guia estabelecido.

Se a água com a qual vamos misturar o permeado já é uma água utilizada no abastecimento, o problema é reduzido, pois se a água atender a Norma, depois da mistura ainda vai atender melhor.

Este tipo de pós tratamento é relativamente comum em instalações de dessalinização de água salobra, misturando a água permeada com uma pequena parte da água bruta para obter uma água pós-tratada que esteja em conformidade com o Regulamento. Nas usinas de dessalinização de água do mar, isso não é possível, porém, se o produto da água da planta de OI for para um serviço de abastecimento de água onde haja água de outras fontes e a mistura puder ser realizada, deve-se ter um conhecimento adequado da qualidade destas fontes. Se há pretensão de usar a mistura como pós tratamento, deve-se prever também os mecanismos adequados para homogeneização adequada e, assim, garantir uma mistura de qualidade uniforme.

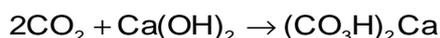
#### **4.8.1.2. Dosagem de CO<sub>2</sub> e Cal ou Hidróxido de Cálcio**

A dosagem de cal ou hidróxido de cálcio é a mesma que medir a cal vivo ou óxido de cal, previamente deve ser dissolvido com o que se produz a reação hidrolizante produzindo hidróxido de cálcio.



A vantagem de usar o hidróxido de cálcio contra o cal é que o primeiro evita a sua dissolução com a consequente liberação de calor.

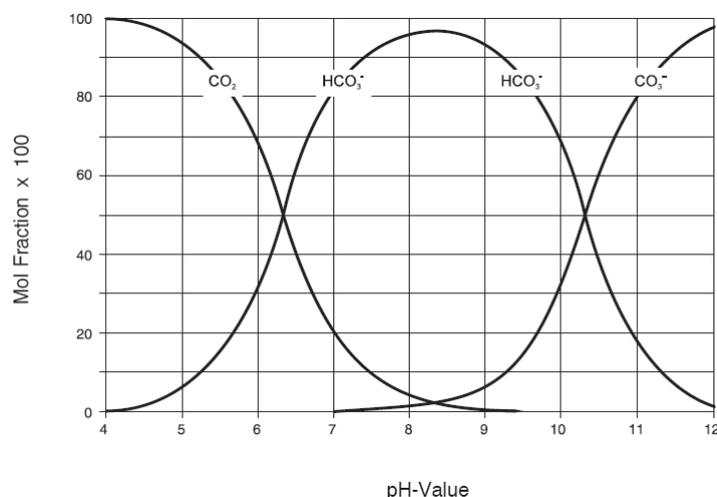
A reação do hidróxido de cálcio com o dióxido de carbono é como segue:



Com esta dosagem, o teor de cal e, assim, a dureza e o teor de bicarbonato e a alcalinidade da água resultante após a dosagem são aumentados. A quantidade de reagentes a ser dosada dependerá do objetivo da qualidade a ser alcançada, se for uma questão de obter uma dureza mínima, de um determinado valor de alcalinidade, de um pH final dentro de uma gama e/ou um Índice de Langelier concreto. Se forem dosados o CO<sub>2</sub> e o Ca(OH)<sub>2</sub> em quantidades estequiométricas de acordo com a reação anterior, o resultado é geralmente uma água incrustante com um pH muito alto. Para diminuir o índice de Langelier e o pH, adicione um pouco mais de CO<sub>2</sub>. Os cálculos de equilíbrio

químico e espécies devem ser realizados para determinar as doses de CO<sub>2</sub>, de acordo com a curva apresentada na Figura 5.21 a seguir.

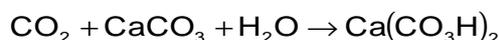
Figura 44 - Curvas de equilíbrio carbônico (Cortesia de Dow Chemical)



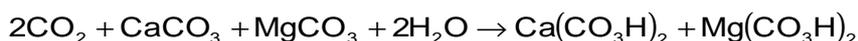
#### 4.8.1.3. Dosagem de CO<sub>2</sub> e Tratamento em Leitos de Calcitas ou Dolomitas

A diferença entre calcita e dolomita está no teor de sais de carbonato de cálcio de cada uma delas. Na dolomita, o teor de carbonato de cálcio situa-se entre 50% e 60%, sendo o restante carbonato de magnésio. Na calcita, o teor de carbonato de cálcio é superior a 99%, ou seja, todos os carbonatos estão na forma de carbonato de cálcio. Ambas as formas têm um teor de carbonato superior a 99%.

A reação da calcita é a seguinte:



A reação da dolomita é a seguinte:



Em ambos os casos, você pode ver que precisa de uma molécula de CO<sub>2</sub> para cada molécula de bicarbonato (cálcio ou magnésio) formada, enquanto observarmos a reação com o hidróxido de cálcio na seção anterior, duas moléculas de CO<sub>2</sub> são necessárias para cada molécula formada de bicarbonato de cálcio. É a demonstração de que você precisa consumir mais dióxido de carbono para obter os mesmos resultados, se o hidróxido de cálcio for usado, do que usar dolomitas ou calcitas.

Como no caso da cal, com o uso de calcita ou dolomita junto com CO<sub>2</sub>, o teor de cálcio e magnésio aumenta (para dolomitas), portanto, a dureza, o teor de bicarbonato e a alcalinidade da água também são elevados após a dosagem.

A quantidade de reagentes a serem dosados dependerá do objetivo de qualidade a ser alcançado.

Com o tratamento em leitos de calcita ou dolomita, o índice de Langelier que pode ser alcançado é negativo, mas muito próximo de zero. Para alcançar o equilíbrio total (Índice de Langelier igual a zero) seria necessário um tempo de contato infinito. Se por Normativa o Índice de Langelier for zero ou positivo, para alcançá-lo é necessário adicionar uma quantidade de hidróxido de sódio à água após o tratamento, após a dosagem de CO<sub>2</sub> e a passagem pelos leitos.

#### **4.8.1.4. Desinfecção**

A água de saída das membranas, a água permeada, não contém bactérias ou vírus, uma vez que as membranas são uma barreira total para bactérias e quase total para vírus, embora isso possa ser contaminado pelo contato com a atmosfera e com equipamentos e tubulações localizados após a passagem pela OI, por esta razão, para proteger a água da contaminação após a passagem da OI na planta de dessalinização ou na rede de distribuição, os regulamentos sanitários estabelecem a dosagem de um desinfetante na água, antes de serem enviados para fornecimento.

Os desinfetantes usuais são cloro, ozônio, cloraminas, etc.

Dentro da desinfecção com cloro pode ser adicionado: hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, gás cloro e/ou dióxido de cloro.

Em geral, o produto mais comum na desinfecção do suprimento de água na área em que estamos localizados será usado.

#### **4.8.1.5. Dosagem de Flúor**

Às vezes, os regulamentos sobre água potável estabelecem um teor mínimo de fluoreto, se este for o caso no país ou zona onde a planta de dessalinização está instalada, será necessária a dosagem de um reagente químico contendo flúor, como o fluoreto de cálcio, à água para consumo humano.

### **4.9. Armazenamento e Impulsão da Água Produzida**

Em uma planta de dessalinização, um tanque de armazenamento da água produzida deve ser fornecido em suas instalações, além do bombeamento para o sistema de abastecimento. A capacidade do depósito não precisa ser muito grande, com um tempo de retenção de 5 minutos pode ser suficiente, embora dependa das necessidades de cada projeto.

As bombas de água produzida são geralmente bombas centrífugas horizontais com regulagem de fluxo por inversor de frequência ou com válvula de controle no acionamento. Se forem projetadas com a mesma capacidade de uma linha de produção da OI e houver tantas bombas quanto as linhas de OI, elas não precisam exigir a regulagem de fluxo.

### **4.10. Descarga de Salmoura**

Nas usinas de dessalinização de água marinha, a salmoura produzida no processo de dessalinização é devolvida ao mar.

O impacto da salmoura produzida com a tecnologia de OI na água do mar é um aumento na salinidade em uma determinada área. Não há aumento de temperatura com a descarga.

Um sistema adequado de descarga de salmoura deve ser projetado de forma a minimizar seu impacto ambiental e evitar a recirculação da salmoura para o ponto de captação de água marinha a dessalinizar.

Deve-se ter um bom conhecimento da área onde a descarga é prevista. Tem-se que conhecer a dinâmica da costa, ondas, marés, correntes, ventos e a batimetria da área. Da mesma forma, e para poder monitorar as possíveis afecções ao meio ambiente, é necessário levantar a linha de base, ou seja, identificar as espécies marinhas existentes, abundância, tendência, espécies bentônicas, etc. Todas essas informações serão usadas para projetar a descarga e comparar, assim que a planta for comissionada, a situação inicial antes da descarga e depois.

Além disso, um estudo do nível de dispersão da salmoura no mar deve ser realizado, em diferentes hipóteses, para determinar a área de acometimento com aumento da salinidade.

#### **4.10.1. Estudos de Dispersão de Salmoura**

Dispersão de salmoura pode ser definida como um processo de mistura que ocorre em duas regiões diferentes, o "Campo próximo" governado pela diferença de densidade e o fenômeno de difusão e o "Campo distante" governado pelas condições ambientais do meio, tais como correntes oceânicas, ondas, vento e temperatura. Para modelar estes fenômenos, são utilizados programas de cálculo nos quais são introduzidos dados ambientais, vazão de descarga, salinidade de salmoura, temperatura, corrente, etc. e, com isto, preveem qual o nível de diluição da salmoura e a concentração esperada em cada ponto.

Estes programas diferem uns dos outros, mas os mais adequados são aqueles que levam em conta, pelo menos os seguintes fatores:

- ✓ Diferença de densidade entre a salmoura e o meio receptor
- ✓ Efeito da temperatura
- ✓ Difusão salina
- ✓ Dispersão salina
- ✓ Marés
- ✓ Vento
- ✓ Batimetria
- ✓ Forma da costa
- ✓ Efeito da diferença de pressão osmótica entre a salmoura e o ambiente marinho

Os parâmetros que podemos variar no Modelo e que determinam o projeto da descarga são:

- ✓ A posição do ponto de descarga
- ✓ Saída dos difusores: número, altura, distância entre eles, velocidade e ângulo de saída.

#### **4.10.2. Tipologia das Descargas de Salmoura**

As descargas de salmoura podem ser classificadas de acordo com o ponto de descarga:

- ✓ Descarga direta superficial
- ✓ Descarga direta submersa na linha costeira
- ✓ Descarga submersa com emissores e saídas difusoras

Se espécies protegidas são detectadas na área afetada pela descarga de água salgada que são sensíveis a um aumento na salinidade marinha, uma diluição com água do mar também é possível, embora não seja comum exigir a mesma.

A descarga superficial direta é a mais antiga e foi a usada nas antigas usinas de dessalinização de destilação.

A descarga direta na costa mais submersa é uma variante da anterior, que permite o uso de difusores para acelerar o processo de mistura com a água do mar. Também evita o impacto visual de uma descarga superficial.

A descarga submersa por emissário submarino é o tipo mais comum de descarga de salmoura atualmente. Especialmente para plantas grandes, uma vez que a taxa de fluxo da salmoura também é grande e é necessário garantir que a mistura ocorra o mais rápido possível para evitar ser afetado.

Também permite direcionar a descarga até o ponto onde menos impacto é produzido e é mais fácil evitar a recirculação da salmoura para a captação, que é outro objetivo a ser levado em consideração no projeto de ambos.

## 4.11. Serviços Auxiliares

Abaixo estão descritos os serviços auxiliares típicos das usinas de dessalinização de OI.

### 4.11.1. Equipamento de Limpeza Química de Membrana de OI

O equipamento de limpeza química das membranas de OI é geralmente composto dos seguintes elementos:

- ✓ Depósito para preparação de solução de limpeza química.
- ✓ Resistência para aquecer a solução de limpeza química.
- ✓ Agitador.
- ✓ Bombas para circular a solução de limpeza por bastidores de osmose inversa.
- ✓ Filtro de cartuchos.
- ✓ Circuito de limpeza

A limpeza química das membranas de OI é realizada:

- ✓ Quando elas sofrem de incrustação (que é detectada por um aumento na perda de carga nelas ou uma diminuição no fluxo de produção)
- ✓ Após um longo período de parada da planta ou como parte do programa de manutenção programada.

As membranas sofrem dois tipos de sujeira que geralmente ocorrem simultaneamente. Uma é a incrustação que é produzida por depósitos na superfície das membranas, o que causa uma perda de superfície ativa e, conseqüentemente, a necessidade de maior pressão de alimentação para manter a conversão, ou vazão produzida. Outro tipo de incrustação é devido aos depósitos no separador das membranas, isso produz um aumento na perda de carga para a passagem da água do mar, ao longo do tubo de pressão. As conseqüências são a necessidade de aumentar a pressão de alimentação, a fim de manter o fluxo do produto e a perda de desempenho da instalação. Ambas podem estar associadas a um aumento na passagem de sais, embora, se isso for muito importante, geralmente seja devido a uma degradação da superfície ativa da membrana e a única solução é alterá-las.

Portanto, ambos os tipos de incrustações causam uma diminuição idêntica no fluxo de água e uma perda de qualidade da água permeada.

Quando a pressão diferencial entre a saída de alimentação e de rejeição de um bastidor aumenta entre 10% -15%, o fluxo de água do permeado diminui entre 10%-15% e/ou a rejeição de sais diminui entre 10-15 %, é aconselhável realizar uma limpeza química da estrutura da membrana.

O produto químico a ser utilizado para realizar a limpeza química dependerá do tipo de contaminação, se tiver sido devido a depósitos de sais, óxidos metálicos, crescimento bacteriano ou outros.

Na tabela abaixo, são descritos possíveis tipos de contaminação nas membranas detectadas por mudanças na pressão diferencial (pressão de entrada de água do mar menos pressão de saída de salmoura), pressão de alimentação e fluxo de sais.

Tabela 4.5 - Tipos de contaminação e efeitos no funcionamento das membranas de OI

TIPO DE CONTAMINAÇÃO	POSSÍVEL LOCALIZAÇÃO	SINTOMAS NA PRESSÃO DIFERENCIAL	SINTOMAS NA PRESSÃO DE ALIMENTAÇÃO	SINTOMAS NA PASSAGEM DE SAIS
Óxidos metálicos (ex: Fe, Mn, Cu, Ni, Zn)	Primeiros elementos	Aumento rápido	Aumento rápido	Aumento rápido
Sujeira coloidal (orgânica ou inorgânica)	Primeiros elementos	Aumento gradual	Aumento gradual	Aumento leve
Incrustações Minerais (ex: Ca, Mg, Ba, Sr)	Últimos elementos	Aumento moderado	Aumento ligeiro	Aumento marcante
Sílica Polimerizada	Últimos elementos	De normal a aumentado	Aumentado	De normal a Aumentado
Sujeira biológica	Normalmente primeiros elementos	Aumento marcante	Aumento marcante	De normal a Aumentado
Sujeira orgânica	Todos elementos	Aumento gradual	Aumentado	Diminui
Dano por oxidante (ex: Cl <sub>2</sub> , ozono, KMnO <sub>4</sub> )	Todos elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Dano por hidrólise (fora da gama de pH)	Todos elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Dano por abrasão (finos de carbono, etc.)	Todos elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Perdas nos interconectores	Aleatório	De normal a diminuído	De normal a diminuído	Aumentado

#### 4.11.2. Equipamento de Deslocamento

O equipamento de deslocamento das membranas de OI é geralmente composto dos seguintes elementos:

- ✓ Depósito com água permeada
- ✓ Bombas para circular a água de deslocamento pelos bastidores de osmose inversa e equipamentos de alta pressão
- ✓ Circuito de deslocamento

O deslocamento será realizado sempre que houver uma parada prolongada em qualquer uma das linhas de osmose inversa. Com este equipamento, o deslocamento de água do mar e salmoura com água permeada é realizado em: bombas de alta pressão, bombas de recirculação, sistemas de troca de pressão, tubulações, tubulações de pressão e membranas.

Se o enxágue não for feito, o equipamento de bombeamento e os tubos podem sofrer corrosão, enquanto nas membranas pode ocorrer precipitações que podem danificá-las significativamente.

A água permeada destinada a este processo é retirada de um tanque de água de serviço que contém água permeada, a qual deve ser periodicamente renovada.

#### **4.11.3. Equipamento de Lavagem de Filtros Multimídia**

A lavagem de filtros multimídia geralmente é feita com água e ar. A água de lavagem pode ser feita com três tipos de água: água do mar bruta, água do mar filtrada ou salmoura.

Dependendo da solução escolhida, um projeto ou outro é realizado, deve ser levado em conta que se os filtros forem lavados com salmoura, é necessária uma fase de deslocamento da salmoura dos filtros e tubulações após a lavagem.

O equipamento de lavagem de filtros normalmente consiste nos seguintes equipamentos:

- ✓ Bombas centrífugas de lavagem, a vazão destas bombas dependerá da velocidade de lavagem que precisamos, da pressão, das perdas de carga e alturas geométricas do circuito.
- ✓ Sopradores.
- ✓ Conjunto de válvulas automáticas nos filtros para lavagem automática.
- ✓ Circuitos de lavagem com água, lavagem com ar e deslocamento.

#### **4.11.4. Equipamento de Vácuo Para Escorva da Bomba**

Quando as bombas de coleta são montadas com sucção a vácuo, é necessário instalar um equipamento de escorva, que garanta a não entrada de ar que possa causar a cavitação do mesmo. Existe também a possibilidade de comprar bombas autoaspirantes, cada uma com um pequeno equipamento de vácuo.

#### **4.11.5. Equipamento de Neutralização de Efluentes de Limpeza Química**

A água da lavagem das membranas de OI ou UF, bem como outros efluentes químicos, pode ser básica, ácida ou conter cloro residual, por isso precisam ser neutralizadas (por exemplo, com ácido sulfúrico ou hidróxido de sódio ou bissulfito de sódio) antes da mistura com a salmoura para envio ao coletor de salmoura.

O equipamento de neutralização de efluentes de limpeza química consiste nos seguintes equipamentos:

- ✓ Tanque de neutralização
- ✓ Dosagem de reagentes de neutralização
- ✓ Sistema de agitação
- ✓ Condução de água neutralizada para a descarga de salmoura

#### **4.11.6. Equipamento de Tratamento de Água de Lavagem de Filtro**

A água de lavagem dos filtros pode ser misturada com a salmoura para a descarga para o mar, desde que os regulamentos ambientais e as licenças sejam cumpridas ou tratadas em um sistema de tratamento de água de lavagem de filtro. Este sistema normalmente consiste nos seguintes equipamentos:

- ✓ Decantador
- ✓ Bombas de extração de lamas
- ✓ Secador de lamas
- ✓ Contêiner para evacuação de lamas
- ✓ Envio da água decantada a descarga de salmoura

#### **4.11.7. Equipamento de Ar para Instrumentos e Serviços**

Usinas de dessalinização geralmente instalam equipamentos de ar comprimido para instrumentos e serviços, este equipamento é tipicamente composto de:

- ✓ Filtros silenciadores de sucção de ar.
- ✓ Válvulas reguladoras de vácuo.
- ✓ Compressores (p.ex. de parafuso rotativo).
- ✓ Filtros de óleo
- ✓ Separadores de ar/óleo
- ✓ Válvulas de pressão mínima
- ✓ Ventiladores para refrigeração por ar
- ✓ Separadores de água/ar com purga eletrônica
- ✓ Secadores frigoríficos
- ✓ Pré-filtros coalescentes com purga eletrônica
- ✓ Filtros de pó com purga eletrônica
- ✓ Depósito de ar comprimido com purga eletrônica
- ✓ Cabine silenciosa
- ✓ Sistema de controle e monitoramento
- ✓ Acessórios necessários para a conexão destes elementos
- ✓ Circuito de ar comprimido que consiste em uma rede de tubos e acessórios habitualmente de cobre ou aço galvanizado com pontos para conexão distribuídos por toda a planta.

#### **4.11.8. Equipamento para Água de Serviço**

Nas usinas de dessalinização, um equipamento de água de serviço é geralmente instalado, este equipamento é tipicamente composto por um grupo de pressão mais um circuito de água de serviço.

O grupo de pressão consiste tipicamente em: por um tanque de acumulação pressurizado em aço AISI 316L e bombas multicelulares em AISI 316L.

O circuito de água de serviço consiste de uma rede de tubos e conexões distribuídas por toda a usina, geralmente de PP ou PEAD.

#### **4.11.9. Guindastes e Elementos de Elevação**

Para tarefas de manutenção de equipamentos, há guindastes e guinchos que podem ser elétricos ou manuais. Normalmente, pelo menos uma ponte rolante é instalada na sala de processo, para manutenção de bombas de alta pressão e recirculação, outro na coleta para manutenção das bombas de captação e outro para a manutenção das bombas de água de produto, com potência suficiente para elevar a parte mais pesada do grupo, que é o motor.

#### **4.11.10. Sistemas de Segurança**

Na área de reagentes, os chuveiros de lavagem ocular devem ser instalados de acordo com os regulamentos vigentes.

De acordo com o estudo de segurança e saúde, todos os equipamentos necessários devem estar disponíveis para a segurança da operação na planta.

#### **4.11.11. Sistema contra Incêndios**

Os sistemas de incêndio nas usinas de dessalinização consistem tipicamente de um monitoramento central e controle do sistema de detecção. A esta central estão ligados os diferentes botões manuais, campainhas de alarme e detectores. Estes últimos são do tipo apropriado de acordo com o local de colocação e parâmetro a ser monitorada (fumaça, gases, chamas ou calor), de forma a garantir a máxima rapidez na detecção de um possível incêndio. A planta controla as várias áreas ou setores em que a usina foi dividida, incluindo a coleta de água do mar e está interligada ao sistema de controle distribuído da usina.

Para o restante da instalação, o sistema de incêndio geralmente é formado por extintores fixos estrategicamente localizados nas instalações e complementados com extintores de incêndio portáteis em quantidade e qualidade suficientes para atacar os incêndios que poderiam ser apresentados seguindo os regulamentos aplicáveis.

#### **4.11.12. Sistemas de Ventilação, Aquecimento e Ar Condicionado**

As instalações de dessalinização devem estar equipadas com os sistemas de ventilação, aquecimento e ar condicionado necessários para garantir a segurança, o cumprimento dos regulamentos aplicáveis e o funcionamento adequado dos mesmos.

#### **4.11.13. Oficinas, Armazéns, Escritórios, Laboratórios**

As usinas de dessalinização costumam ter uma oficina para os elementos mecânicos e outra para eletricidade e instrumentação, equipada com ar comprimido e com as ferramentas e instrumentos necessários para uma adequada manutenção preventiva da instalação. Eles também têm armazéns para peças de reposição e armazenamento de produtos químicos e um prédio administrativo com: sala de controle da planta de dessalinização, escritórios, vestiários, banheiros, salas de reuniões e um laboratório com equipamentos e instrumentos necessários para o controle correto da qualidade da água do mar, água permeável e produto de água.

### **4.12. Instrumentação e Controle**

#### **4.12.1. Instrumentação**

Nas usinas de dessalinização, são instalados instrumentos de medição de campo, que são necessários para poder executar o startup, operação, desligamento, controle, supervisão de equipamentos e processos da planta de dessalinização. Também é necessário instalar os instrumentos que permitem conhecer o estado dos equipamentos para a manutenção dos mesmos e assegurar que está sendo cumprido com a legislação ambiental. A maioria das medições destes instrumentos é monitorada e registrada no sistema de controle da planta de dessalinização. Assim, muitos dos instrumentos de medição de campo, além da indicação local, fornecem o sinal correspondente para o sistema de controle.

Os instrumentos instalados em uma usina de dessalinização são tipicamente:

- ✓ Instrumentação para medida de vazão
- ✓ Instrumentação para medida de pressão
- ✓ Instrumentação para medida de nível
- ✓ Instrumentação para medida da temperatura
- ✓ Boias de nível, chaves de contato e pressostatos.
- ✓ Instrumentação analítica
  - Para medida da turbidez

- Para medida da condutividade
- Para medida do pH
- Para medida do potencial Redox, ORP
- Para medida do cloro
- Outros: medidores de hidrocarbonetos, medidores de dureza, medidores de conteúdo de sílica, etc.

#### 4.12.2. Sistema de Controle

A operação, supervisão e controle da operação das usinas de dessalinização é realizada remotamente a partir da sala de controle da usina de dessalinização, através do sistema de controle.

O sistema de controle inclui todos os softwares, licenças, equipamentos DCS, equipamentos IHM (*human machine interface*), os equipamentos para as entradas e saídas do sistema e todos os dispositivos necessários, acessórios e equipamentos auxiliares, bem como a programação para a correta operação e manutenção da planta de dessalinização.

Os objetivos do sistema de controle de uma usina de dessalinização são:

- ✓ Garantir o correto funcionamento automático da planta, através do controle centralizado dos processos em tempo real.
- ✓ Garantir a obtenção da informação de todos os processos.
- ✓ Garantir a manutenção apropriada do equipamento.
- ✓ Garantir a conformidade com os requisitos ambientais.
- ✓ Controlar todos os processos em tempo real e centralmente.
- ✓ Permitir alta disponibilidade da usina de dessalinização.

Existem basicamente duas soluções de sistemas de controle com supervisão centralizada que estão sendo usados atualmente:

- ✓ Sistema de Controle Distribuído.
- ✓ PLCs+Scada

Nas usinas de dessalinização de grande capacidade e manuseio de um grande número de sinais, sistemas de controle distribuídos são tipicamente instalados (SCD).

O sistema de controle distribuído (SCD) inclui as seguintes funções: aquisição de dados, controle PID, controle discreto, controle de malha aberta e fechada, interface homem-máquina (gráficos de sistema e subsistema), operação manual e automática, alarmes, intertravamentos, acionadores, registro de dados e eventos sequenciais, curvas de tendência, relatórios de gerenciamento, diagnóstico de sistema e visualização dos mesmos e diferentes níveis de segurança para acesso por senhas às diversas funções do sistema.

Um Sistema de Controle Distribuído é formado por:

- ✓ Estações de operação e engenharia (Operação, Supervisão e Controle): incluindo hardware, software e licenças necessárias de computadores, servidores, PCs e impressoras.
- ✓ Rede de comunicação de dados de gerenciamento: esta rede fornece a troca de informações entre as estações de operação e engenharia e os servidores e entre estes e os controladores de processo.
- ✓ Controladores de processo.
- ✓ Rede de comunicação de dados de processo: esta rede comunica controladores e gabinetes

de E/S.

- ✓ Gabinetes para abrigar os dispositivos e cartões necessários para comunicação de E/S, local e remota.
- ✓ Rede de campo: esta rede comunica os gabinetes de E/S com os instrumentos e equipamentos da planta de dessalinização.
- ✓ Fiação, canaletas, etc.

#### 4.13. Sistema Elétrico

Os consumidores de eletricidade de uma usina de dessalinização são muito variados, desde iluminação a ar condicionado, guindastes, sistemas de controle, grandes consumidores, como bombas de alta pressão, pequenos consumidores, como bombas de dosagem, consumidores contínuos, consumidores ocasionais, etc. Para fazer um desenho correto do Sistema Elétrico e conhecer o consumo que a planta de dessalinização terá, é necessário conhecer todos eles.

Os diferentes níveis de tensão que estarão disponíveis na planta de dessalinização para os diferentes consumidores devem ser estabelecidos.

Para o projeto do Sistema Elétrico, deve ser determinado:

- ✓ Potência total instalada: a soma de todos os consumidores das unidades instaladas pela potência nominal.
- ✓ Potência a plena carga: para a situação em que mais energia está sendo consumida na usina de dessalinização, os consumidores que estão em operação simultânea são levados em conta e a soma das unidades em operação é levada em conta para a potência instalada.

Com este cálculo podemos saber o poder de contratar que será igual à potência em carga máxima, se for em kW teremos que o dividir pelo fator de potência e poderemos dar a potência em KVA.

Haverá momentos em que haverá maior consumo de energia, como no início de um consumidor de alta potência, mas como será instantâneo, devemos informar a companhia elétrica, mas não será necessário contratar essa energia continuamente.

Uma vez que todos estes dados foram estabelecidos, a companhia elétrica deve informar sobre a conexão elétrica que é necessária e a tensão da mesma. Com esta informação podemos fazer o desenho do Sistema de Instalação Elétrica.

O sistema elétrico de uma usina de dessalinização normalmente consiste dos seguintes sistemas:

- ✓ Linha de energia de média tensão.
- ✓ Subestação elétrica: seções, proteção, entrada, saída e gabinetes de medição, transformadores, células de entrada, saída e de proteção.
- ✓ Centro de transformação para os diferentes níveis de tensão dos consumidores da usina, composto por transformadores, entrada, saída, medição e proteção de células.
- ✓ Cabines elétricas de média tensão para alimentar consumidores de média tensão.
- ✓ Armários de distribuição para consumidores de baixa tensão, incluindo saídas para CCMs, saída de bateria, saída para quadros gerais de serviços, etc.
- ✓ Centros de Controle de Motores.
- ✓ Rede de aterramento.
- ✓ Baterias de capacitores para o controle de fator de potência.
- ✓ Inversores de frequência dos equipamentos.

## 5. Descrição da Usina de Dessalinização de Fortaleza

As soluções apresentadas a seguir tratam-se de um estudo referencial para a implantação da usina de dessalinização de Fortaleza, desenvolvido pela Empresa Autorizada no âmbito do PMI e adaptado pela Cagece, servindo como embasamento para o desenvolvimento posterior do Projeto Básico e Executivo.

A adoção do sistema de pré-tratamento com duplo estágio de filtração foi proposto levando-se em conta os dados analíticos disponíveis. Também foi contatado o Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, que coordenou os estudos de monitoramento e dragagem do Porto do Mucuripe.

Eles confirmaram que sólidos encontrados são areias arrastadas pelas correntes marinhas existentes na área e que a área escolhida é uma zona longe de descargas de emissários submarinos de águas residuais e também onde o risco de episódios de floração de algas é baixo.

Todas essas informações levaram ao dimensionamento de um pré-tratamento convencional, robusto, com baixo custo de implantação e operação e que é o ideal para capturar eventuais areias que não foram sedimentadas no processo de desarenação.

Outro ponto importante é a facilidade de operação com baixo consumo de produtos químicos, bem menor do que outros sistemas como o de ultrafiltração e mais sensível à abrasão produzida pelas areias.

O detalhamento do processo e critérios de desenhos encontram-se apresentados no Anexo 15.3 – Memorial de Cálculo do Processo.

### 5.1. Dados de Partida

Para a determinação dos dados iniciais que permitem a elaboração da planta de dessalinização, foram consideradas informações prévias sobre Fortaleza, detalhadas nas referências bibliográficas. Com base nessas informações, os dados de partida são descritos nas seções abaixo.

#### 5.1.1. Capacidade da Planta

A capacidade de produção da planta de dessalinização é de 1 m<sup>3</sup> / s em quatro linhas. A capacidade unitária por linha é de 0,25 m<sup>3</sup>/s.

Para a concepção proposta da planta de dessalinização foi considerado um aumento de 0,3% no fluxo produzido para consumo interno.

A capacidade de produção nominal é, portanto:

✓ Produção do projeto:	86.400 m <sup>3</sup> /dia
✓ Número de linhas:	4
✓ Produção por linha:	21.600 m <sup>3</sup> /dia

A capacidade de produção, incluindo o fator de segurança, é:

✓ Produção do projeto:	86.659 m <sup>3</sup> /dia
✓ Número de linhas:	4
✓ Produção por linha:	21.664,8 m <sup>3</sup> /dia

Os fluxos de água do mar a serem captados:

- ✓ Fluxo nominal de água a captar: 192.576 m<sup>3</sup>/dia
- ✓ Fluxo máximo durante deslocamento de filtros: 207.388,8 m<sup>3</sup>/dia

Conversões da planta:

- ✓ Conversão da OI: 45%
- ✓ Conversão global: 44,86%
- ✓ Conversão global durante deslocamento: 41,66%

### 5.1.2. Disponibilidade da Planta

Os equipamentos de dessalinização da usina requerem manutenção para o correto funcionamento para que a produção de água dessalinizada não seja mantida por 24 horas 365 dias por ano. Com base na experiência de operação e manutenção de instalações de dessalinização similares, uma disponibilidade de 95,89% ao ano é adequada para uma exploração correta da usina. Este valor de 95,89% ao ano é o que foi considerado para o design. Se você quiser aumentar essa disponibilidade, deve incluir uma linha de OI redundante, mas o investimento de uma linha de OI não justifica esse aumento na disponibilidade, uma vez que o investimento seria consideravelmente aumentado e uma linha de OI seria parada a maior parte do tempo, o que não é recomendado.

### 5.1.3. Condições Ambientais

As condições ambientais da cidade de Fortaleza estão detalhadas abaixo:

- ✓ Temperatura ambiente máxima anual: 30,8 °C
- ✓ Temperatura ambiente mínima anual: 23,9 °C
- ✓ Umidade: 77,5 %
- ✓ Precipitação média anual: 1 668,6 mm

A região selecionada para a implantação da usina de dessalinização, a Praia do Futuro, é considerada a segunda área do mundo com maior ataque corrosivo por maresia, segundo estudos do Centro de Pesquisas da Eletrobrás (Cepel), fato reforçado por estudos desenvolvidos pela INOVACON, COOPERCON-CE, SINDUSCON-CE, CIMENTO APODI e PEC/UFC (disponível em <http://www.pec.ufc.br/images/Edital/16-11-Cartilha-Agressividade-do-Ar-Small-Spreads.pdf>). Este fato também já foi relatado pela concessionária de energia que afirmou que essa região possui um índice de maresia de 1.832mg/m<sup>3</sup>/dia, obrigando-a a utilizar tecnologias especiais, como ferragens em liga de alumínio e outros materiais mais resistentes à poluição salina. Devido a esta peculiaridade, deve-se ter atenção redobrada na adoção de materiais e equipamentos, de forma a se obter o menor custo-benefício da planta de dessalinização.

### 5.1.4. Características da Água a Tratar

A água do mar bruta virá do litoral de Fortaleza.

A corrida de maré considerada é de 4,4 metros, sendo baixamar de -1,60 m e preamar de 2,80 m, com referência no nível médio do mar.

No Anexo 14.6 é apresentado um conjunto de análises realizadas na área prevista para captação e descarte do concentrado.

Para a água do mar do projeto foi usada a análise a seguir, equilibrada quimicamente de forma que a concentração de ânions expressada em meq/L seja igual a de cátions, sendo estes parâmetros considerados para dimensionamento da planta.

Tabela 5.6 - Análise físico-química de água do mar considerada

**Planta de Fortaleza**

**FOLHA DE ANÁLISE**

CLIENTE	_____	CONTRATO	_____
LABORATÓRIO	_____	REFERÊNCIA	_____
TIPO DE ÁGUA	DO MAR	DATA	November-17
LUGAR DE AMOSTRAGEM	Costa de Fortaleza		

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	1	U.N.F.	PH	7,90	
COR	1	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	58.846,93	µmhos/cm.
ODOR	0	TON	T.D.S.	39.051,86	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	133,85	ppm CO <sub>3</sub> Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.403,60	ppm CO <sub>3</sub> Ca

COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/L	ELEMENTO	mg/L	meq/L
Ca <sup>++</sup>	504,55	25,18	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	4.159,73	86,61
Mg <sup>++</sup>	1.249,42	102,78	Cl <sup>-</sup>	20.425,10	576,12
Na <sup>+</sup>	12.110,61	526,75	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	142,78	2,34
K <sup>+</sup>	420,00	10,74	F <sup>-</sup>	0,30	0,02
Ba <sup>++</sup>	0,02	0,00	Br <sup>-</sup>	0,00	0,00
Sr <sup>++</sup>	5,10	0,12	I <sup>-</sup>	0,00	0,00
Fe <sup>++</sup>	0,00	0,00	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,00	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,30	0,02	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10,70	0,17
Ag <sup>+</sup>	0,00	0,00	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	10,04	0,33
Mn <sup>++</sup>	0,00	0,00	PO <sub>4</sub> <sup>≡</sup>	0,00	0,00
Zn <sup>++</sup>	0,00	0,00	S <sup>=</sup>	0,00	0,00
Cu <sup>++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (coloidal)	0,20	0,00
Al <sup>+++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (soluble)	8,20	0,14
Fe <sup>+++</sup>	0,00	0,00	CO <sub>2</sub>	1,23	0,03
H <sup>+</sup>		0,00	OH <sup>-</sup>		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.290,00</b>	<b>665,59</b>	<b>TOTAL</b>	<b>24.756,85</b>	<b>665,59</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO <sub>5</sub>	2,00
Cádmio	0,00	DQO	5,00
Bário	5,00	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	10,00

Para o projeto da usina, foram consideradas as seguintes temperaturas:

- ✓ Temperatura máxima: 30 °C
- ✓ Temperatura mínima: 20 °C
- ✓ Temperatura média: 27 °C

**5.1.5. Características da Água Produto**

A capacidade de produção líquida do SISTEMA deve ser de 1 m<sup>3</sup>/s com uma taxa de disponibilidade anual de 95,89%. A água dessalinizada produzida deverá ser entregue pela CONCESSIONÁRIA nos PONTOS DE ENTREGA do SISTEMA EXISTENTE atendendo aos padrões de potabilidade especificados nos Anexos XX e XXI da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (que revogou a Portaria 2914/2011) ou por norma específica que venha a substituir ou atualizar esta, e, subsidiariamente, pelas recomendações da OMS (2011)<sup>2</sup>. O fator limitante desta legislação é o teor de concentração de cloretos de 250 mg/L.

### 5.1.6. Limites de Bateria

Os limites de bateria (incluídos) propostos para este projeto são os seguintes:

- ✓ Água do mar: torre de captação de água do mar.
- ✓ Água produto: adutoras de fornecimento de água até os macromdedidores de vazão instalados nos PONTOS DE ENTREGA.
- ✓ Alimentação elétrica: Linhas de transmissão a serem implantadas desde a subestação da concessionária local de energia.
- ✓ Salmoura: emissário submarino de descarga de salmoura no mar.

## 5.2. Justificação da Solução do Processo

De acordo com a discussão das seções anteriores sobre os processos que compõem uma planta de dessalinização de água do mar, esta seção justificará a solução da linha de processo escolhida para a planta dessalinização de Fortaleza em função de boas práticas de engenharia, estado atual da arte, condições locais e o uso pretendido de água dessalinizada com o objetivo de minimizar CAPEX e OPEX e projetar uma solução sustentável em relação ao meio ambiente. Na elaboração do projeto básico e executivo poderão ser adotadas soluções diferentes do apresentado neste estudo, porém deverão ser atendidas as premissas apresentadas no Termo de Referência.

A tecnologia escolhida para a dessalinização é a osmose inversa por enrolamento de membranas em espiral de poliamida aromática de 8 polegadas. Estes tipos de membranas foram selecionados porque são atualmente as mais utilizadas mundialmente para as usinas de dessalinização OI e garantem uma solução ideal para o processo em termos de consumo de energia e competitividade de preços.

A correta concepção da captação e pré-tratamento da água do mar são fundamentais para garantir a confiabilidade do projeto, da obra e operação das usinas de dessalinização que utilizam OI. É necessário captar a água da melhor qualidade possível (sem matéria suspensa, substâncias orgânicas, metais pesados e elementos pouco solúveis) e condicioná-la adequadamente, a fim de evitar o entupimento e garantir a integridade das membranas de OI. Para este efeito, a matéria orgânica suspensa e inorgânica devem ser eliminadas e os sais não devem trazer riscos de incrustação nas membranas de osmose inversa, quando concentrados. Portanto, a captação e o pré-tratamento químico e físico foram projetados para evitar tais problemas.

A água do mar na costa de Fortaleza é uma água cujo conteúdo em algas não é alto, podendo conter areias finas encontradas por toda a coluna de água, devido à agitação sofrida pelas fortes correntes

---

<sup>2</sup> World Health Organization (WHO). Safe Drinking-water from Desalination, 2011. Disponível em <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/desalination\\_guidance/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/desalination_guidance/en/)>

da costa de Fortaleza. Há também hidrocarbonetos, óleos e gorduras de navios, por isso é recomendável tomar uma água do mar em profundidade para evitar a captura de hidrocarbonetos, óleos e gorduras que flutuam e se concentram na superfície. Em qualquer caso, levando em conta as altas correntes que ocorrem, uma dose de carvão ativado em pó foi planejada, que será usada em caso de emergência se atingir concentrações de hidrocarbonetos, óleos ou gorduras.

O pré-tratamento selecionado para este projeto está diretamente relacionado com a qualidade da água disponível, que por sua vez está diretamente relacionada com o tipo e a localização da captação adotada.

O detalhamento dos processos será feito quando da elaboração dos projetos básicos e executivos.

Os principais sistemas de pré-tratamento em processos de dessalinização são: a filtração por membranas e a filtração através de leitos filtrantes.

As tecnologias de filtração por membranas na faixa de ultrafiltração e microfiltração mostram vantagens na manutenção da qualidade do efluente em comparação com os filtros convencionais de leito granular.

Os filtros mono e multicamadas são, por sua vez, uma tecnologia amplamente utilizada com sucesso em usinas de dessalinização em todo o mundo.

A seleção de um ou outro método de pré-tratamento dependerá fundamentalmente das características do próprio projeto em relação à possibilidade de obtenção de água do mar de boa qualidade e com baixa variabilidade. A decisão final foi tomada com base nos custos de operação e investimento que resultam em um preço de água dessalinizada competitiva.

Entre as condições a serem levadas em conta para a seleção de um tipo ou outro de pré-tratamento podemos destacar:

i) Distribuição do tamanho de partícula em suspensão na água do mar. Quando há uma grande variação no tamanho dos sólidos suspensos da água do mar, as membranas de micro ou ultrafiltração são mais eficientes no momento de eliminá-las devido à uniformidade do tamanho dos poros das membranas. Em um filtro de areia há uma grande variabilidade de tamanhos de passos devido às irregularidades dos leitos de filtro e eles são mais propensos a ter episódios de piora da qualidade da água filtrada quando ocorre uma mudança na composição da água marinha.

Quando se dispõe de uma água com uma composição pouco variada, um ajuste na dosagem do coagulante na entrada dos filtros será suficiente para recuperar a qualidade da água filtrada.

A localização e a profundidade da torre de coleta projetada, bem como os dados disponíveis indicam pouca variabilidade na água bruta que irá alimentar a planta de dessalinização.

ii) Material Coloidal, silte e patógenos: Estes compostos são melhor retidos pelas membranas de ultra ou microfiltração. A desinfecção prévia com hipoclorito e/ou a dosagem de coagulantes na entrada dos filtros pode ser suficiente para obter água de qualidade suficiente para a entrada no sistema de osmose reversa. Não se esperam concentrações elevadas destes compostos na área selecionada para o presente projeto.

iii) Mudanças súbitas na qualidade da água devido a acidente ou descargas, causando variações de pH; contaminações por óleos e graxas, altas temperaturas, podem danificar irreversivelmente as

membranas de ultra e microfiltração, enquanto que nestas circunstâncias os filtros de areia são muito mais robustos.

iv) A presença de partículas afiadas pode romper as fibras das membranas, portanto, é necessário um sistema de gradeamento/tela (*microscreening*) de cerca de 120 microns de passagem antes da entrada nas membranas de ultra e microfiltração.

v) A água filtrada através de filtros de multimídia requer um refinamento final com filtros de cartucho com um tamanho de etapa de 5 microns. Se as membranas de ultrafiltração são usadas, estes filtros não são necessários.

vi) Em episódios de floração de algas, os filtros de areia gravitacionais parecem ser mais recomendáveis, pois a pressão necessária para operar as membranas de ultrafiltração, quebraria as algas esvaziando seu conteúdo orgânico na água bruta acelerando o crescimento de uma biopelícula nas membranas de osmose.

vii) Quando o teor de algas é muito alto, para evitar a parada da planta, recomenda-se prever um sistema de flotação por ar dissolvido (DAF) que elimina a maior parte das algas. Este sistema geralmente é instalado em by-pass e é usado quando e somente quando ocorrem esses episódios. As informações disponíveis não indicam risco de floração de algas na área selecionada para a torre de captação.

viii) Área disponível: A adoção de tecnologia de membranas precisa de menos espaço para implantação, entre 30% a 50% menor que os filtros. Do ponto de vista dos custos de implantação também deve ser levado em consideração que os filtros não necessitam de cobertura e podem ser instalados ao ar livre, já os sistemas de ultrafiltração necessitam estar inseridos dentro de um edifício.

Com as informações disponíveis em relação a qualidade da água do mar na zona selecionada para a captação, não é de se esperar uma grande variação na composição da água, nem focos de contaminação orgânica, nem possíveis florações de algas que podem colocar em risco o funcionamento da planta.

A possível contaminação por derramamento de óleos é mitigada com a localização e a profundidade da torre de captação.

Os dados de água do mar disponíveis na área do presente projeto não mostram a necessidade de instalar grades para a remoção de sólidos/detritos. No entanto, sim, a priori, devido às correntes marítimas, a água do mar pode conter quantidades variadas de areia, por isso, está previsto uma zona de desarenação que deverá ser implantada antes da entrada na zona de bombeamento.

Por tudo que foi dito acima, o sistema de pré-tratamento proposto é a filtração através de leitos filtrantes em duas etapas.

Contudo, a definição final do pré-tratamento será feita quando da elaboração das campanhas analíticas de amostragem e nas próximas fases (projetos básico e executivo).

### **5.2.1. Torre de Captação**

Para entrada de água do mar é proposta uma torre de captação submersa a, aproximadamente, 2.500 metros da costa e cerca de 14 metros de profundidade. A água captada será conduzida através de vasos comunicantes para um tanque de água do mar localizado em terra (Câmara de Captação). Na

chegada deste tanque um sistema de chicanas será projetado para aumentar o tempo de permanência e permitir que as possíveis areias sejam capturadas, as areias capturadas serão depositadas na costa ou no local aprovado durante a realização do estudo de impacto ambiental.

A velocidade da água nas janelas da torre de captação, dentro da mesma e em um trecho de cerca de cinco metros do seu entorno, será baixa para não produzir correntes fortes que arrastem os peixes e que, caso nadem dentro da torre de captação, eles possam sair.

O diâmetro da captação foi selecionado de modo a que a velocidade não seja muito baixa porque as areias capturadas seriam depositadas, em qualquer caso será previsto no desenho da linha e torre de captação a limpeza do primeiro por meio do sistema de raspagem do tubo (Pig). Para fazer isso, a torre de captação deverá permitir a adoção desse sistema.

No sistema de bombeamento de água marinha serão previstas bombas para água de mar do tipo vertical. Este tipo de bomba foi escolhido porque o NPSH disponível no tanque de água do mar é muito baixo e a solução de bombas horizontais no comando é muito mais cara em termos de CAPEX. A experiência em instalações deste tipo de bombas, para instalações de dessalinização de água do mar, indica a adoção bombas de aço inoxidável  $PREN > 40$  incluindo uma proteção catódica para evitar a corrosão.

### 5.2.2. Pré-tratamento

O pré-tratamento químico consistirá em:

- ✓ Ácido sulfúrico para ajustar o pH e facilitar a desinfecção e permitir a redução do consumo de dispersantes.
- ✓ Hipoclorito de sódio dosado em choque para a desinfecção de elementos e equipamentos, não se recomenda a dosagem deste reagente continuamente, com a planta de dessalinização em operação, pois a experiência tem demonstrado que há maior incrustação das membranas de OI quando da dosagem de cloro em contínuo.
- ✓ Coagulante cloreto férrico, para facilitar a coagulação e subsequente retenção em filtrações de pré-tratamento de sólidos suspensos contidos na água do mar.
- ✓ Dispersante, para evitar a precipitação dos sais de sulfato de cálcio, sulfato de estrôncio, fluoreto de cálcio e outros, quando a água do mar estiver concentrada nas membranas, será aplicado um dispersante cuja ação é impedir a formação de redes cristalinas dos sais, mantendo os íons em dispersão e permitindo exceder o limite dos produtos de solubilidade dos referidos sais.
- ✓ Metabissulfito de sódio, será usado para a neutralização do cloro após a desinfecção por choque e como uma segurança para a redução de possíveis oxidantes antes que a água do mar entre no processo de OI, uma vez que as membranas de poliamida aromáticas têm baixa tolerância às substâncias oxidantes. O metabissulfito reage com o cloro e com outros oxidantes contidos na água do mar, como o oxigênio dissolvido, impedindo que eles atinjam as membranas e os danifiquem. Além disso, será fornecida uma dosagem de metabissulfito de sódio no depósito de salmoura antes da descarga para o mar.

Para o pré-tratamento físico, os seguintes sistemas foram previstos:

- ✓ Dosagem de carvão ativado para eliminar possíveis hidrocarbonetos, óleos e gorduras.
- ✓ Primeiro estágio de filtração em filtros de pressão em mídia de areia e antracito.
- ✓ Segunda etapa de filtração em filtros de pressão multimídia de areia.

- ✓ Filtros de cartucho com 5 micra nominais de potência de corte.

Este pré-tratamento foi projetado do ponto de vista da segurança, já que existem duas filtrações em série e com isso uma boa eliminação de sólidos suspensos é garantida. O tamanho do corte das filtrações foi escolhido com base na experiência em outras plantas de dessalinização com qualidades de água semelhantes.

As velocidades de filtração adotadas são conservadoras tendo em vista as referências de operação de diferentes projetos que atualmente são operados pela GS INIMA:

- ✓ Carboneras (120.000 m<sup>3</sup>/dia) 12-14 m/h;
- ✓ Cap d'Jinet (100.000 m<sup>3</sup>/dia), 8,5-9,5 m/h com filtros de primeira etapa e entre 13 e 15 m/h para os filtros de segunda etapa;
- ✓ Djerba (50.000 m<sup>3</sup>/dia): 6,5-9,5 m/h com filtros de primeira etapa e entre 9,5 e 10,5 m/h para os filtros de segunda etapa;
- ✓ Mostaganem (200.000 m<sup>3</sup>/dia), 8,5-9,5 m/h com filtros de primeira etapa e entre 13 e 15 m/h para os filtros de segunda etapa

Dois estágios de filtração foram escolhidos em frente a um único estágio, para proporcionar maior segurança ao pré-tratamento, além de ter sido selecionada contra ultrafiltração, por ser uma filtragem mais robusta, que possui dois passos para eliminar sólidos em suspensão e que permite selecionar o tamanho de corte de cada uma das etapas ajustando às características da matéria contida na água da costa de Fortaleza.

Um sistema de flotação por ar dissolvido, DAF, não foi incluído, uma vez que, como mencionado, o conteúdo de algas na água do mar não é alto e não há marés vermelhas na costa de Fortaleza.

Um estágio de filtragem foi incluído nos filtros de cartucho, após os dois estágios dos filtros fechados. Os filtros de cartucho fornecem uma barreira de segurança final para os sólidos contidos na água do mar antes de entrar nas membranas de OI.

### **5.2.3. Descrição do Sistema de Osmose Inversa**

A osmose inversa prevista será de um passo e um estágio, o sistema de recuperação de energia de salmoura será por sistemas de troca de pressão.

O número de linhas de OI selecionado é de quatro (4). Este número foi selecionado para se ter flexibilidade na produção, permitindo a produção de: 0,25 m<sup>3</sup>/s, 0,5 m<sup>3</sup>/s, 0,75 m<sup>3</sup>/s ou 1 m<sup>3</sup>/s e os bastidores são 21.150 m<sup>3</sup>/dia de produção, que correspondem a grandes racks e, portanto, as bombas e motores por linha também são grandes, o que garante maior rendimento de ambos e menor consumo de energia por m<sup>3</sup> de água dessalinizada produzida.

Os sistemas de troca de pressão (SIP) propostos apresentam consumos específicos de energia elétrica mais baixos frente às turbinas Pelton. O STP será complementado com bombas de recirculação equipadas com inversor de frequência.

Os tubos de pressão dos quadros serão conectados por um sistema multiportas que facilita a montagem e economiza o tubo de alta pressão.

O fator de conversão da osmose inversa escolhida é de 45%, uma vez que o desenho do projeto da usina de dessalinização foi avançado, este fator de conversão será otimizado para garantir o menor consumo de energia.

O sistema de pressurização será formado por uma bomba de alta pressão e, na sucção da mesma, uma bomba de reforço equipada com inversor de frequência para garantir o controle da produção nas diferentes condições de operação: ante variações na temperatura da água do mar e variações na perda de pressão nos quadros da OI devido ao grau de incrustação e idade das membranas.

A água permeada de osmose inversa tem um índice de Langelier muito negativo, e por isso muito corrosiva.

O pós-tratamento foi projetado para obter um índice de entre -0,2 (menos dois décimos) e 0,2 (dois décimos) para evitar que a água seja corrosiva ou incrustante e, assim, preservando a integridade dos tubos de entrega de água do produto, bem como das redes de distribuição da CAGECE. Além disso, o flúor e o hipoclorito de sódio serão dosados para condicionar a água à qualidade necessária para consumo humano pelas normas do Brasil.

O pós-tratamento escolhido consiste em:

- ✓ Dosagem de dióxido de carbono.
- ✓ Dosagem de hidróxido de cálcio.
- ✓ Dosagem de fluorossilicato de sódio
- ✓ Dosagem de hipoclorito de sódio.

A dosagem de hidróxido de cálcio foi selecionada contra outros tratamentos de remineralização, como torres de calcita ou dolomita, sendo para o primeiro caso um investimento bem menor.

O uso de CO<sub>2</sub>, hipoclorito e fluorossilicato (para aqueles países cuja regulamentação exige flúor na água) são aqueles selecionados na grande maioria das usinas de dessalinização de água do mar de OI para produção de água potável.

Foi incluído um tanque de água de produto, para o armazenamento da água produzida na planta dessalinização de 1.800 m<sup>3</sup>, que permite um tempo de permanência de 30 minutos.

#### **5.2.4. Descarga de Salmoura**

Foi proposto um sistema de disposição final do concentrado salino via emissário submarino, distante 1.200 metros da costa onde serão instalados difusores de salmoura em sua seção final, para garantir a rápida mistura da salmoura com o mar, para que a área de incremento na salinidade na área de descarga seja a menor possível. O número de difusores e seu ângulo e velocidade de descarga também serão otimizados para minimizar a área de impacto da descarga.

Os pontos de captação de água marinha e da descarga de salmoura foram escolhidos tendo em conta o sentido das correntes para evitar a recirculação da salmoura para a captação.

#### **5.2.5. Serviços Auxiliares**

Os sistemas auxiliares projetados para a usina de dessalinização são:

- ✓ Sistema de lavagem com filtro fechado: os filtros serão lavados com salmoura e ar. A lavagem com salmoura será feita com bombas de lavagem que irão conduzir a salmoura vinda de um tanque de salmoura. Foi demonstrado que a salmoura produz uma lavagem eficaz dos filtros e também a absorção de água do mar é reduzida, aumentando assim a recuperação (água produzida/água recolhida) da planta. O ar será obtido com sopradores.
- ✓ Sistema de limpeza química das membranas de OI. Este sistema permitirá limpar os quadros de OI antes do aumento da perda de carga ou a perda da qualidade da água permeada.

- ✓ Sistema de deslocamento. Este sistema permite, antes da parada da produção, deslocar toda a água do mar e salmoura do equipamento, tubos e válvulas do processo de osmose inversa. Água do mar e salmoura à velocidade zero podem causar corrosão nesses elementos. A salmoura também pode produzir precipitações de sal, pois com o tempo o dispersante não será mais eficaz.
- ✓ Sistema de água potável e águas residuais.
- ✓ Sistema de drenagem, ventilação e drenos.
- ✓ Sistemas de transporte e elevação.
- ✓ Sistema contra incêndios.
- ✓ Sistema de ventilação e ar condicionado.
- ✓ Material de laboratório e oficina mecânica, instrumentação e equipamentos elétricos.
- ✓ Peças de reposição.

### 5.3. Critérios de Desenho

Os critérios considerados para o projeto da planta de dessalinização estão incluídos abaixo:

- ✓ Realizar uma correta distribuição dos diferentes componentes da planta, levando em conta a sequência lógica do processo, a segurança operacional, a obtenção de uma exploração fácil e eficiente e as características topográficas e geotécnicas dos locais.
- ✓ Proporcionar às instalações flexibilidade suficiente para facilitar as manobras de operação, bem como as condições máximas de segurança e confiabilidade.
- ✓ Dar qualidade às obras civis, equipamentos e instalações que permitam uma relação qualidade-preço que se enquadre neste tipo de obras, dando especial atenção à garantia da qualidade e produção exigidas.
- ✓ Fornecer às instalações flexibilidade suficiente para facilitar as manobras de operação e manutenção, sem prejudicar a produção.
- ✓ Dimensionar o equipamento minimizando o consumo, mas com flexibilidade suficiente para observar as possíveis variações nos parâmetros definidos.
- ✓ Instrumentar e automatizar a planta para que a operação seja simples e segura.
- ✓ Integrar a Planta de Dessalinização nos terrenos selecionados para formar um todo harmonioso, tanto em equipamentos mecânicos quanto no acabamento de edificações, outras instalações e obras civis.
- ✓ Minimizar o impacto ambiental das instalações para garantir sua total integração ao meio ambiente nas melhores condições.
- ✓ Finalmente, fornecer trabalho de engenharia de qualidade adequado às condições de operação e localização.

### 5.4. Descrição da Solução Proposta

#### 5.4.1. Equipamentos Eletromecânicos

##### 5.4.1.1. Captação de Água de Mar

A captação é feita por uma torre localizada na batimetria 14,0 m, a fim de captar a água do mar com a qualidade adequada para o processo de osmose inversa, evitando os problemas de óleos e gorduras e hidrocarbonetos. A água assim captada é conduzida por meio de um tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) para uma câmara de aspiração (Câmara de Captação) localizada na área da

planta. A água do mar entra na referida câmara através de vasos comunicantes. O diâmetro do tubo é de 1600 mm (diâmetro externo).

Foi fornecida uma dosagem de ácido sulfúrico e uma dosagem de hipoclorito de sódio para a torre de coleta, para a limpeza da mesma e da linha de captação de água do mar.

Na entrada da Câmara de Captação, a água será conduzida através de um labirinto em velocidade muito baixa, para aumentar o tempo de permanência na câmara e produzir a decantação das possíveis areias finas capturadas, esta areia será devolvida à costa.

#### **5.4.1.2. Bombeamento de Água de Mar**

A unidade de bombeamento de água do mar pode abastecer a planta com até 8.641 m<sup>3</sup> / h, é composta de 5 (4 + 1) bombas centrífugas, com capacidade unitária 2.293 m<sup>3</sup>/h e TDH de 82 m.

As cinco bombas de água do mar serão instaladas em paralelo, sendo uma delas uma reserva. As bombas irão impulsionar a água do mar da Câmara de Captação para as câmaras de mistura, reunidas em uma linha de 1.200 mm de diâmetro, o que fornecerá uma velocidade da água do mar dentro do tubo menor que 2 m/s e será construída em PRFV, PN-10 e 5.000 N/m<sup>2</sup>.

As bombas de água do mar previstas serão submersíveis. O material das bombas em contato com o líquido será o superdurex com PREN<40 e serão protegidas com proteção catódica para evitar a corrosão.

O modo usual de operação do bombeamento de água bruta será com 4 grupos em operação simultânea, o programa operacional atuará de tal forma que todos os grupos trabalhem o mesmo número de horas alternando em parada da bomba de reserva.

#### **5.4.1.3. Descarga de Salmoura**

A salmoura rejeitada produzida no processo será descarregada de volta ao mar por meio de um tubo de descarga construído em um tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) com um diâmetro de 1.200 mm.

#### **5.4.1.4. Pré-tratamento Químico**

##### **Dosagem de hipoclorito de sódio ao pré-tratamento**

É planejado para realizar clorações de choque da água do mar, off-line, por meio da dosagem de hipoclorito de sódio.

Para este fim, dois tanques de hipoclorito de 12 m<sup>3</sup>, cada um com capacidade, construídos em GRP, e equipados com medição de nível, chaves de nível alto e baixo, drenagem, tubos de interconexão e outros acessórios, foram fornecidos.

A injeção de hipoclorito é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de fundição. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

A dosagem em choques de hipoclorito é planejada, então uma dose de 10 ppm de cloro ativo foi usada para o projeto.

Para o enchimento do depósito será instalada uma bomba de transferência centrífuga de 90 m<sup>3</sup>/h de fluxo.

As linhas de dosagem de hipoclorito serão de PVC-U.

O sistema de dosagem de hipoclorito de sódio estará localizado dentro de uma bacia de contenção com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

### **Dosagem de ácido sulfúrico**

Um sistema de dosagem de ácido sulfúrico foi fornecido para a limpeza de osmose da CIP, a adição de ácido sulfúrico na água do mar também está prevista para facilitar a desinfecção pelo hipoclorito e ajustar a adição de dispersante.

O equipamento de ácido sulfúrico será composto por dois tanques de armazenamento, 12 m<sup>3</sup>, fabricados em aço carbono, equipados com indicador de nível, transmissor de nível, chaves de nível, drenos, ventilação e sistema de secagem a ar com sílica gel e outros acessórios.

Para a transferência de ácido sulfúrico do meio de transporte para os tanques de armazenamento, será instalada uma bomba centrífuga de 60 m<sup>3</sup>/h de fluxo.

Para a dosagem do ácido na água do mar, três (2 + 1) bombas de dosagem serão instaladas, sendo uma delas reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de válvulas AISI 316, membranas e juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, assento de AISI 904, e carter-bancada de ferro fundido. As bombas são do tipo de deslocamento positivo, ajustáveis de 10% a 100% e equipadas com servomotores para regulação do controle.

Um chuveiro com lava-olhos será instalado como medida de segurança e proteção.

O sistema de dosagem de ácido sulfúrico estará localizado de uma bacia de contenção revestida com antiácidos, com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo, mais 10%.

Os tubos de dosagem de ácido sulfúrico serão feitos de aço carbono.

### **Dosagem de metabissulfito de sódio**

Um sistema de dosagem de Metabissulfito de sódio foi planejado para reduzir o cloro residual antes que a água do mar atinja as membranas, dada a baixa tolerância ao cloro nessas membranas. Essa substância reage com o cloro e com outros oxidantes contidos na água do mar, como o oxigênio dissolvido, impedindo que eles atinjam as membranas e as danifiquem.

Além disso, o metabissulfito de sódio será adicionado, se necessário, no tanque de salmoura.

O equipamento consiste em dois tanques de acumulação-dissolução em PRFV de 1.000 litros de capacidade cada, com eletroagitador, válvula de isolamento, segurança e retenção, tubos de interconexão, acessórios e as correspondentes 2 + 1 bombas dosadoras, sendo um deles de reservar.

O uso de dois tanques para a dissolução do reagente facilita o funcionamento da planta, pois pode-se trabalhar com um tanque enquanto se prepara a solução de metabissulfito no outro. Os depósitos serão equipados com níveis locais, transmissores de nível e alarmes de nível alto e baixo. Os eixos e pás dos eletroagitadores serão construídos em aço inoxidável AISI 316.

A adição do produto será realizada antes dos filtros do cartucho para dar o máximo tempo possível de contato ao reagente químico. Além disso, um ponto de injeção adicional será instalado após os filtros do cartucho. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas

de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. Eles serão ajustáveis de 10% a 100% de sua capacidade máxima. O regulamento é automático do painel para o qual cada bomba será fornecida com seu servomotor correspondente.

Após este equipamento e os filtros de cartucho, há um detector de ORP com gravação de alarme e painel, um medidor de pH com indicação de painel e alarmes por máximo e mínimo, com registro. Para garantir que nenhum oxidante chegue às membranas de OI.

O sistema de dosagem de metabissulfito de sódio estará localizado dentro de uma bacia de contenção com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Tubos de dosagem de metabissulfito serão feitos de PVC-U.

### **Dosagem de cloreto férrico**

Para a eliminação da matéria em suspensão e dos colóides presentes na água do mar, a dosagem de cloreto férrico será realizada, o equipamento foi projetado com uma dose de design de 5 mg/L.

Haverá dois tanques de acumulação construídos em GRP, com capacidade de 30 m<sup>3</sup> cada. Os depósitos serão equipados com indicadores locais de nível e transmissor de nível e fornecerão alarmes de nível alto e baixo.

Os depósitos de cloreto férrico estarão localizados dentro de um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo em caso de quebra.

Haverá três bombas dosadoras (2+1), uma das quais será reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, juntas de viton e carter-bancada de fundição. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima. A regulação do dosador é automática a partir do painel de controle, para o qual eles são fornecidos com os servomotores correspondentes.

Para a transferência de cloreto férrico do meio de transporte para os tanques de armazenamento, será instalada uma bomba de transferência centrífuga 60 m<sup>3</sup>/h de fluxo.

O sistema de dosagem de cloreto férrico estará localizado dentro de uma bacia de contenção com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de coagulante serão de PVC-U.

### **Dosagem de Dispersantes**

Para evitar a precipitação, quando a água do mar é concentrada nas membranas, os sais de sulfato de cálcio, sulfato de estrôncio, fluoreto de cálcio e outros sais, um dispersante será dosado em uma dose de 1 mg / L cuja ação é evitar a formação de redes cristalinas dos sais, mantendo os íons em dispersão e permitindo que o limite dos produtos de solubilidade dos referidos sais seja excedido.

O equipamento consiste em 2 tanques de acumulação-dissolução em PRFV de 1000 litros de capacidade cada um, os quais alimentarão as bombas de dosagem.

Haverá três bombas dosadoras (2+1), uma das quais será reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, juntas de viton e carter-bancada de fundição. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima. A regulação do dosador é automática a partir do painel de controle, para o qual eles são fornecidos com o servomotor correspondentes.

A adição do produto é realizada on-line e antes dos filtros do cartucho para fornecer o máximo tempo de contato possível. Um ponto de dosagem de dispersante adicional será instalado antes que a água filtrada entre nos filtros do cartucho.

O sistema de dosagem de dispersante estará localizado dentro de uma bacia de contenção com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de cloreto férrico serão de PVC-U.

#### **Dosagem de carvão ativado em pó**

A dosagem de carvão ativado em pó é prevista, sendo o pó armazenado em um silo de 1 m<sup>3</sup> de capacidade. Dois injetores irão dosar o produto para a preparação de uma solução com água de serviço que será preparada em dois tanques de GRP de 1.000 L de capacidade cada. Cada tanque será equipado com um eletroagitador, isolamento, válvulas de segurança e retenção, indicador, interruptor de nível máximo e mínimo com alarme, tubos de interligação e acessórios.

A dosagem desta solução de carvão ativado será realizada por três bombas dosadoras, uma delas reserva. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE aderidas em elastômero, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. Estes serão ajustáveis de 10% a 100% da sua capacidade máxima.

O sistema de dosagem de carvão ativado será instalado dentro de um recipiente secundário com capacidade suficiente para conter o volume total + 10%, em caso de quebra.

Os tubos do sistema de dosagem de carvão ativado serão feitos de polipropileno.

O sistema de dosagem de carvão ativado será instalado em uma bacia de contenção com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de carvão ativado serão de PVC-U.

#### **5.4.1.5. Pré-tratamento Físico**

##### **Filtros Fechados**

Para a eliminação de partículas presentes na água bruta, a água do mar será filtrada através de dois estágios de filtros de areia e antracito, como meio filtrante na proporção adequada.

A primeira etapa consiste em 14 filtros cilíndricos horizontais que serão dispostos, montados em paralelo, de forma que o fluxo seja distribuído entre todos eles no processo normal de operação. Cada filtro abriga dentro de uma placa de suporte equipada com os bicos correspondentes nos quais o leito filtrante em areia é colocado.

Os filtros serão construídos em FRP com barreira química de resina isoftálica ou em aço carbono de qualidade ST 44/2 ou similar internamente revestidos, com uma camada de neoprene ou borracha natural de 3 mm de espessura aplicada por autoclave.

Os filtros serão pintados externamente com tinta resistente aos raios UV. O arranjo dos filtros será horizontal cilíndrico com fundos bombeados.

Uma vez que o fluxo de passagem através de um filtro caia 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho para os demais filtros em serviço.

Os filtros são cilíndricos de 4 m de diâmetro e 24 m de comprimento, o que equivale a uma superfície de filtração eficaz de 88,43 m<sup>2</sup> por filtro. A velocidade máxima de filtração é de 6,5 m/h,

elevando-se para 7 m/h durante a lavagem. Os filtros serão equipados com as aberturas de visita necessárias para inspeção e manutenção, eles também transportarão drenos, respiros e a instrumentação correspondente, bem como o conjunto de válvulas automáticas necessárias para realizar as operações de lavagem e comissionamento de maneira totalmente automática. Se o operador assim o desejar, a lavagem pode ser feita de forma semiautomática, decidindo a partir do painel, cada um dos passos a serem executados. Também se pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação para alterar o sistema de lavagem.

Os difusores dos filtros são estudados de tal forma que os caminhos preferenciais são evitados e a perda de carga é mínima. Existem instalados no total de 50 difusores por metro quadrado de superfície filtrante, feitos de material plástico resistente à água do mar e não degradáveis por este.

Os filtros apresentarão 3 camadas de filtração com as seguintes características:

✓ 1ª camada: Material	Antracito
Altura da camada	0,7 m
Tamanho efetivo do material	1,9 mm
Coefficiente de uniformidade	1,4
Poder de corte do material	226 micra
✓ 2ª camada: Material	Silex
Altura da camada	0,4 m
Tamanho efetivo do material	0,6 mm
Coefficiente de uniformidade	1,45
Poder de corte do material	93 micra
✓ 3ª camada: Material	Silex
Altura da camada	0,2 m
Tamanho efetivo do material	2,0 mm
Coefficiente de uniformidade	1,7
Poder de corte do material	309 micra

O segundo estágio consiste em 8 filtros cilíndricos horizontais que serão dispostos, montados em paralelo, de forma que o fluxo seja distribuído entre eles no processo normal de operação. Cada filtro abriga dentro de uma placa de suporte equipada com os difusores correspondentes nos quais o leito filtrante de areia é colocado.

Os filtros serão construídos em FRP com barreira química de resina isoftálica ou em aço carbono de qualidade ST 44/2 ou similar internamente revestidos, com uma camada de neoprene ou borracha natural de 3 mm de espessura aplicada por autoclave.

Os filtros serão pintados externamente com tinta resistente aos raios UV. O arranjo dos filtros será horizontal cilíndrico com fundos bombeados.

Uma vez que o fluxo de passagem através de um filtro caia 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho aos demais filtros em serviço.

Os filtros são 4 m. de diâmetro e 24 m de comprimento cilíndrico, equivalente a uma superfície de filtração eficaz de 88,43 m<sup>2</sup> por filtro. A velocidade de filtração em operação normal é de 10,8 m/h, e em situação de lavagem de 12,4 m/h no máximo. Os filtros serão equipados com aberturas de visita necessárias para inspeção e manutenção, também transportarão drenos, respiros e a instrumentação correspondente, bem como o conjunto de válvulas automáticas necessárias para

realizar as operações de lavagem e comissionamento de maneira totalmente automática. Se o operador desejar, a lavagem pode ser feita de forma semiautomática, decidindo a partir do painel cada um dos passos a serem realizados. Também se pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação para alterar o sistema de lavagem.

Os difusores dos filtros são estudados de tal forma que caminhos preferenciais são evitados e a perda de carga é mínima. Há um total de 52 difusores instalados por metro quadrado de superfície filtrante, feitos de material plástico resistente à água do mar e não degradáveis por este.

Os filtros apresentarão 2 camadas filtrantes das seguintes características:

✓ 1ª camada: Material	Silex
Altura da camada	0,5 m
Tamanho efetivo do material	0,3 mm
Coeficiente de uniformidade	1,4
Poder de corte do material	46 micra
✓ 2ª camada: Material	Silex
Altura da camada	0,2 m
Tamanho efetivo do material	2,0 mm
Coeficiente de uniformidade	1,7
Poder de corte do material	309 micra

Antes e depois de cada etapa de filtração, serão instaladas amostras para a medição da SDI da água, a fim de determinar a eficiência da filtração e a qualidade da água antes de entrar nas membranas.

### **Lavagem de Filtros Fechados**

Os filtros serão lavados com água da rejeição de membranas (salmoura). Para isso, três bombas (2+1R) centrífugas estarão disponíveis, uma das quais é uma bomba de reserva. O conjunto de filtros de lavagem será colocado no dispositivo do processo.

O fluxo das bombas será de 1.914 m<sup>3</sup>/h a uma pressão de descarga de 2,3 bar. Os materiais do corpo, rotores e eixo devem ser de aço super duplex qualidade PREN > 40. O uso de rejeição de membranas para lavagem de água implica economia de energia e produtos químicos.

Além da água de lavagem usando as bombas descritas, estarão disponíveis três sopradores (2+1R) de 2.211 Nm<sup>3</sup> / h, um em operação e o outro em reserva. A inclusão do grupo soprador permite garantir uma lavagem eficaz, bem como uma economia notável na água de lavagem. O grupo de sopradores tem seu filtro de ar correspondente, silenciador de ruído, válvulas de segurança e isolamento, bem como as seções do tubo com medidores de pressão e acessórios correspondentes. Os tubos de água e ar das lavagens serão de poliéster reforçado com fibra de vidro.

O fluxo de água de lavagem será controlado apenas na descarga das bombas de água de lavagem, por uma válvula de controle localizada no coletor de água de lavagem para os filtros. Para a medição do fluxo de água de lavagem, um medidor de vazão instalado no coletor de descarga da bomba estará disponível.

O deslocamento dos filtros, após lavagem com salmoura, será realizado com água do mar acionada pelas bombas de água do mar, o fluxo de deslocamento será controlado com uma válvula de controle.

Os filtros do primeiro e segundo estágio não serão lavados ao mesmo tempo.

## **Filtros de cartucho**

O processo de filtração consistirá em 8 filtros de cartucho, embutidos em PRFV.

Os filtros de cartucho serão equipados com cartuchos de polipropileno de filtração em profundidade com um poder de corte de 10 micra absolutos, 5 nominais e com uma eficiência na remoção de partículas de 99,6% e uma razão beta de 5.000.

Antes e depois dos filtros de cartucho, serão instaladas tomadas de amostra para medir a SDI da água, a fim de determinar a eficiência da filtração e a qualidade da água antes de entrar nas membranas.

Os tubos e os coletores de entrada e saída dos filtros passam a ser de poliéster reforçado com fibra de vidro PN-10.

### **5.4.1.6. Osmose Inversa**

O projeto proposto corresponde a uma etapa de osmose formada por um estágio com uma conversão de 45% em quatro linhas de produção unitária de projeto de 21.665 m<sup>3</sup>/h.

A análise da água do mar usada para realizar as projeções de membrana difere da análise de água bruta mostrada na seção sobre dados iniciais. As diferenças entre as duas análises devem-se ao fato de que a análise da água para as membranas contempla não apenas o pré-tratamento químico, descrito em seções anteriores, mas também a mistura de água do mar nos sistemas de troca de pressão com a salmoura. O uso de sistemas de troca de pressão provoca um aumento na salinidade da água do mar na entrada dos quadros. Por estas razões, a análise usada para realizar as projeções de membrana mostra uma concentração de sais dissolvidos maior do que a da análise da água do mar bruta do projeto. A figura abaixo mostra a análise da água do mar usada nas projeções de membranas.

**ANÁLISE DA AGUA BRUTA PARA DESENHO DAS MEMBRANAS**

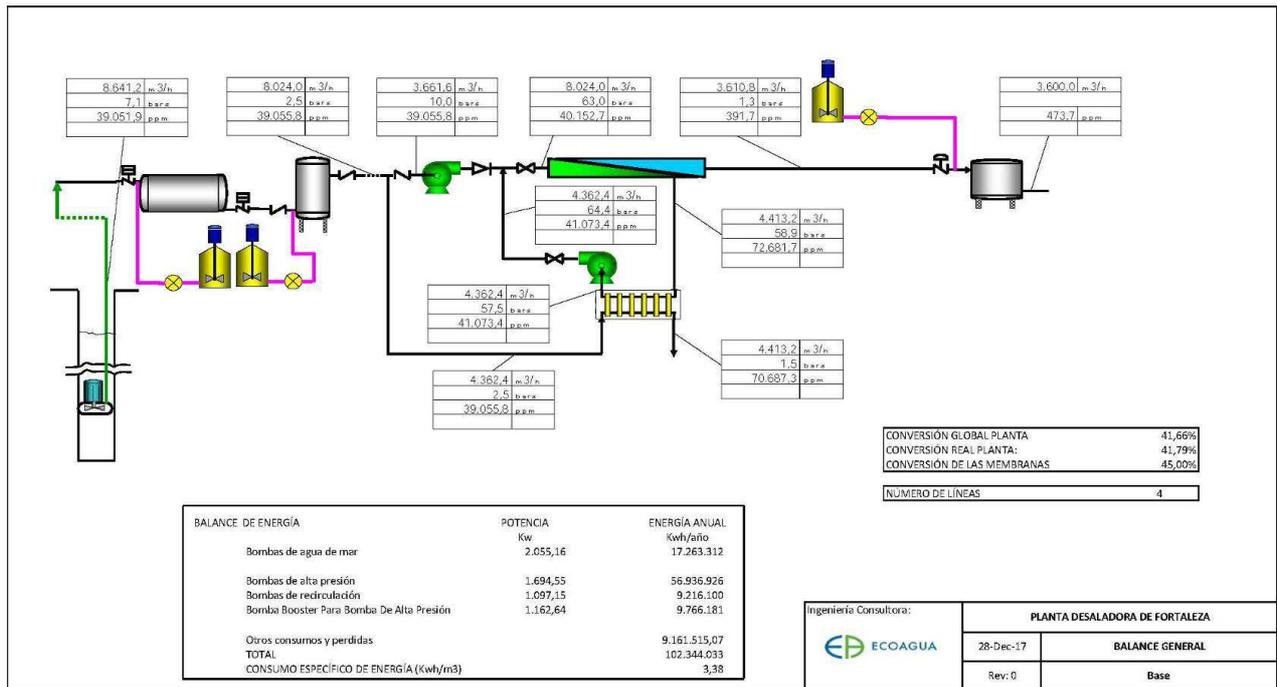
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	0,0	U.N.F.	PH	7,22	
COR	0,0	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	60.269,17	µmhos/cm.
ODOR	0,0	TON	T.D.S.	40.152,66	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	125,51	ppm CO <sub>3</sub> Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.583,44	ppm CO <sub>3</sub> Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca <sup>++</sup>	518,72	25,88	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	4.283,64	89,19
Mg <sup>++</sup>	1.284,51	105,67	Cl <sup>-</sup>	21.002,11	592,39
Na <sup>+</sup>	12.450,74	541,55	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	148,43	2,43
K <sup>+</sup>	431,80	11,04	F <sup>-</sup>	0,31	0,02
Ba <sup>++</sup>	0,02	0,00	Br <sup>-</sup>	0,00	0,00
Sr <sup>++</sup>	5,24	0,12	I <sup>-</sup>	0,00	0,00
Fe <sup>++</sup>	0,00	0,00	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,00	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,31	0,02	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11,00	0,18
Ag <sup>+</sup>	0,00	0,00	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	2,26	0,08
Mn <sup>++</sup>	0,00	0,00	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,00	0,00
Zn <sup>++</sup>	0,00	0,00	S <sup>=</sup>	0,00	0,00
Cu <sup>++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (coloidal)	0,04	0,00
Al <sup>+++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (soluble)	8,43	0,14
Fe <sup>+++</sup>	0,00	0,00	CO <sub>2</sub>	5,99	0,14
H <sup>+</sup>		0,00	OH <sup>-</sup>		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.691,34</b>	<b>684,28</b>	<b>TOTAL</b>	<b>25.456,18</b>	<b>684,28</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmio	0,00	DQO	0,10
Bário	5,14	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,21

Para determinar a produção do processo de osmose, projeções de membrana foram feitas para as duas temperaturas de projeto (22°C e 30°C), com membranas limpas e sujas para ambas as temperaturas, as projeções de membrana estão anexadas no Anexo 15.3. O desenho do projeto foi realizado considerando as piores condições das projeções de membrana, tanto na pressão quanto na qualidade da água produzida, de modo que a operação correta seja garantida em toda a faixa de temperatura e para qualquer condição da membrana.

O projeto foi realizado considerando que os fluxos de permeado não são altos e as taxas de rejeição não são baixas, o que poderia criar problemas de incrustação excessiva, especialmente na primeira e última membrana dos módulos.

O desenho dos fluxos é mostrado a seguir.



## Bombeamento de alta pressão, bombeamento de reforço de potência, bombeamento de recirculação e recuperação de energia

O grupo de bombeamento de alta pressão tem a missão fundamental de fornecer a pressão necessária para superar a pressão osmótica da água do mar e as perdas de pressão do sistema.

Um grupo de bombas motoras será instalado para cada quadro. As bombas de alta pressão serão bombas de alto desempenho construídas em aço de qualidade Super duplex PREN>40.

O bombeamento de alta pressão consiste em 4 unidades de bombas centrífugas de 915 m<sup>3</sup>/h de capacidade unitária e TDH = 542,6 mcl.

Serão igualmente instaladas 4 bombas de recalque para bombas de alta pressão com um variador de velocidade de 915 m<sup>3</sup>/h e TDH = 83,37 mcl, sendo a qualidade dos materiais utilizados na bomba de reforço igual à das bombas de alta pressão.

Para a recuperação da energia da salmoura rejeitada a partir da primeira etapa, serão utilizados sistemas de troca de pressão (SIP), pois apresentam os melhores desempenhos em termos de recuperação de energia dos diferentes sistemas existentes no mercado. Neste caso, cada linha consistirá de um sistema de troca de pressão que consistirá de 18 trocadores. Um dos trocadores é reserva, mesmo que esteja em operação normal, pois se um dos 18 trocadores parar de funcionar, o sistema poderá continuar trabalhando com 17 sem problema.

No coletor de alimentação de salmoura para o SIP, haverá um transmissor de pressão e um medidor de condutividade. Um medidor de vazão e um transmissor de pressão serão instalados no coletor de entrada de água do mar de baixa pressão para os sistemas de recuperação de energia. A água do mar, na saída do SIP, terá adquirido uma pressão de 57,5 bar, entrando na sucção das bombas de recirculação. Um medidor de vazão, um medidor de condutividade e um transmissor de pressão serão instalados na sucção das bombas de recirculação.

Na saída dos sistemas de recuperação de energia, 4 bombas de recirculação serão instaladas, equipadas com um variador de velocidade, o que aumentará a pressão de saída da água do mar dos

SIPs até a pressão de entrada da membrana necessária. Materiais utilizados na bomba de recirculação iguais aos da bomba de alta pressão. Estas bombas serão de alto desempenho e terão um fluxo unitário de 1.090,6 m<sup>3</sup>/h com um T.D.H. de 68,5 mcl.

Os tubos de sucção das bombas de alta pressão devem ser de poliéster reforçado com fibra de vidro. Os tubos de descarga da bomba, a entrada para os sistemas de recuperação de energia e as bombas de entrada e saída para recirculação devem ser de aço de qualidade Super duplex PREN > 40. Na aspiração de cada grupo motor de alta pressão da bomba, será colocado um pressostato de baixa pressão que produzirá alarme e registro no sistema de controle, parando a bomba com baixa pressão de sucção. Da mesma forma, um transmissor de fluxo de água do mar será colocado na sucção da bomba, para registro e indicação de alarme devido ao fluxo muito baixo produzido pela bomba.

Um manômetro, uma válvula de retenção, uma válvula automática e um transmissor de pressão estarão disponíveis no acionamento das bombas de alta pressão.

Na descarga da bomba de recirculação, um transmissor de pressão, uma válvula de retenção e uma válvula motorizada serão instaladas. O acionamento desta bomba será anexado ao acionamento da bomba de alta pressão antes de enviá-la para a entrada do chassi do primeiro degrau da osmose inversa.

A regulação do fluxo total de água do mar da alimentação da estrutura é realizada pela bomba de alimentação para a bomba de alta pressão e a bomba de recirculação, para a qual o motor dessas bombas terá um variador de velocidade.

O conjunto de medidores de vazão e medidores de condutividade mencionados será usado para controlar a operação e a eficiência dos sistemas de recuperação de energia.

Os rolamentos de todas as bombas terão sondas de temperatura, bem como sondas de temperatura para os enrolamentos do motor.

### **Bastidores de osmose inversa**

O processo de osmose inversa consiste em 4 quadros de membrana de um estágio cada. Cada quadro tem 12 linhas e 20 colunas, onde serão instalados 226 tubos de pressão, deixando 14 recessos livres para os tubos. Cada tubo tem capacidade para alojar 7 membranas, pelo que o número total de membranas instaladas será de 1.582. As membranas são alimentadas por tubos horizontais comuns a duas fileiras de membranas. Dois coletores verticais alimentam todos os tubos horizontais.

A planta foi projetada considerando a instalação de membranas de poliamida aromática com uma rejeição de sais de 99,75%, em enrolamento espiral, de 440 pés de área de membrana ativa, o fluxo do sistema é menor a 14 lmh.

7 membranas deste tipo estão dispostas por recipiente ou tubo de pressão. Os tubos de pressão serão de GRP, marca reconhecida e testada em plantas similares, e projetada de acordo com ASME X. As conexões de água do mar e salmoura serão multiportas.

Todos os tubos de pressão serão instalados em uma estrutura de aço carbono, pintada com epóxi, capaz de suportar 230 tubos de pressão.

O permeado obtido em cada tubo de pressão é levado a um coletor horizontal que transporta a água permeada para os coletores verticais. Os coletores verticais estarão localizados no lado oposto das conexões de fornecimento de água do mar para os tubos de pressão.

O permeado, finalmente, será enviado ao coletor geral que o levará ao reservatório de água do produto, passando previamente pelo pós-tratamento.

Na saída de permeado de cada tubo de pressão, um sistema será instalado para poder fazer uma medição de vazão produzida por cada tubo de pressão e, além disso, a salinidade de cada membrana dentro do tubo de pressão pode ser amostrada pela introdução de um tubo de pressão de amostragem. Tudo isso permitirá ter uma ideia do estado de funcionamento das membranas instaladas nos tubos de pressão e nos interconectores. Por outro lado, uma amostra do permeado será instalada para cada tubo de pressão, que será levado para um painel de amostragem geral. Este painel é instalado em um lado do quadro correspondente. No referido painel e por ligações rápidas de ficha, será possível ter uma medida da condutividade da água permeada de cada tubo de pressão, sendo este um parâmetro indicativo do estado de deterioração ou incrustação das membranas.

Os tubos de abastecimento do O.I. Eles serão de aço inoxidável Super duplex PREN>40. As saídas de salmoura das prateleiras também serão do mesmo material. Os coletores de permeado, as conexões de permeado dos tubos de pressão e a tubulação de permeado são feitos de PRFV ou PP (dependendo do diâmetro) até o coletor para o tanque de produto.

A conexão entre os tubos de pressão e seus respectivos tubos de água do mar e salmoura de alta pressão é por meio de juntas do tipo Victaulic. As conexões para o permeado serão roscadas.

#### **Equipamento de limpeza química e deslocamento de membranas**

Quando uma contaminação apreciável das membranas é atingida, ou uma limpeza química das membranas é necessária devido a algum tipo de poluição na água do mar bruta, este equipamento será usado. O equipamento consiste em um depósito de acumulação de 110 m<sup>3</sup> em que se dissolve, com água permeada do depósito de permeado, o reagente apropriado para eliminar a sujidade produzida. A agitação será realizada por meio de duas bombas agitadoras. O tanque de limpeza será equipado com uma resistência elétrica de aquecimento, um medidor de temperatura e um alarme para o nível máximo e mínimo. O depósito será construído em PRFV.

Uma vez que a solução de limpeza química tenha sido feita, ela será aspirada por duas bombas centrífugas que a enviarão para uma das estruturas de osmose para a limpeza química de suas membranas. Duas bombas centrífugas de limpeza química serão instaladas. Os materiais das bombas em contato com a água serão AISI 316. As bombas possuem válvulas de isolamento e retenção, manômetro e tubos de interligação PRFV, assim como um medidor de vazão.

A solução química passará por um filtro de cartucho antes de sua chegada ao quadro, a fim de eliminar pequenas partículas de reagente que possam permanecer não dissolvidas. Este filtro é do mesmo tipo daqueles usados no pré-tratamento da água do mar, os cartuchos do filtro serão intercambiáveis com os do pré-tratamento. O filtro é equipado com válvulas de isolamento, manômetro de entrada e saída.

A solução é introduzida no tubo de fornecimento da estrutura correspondente, por trás da válvula de isolamento da mesma, que neste momento será fechada. Passa pelos tubos de pressão limpando as membranas a baixa pressão, com a qual a maior parte da solução virá da rejeição dos tubos de

pressão junto com os precipitados dissolvidos e pequenas partículas que arrastam e que constituíram a sujeira das membranas. Esta solução de saída é trazida de volta ao tanque de limpeza.

A linha de permeado deixará uma pequena quantidade de solução química através de um tubo, voltado para o tanque de limpeza, como rejeição, formando um circuito fechado de limpeza.

Ao realizar limpezas químicas, o circuito fechado da estrutura e o equipamento de limpeza devem ser isolados, para que válvulas com chaves limitadoras e acessórios estejam disponíveis para esse fim.

A limpeza periódica das membranas é um processo necessário desde o ponto de vista de conservação dos mesmos, bem como de bom funcionamento do processo.

Os produtos químicos a serem utilizados na limpeza das membranas são vários e dependem principalmente de dois fatores, um deles é o tipo de sujeira que ocorreu, e outro é o tipo e fabricante de membranas que foi instalado. Portanto, as instruções e produtos definitivas a serem utilizados serão definidos nas fases de construção e teste, de acordo com o fabricante da membrana selecionada.

Sempre que houver uma parada prolongada em qualquer uma das linhas de osmose inversa, é necessário deslocar a água do mar e a salmoura com água permeada: das bombas de alta pressão, das bombas de recirculação, dos sistemas de troca pressão, tubulações, tubulações de pressão e membranas.

Se o enxágue não for realizado, o equipamento de bombeamento e as tubulações poderão sofrer corrosão e nas membranas poderão ocorrer precipitações que os danificariam significativamente.

A água permeada destinada a este processo é retirada do reservatório de água permeado.

Para o deslocamento, será utilizada uma bomba centrífuga com as mesmas características das bombas de limpeza química. A sucção da bomba de deslocamento e a sucção das bombas de limpeza química serão conectadas ao tanque de limpeza e ao tanque de permeado.

O tanque de água permeada será de GRP e terá uma capacidade de 200 m<sup>3</sup> para água permeada. Ele será equipado com boias de nível alto e baixo, um transmissor de nível, tubos de derivação para transbordamento, drenagem e entrada e saída de água permeada.

A injeção de água de enxágue nas linhas de tratamento é verificada na sucção das bombas de alta pressão e na sucção das bombas de recirculação, sendo fechada a válvula automática correspondente na linha principal e aberta a válvula que dá acesso à linha principal para deslocamento da linha submetida a este processo.

A mistura de água do mar e/ou salmoura com a água de lavagem sairá através do tubo de salmoura dos sistemas de troca de pressão para a drenagem geral da instalação. O processo de lavagem terminará quando a condutividade da água de saída for inferior a 2.000 ohms/cm.

#### **5.4.1.7. Pós Tratamento**

A água permeada na saída dos racks de osmose deve ser tratada através de uma série de processos em um pós-tratamento para alcançar as condições de qualidade requeridas em termos de pH, índice de Langelier, cloro e flúor.

O pós tratamento consistirá dos seguintes tratamentos: dosagem de CO<sub>2</sub>, dosagem de hidróxido de cálcio, dosagem de fluorossilicato de sódio e dosagem de hipoclorito de sódio.

## **Dosagem de CO<sub>2</sub>**

O equipamento de dosagem de CO<sub>2</sub> consiste em dois tanques de armazenamento com capacidade de 40 toneladas. O CO<sub>2</sub> é armazenado em forma líquida em tanques isolados, a -20 °C/ 20 Kg/cm<sup>2</sup>. O tanque de armazenamento será equipado com todos os controles de nível, regulagem de pressão e dispositivos de segurança.

Desde o tanque, o CO<sub>2</sub> é decantado na forma líquida, vaporizado e trazido à temperatura ambiente por um evaporador elétrico. O tanque de armazenamento de CO<sub>2</sub> e a montagem do vaporizador estarão localizados em um compartimento aberto e cercado.

O CO<sub>2</sub> vaporizado será conectado ao painel de controle correspondente para permitir a expansão, medição e regulação do dióxido de carbono com base no fluxo de dosagem de CO<sub>2</sub> e no pH da água a ser tratada. O equipamento de controle consistirá de uma linha de gás de aço estendido, válvulas, redutor de expansão, rotâmetro medidor de fluxo, válvulas de regulagem, manifold, válvulas de injeção, medidor de pH e sistema de injeção de CO<sub>2</sub>. O CO<sub>2</sub> será injetado na linha de água permeada antes da dosagem de hidróxido de cálcio.

## **Dosagem de hidróxido de cálcio**

A instalação prevista para a dosagem de hidróxido de cálcio, consiste em:

- ✓ Dois (2) silos, de volume 100 m<sup>3</sup>, com quebra-abóbadas, para o armazenamento de hidróxido de cálcio.
- ✓ Dois (2) parafusos de dosagem de hidróxido de cálcio, com inversor de frequência, de modo a regular a quantidade de cal a ser adicionada no tanque de preparação de lamas em função do fluxo de permeado obtido.
- ✓ Duas (2) cubas de Preparação de pasta de cal, de 7,10 m<sup>3</sup> de capacidade, para a preparação de hidróxido de cálcio a uma concentração de 50 g/l em contínuo, equipada com eletroagitador.
- ✓ 4 + 1 bombas de dosagem de cal de alimentação.

## **Dosagem de fluorossilicato de sódio**

Prevê-se a dosagem de fluorossilicato de sódio, para cumprir o regulamento estabelecido relativo ao teor de flúor na água potável.

Para este propósito, dois tanques de fluorossilicato de 1 m<sup>3</sup>, cada um de capacidade, construído em GRP, equipado com transmissor de nível, chaves de nível alto e baixo, drenagem, tubos de interconexão e outros acessórios, foram fornecidos.

A injeção de fluorossilicato é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, poltronas de polietileno, membranas de PTFE, gaxetas viton e carter-bancada de ferro fundido. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

As tubulações de dosagem de fluorossilicatos serão de PVC-U.

## **Dosagem de hipoclorito de sódio**

Dois tanques de 1 m<sup>3</sup> de PRFV serão instalados para a dosagem de hipoclorito no pós-tratamento, com transmissor de nível, alarmes de nível alto e baixo e outros acessórios.

A injeção de hipoclorito no produto água é realizada por três bombas dosadoras (2 + 1), uma das quais é uma reserva, do tipo de deslocamento positivo. Os materiais das bombas serão os seguintes: corpo e caixas de PVC, assentos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de viton e carter-bancada de fundição. O fluxo nominal das bombas é ajustável entre 10% e 100%, a regulagem é automática, com operação a partir do painel de controle, para o qual as bombas dosadoras serão fornecidas com os servomotores correspondentes.

Os tubos de dosagem de hipoclorito serão de PVC-U.

#### **5.4.1.8. Serviços Auxiliares**

##### **Sistema de ar de instrumentos e serviços**

Tanto as válvulas de controle de abertura proporcional quanto as de abertura total (on/off) são fornecidas com acionamento elétrico, de modo que o sistema de ar será projetado apenas para instrumentação e serviços.

Serão instalados dois compressores de ar para instrumentação e serviços, com tanque de ar comprimido e dotados de resfriamento a ar, separador de óleo, purga automática e secadores.

O tipo de compressor é de dupla ação, ou rosqueado com óleo, trabalhando a 8 Kg / cm<sup>2</sup> de pressão. Terá um tanque de acumulação.

A operação dos compressores é a seguinte:

- ✓ O compressor entra na carga automaticamente quando a pressão de ar baixa predeterminada é atingida.
- ✓ O compressor para automaticamente quando a pressão alta pré-ajustada no acumulador é atingida.

Planeja-se instalar uma rede de ar para instrumentos e serviços que atinja os pontos necessários, instalando as armadilhas e demais acessórios necessários para o correto funcionamento da instalação.

##### **Sistema de água de serviço**

Para fornecer água de serviço na usina, um grupo de pressão que consiste em um tanque de acumulação pressurizado a 10 bar de capacidade de 4 m<sup>3</sup> com as partes em contato com a água em aço AISI 316 L e duas (1+1) bombas multicélulas serão instaladas. O fluxo de água de cada bomba será de 10 m<sup>3</sup>/h, a uma pressão de 6 bar, eles serão construídos em AISI 316 L. Uma rede de água de serviço estará disponível em toda a fábrica, construída em PEAD.

##### **Equipamento de elevação e transporte**

Para as operações de manutenção das motobombas de alta pressão, as bombas booster e de recirculação da bomba BAP, uma ponte rolante será montada no prédio do processo com percurso para o comprimento total desses equipamentos.

Para as operações de manutenção das bombas de água do mar, um guindaste de ponte será instalado no edifício de admissão e com um percurso de comprimento total das bombas.

Além disso, um guincho será instalado para trocar cartuchos de filtros.

## **Escadas e plataformas**

As plataformas e escadas necessárias estarão disponíveis para ter acesso a todos os elementos de operação, medição e controle, como equipamentos, instrumentação, válvulas e outros. Em particular, qualquer local da instalação que deve ser submetido a uma visita periódica pelo pessoal de manutenção ou pelo pessoal de operação, terá um acesso fácil e seguro.

As escadas vão ter corrimãos em ambos os lados nos lugares que o exijam. As plataformas devem ter trilhos, que devem ter uma altura mínima de 1,1 metros e devem incorporar os elementos necessários para serem removíveis para manutenção nas áreas que o exijam. O cruzamento de dutos aéreos em locais de passagem, em altura livre inferior a 2,00 m, será evitado. As estruturas das escadas e corrimões podem ser feitas de FRPV, aço pintado ou AISI-316.

As plataformas e bandejas Tramex serão de poliéster, aço galvanizado ou aço inoxidável e serão divididas em seções que permitam sua desmontagem para manutenção.

Todos os suportes e fixadores necessários estarão disponíveis. Todos os elementos serão projetados para suportar o peso dos operadores, ferramentas e partes da instalação que podem ser colocados durante a montagem, manutenção e revisões periódicas.

## **Sistema contra incêndios**

O sistema de incêndio será composto por um conjunto de extintores fixos estrategicamente localizados nas instalações e complementados com extintores de incêndio portáteis em quantidade e qualidade suficientes para atacar os incêndios que possam surgir.

Além disso, a instalação terá um sistema de detecção, que consistirá basicamente de um monitoramento e controle central. A esta central estão ligados os diferentes botões manuais, campainhas de alarme e detectores. Estes últimos do tipo adequado de acordo com o local de posicionamento e a qualidade que deve ser observada (fumaça, gases, chamas ou calor), de tal forma que a máxima rapidez na detecção de um possível incêndio seja assegurada. Tudo isso de acordo com os regulamentos aplicáveis e as exigências da indústria.

## **Evacuação de salmoura**

A salmoura proveniente da rejeição de membranas, depois de ter passado pelo sistema de troca de pressão, será enviada para o tanque de salmoura e daí para o mar através do emissário submarino.

## **Laboratório e oficinas**

O laboratório e as oficinas terão os equipamentos e instrumentos necessários para a correta supervisão e controle do processo.

## **Peças de reposição**

Peças de reposição recomendadas para um ano de operação estão incluídas.

## **5.4.2. Gestão de Efluentes e Resíduos**

O pré-tratamento selecionado, com um estágio de dupla filtração, usa salmoura gerada no processo de osmose para lavar os filtros. Desta forma, o consumo de energia necessário para produzir mais água do mar filtrada que seria usada na lavagem dos filtros é reduzido. Além disso, a salmoura controla a carga bacteriana dos leitos, criando estresse salino nos microrganismos presentes.

Uma vez terminados os ciclos de lavagem com salmoura e antes de colocar o filtro de volta ao serviço, é necessário remover a salmoura de dentro dos filtros. Para isso se trabalha com o filtro em modo filtração, enchendo-o com água do mar, mas descarregando a água filtrada (mescla de salmoura e água do mar) no tanque de armazenamento de salmoura que foi utilizada no processo de lavagem do filtro.

Cada ciclo de lavagem dos filtros gera um volume de salmoura carregado com os sólidos retidos no filtro e outro volume proveniente da mistura de água do mar com salmoura (até o descarte total deste último), com um baixo teor de sólidos, já que a água do mar de descarte foi filtrada e a salmoura utilizada na lavagem também é isenta de sólidos.

As águas de lavagem não possuem produtos químicos e os sólidos removidos dos filtros são aqueles que vêm da água do mar. Eventualmente podem existir quantidades menores de cloreto férrico que é utilizado como coagulante na entrada dos filtros para melhorar a qualidade da água filtrada.

É uma prática comum misturar estas águas com a salmoura produzida e lança-las novamente ao mar através de uma tubulação de descarga de salmoura. De acordo com a legislação existente, ou com as recomendações do EIA, pode-se incorporar ao processo um sistema separador de sólidos de águas de lavagem para poder reduzir a concentração destes na descarga.

As soluções de produtos químicos que são utilizadas para a lavagem das membranas da osmose reversa, são formulações ácidas ou alcalinas com detergentes ou dispersantes feitos para eliminar os depósitos de sólidos sobre as membranas.

As soluções utilizadas nesse caso serão neutralizadas previamente no próprio depósito de limpeza química, CIP, antes de serem conduzidas ao tanque de descarga de salmoura. Uma bomba de recirculação retira a água desse tanque e a retorna para o mesmo depósito. Um medidor de pH e um medidor Redox são colocados no tubo de sucção para controlar a dosagem de produtos químicos no tubo de descarga da bomba de recirculação até que o pH e o potencial Redox sejam iguais aos da água do mar.

Após vários minutos com o pH estável e o potencial Redox dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos ambientais, um conjunto de válvulas permite o esvaziamento do tanque para a lagoa de salmoura e sua descarga ao mar.

Como medida de segurança adicional, será instalado um medidor de pH e de potencial Redox na lagoa de salmoura para monitorar os parâmetros do efluente que é lançado ao mar.

Como os sistemas de tratamento de efluentes serão previstos:

- ✓ Neutralização dos reagentes do tanque de limpeza química no mesmo tanque
- ✓ A mistura da água proveniente da lavagem dos filtros fechados com a salmoura, antes de sua descarga para o mar pelo emissário submarino, para reduzir a concentração de sólidos em suspensão e cumprir a legislação vigente. Os valores normais dos sólidos em suspensão que podem ser encontrados na água do mar quando se adota uma captação como a proposta para o presente estudo varia de 10 a 15 ppm. Estudos indicam que com uma entrada maior de sólidos na captação, 20 ppm, a concentração de sólidos na descarga de salmoura seria de 35,5 ppm. Estes sólidos, como os sais dissolvidos, seriam rapidamente dispersos no mar sem grandes impactos ao meio ambiente marinho. A definição final do tipo de processo dependerá das recomendações que o órgão ambiental (SEMACE) quando do licenciamento

ambiental. Dependendo da análise e das exigências do órgão ambiental poderá ser considerado a necessidade de um tratamento adicional para as águas de lavagem.

- ✓ Importante destacar que em nenhuma das plantas de dessalinização operadas pela GS INIMA, foi solicitada pelas autoridades ambientais, a instalação de equipamentos para Tratamento da Salmoura utilizada na lavagem dos filtros de areia.
- ✓ Drenos da planta serão conduzidos para o tanque de salmoura para a seção de descarga, onde uma dose de metabissulfito de sódio é planejada para a neutralização do possível cloro contido nos drenos.
- ✓ Resíduos industriais: óleos, sólidos, reagentes químicos, etc. serão adequadamente classificados e levados a empresas autorizadas para coleta, tratamento e destinação final.
- ✓ Tratamento de águas residuais: considerando um consumo de água de 150 l / pessoa/dia, um máximo de 40 pessoas e que 80% do total de água consumida corresponderá a águas residuais tratáveis, durante a fase de operação do Projeto 4 será gerado 8 m<sup>3</sup>/dia de águas residuais tratáveis. Todas as redes de esgotos sanitários serão encaminhadas por gravidade para a rede pública coletora de esgoto existente nas proximidades da área da usina, assumindo que existe cota até esta rede. Caso se verifique que não existe, será necessário instalar um poço de bombeamento com bombas submersíveis à entrada do lote, para encaminhar os esgotos até à rede pública, conforme prescrições da NBR 8160/99.

## 6. Construção Civil

### 6.1. Introdução

O presente documento apresenta os pressupostos de cálculos e as premissas consideradas para o presente projeto referencial.

Este projeto inclui as seguintes especialidades:

- ✓ Infraestruturas gerais da instalação:
  - Terraplenagens;
  - Drenagens;
  - Pavimentações;
  - Integração Paisagística;
  - Rede de iluminação Exterior.
- ✓ Arquitetura dos Edifícios (descrita no capítulo 8);
- ✓ Estrutura dos Edifícios e Órgãos do Processo;
- ✓ Redes Hidráulicas Prediais:
  - Rede de Abastecimento de Água Potável;
  - Rede de Recolha de Esgotos Domésticos;
  - Rede de Drenagem das Águas Pluviais.
- ✓ Redes Elétricas Gerais:
  - Iluminação Normal;
  - Iluminação de Segurança;
  - Tomadas de Usos Gerais;
  - Rede de Terras;
  - Quadros Elétricos;
  - Instalações de segurança;
  - Telecomunicações;
  - Detecção de Incêndios e Rede de Extintores.

A instalação é composta pelas seguintes estruturas principais:

- ✓ Torre de Captação – estrutura em alto mar onde é feita a captação da água do mar que depois é encaminhada por um tubo submerso até à Câmara de Captação;
- ✓ Câmara de Captação – com cerca de 24m de profundidade enterrada esta câmara serve para instalar as bombas que irão elevar a água captada no mar. Ao lado desta Câmara ocorre uma primeira fase de desinfecção da água;
- ✓ Filtração – 1ª e 2ª Etapas – composta por tanques cilíndricos pressurizados é nesta zona onde as partículas mais finas são filtradas com areia;
- ✓ Edifício do Processo – este edifício abriga a maior parte dos equipamentos do processo, nomeadamente as bombas e os filtros de osmose, bem como a parte da remineralização;
- ✓ Edifício Administrativo – lateral ao Edifício do Processo, este edifício serve de apoio e controle ao processo contendo o Posto de Transformação, Sala de Quadros, Salas de Reuniões, Instalações Sanitárias, Oficina, Laboratório, Museu da Água, etc.;
- ✓ Subestação Elétrica – serve para transformar a energia da rede 63 kV para a tensão que irá alimentar os Postos de Transformação;
- ✓ Reservatório de Água e Estação Elevatória – com capacidade de 1.800 m<sup>3</sup> este reservatório

serve para armazenar a água produzida em cerca de meia hora. A Estação Elevatória conjunta servirá para abrigar as bombas que enviam a água para os pontos de entrega.

Este Projeto teve por base o Projeto de Estudo Prévio do Processo Hidráulico e da Arquitetura.

Apresenta-se em seguida toda uma descrição mais ou menos exaustiva das condicionantes, opções assumidas, soluções adotadas e metodologia seguida na elaboração deste Projeto.

## **6.2. Condicionamentos**

Existem no local de implantação da nova planta algumas estruturas que deverão ser consideradas no projeto, nomeadamente algumas casas e uma oficina.

A oficina e a residência vizinha deverão ser demolidas e realojadas.

Será necessário o uso de parte da Rua Gerônimo Brígido Neto.

## **6.3. Trabalhos Preparatórios**

### **6.3.1. Demolições**

Existem atualmente em uma das quadras da área prevista para implantação da planta de dessalinização, uma oficina e algumas residências, as quais necessitarão de demolição.

## **6.4. Infraestruturas da Plataforma**

### **6.4.1. Terraplenagens**

Para a implantação da plataforma de terraplenagens da Planta foi tomada a cota de referência + 13,49m.

Previamente à execução dos movimentos de terras será efetuada a decapagem da terra vegetal, com 0,20m de espessura média.

Os aterros serão constituídos com materiais provenientes de manchas de empréstimo dado toda a plataforma se encontrar em aterro. Preconizam-se para os aterros, taludes com 1/2 (V/H).

### **6.4.2. Drenagem**

A rede de drenagem de águas pluviais destina-se a drenar as águas provenientes da plataforma da Planta, das vias internas e do terreno envolvente.

Nas peças desenhadas é apresentado o traçado do sistema de drenagem proposto.

Após análise dos dados recolhidos e do traçado proposto, foi efetuado um pré-dimensionamento atendendo à dimensão e forma das bacias hidrográficas contribuintes, às intensidades de precipitação, respetivos tempos de concentração e período de retorno.

O período de retorno adotado foi de 5 anos para uma chuva de 5 minutos, tendo-se obtido uma intensidade de precipitação 0.0367 l/s de tendo em conta os dados pluviométricos de Fortaleza.

Desta forma foram considerados os seguintes itens de drenagem para o escoamento das vazões geradas:

- ✓ Tubos em concreto armado;
- ✓ Poços de visita;

- ✓ Bocas de descarga;
- ✓ Entradas para descidas d'água;
- ✓ Descidas d'água;
- ✓ Dissipadores de energia;
- ✓ Canaletas com grelha;
- ✓ Canaletas em meia-cana;
- ✓ Valetas trapezoidais para proteção de taludes;
- ✓ Sarjetas e sarjetões nas vias internas;
- ✓ Drenos sub-horizontais;
- ✓ Bocas de lobo;
- ✓ Bocas de leão.

### **6.4.3. Pavimentação**

Os arruamentos interiores terão uma largura total de 7.00 metros com um pendente única de 2.00%, sendo ladeados por sarjetas e/ou sarjetões.

O pavimento das vias internas e da via de acesso terá um acabamento em concreto betuminoso usinado a quente.

Na zona da Câmara de Captação e dos Filtros será previsto um revestimento em gravilha.

### **6.4.4. Integração Paisagística**

Será previsto o plantio de grama em placas e a plantação de árvores na zona da entrada e uma hidrossemeadura em todas as demais áreas não pavimentadas.

### **6.4.5. Vedação**

A plataforma da planta será vedada com uma vedação rígida tipo Bekaert assente sobre uma base em concreto armado com 0.50m de altura.

### **6.4.6. Rede de Iluminação Exterior**

A localização, número de pontos de luz e tipo de luminárias obedecerá ao critério do Arquiteto responsável, respeitando sempre a NBR 15129 de 07/2012. Contudo, nesta fase identificou-se a rede de iluminação exterior, ver peças desenhadas do projeto. Distribuiu-se um conjunto de luminárias de modo a iluminar os espaços necessários, malha de arruamentos, na subestação e na zona dos filtros. Esta teve como base a NBR 15129 de 07/2012. A distribuição assumida nesta fase do projeto pode sofrer alterações conforme novos elementos recepcionados.

O Quadro Elétrico de Entrada (Edifício de Administração) alimentará o Quadro Elétrico Geral do Edifício de Depósito de Produto Final e Estação Elevatória, que terá uma potência elétrica instalada de aproximadamente 1.020kVA. Prevê-se a instalação de uma infraestrutura responsável que irá permitir a interligação dos quadros elétricos dos edifícios. Além disso, a iluminação exterior do complexo de Dessalinização será alimentada do Quadro Elétrico de Entrada a instalar no Edifício de Administração.

No complexo serão instaladas caixas de visita no pavimento, de forma a facilitar a passagem e a instalação de cabos que irão alimentar as infraestruturas elétricas.

## **6.5. Estruturas**

### 6.5.1. Introdução

As estruturas consideradas neste projeto referencial são:

- Câmara de Captação e respectivo Edifício;
- Fundações para os Reservatórios da Filtração – 1ª e 2ª Etapas;
- Edifício do Processo;
- Edifício Administrativo;
- Estruturas da Subestação Elétrica;
- Reservatório de Água e Estação Elevatória.

Este Projeto de Estruturas teve por base a solução arquitetônica apresentada no capítulo correspondente. Apresenta-se de seguida toda uma descrição mais ou menos exaustiva das condicionantes, opções assumidas, soluções adotadas e metodologia seguida na elaboração deste Projeto de Estruturas.

### 6.5.2. Solução Estrutural

Pretendeu-se, na concepção estrutural, obter uma estrutura resistente e o mais econômica possível que, indo inteiramente ao encontro dos requisitos propostos na Arquitetura, permita uma construção utilizando processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se a um reduzido prazo de construção, e cumprindo, obrigatoriamente, a sua função estrutural com total segurança.

A fundação das estruturas e a consequente transmissão das cargas ao terreno é garantida através de fundações indiretas, do tipo estacas moldadas no local com diâmetros de 100 cm ou 120 cm.

#### 6.5.2.1. Câmara de Captação

Para a câmara de captação concebeu-se uma estrutura integralmente em concreto armado com paredes com espessuras entre os 40 cm e os 60 cm. A laje de fundo é constituída por uma laje de espessura de 80 cm.

Para proteção dos equipamentos e tanques exteriores concebeu-se uma cobertura metálica apoiada em pórticos metálicos constituídos por elementos verticais do tipo HEA200 e vigas do tipo IPE300.

#### 6.5.2.2. Edifício do Processo

Para a laje do piso térreo do edifício do processo, concebeu-se uma solução que consiste numa laje de pavimento em concreto armado com uma espessura de 30cm. Esta laje descarrega num conjunto de vigas, que por sua vez, conduzem as cargas aos blocos de fundação que encabeçam as estacas.

Para as fachadas e cobertura do edifício concebeu-se uma estrutura metálica, constituída por diversos perfis de aço médio ASTM A572 GR50, através de pórticos principais afastados de 7.5 m. Os pilares dos pórticos são constituídos por perfis do tipo HEA300 e asnas do tipo IPE400, travadas por perfis IPE200 ou IPE240.

#### 6.5.2.3. Edifício Administrativo e Depósito de Salmoura

Para o edifício administrativo concebeu-se uma solução de pórticos de vigas e pilares de concreto armado, onde apoiam as lajes de piso também em concreto armado, com espessuras de 20 cm ou 18 cm.

O depósito de salmoura define uma geometria retangular em planta de 13.20 m por 5.60 m, com uma altura de líquido interior de 6.0 m. Prevê-se uma solução de paredes integralmente em concreto armado com espessuras variáveis entre os 50 cm e 30 cm. Para a laje de fundo concebeu-se uma laje maciça em concreto armado, com uma espessura geral de 35 cm e espessamento de 50 cm sob a base das paredes periféricas.

Para a laje de cobertura do depósito de salmoura prevê-se a execução duma laje de concreto armado com 20cm, que coincide com a laje do piso 1 do edifício administrativo.

#### **6.5.2.4. Estação Elevatória e Reservatório de Água Produto**

O reservatório de água produto define uma geometria retangular em planta de 26.00 m por 6.00 m, com uma altura de líquido interior de 5.0 m. Prevê-se uma solução de paredes integralmente em concreto armado com espessuras variáveis entre os 40 cm e 30 cm. Para a laje de fundo concebeu-se uma laje maciça em concreto armado, com uma espessura geral de 30 cm e espessamento de 50 cm sob a base das paredes periféricas.

A estrutura da estação elevatória é constituída por uma laje de piso térreo em concreto armado, com uma espessura de 25 cm, apoiando diretamente num conjunto de caleiras em concreto armado que, por sua vez, estão apoiadas em vigas baldrame com uma seção de 30 cm de base e 80 cm de altura, e que transmitem as cargas aos blocos de fundação que encabeçam as estacas.

A laje da cobertura da estação elevatória é constituída por uma laje maciça em concreto armado com uma espessura de 20 cm, que apoia num conjunto de pórticos de vigas e pilares em concreto armado.

Para a laje de cobertura do reservatório de água produto prevê-se a execução duma laje de concreto armado com 25cm, que apoia nas paredes do reservatório e em vigas com uma altura de 80 cm.

#### **6.5.2.5. Estrutura de Apoio dos Filtros**

Os filtros de primeira e segunda etapa são constituídos por 22 reservatórios cilíndricos com 24.00m de comprimento e 4.00m de diâmetro, pesando cada um aproximadamente 450 toneladas.

Estes reservatórios estão elevados do solo, sendo suportados por bases em concreto armado, fixadas em estacas. Um maciço de encabeçamento faz a ligação entre a estaca e a base. Serão previstas ainda vigas longitudinais para travar os maciços para resistir às excentricidades devidas ao carregamento e ao posicionamento das estacas. Estas vigas servirão também para uniformizar os assentamentos entre fundações do mesmo reservatório.

#### **6.5.2.6. Subestação Elétrica**

Para abastecer energeticamente a central será construída, dentro da plataforma, uma subestação elétrica 69/13.8 kV com, aproximadamente, 15.50m x 11.70m.

Em termos de construção civil, os trabalhos previstos para esta subestação serão:

Fundações e Estruturas de Suporte dos Equipamentos;

Fundações para os Transformadores de Potência;

Fundações para o contentor de quadros;

Revestimento em gravilha da plataforma;

Vedação Periférica.

Serão ainda previstos nesta empreitada as infraestruturas necessárias para o encaminhamento dos tubos enterrados de alimentação elétrica entre a subestação e os postos de transformação no interior dos edifícios.

### 6.5.3. Geotecnia, Fundações e Escavações

Encontra-se nos anexos um relatório de geotecnia específico para a área. Com base nestes elementos consideraram-se dois tipos de fundações para as estruturas da Planta:

- ✓ Fundações Indiretas por Estacas – para as estruturas principais como os edifícios, a Câmara de Captação, o reservatório e os Tanques de Filtração consideraram-se fundações com estacas de diâmetros 1000 mm ou 1200 mm e comprimento aproximado de 30 m;
- ✓ Fundações Diretas – para as estruturas secundárias e estruturas menos suscetíveis a recalques diferenciais como as fundações das estruturas da subestação e as fundações dos equipamentos mais leves consideraram-se fundações diretas no solo com tensões de contato não superiores a 150 kPa;
- ✓ Escavação em solo – considerou-se escavação mecanizada convencional.
- ✓ Escavação em rocha – considerou-se corte a fogo com uso obrigatório de pré-fissuramento, processo também conhecido como desmonte escultural.

Para a situação específica da câmara de captação prevê-se a execução duma cortina de colunas de jet-grouting (comprimento aproximado de 32 metros cada uma), sendo que a cortina servirá como contenção provisória do ponto de vista estrutural e como importante redutor da permeabilidade das paredes. Esta cortina será travada durante a escavação por escoras metálicas que garantirão a segurança em fase de escavação e da construção das paredes definitivas em concreto armado. Prevê-se ainda a execução dum tampão de fundo também com colunas de jet-grouting secantes e com uma espessura de 4,0 m. O diâmetro e afastamento das colunas deverão ser definidos pelo empreiteiro, de modo a garantir o fecho do tampão de fundo, e consequentemente, garantir a estanqueidade do fundo de escavação.

### 6.5.4. Materiais

#### 6.5.4.1. Concreto

O concreto estrutural a utilizar nos elementos deverá ser do tipo C40 ( $f_{ck} = 40$  MPa) de acordo com a NBR 6118:2014, considerando uma classe de agressividade ambiental IV – Muito Forte - Ambiente Marinho de acordo com a NBR 6118:2014 – Tabela 6.1.

A relação água/cimento máxima adotada é de 0,40. O consumo de cimento deverá ser de no mínimo 390 kg/m<sup>3</sup>.

Deverá ser usado cimento CP III-40 (com teor de 70% de escória de alto forno). Não deverá ser usado cimento resistente a sulfatos ou outro que comprometa a resistência da pasta às agressões provenientes dos cloretos.

Na câmara de captação deverá ser usada sílica ativa na proporção de 10% sobre a massa de cimento.

O concreto magro a utilizar deverá ter uma resistência  $f_{ck} = 10$  MPa.

Os cobrimentos a considerar no concreto estrutural serão de no mínimo 50 mm em lajes, vigas e pilares.

As estruturas em contato com água do mar terão cobertura mínimo de 70 mm.

#### 6.5.4.2. Acabamento e Proteção do Concreto

Apesar de este documento indicar materiais de impermeabilização e proteção para as estruturas, é imprescindível que haja projeto executivo de impermeabilização.

Para todos os elementos em concreto aparente deverão ser utilizadas formas metálicas e os produtos desmoldantes apropriados.

Elementos em contato com o solo:

- ✓ Pintura com duas demãos cruzadas de emulsão asfáltica conforme NBR 9685 com no mínimo 3,0 (três) mm de espessura de película seca

Elementos em contato com água:

- ✓ Pintura com duas demãos cruzadas de revestimento epóxi (Icosit K 101 TW da Sika ou equivalente) sobre primer de base epóxi (SikaGard 720 EpoCem da Sika ou equivalente)
- ✓ Aditivo redutor de permeabilidade (para condições hidrostáticas), PRAH conforme ACI 212.3
- ✓ Todas as juntas de concretagem deverão receber perfis hidroexpansivos colados ao longo de todo o comprimento

Elementos exteriores de concreto aparente:

- ✓ Pintura com três demãos de selador de base acrílica conforme NBR 15.885 (Igolflex Fachada da Sika ou equivalente)

Pavimentos interiores:

- ✓ Acabamento com desempenadeira mecânica com endurecedor de superfície aplicado com jateamento (SikaFloor 3 QuartzTop da Sika ou equivalente) com pintura epóxi (Sikafloor 390 da Sika ou equivalente).

#### 6.5.4.3. Aço

O aço da armadura passiva será do tipo CA-50 ( $f_{syd} = 435$  MPa e  $f_{syk} = 500$  MPa) e CA-60 ( $f_{syd} = 521$  MPa e  $f_{syk} = 600$  MPa) de acordo com a ABNT 7480:2007.

Para o aço da estrutura metálica adotam-se os seguintes tipos:

- ✓ ASTM A 572 Grau 50 em perfis e chapas ( $f_y = 345$  MPa e  $f_u = 450$  MPa)
- ✓ ASTM A500 Grau A em perfis tubulares ( $f_y = 274$  MPa e  $f_u = 320$  MPa)
- ✓ S350GD + Z275 (EN 10346) em terças ( $f_y = 350$  MPa e  $f_u = 420$  MPa)
- ✓ ASTM A325 Tipo 1 ( $f_y = 635$  MPa e  $f_u = 825$  MPa) em parafusos
- ✓ ASTM A193 Grau B7 ( $f_y = 725$  MPa e  $f_u = 860$  MPa) em chumbadores

#### 6.5.4.4. Proteção do Aço

Tanto para os perfis metálicos, quanto para o aço da armadura passiva da câmara de captação, está prevista a utilização de revestimento com epóxi como especificado a seguir.

Preparação das superfícies

- ✓ Decapagem com jato abrasivo ao Grau Sa 2 ½ de acordo com a Norma ISO 8501-1;

Pintura

- ✓ Aplicação de uma demão de 100 µm de primário epoxídico rico em zinco e esferas de vidro (Hempadur AvantGard 750 ou equivalente);
- ✓ Aplicação de uma demão de 200 µm de intermédio epoxídico (MIO Hempadur 47300 ou equivalente);
- ✓ Aplicação de uma demão de 100 µm de acabamento em poliuretano (Hempathane 55930 ou equivalente) na cor final de projeto;

### 6.5.5. Ações de Base de Cálculo

No estudo das estruturas foram consideradas as cargas permanentes correspondentes aos pesos específicos dos materiais de construção utilizados, bem como as sobrecargas em função do uso.

#### 6.5.5.1. Cargas Permanentes

✓ Peso próprio do aço estrutural	7,85	tf/m <sup>3</sup>
✓ Peso próprio do concreto	2,50	tf/m <sup>3</sup>
✓ Peso próprio do vidro	2,50	tf/m <sup>3</sup>
✓ Revestimento do piso	0,10	tf/m <sup>2</sup>
✓ Revestimento (cobertura)	0,25	tf/m <sup>2</sup>
✓ Revestimento (sanitários e escritórios)	0,25	tf/m <sup>2</sup>

#### 6.5.5.2. Sobrecargas Móveis

✓ SC Lajes (Escadas)	0,30	tf/m <sup>2</sup>
✓ SC Lajes (Escritórios e banheiros)	0,20	tf/m <sup>2</sup>
✓ SC Terraços acessíveis	0,10	tf/m <sup>2</sup>
✓ SC Coberturas não acessíveis	0,05	tf/m <sup>2</sup>
✓ SC Lajes	0,50	tf/m <sup>2</sup>

#### 6.5.5.3. Retração

A ação da retração foi simplificada assimilada a uma variação uniforme de temperatura de – 20°C.

#### 6.5.5.4. Variação de Temperatura

Para a consideração desta ação indireta nos elementos de concreto tomou-se um valor uniforme de +/-15 °C, conforme indicação da NBR 6118. E visto tratar-se de uma ação lenta, considerou-se valor do módulo de elasticidade secante do concreto reduzido à metade.

#### 6.5.5.5. Vento

A ação do vento foi determinada de acordo com a NBR 6123:1988, considerando uma velocidade básica  $V_0=30$  m/s, um fator estatístico de  $S_3=1,00$ , um fator topográfico de  $S_1=1.0$  e uma rugosidade do terreno da categoria II para uma edificação da classe C.

#### 6.5.5.6. Carga Móvel das Pontes Rolantes

Foi considerada a carga das pontes rolantes com as seguintes capacidades:

- ✓ Câmara de Captação – 5 toneladas;
- ✓ Edifício do Processo – 15 toneladas;
- ✓ Estação Elevatória – 5 toneladas;

### 6.5.6. Combinações de Ações

As combinações de ações consideradas são as descritas nas normas NBR 8800 e NBR 6118 junto com a NBR 8681, tendo-se utilizado as combinações em que as ações variáveis de base são as sobrecargas, a temperatura uniforme, a retração e o vento, com os seguintes coeficientes parciais de segurança.

	$\gamma_f$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Peso Próprio	1.40/ 1.00*	---	---	---
Permanentes	1.40/ 1.00*	---	---	---
Retração	1.40/ 0.00*	---	---	---
SC Pisos e Escadas	1.40/ 0.00*	0.6	0.4	0.3
SC Cobertura	1.40/ 0.00*	0.0	0.0	0.0
Temperatura	1.20 /0.00*	0.6	0.5	0.3
Vento	1.40 /0.00*	0.6	0.3	0.0

\*Caso a ação seja favorável

#### Combinações Últimas das Ações

- ✓ Comb. 1 =  $\gamma_{gi}$ . Ações permanentes +  $\gamma_q$ . [Ação variável principal +  $\psi_0$ . Demais ações variáveis]

#### Combinações de Serviço das Ações

##### Quase Permanentes

- ✓ Comb. 2 = Ações permanentes +  $\psi_2$  . Ações variáveis

##### Frequente

- ✓ Comb. 3 = Ações permanentes +  $\psi_1$  . Ação variável principal +  $\psi_2$  . Demais ações variáveis

Rara

- ✓ Comb. 4 = Ações permanentes + Ação variável principal +  $\psi_1$  . Demais ações variáveis

#### 6.5.7. Metodologia de Cálculo

Para a elaboração dos modelos de cálculo que permitiram modelar o comportamento estrutural deste edifício recorreu-se ao programa de cálculo automático de elementos finitos SAP2000.

O programa utiliza o método dos elementos finitos para a discretização da estrutura, sendo o cálculo estático realizado pela resolução do seguinte sistema de equações lineares:

$$Ku = R$$

Sendo:

- ✓ K - matriz de rigidez
- ✓ u - vetor dos deslocamentos
- ✓ R - vetor das cargas

A análise dinâmica é feita através da resolução do seguinte sistema de equações de equilíbrio dinâmico, que relaciona o movimento do solo com a resposta da estrutura:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = M\ddot{u}_g$$

Sendo:

- ✓ M - matriz de massas
- ✓ C - matriz de amortecimento
- ✓ K - matriz de rigidez
- ✓  $\ddot{u}_g$  - aceleração do solo
- ✓  $\dot{u}, \ddot{u}, \ddot{u}u$  - aceleração, velocidade e deslocamento da estrutura

O referido programa resolve o sistema de equações utilizando o método da sobreposição dos modos para um espectro de resposta aproximado.

A curva de aceleração do solo é introduzida sob a forma de uma tabela que relaciona a aceleração espectral com o período.

A excitação do solo pode ocorrer em três direções: duas no plano horizontal e perpendiculares entre si, e a terceira na vertical desse plano.

A determinação dos esforços e dos deslocamentos máximos é feita calculando as respostas modais associadas às direções principais de excitação e a resposta total, correspondente à soma das respostas associadas às três direções, por combinação quadrática.

#### **6.5.8. Verificação da Segurança e Dimensionamento**

A verificação da segurança da estrutura, relativamente aos Estados Limite Últimos e Estados Limite de Utilização, foi realizada com base nos esforços determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor que se especifica no capítulo seguinte.

#### **6.5.9. Regulamentos e normas**

Para a elaboração do presente Projeto, foram utilizados os seguintes Regulamentos e Normas:

- ✓ [1] NBR 6118-2014: Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimento.
- ✓ [2] NBR 12655-2015: Concreto de cimento Portland – Preparação, controle e recebimento - Procedimento.
- ✓ [3] ABNT NBR 8681-2003: Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento
- ✓ [4] ABNT NBR 8800-2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.
- ✓ [5] ABNT NBR 6120-1980: Cargas para o cálculo de estruturas
- ✓ [6] ABNT NBR 6122-2010: Projeto e execução de fundações
- ✓ [7] ABNT NBR 6123-1988: Forças devidas ao vento em edificações

### **6.6. Redes Hidráulicas**

#### **6.6.1. Rede de Abastecimento de Água Potável**

A rede de água fria potável tem origem na Rede de Infraestruturas Pública. Assume-se que a rede pública tem as condições de fluxo e diâmetro necessárias para alimentar estas instalações.

Previu-se apenas uma central pressurizadora para garantir a pressão necessária para alimentar todos os dispositivos de consumo de água.

A jusante da válvula de ramal da Rede Pública, junto à fachada do edifício, será instalada um hidrômetro totalizador.

Até diâmetros de 2", inclusive, serão instalados registros de esfera, para diâmetros superiores serão instalados registros de borboleta.

Não será permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede predial de esgotos sanitários.

O fornecimento de água às peças sanitárias será efetuado sem pôr em risco a sua potabilidade, impedindo a sua contaminação, quer por contato, quer por aspiração de água residual em caso de depressão.

Constituíram elementos de base relativos à distribuição predial de água os tipos de peças de utilização previstos, as suas vazões mínimos de utilização e respectivas pressões (de acordo com as normas NBR da ABNT).

No dimensionamento da rede de abastecimento de água utilizou-se o método das unidades de carga, ou pesos relativos.

Os pesos relativos são estabelecidos empiricamente em função da vazão de projeto. A quantidade de cada tipo de peça de utilização alimentada pela tubulação, que está sendo dimensionada, é multiplicada pelos correspondentes pesos relativos e a soma dos valores obtidos nas multiplicações de todos os tipos de peças de utilização constitui a somatória total dos pesos ( $\Sigma P$ ).

Usando a equação apresentada a seguir, esse somatório é convertido na demanda simultânea total do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação. Esse método é válido para instalações destinadas ao uso normal da água e dotadas de aparelhos sanitários e peças de utilização usuais.

$$Q = 0,30 \times (\Sigma P)^{1/2}$$

Onde:

- ✓ **Q** é a vazão estimada na secção considerada, em litros por segundo;
- ✓  **$\Sigma P$**  é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Os diâmetros são determinados em função da vazão de cálculo, da velocidade de escoamento, e da perda de carga nas tubulações. Os diâmetros a utilizar são os indicados nas peças desenhadas.

As velocidades de escoamento nas tubulações foram obtidas em função dos caudais de cálculo e dos diâmetros da tubulação, e têm como valor máximo  $v < 3,0$  m/s.

Em condições dinâmicas (com escoamento), a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto indicada em norma e o bom funcionamento da peça de utilização e de aparelho sanitário. Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa, com exceção do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 kPa.

Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 kPa.

A ocorrência de sobre pressões devidas a transientes hidráulicos deve ser considerada no dimensionamento das tubulações. Tais sobre pressões são admitidas, desde que não superem o valor de 200 kPa.

A perda de carga ao longo de um tubo depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão.

A perda de carga nas conexões que ligam os tubos, formando as tubulações, deve ser expressa em termos de comprimentos equivalentes desses tubos.

Estimou-se uma porcentagem do comprimento real da tubulação como o comprimento equivalente necessário para cobrir as perdas de carga em todas as conexões. Essa porcentagem pode variar de 10% a 40% do comprimento real, dependendo da complexidade de desenho da tubulação.

As tubulações a considerar, serão as seguintes:

- ✓ PVC rígido marrom com ponta e bolsa para solda, para as linhas de distribuição embutidas nas alvenarias ou aparentes, com diâmetros até 110 mm;
- ✓ PVC rígido com juntas elásticas, classe 20, tipo PBA, na rede enterrada.

As tubulações serão instaladas em esteira sobre o forro, aparentes, embutidas nas alvenarias ou enterradas.

O diâmetro mínimo para tubulações, incluindo sub-ramais, será de 25mm.

A distância entre apoios de tubulação deverá respeitar as recomendações dos fabricantes.

Em todos os ramais e/ou derivações serão instalados registros de gaveta individual, ficando estes em local visível, acessível e de fácil identificação permitindo-se assim o isolamento do tubo, mesmo que pequenos, para operações de manutenção e reparação.

Segundo a legislação, as canalizações enterradas deverão estar a um mínimo de 50cm sob os leitos carroçáveis e a 30cm em outras ocasiões.

#### **6.6.1.1. Elementos Acessórios das Redes**

##### **Tubulação**

PVC rígido marrom, com ponta e bolsa para solda com diâmetros até 110 mm.

PVC rígido com juntas elásticas, classe 20, tipo PBA, na rede enterrada.

Ref: Tigre, Amanco ou equivalente.

##### **Válvulas e Registros**

Os registros de esfera e de borboleta serão instalados nos locais previstos no projeto, e terão a finalidade de fechar o fluxo de água para a manutenção da instalação.

Registros até 4" deverão ser em bronze haste não ascendente rosqueado.

Registros acima de 4" deverão ser em bronze flangeados.

Ref.: DECA, FABRIMAR, DOCOL.

##### **Equipamentos**

Antes de se instalar qualquer equipamento o fornecedor deverá ser consultado de forma a fornecer todos os manuais necessários do equipamento para o instalador fazer o controle correto de toda automação.

#### **6.6.2. Rede de Recolha de Esgotos Domésticos**

Todo o esgoto sanitário será recolhido nos dispositivos sanitários através dos ramais de descarga. Os ramais de descarga entregarão os seus efluentes em coletores e posteriormente para uma caixa de visita.

Todas as redes de esgotos sanitários serão encaminhadas por gravidade para a rede pública coletora de esgoto existente nas proximidades da área da usina, assumindo que existe cota até esta rede. Caso se verifique que não existe, será necessário instalar um poço de bombeamento com bombas submersíveis à entrada do lote, para encaminhar os esgotos até à rede pública, conforme prescrições da NBR 8160/99.

A drenagem dos esgotos sanitários será constituída por:

- ✓ Ramais de ligação dos vários dispositivos;
- ✓ Caixas de visita e coletores enterrados;
- ✓ Rede de ventilação reunida em grupos sob a cobertura, por forma a minimizar as furações na cobertura.

A tubulação será instalada por forma a ser possível qualquer desassoreamento ou reparação sempre que necessário.

Não se deverão verificar traçados em diagonal ou oblíquos, exceto nos ramais de descarga das peças sanitárias, desde que não haja inconvenientes.

De acordo com a NBR 8160 a extremidade aberta de um tubo de ventilação primário ou coluna de ventilação não deve estar situada a menos de 4,00 m de qualquer janela, porta ou vão de ventilação, salvo se elevada pelo menos 1,00 m das vergas dos respectivos vãos. Deve ainda situar-se a uma altura mínima igual a 2,00 m acima da cobertura, quando localizadas em áreas técnicas. Acima da cobertura as colunas de ventilação deverão ser de ferro fundido ou aço galvanizado e deverão ter terminais de ventilação.

Todos os tubos terão as secções que os desenhos indicarem, ou as que os regulamentos aconselham.

As tubulações aparentes ou possíveis de serem visitadas serão identificadas conforme a natureza das águas transportadas, de acordo com as regras de normalização estabelecidas.

Não será permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede coletora de esgotos sanitários.

O sistema de coleta e destino dos esgotos sanitários é totalmente independente do sistema de águas pluviais, não havendo qualquer possibilidade de conexão entre eles.

#### **6.6.2.1. Dimensionamento**

As redes coletoras foram dimensionadas conforme a NBR 9649. “Execução de Sistemas Públicos de Esgoto Sanitário” e a NBR 8160/83.

Para o dimensionamento da rede de esgoto sanitário, utilizou-se o método das Unidades Hunter de Contribuição (UHC).

Uma UHC é o fator probabilístico numérico que representa a frequência habitual de utilização associada à vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos heterogêneos em funcionamento simultâneo em hora de contribuição máxima (Plínio, T.).

Segundo a NBR 8160/83 deverão ser respeitados os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga.

Para o dimensionamento e verificações hidráulicas correspondentes foi utilizada a Fórmula de Manning:

Onde:

- ✓ Q - vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- ✓ A - área da seção molhada, em m<sup>2</sup>;
- ✓ R - raio hidráulico da seção molhada, em m;
- ✓ i - declividade do coletor, em m/m;
- ✓ n - coeficiente de rugosidade (PVC n= 0,010);

O diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga será de 50mm.

O diâmetro nominal mínimo da tubulação utilizada nos coletores será 100mm.

#### **6.6.2.2. Materiais**

As tubulações a considerar, na rede aparente e enterrada, serão as seguintes:

- ✓ PVC rígido, da série reforçada para coletores, tubos de queda e rede enterrada;
- ✓ PVC rígido da série normal para os ramais de descarga e rede de ventilação.

As tubulações serão instaladas embutidas nas alvenarias ou enterradas.

#### **6.6.2.3. Sifões/Desconectores**

Os desconectores são dispositivos providos de fecho hídrico, destinado a vedar a passagem de gases no sentido oposto ao deslocamento do esgoto.

Todos os aparelhos sanitários devem ser servidos individual ou coletivamente, por desconectores.

A norma brasileira NBR 8160 recomenda um mínimo de 5 cm para altura dos fechos hídricos dos desconectores.

#### **6.6.2.4. Regulamentos**

Na realização deste memorial, e em todos os casos omissos, serão respeitadas as normas técnicas em vigor, inclusive as normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- ✓ Regulamento e Diretrizes da Companhia de Água e Saneamento de Cuiabá-MT (SANECAB);
- ✓ NBR 8160 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário - Projeto e Execução;
- ✓ NBR 9649 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário;
- ✓ NBR 5688 - Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação - Tubos e conexões de PVC, tipo DN – Requisitos.

#### **6.6.3. Rede de Recolha de Águas Pluviais**

A drenagem da rede de águas pluviais será realizada através do sistema tradicional e compreende a drenagem das águas pluviais da cobertura.

A drenagem das águas pluviais será constituída por:

- ✓ Pendentes previstas na cobertura;

- ✓ Caleiras ao longo das coberturas;
- ✓ Ralos hemisféricos do tipo abacaxi e tubos de queda;
- ✓ Tubos ladrão a prever nas caleiras da cobertura, nas imediações dos ralos, com as dimensões indicadas nas pranchas;
- ✓ Caixas de visita e coletores enterrados.

As águas pluviais da cobertura serão encaminhadas por gravidade para a rede de drenagem exterior.

As tubulações aparentes ou possíveis de serem visitadas serão identificadas conforme a natureza das águas transportadas, de acordo com as regras de normalização estabelecidas.

Não será permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e a rede coletora de águas pluviais.

O sistema de coleta e destino das águas pluviais é totalmente independente do sistema de esgoto sanitário, não havendo qualquer possibilidade de conexão entre eles.

#### 6.6.3.1. Dimensionamento

Para a determinação das vazões de projeto, a serem utilizadas no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem, foi empregado o Método Racional, através da expressão.

$$Q = C.i.A$$

Onde:

- ✓ Q é a vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s);
- ✓ C é o coeficiente de escoamento superficial;
- ✓ i é a intensidade de chuva considerada (m<sup>3</sup>/s.ha);
- ✓ A é a área de contribuição (ha).

Foram adotados os seguintes valores, em função da impermeabilização da superfície drenada:

Coberturas: 1,00.

No cálculo da intensidade de precipitação, será considerado um período de retorno (T) de 10 anos e uma duração da chuva (t) de 5 min.

Os dispositivos de escoamento do sistema de drenagem de águas pluviais foram dimensionados com base na fórmula de Manning. Strickler, associada a equação da continuidade, através da expressão:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot S$$

Onde:

- ✓ Q é a vazão a escoar (m<sup>3</sup>/s);
- ✓ n é o coeficiente de rugosidade do conduto;
- ✓ Rh é o raio hidráulico (m),
- ✓ i é a declividade longitudinal do conduto (m/m);
- ✓ S é a seção molhada (m<sup>2</sup>).

#### 6.6.3.2. Materiais

As tubulações a considerar serão as seguintes:

PVC rígido para esgoto, série reforçada, nos ramais de descarga dos aparelhos e coletores, nos tubos de queda;

As conexões devem corresponder às mesmas características dos tubos.

### **6.6.3.3. Regulamentos**

Na realização deste estudo e em todo o caso omissos serão respeitadas as normas técnicas em vigor, inclusive as normas ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- ✓ Regulamento e Diretrizes da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP);
- ✓ NBR 10844 Instalações prediais de águas pluviais;
- ✓ NBR 15527 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos;
- ✓ NBR 5688 Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação. Tubos e conexões de PVC, tipo DN – Requisitos;
- ✓ NBR 8890 Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios.

## **6.7. Instalações de AVAC**

### **6.7.1. Introdução**

O projeto de Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) irá centrar-se apenas no edifício de processo, no edifício administrativo e no edifício do reservatório e estação elevatória.

Apresenta-se de seguida uma descrição das condicionantes, opções assumidas, soluções adotadas e metodologia seguida na elaboração deste projeto de acordo com as normas aplicáveis.

### **6.7.2. Objetivo**

De uma forma global, as instalações de AVAC propostas e desenvolvidas para o conjunto de edifícios pretendem assegurar:

- A. Necessidades de Arrefecimento
- B. Ar novo tratado (tratamento térmico)
- C. Ventilação Mecânica de Exaustão
- D. Ventilação Natural
- E. Sem sistema AVAC definido

Os espaços correspondentes a cada um dos objetivos são indicados no quadro seguinte:

Tabela 6.7 - Requisitos de AVAC por espaço

Espaço	Necessidades AVAC				
	A	B	C	D	E
<b>Edifício de Processo</b>					
Sala de Produção				✓	✓
<b>Edifício do Reservatório e Estação Elevatória</b>					
Sala das Bombas				✓	✓
Sala dos Quadros Elétricos	✓				
Câmara de Manobras					✓
Reservatório					✓
<b>Edifício Administrativo</b>					
Armazém/Arquivo				✓	✓
Oficina	✓		✓		
Oficina elétrica	✓		✓		
Sala de Quadros Elétricos	✓				
Laboratório	✓		✓		
Copa	✓		✓		
Instalações Sanitárias/Balneário/Vestiário			✓		
Entrada	✓				
Corredor					✓
Gabinete/Sala de Controlo/Sala de Observação	✓	✓	✓		
Sala de Reuniões	✓	✓	✓		
Museu	✓	✓	✓		
Auditório	✓	✓	✓		

Nota: Para os espaços onde é previsto efetuar climatização (A) a temperatura de set point é de 24°C. Para os espaços com ventilação mecânica (B e C) será assegurada uma adequada renovação do ar interior em conformidade com a tipicidade.

Os sistemas e os equipamentos de projeto permitem satisfazer as necessidades térmicas do edifício, durante todo o ano, para as condições climáticas da zona geográfica correspondente a Fortaleza, Brasil.

### 6.7.3. Condições de Referência e Bases de Dimensionamento

#### 6.7.3.1. Normas e Regulamentos

##### Normas Brasileiras:

- ✓ NBR 16401-1/2/3-2008 - Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários - Projeto das Instalações / Parâmetros de Conforto Térmico / Qualidade do Ar Interior.
- ✓ ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

##### Normas Internacionais

- ✓ Decreto-Lei português DL 118/2013, e respetivas revisões, sendo a última expressa no DL



28/2016, referente ao Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), ao Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

- ✓ ASHRAE – “American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers”;
- ✓ Demais legislação e normas em vigor aplicáveis.

#### 6.7.3.2. Dados Climáticos

Os dados climáticos considerados basearam-se nos valores fornecidos pela ASHRAE de 2017 para a estação climática de Fortaleza (Aeroporto) com 99.6% de probabilidade de ocorrência.

- ✓ Temperatura Exterior - Verão
  - Temperatura seca de projeto 32.1°C
  - Temperatura do bolbo húmido 24.9°C
- ✓ Temperatura Exterior - Inverno
  - Temperatura seca de projeto 22.8°C

#### 6.7.3.3. Condições Térmicas Interiores

Para o dimensionamento e cálculo das necessidades térmicas dos espaços climatizados, as seguintes temperaturas interiores são consideradas:

- ✓ Espaços climatizados (tipo A): 24 °C
- ✓ Outros Espaços: -- °C

Não é feito um controle efetivo da humidade interior, no entanto os sistemas considerados, ao efetuar a condensação do ar nas unidades interiores de climatização, devem proporcionar uma humidade relativa dentro da zona de conforto.

Face às temperaturas quentes que ocorrem durante todo o ano não se preveem necessidades de aquecimento.

#### 6.7.3.4. Ganhos Internos

Para determinar os ganhos térmicos foram consultadas as indicações locais (NBR), as referências internacionais (ASHRAE) bem como os valores típicos para as diversas tipologias de espaços que constituem este edifício.

Na tabela seguinte são indicadas as proporções consideradas para cada espaço com algum tipo de tratamento térmico.

Tabela 6.8 - Ocupação, Iluminação e Equipamento

Espaço	# Ocupantes	Iluminação [W/m <sup>2</sup> ]	Equipamento [W/m <sup>2</sup> ]
Armazém/Arquivo	--	--	--
Oficina	16	17	75
Oficina eletricidade	5	17	75
Sala de Quadros Elétricos	--	--	150
Laboratório	6	15	75
Copa	5	7.6	50
Instalações	--	--	--

<b>Espaço</b>	<b># Ocupantes</b>	<b>Iluminação [W/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Equipamento [W/m<sup>2</sup>]</b>
Sanitárias/Balneário/Vestiário			
Entrada	2	11.4	0
Corredor	--	--	--
Gabinete	2	12	35
Sala de Controlo	4	12	35
Sala de Observação	15	11.4	35
Sala de Reuniões	19	12	10
Museu	72	7.2	5
Auditório	185	12	5

### 6.7.3.5. Vazão de Ar Novo/Extração

A vazão mínima de ar novo considerada foi a seguinte:

Tabela 6.9 - Vazão de Ar Novo/Extração por espaço

<b>Espaço</b>	<b>Vazão Ar Novo</b>		
	<b>m<sup>3</sup>/h/p</b>	<b>m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup></b>	<b>Por unidade</b>
Armazém/Arquivo	--	--	
Oficina	18	3.24	
Oficina eletricidade	18	3.24	
Sala de Quadros Elétricos	--	--	
Laboratório	22.68	3.96	
Copa	--	5.4	
Instalações Sanitárias/Balneário	--	--	126
Vestiário	--	16	
Entrada	--	--	
Corredor	--	--	
Gabinete	11.16	1.44	
Sala de Controlo	11.16	1.44	
Sala de Observação	11.16	1.44	
Sala de Reuniões	11.16	1.44	
Museu	19.08	1.44	
Auditório	12.6	1.44	

### 6.7.4. Soluções Adotadas

#### 6.7.4.1. Sistemas de Climatização

Nos espaços com climatização do tipo A, estão previstas soluções variadas consoante a tipologia de utilização. Nos gabinetes, sala de reuniões, oficinas, laboratório, copa, sala de observação e entrada

será instalado um sistema VRF (*Variable Refrigerant Flow*), onde uma unidade exterior condensadora interliga várias unidades interiores murais, ou de cassete. Este tipo de sistema permite um controle da temperatura no interior do espaço ao longo do ano todo mais eficiente comparado com uma solução split, ou multi-split, através de uma vazão de gás refrigerante variável, que se ajusta às necessidades de cada espaço. As unidades interiores devem ser interligadas a uma rede de drenagem de condensados.

Quanto à sala de controle como se pressupõe que esta deverá ter uma ocupação permanente um sistema multi-split será aqui instalado, com uma unidade exterior na cobertura e duas unidades interiores. A sala de quadros elétricos será também arrefecida com recurso a um multi-split.

A sala de quadros elétricos do edifício das bombas será também climatizada com recurso a unidades multi-split.

Quanto ao auditório e ao museu, que, apesar de estarem em pisos diferentes, estarão interligados através de um vazado, optou-se por colocar um split de grandes dimensões com uma unidade exterior com serpentina e ventilador, e uma unidade condensadora à parte. A explicação para a utilização de uma solução de climatização distinta das restantes nestes dois espaços prende-se com a utilização intermitente destes espaços, sendo mais fácil adaptar assim a potência de arrefecimento fornecida pelo equipamento às necessidades.

As necessidades de arrefecimento (potência sensível), determinados para os vários espaços com climatização (do tipo A), estão resumidas de seguida:

Tabela 6.10 - Potência de arrefecimento por espaço

<b>Espaço</b>	<b>Potência de arrefecimento (kW)</b>
<b>Edifício do Reservatório e Estação Elevatória</b>	
Sala dos Quadros Elétricos	9.3
<b>Edifício Administrativo</b>	
Oficina	8.6
Oficina elétrica	2.9
Sala dos Quadros Elétricos	21.3
Laboratório	5.7
Copa	1.9
Entrada	1.1
Gabinete	0.8
Sala de Controlo	9.6
Sala de Observação	3.9
Sala de Reuniões	5.2
Museu	8.6
Auditório	19.9

A tubulação de cobre e de condensados deve ser devidamente isolada termicamente para reduzir as perdas térmicas bem como evitar a ocorrência de condensação.

Os sensores/controladores dos sistemas de climatização devem ser localizados de modo a não serem afetados por fontes térmicas extraordinárias, ou radiação solar direta.

A unidade exterior deve ser instalada com apoios anti-vibratórios.

#### **6.7.4.2. Sistemas de Ventilação**

O edifício de processo, bem como a sala das bombas no edifício do Reservatório e Estação Elevatória serão ventiladas naturalmente. Esta opção prende-se ao fato do edifício estar exposto a ventos marítimos que nesta localização são bastante significativos em termos de magnitude e período de ocorrência, o que permitirá reduzir bastante os custos de instalação e de utilização. A ventilação natural tira partido do ar vindo do exterior para manter a temperatura em valores aceitáveis para os trabalhos no interior do edifício. Para tal, serão instaladas grelhas na fachada dos edifícios, de acordo com os ventos predominantes, neste caso, provenientes de este e sudeste. Nas duas fachadas mais expostas aos ventos predominantes serão instaladas grelhas ao longo do edifício a nível baixo. Nas duas fachadas opostas serão criadas grelhas de expulsão do ar a nível alto. Já no edifício das bombas existirá uma grelha de extração na fachada oposta à de entrada de ar, que estará localizada novamente de acordo com o vento predominante.

Os balneários e instalações sanitárias terão um sistema de extração mecânica por meio de um ventilador. Da mesma forma será feita a extração da copa e do laboratório de forma autónoma. A extração irá ocorrer através de ventiladores localizados na cobertura do edifício administrativo.

Quanto às oficinas no piso zero do edifício administrativo estas terão extração de forma mecânica, sendo que o ar será extraído mais uma vez pela cobertura. Estes espaços terão insuflamento de ar novo.

Os espaços restantes identificados na tabela acima com necessidades de extração serão equipados com ventiladores de extração e ar novo.

Nos corredores irá ser efetuada a compensação do ar extraído pelas instalações sanitárias, copa e laboratório.

No caso do auditório e museu o split escolhido permite introduzir ar novo climatizado, sendo a extração efetuada por intermédio de um ventilador.

O balanço de vazões é efetuado de forma a garantir uma boa recirculação do ar dentro do edifício, evitando propagação de cheiros.

Os dutos e os difusores devem ser pintados de acordo com a envolvente e a decidir pela Arquitetura.

#### **6.7.4.3. Instalação Elétrica Associada ao AVAC**

O fornecimento dos quadros elétricos que alimentam os equipamentos de AVAC será assegurado pela especialidade de Instalações Elétricas.

Os cabos de alimentação e ligações elétricas dos equipamentos de AVAC serão asseguradas pela especialidade de Instalações Elétricas.

Os cabos de comando e controle, equipamento de campo e respetivas ligações aos equipamentos de AVAC serão asseguradas pela especialidade de AVAC.

Cumpra, ainda, ao empreiteiro de Instalações Mecânicas fornecer, antecipadamente, ao empreiteiro de Instalações Elétricas todas as características elétricas daqueles equipamentos e certificar-se que as referidas alimentações elétricas, proteções e sinalizações estão de acordo com as especificações dos equipamentos que se propõe instalar, sempre de acordo com o descrito no projeto de AVAC.

## **6.7.5. Rede de Dutos – Dimensionamento, Critérios e Acessórios**

### **6.7.5.1. Dimensionamento**

Este projeto contempla exclusivamente sistemas de volume de ar constante em que as vazões de ar são movidos por ventiladores do tipo centrífugo, ou do tipo axial.

O dimensionamento dos dutos é realizado tomando em consideração a vazão que nelas circula, consoante os locais que atravessa e o ruído gerado.

Deste modo que a rede de dutos foi dimensionada para uma perda de carga constante que poderá ser de 0,8 Pa/m (insuflamento) ou 1,0 Pa/m (extração).

### **6.7.5.2. Tipos de dutos previstos**

Foram definidos vários tipos de dutos, para as diferentes aplicações, as quais se passam a indicar:

- ✓ Duto em chapa de aço galvanizado: para todas as redes de extração geral e ar novo geral
- ✓ Duto em chapa de aço galvanizado isolada: para todas as redes de ar novo climatizado

## **6.7.6. Rede de Tubulação – Dimensionamento e Critérios**

### **6.7.6.1. Tubulação de Gás Refrigerante**

O calibre das tubulações é dimensionado tendo em consideração as recomendações e indicações do fabricante dos equipamentos. Também as distâncias máximas entre a unidade condensadora e a unidade evaporadora deverão respeitar cada tipo de aplicação e as indicações do fabricante.

As tubulações deverão ser devidamente isoladas e nos casos indicados devem ser protegidas com forra mecânica.

### **6.7.7. Níveis de Ruído**

O nível sonoro contínuo equivalente emitido para o exterior do edifício por equipamentos não deve exceder os níveis máximos admissíveis. Excetuam-se os equipamentos associados a situações de emergência. Neste sentido, e de modo a que a especialidade de AVAC não seja a fonte de vibrações, ou ruídos acima de limites definidos como os de conforto devem ser consideradas a instalação dos seguintes acessórios, sempre que tal se justifique:

- ✓ Apoios anti-vibratórios para todos os equipamentos, nomeadamente: unidades interiores, ventiladores, etc.
- ✓ Instalação de maciços de inércia em todos os equipamentos em que tal seja necessário.

## **6.8. Redes Elétricas Gerais**

### **6.8.1. Edifício Administrativo**

#### **6.8.1.1. Alimentação e Distribuição de Energia**

Todos os quadros elétricos devem possuir dupla isolamento (classe II) ou proteção equivalente. A partir dos quadros elétricos serão estabelecidos os circuitos de:

- ✓ Iluminação Normal e de Segurança;
- ✓ Tomadas de corrente;
- ✓ Alimentações específicas;
- ✓ Alimentações a quadros.

Estima-se para o Edifício Administrativo um balanço de potências de 45kVA para alimentação de equipamentos relativos às subespecialidades de iluminação e tomadas.

A aparelhagem de manobra e proteção a utilizar nos quadros, obedecerá estritamente às disposições regulamentares aplicáveis (ver NBR 5410:2004).

O Edifício Administrativo deverá ser equipado com botoeiras de corte geral de energia, a atuar sobre o Quadro Elétrico de Entrada, junto às entradas/saídas do mesmo edifício (ver peça desenhada).

#### **6.8.1.2. Caminhos de Cabos, Calhas Técnicas e Caixas de Pavimento**

Nesta fase de projeto, encontram-se projetadas esteiras, com dimensões representativas, de forma a se prever infraestruturas que irão permitir a passagem e fixação de cabos. Estas esteiras estarão afetas às especialidades deste projeto. Serão implementados caminhos de cabos com chapa metálica com resistência normal.

As calhas técnicas de parede, serão em PVC, bi compartimentada, destinando-se à separação das canalizações de energia das canalizações de telecomunicações, devendo incluir ângulos, topos e todos os acessórios necessários à sua correta instalação. A instalação de caixas de pavimento será de se prever; contudo, em fases posteriores do projeto, estes elementos poderão sofrer alterações.

#### **6.8.1.3. Iluminação Normal**

Respeitando a norma relativa à iluminação de interiores, NBR ISO/CIE 8995-1, a distribuição, número de pontos de luz e tipo de armaduras encontram-se representadas na peça desenhada relativa à iluminação normal. Pretende-se além disso, obter um ambiente próprio para cada espaço de acordo com a sua funcionalidade. Serão ainda consideradas disposições técnicas e regulamentares em vigor.

A iluminação dos espaços será realizada com armaduras LED. Em todos os locais as armaduras respeitarão o índice de proteção obrigatório, segundo a classificação do local.

O comando das luminárias no Edifício Administrativo será local, no entanto, nos vestiários e nas instalações sanitárias utilizar-se-ão detectores de movimento.

#### **6.8.1.4. Iluminação de segurança e Iluminação de Emergência**

A instalação de sinalização de saídas compreende os aparelhos de sinalização de saídas e os correspondentes circuitos destinados à sua alimentação, e destina-se a garantir, de modo automático, a sinalização de saídas e a identificação das mudanças de direção e dos obstáculos existentes nos caminhos de evacuação, permitindo a evacuação das pessoas.

Na iluminação de segurança serão utilizados aparelhos de iluminação do tipo blocos autônomos, permanentes e não permanentes, consoantes as áreas em que estão inseridos. Na respectiva peça desenhada, encontra-se representada a localização dos blocos autônomos.

A iluminação de segurança será constituída por blocos autônomos, equipados com lâmpadas LED e baterias internas. Além disso, na mesma peça desenhada teremos a localização das luminárias

equipadas com kit de emergência, que desta forma auxiliam o cumprimento das normas relativas à iluminação de segurança (NBR 10898 de 03/2013).

#### **6.8.1.5. Tomadas de Usos Gerais e Alimentações Específicas**

A fim de permitir a ligação de aparelhos de utilização de energia elétrica que serão instaladas nos diversos locais do edifício, as tomadas de corrente devem cumprir a NBR 14136/02. As tomadas de corrente para usos gerais monofásicas de pequenas potências deverão ser estanques e de montagem saliente, embebida na parede, encastrada na calha técnica e encastrada em caixa de pavimento. No caso de tomadas de corrente monofásicas de grande potência e tomadas trifásicas, estas serão estanques e de montagem saliente.

A alimentação de equipamentos específicos, por caixas fim de cabo, terão como altura de referência a instalação dos equipamentos.

#### **6.8.1.6. Rede de Terras**

O edifício terá o seu próprio anel de terra instalado a uma profundidade de 0,8m e constituído por condutor plano 30x3,5mm em aço inox com elevada resistência à corrosão, sendo indicada para o ambiente da Planta. Com vista à correta ligação equipotencial entre a rede de terras e a estrutura, as ligações às armaduras de ferro serão realizadas através de um conector garra para heliação em aço inox. As ligações às estruturas metálicas serão efetuadas através de um conector de aperto para estruturas em aço inox.

Como reforço da rede de terras serão instalados piquet's, em aço com um revestimento de cobre eletrolítico colocado sobre uma camada de níquel.

Todas as ligações não visitáveis serão feitas por soldaduras aluminotérmicas do tipo CADWELD.

#### **6.8.1.7. Instalações de Telecomunicações**

A rede a instalar, adopta uma topologia em estrela. A instalação deve cumprir as normas brasileiras existentes, NBR 16521 de 10/2016.

Será considerado como ponto de origem da instalação de telecomunicações, o bastidor que existe no Piso 0 do Edifício de Administração com a área de influência no mesmo piso do edifício.

O edifício irá ser equipado com tomadas RJ45 de montagem saliente, embebida, encastrada em calha e encastrada em caixa de pavimento.

#### **6.8.1.8. Instalações de Segurança**

O presente capítulo do projeto de segurança integrada contempla as subespecialidades: Sistema Automático de detecção de Incêndio (SADI) e o Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR).

Para além do que se encontra regulamentado, procura dotar-se esta instalação de meios de segurança que permitam obter um conjunto de instalações articuladas entre si e que, sendo simultaneamente fáceis de vigiar e conduzir, possuam os níveis funcionais e de qualidade necessários.

#### **6.8.1.9. Sistema Automático de Detecção de Incêndio – SADI**

O presente projeto define a localização dos equipamentos que compõem o Sistema Automático de Detecção de Incêndio. O nível de qualidade dos equipamentos e as exigências de montagem, ajustes

à localização de equipamentos, bem como os trabalhos complementares das restantes especialidades serão definidos nas fases posteriores do projeto.

Prevê-se a cobertura de todas as áreas indicadas nas peças desenhadas com um Sistema Automático de Detecção de Incêndio, com níveis de qualidade e fiabilidade adequados às condições de exploração previstas.

#### **6.8.1.10. Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo – SADIR**

Prevê-se a cobertura de todas as áreas indicadas nas peças desenhadas com um Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo, com níveis de qualidade e fiabilidade adequados às condições de exploração previstas. Contudo, o nível de qualidade dos equipamentos e as exigências de montagem, ajustes à localização de equipamentos, bem como os trabalhos complementares das restantes especialidades serão definidos nas fases posteriores do projeto.

Este sistema permitirá a centralização de todos os comandos e sinalizações das instalações de Segurança, ou que se prendam com estas, nomeadamente no que respeita ao desencadear automático de diversos procedimentos.

### **6.8.2. Edifício do Processo**

#### **6.8.2.1. Alimentação e Distribuição de Energia**

Todos os quadros elétricos devem possuir dupla isolamento (classe II) ou proteção equivalente. A partir dos quadros elétricos serão estabelecidos os circuitos de:

- ✓ Iluminação Normal e de Segurança;
- ✓ Tomadas de corrente;
- ✓ Alimentações a quadros.

Estima-se para o Edifício do Processo um balanço de potências de 37kVA para alimentação de equipamentos relativos às subespecialidades de iluminação e tomadas.

A aparelhagem de manobra e proteção a utilizar nos quadros, obedecerá estritamente às disposições regulamentares aplicáveis (ver NBR 5410:2004).

O Edifício do Processo deverá ser equipado com botoeiras de corte geral de energia, a atuar sobre o Quadro Elétrico do Piso 0.1, junto aos quadros elétricos do edifício.

#### **6.8.2.2. Caminhos de Cabos**

Nesta fase de projeto, encontram-se projetadas esteiras, com dimensões representativas, de forma a se prever infraestruturas que irão permitir a passagem e fixação de cabos. Estas esteiras estarão afetas às especialidades deste projeto. Serão implementados caminhos de cabos com chapa metálica com resistência normal.

#### **6.8.2.3. Iluminação Normal**

Respeitando a norma relativa à iluminação de interiores, NBR ISO/CIE 8995-1, a distribuição, número de pontos de luz e tipo de armaduras encontra-se representada na peça desenhada relativa à iluminação normal. Pretende-se, além disso, obter um ambiente próprio para cada espaço de acordo com a sua funcionalidade. Serão ainda consideradas disposições técnicas e regulamentares em vigor.

A iluminação dos espaços será realizada com armaduras LED. Em todos os locais as armaduras respeitarão o índice de proteção obrigatório, segundo a classificação do local.

O comando das luminárias no Edifício do Processo será nos quadros elétricos.

#### **6.8.2.4. Iluminação de Segurança**

A instalação de sinalização de saídas compreende os aparelhos de sinalização de saídas e os correspondentes circuitos destinados à sua alimentação, e destina-se a garantir, de modo automático, a sinalização de saídas e a identificação das mudanças de direção e dos obstáculos existentes nos caminhos de evacuação, permitindo a evacuação das pessoas.

Na iluminação de segurança serão utilizados aparelhos de iluminação do tipo blocos autônomos, mantidos e não mantidos, consoantes às áreas em que estão inseridos. Na respectiva peça desenhada, encontram-se representadas a localização dos blocos autônomos.

A iluminação de segurança será constituída por blocos autônomos, equipados com lâmpadas LED e baterias internas. A iluminação de segurança deverá cumprir as normas relativas à iluminação de segurança (NBR 10898 de 03/2013).

#### **6.8.2.5. Tomadas de Usos Gerais**

A fim de permitir a ligação de aparelhos de utilização de energia elétrica que serão instaladas nos diversos locais do edifício, as tomadas de corrente deverão cumprir a NBR 14136/02. As tomadas de corrente para usos gerais monofásicas e trifásicas deverão ser estanques e de montagem saliente.

#### **6.8.2.6. Rede de Terras**

O edifício terá o seu próprio anel de terra instalado a uma profundidade de 0,8m e constituído por condutor plano 30x3,5mm em aço inox com elevada resistência à corrosão, sendo indicada para o ambiente da central. Com vista à correta ligação equipotencial entre a rede de terras e a estrutura, as ligações às armaduras de ferro serão realizadas através de um conector garra para helíaco em aço inox. As ligações às estruturas metálicas serão efetuadas através de um conector de aperto para estruturas em aço inox.

Como reforço da rede de terras serão instalados piquet's, em aço com um revestimento de cobre eletrolítico colocado sobre uma camada de níquel.

Todas as ligações não visitáveis serão feitas por soldaduras aluminotérmicas do tipo CADWELD.

### **6.8.3. Estação Elevatória**

O edifício da Estação Elevatória será alimentado a partir do Edifício Administrativo e terá as seguintes redes, seguindo os mesmos critérios:

- ✓ Alimentação e Distribuição de energia
  - Iluminação Normal e de Segurança
  - Tomadas de corrente
  - Alimentações a quadros
- ✓ Caminhos de Cabos
- ✓ Iluminação normal
- ✓ Iluminação de segurança
- ✓ Tomadas de usos gerais
- ✓ Rede de terras

#### 6.8.4. Câmara de Captação

O edifício da Câmara de Captação terá o seu próprio PT e será alimentado diretamente da Subestação Elétrica. Interiormente terá as seguintes redes, seguindo os mesmos critérios definidos para os restantes edifícios:

- ✓ Alimentação e Distribuição de energia
  - Iluminação Normal e de Segurança
  - Tomadas elétricas
  - Alimentações a quadros
- ✓ Caminhos de Cabos
- ✓ Iluminação normal
- ✓ Iluminação de segurança
- ✓ Tomadas de usos gerais
- ✓ Rede de terras

### 6.9. Obras de Captação e Expulsão das Águas do Mar

#### 6.9.1. Torre de Captação de Águas Marinhas

Em terra a estrutura prevista será pré-fabricada em peças separadas, compondo uma estrutura em concreto armado destinada a proteger a zona submarina de adução para captar as águas do mar.

O motivo que justifica a execução da estrutura em peças separadas é o seu peso conjunto muito elevado, se estima que o peso do conjunto da estrutura completa se aproxime de um valor próximo das 215 toneladas. Na sua execução serão utilizadas perto de 250 m<sup>2</sup> de formas e 8.500 quilos de varas de aço.

Antes da base da estrutura ser colocada no fundo do mar, a uma cota aproximada de -14,0 metros e a uma distância aproximada da costa próxima dos 2.500 metros, a sua base de apoio será escavada na areia, com o apoio dos meios de dragagem que irão abrir a vala de colocação da tubulação de captação submarina, devendo essa escavação final terminar com o formato de um círculo idêntico à base prevista da estrutura, que possuirá nesse caso um diâmetro na ordem dos 7,50m. A altura total da estrutura de concreto armado deverá ter cerca de 5,75 metros.

A torre submarina basicamente será composta por uma forma cilíndrica oca por dentro e sobre uma estrutura protetora em forma de círculo. Na zona superior do cilindro serão deixadas oito pequenas janelas com dimensão conjunta superior a 8 m<sup>2</sup> para a passagem de água com boas características e peixes pequenos, que possam entrar e sair facilmente da caixa, mas com a finalidade de evitar que entrem grãos de areia e algas, permitindo assim que a água a captar seja realmente a mais límpida possível em termos das suas propriedades oceânicas.

As peças pré-fabricadas serão colocadas no fundo submarino, começando pelas peças inferiores e terminando nas superiores, recorrendo a meios marítimos adequados. As operações de colocação e junção das peças serão guiadas e finalizadas por uma equipe de mergulhadores profissionais certificados e habilitados à execução de trabalhos pesados em profundidade.

Perto da base do cilindro da torre será deixado um passa-tubos de diâmetro idêntico ao tubo terminal da tubulação de captação das águas marinhas. A interligação entre a tubulação da captação e a torre de tomada será feita através de flanges.

O tubo de ligação na sua zona terminal terá também uma pequena rede metálica para evitar que peixes ou detritos com média dimensão possam ser captados pela Planta Dessalinizadora.

Para efeitos de um pré-dimensionamento provisório foram observados pequenos cálculos ao derrubamento para forças estáticas, considerando uma densidade aparente submersa de cálculo do concreto de 1,5, provocadas por forças originadas por ondas de grande dimensão. Foi também efetuado um cálculo a forças de arrastamento laterais. Devido ao pequeno coeficiente de atrito considerado, calculado pelo número de Chezy para profundidades na ordem dos 15 metros e em material de areia, a solução de estabilização encontrada foi a de providenciar a colocação suplementar de blocos de rocha juntos e justapostos, a colocar em forma circular sobre a laje de fundo da estrutura, com um peso suplementar de cerca de 100 toneladas de material.

Na vertical da superfície da água do mar será colocada sinalização própria adequada para impedir que navios de grande porte e calado possam cruzar o local, com a possibilidade de arrastar ou danificar a estrutura.

### 6.9.2. Tubulação de Adução e Expulsão

- ✓ TA: Tubulação de Adução de captação da água do mar: 3.141 m de extensão, diâmetro 1.600 mm, espessura 94,1 mm; material PEAD; peso linear: 306 Kgf/ml.
- ✓ TE: Tubulação de Expulsão da salmoura: 1.752 m de extensão, diâmetro 1.200 mm, espessura 67,9 mm; material PEAD; peso linear: 207 Kgf/ml.

### 6.9.3. Execução da Condução de Adução / CA:

Nota Prévia: O terreno natural de onde partirá a Câmara de Captação situa-se fora do Edifício do Processo da Planta e possui a cota aproximada de +13,49 m em relação ao NMAM (nível médio das águas do mar) As perdas de carga previstas foram calculadas de acordo com os seguintes parâmetros de referência:

- ✓ Velocidade de escoamento: 1,63 m/s;
- ✓ Vazão de captação da água do mar: 9.170 m<sup>3</sup>/h ou 2,55 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ Perdas de carga totais: 3,39m;
- ✓ Cota BMAV (Baixamar de Águas Vivas): -1,60m NMAM;
- ✓ Cota PMAV (Preamar de Águas Vivas): +2,80m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica na entrada da câmara em terra em BMAV: -1,60-3,39 = -4,99m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica na entrada da câmara em terra em PMAV: +2,80,-3,39 = -0,59m NMAM;

### 6.9.4. Execução da Tubulação de Expulsão / TE:

**Fase 1** - A Condução de Expulsão das águas não aproveitáveis, a que também se convencionou chamar de forma simplificada a condução de salmoura, por possuir no caso da técnica de osmose inversa a utilizar na Planta uma concentração de sal na água de cerca do dobro da água do mar, irá ser colocada na sua extensão de aproximadamente 532 metros numa primeira parte em terra, com os seus tubos de diâmetro 1.200 mm soldados de topo e possuindo difusores de distribuição da salmoura nos seus cerca de 25 metros finais de sua extensão marinha de cerca de 1.220 metros.

Os seus parâmetros de cálculo foram arbitrados de acordo com os seguintes valores de referência:

- ✓ Velocidade de escoamento: 2,02 m/s;
- ✓ Vazão de expulsão da água do mar: 6.470 m<sup>3</sup>/h ou 1,80 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ Perda de carga linear contínua: 4,26m;

- ✓ Perda de carga nos difusores: 1,10m;
- ✓ Perdas de carga totais: 5,36m;
- ✓ Cota BMAV (Baixamar de Águas Vivas): -1,60m NMAM;
- ✓ Cota PMAV (Preamar de Águas Vivas): +2,80m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica no tanque da salmoura em BMAV:  $-1,60+4,26 = +2,66$  m NMAM (situação em que a conduta funciona por gravidade a montante e em pressão na parte terminal);
- ✓ Cota Piezométrica na entrada da câmara em terra em PMAV:  $+2,80+4,26 = +7,06$  m NMAM (situação que indica que a cota do tanque de salmoura deverá ser superior à indicada).

A concentração de sal em apenas 2 vezes na saída do produto não coloca sequer problemas ambientais, que eventualmente só começariam a criar níveis de alguma preocupação ecológica a partir de um coeficiente acima dos 3,5 e mesmo assim num ponto único de saída concentrada, o que não é o caso.

No trecho em que a tubulação termina no mar o emissário de expulsão terá de ser complementado no seu dorso de tubos de diâmetro 1.200 mm soldado com algumas estruturas de contrapesos de anéis, para obrigar a que a densidade do conjunto seja superior à densidade da água.

## **7. Instalações Elétricas**

### **7.1. Características Elétricas Gerais**

#### **7.1.1. Alimentação e Distribuição de Energia**

Todos os quadros elétricos devem possuir dupla isolamento (classe II) ou proteção equivalente. A partir dos quadros elétricos serão estabelecidos os circuitos de:

- ✓ Iluminação e Iluminação de Segurança;
- ✓ Tomadas de corrente;
- ✓ Alimentações específicas;
- ✓ Alimentações a quadros.

Os equipamentos de manobra e proteção a serem utilizados nos quadros deverão obedecer às disposições regulamentares aplicáveis (ver NBR 5410:2004).

O Edifício Administrativo deverá ser equipado com botoeiras de corte geral de energia, que atuará sobre o Quadro Elétrico de Entrada.

#### **7.1.2. Passagem de Cabos**

De acordo com projeto, deverão ser instalados eletrodutos e eletrocalhas, que irão permitir a passagem e fixação de cabos.

Serão instaladas eletrocalhas com chapa metálica com resistência normal.

As calhas técnicas de parede, serão em PVC, bi compartimentada, destinando-se à separação dos eletrodutos de energia e de telecomunicações, devendo incluir todos os acessórios necessários à sua correta instalação.

#### **7.1.3. Iluminação Interna**

A iluminação dos espaços deverá obedecer a NBR ISO/CIE 8995-1 e será realizada com luminárias LED. Em todos os locais as armaduras respeitarão o índice de proteção obrigatório, segundo a classificação do local.

O comando das luminárias no Edifício Administrativo será local, no entanto, nos vestiários e nas instalações sanitárias deverão ser utilizados detectores de movimento.

#### **7.1.4. Iluminação de Segurança e Iluminação de Emergência**

A instalação de sinalização de segurança destina-se a garantir, de modo automático, a sinalização de saídas e a identificação das mudanças de direção e dos obstáculos existentes nos caminhos de evacuação, permitindo a evacuação das pessoas.

Na iluminação de segurança, serão utilizados aparelhos de iluminação do tipo blocos autônomos permanentes e não permanentes consoantes às áreas em que estão inseridos.

Os blocos autônomos deverão ser equipados com lâmpadas LED e baterias internas. Além disso, na mesma peça desenhada teremos a localização das luminárias equipadas com kit de emergência, que desta forma auxiliam o cumprimento das normas relativas à iluminação de segurança (NBR 10898 de 03/2013).

#### **7.1.5. Tomadas de Usos Gerais e Alimentações Específicas**

As tomadas de corrente de uso geral devem cumprir a NBR 14136/02. As tomadas de baixa potência deverão ser embutidas em parede ou calha elétrica. Já as tomadas de alta potência deverão ser do tipo industrial.

A alimentação de equipamentos específicos terá como altura de referência a instalação dos equipamentos.

#### **7.1.6. Aterramento**

As malhas de aterramento deverão ser montadas através de cabos de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>, enterrados a no mínimo 50 cm de profundidade, hastes de terra de 3/8" x 3,00 m e conexões exotérmicas;

Todas as partes metálicas, painéis elétricos e partes metálicas internas à edificação (Portas, Talhas/Monovias, Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), Quadro de Distribuição de Luz e Força (QDLF), CCM, Quadro do Banco de Capacitores e Motores) deverão ter suas carcaças aterradas à malha de aterramento geral.

A resistência de terra máxima permitida para as malhas a serem construídas deverá ser de 10 ohms.

As medições de resistência de terra deverão ser realizadas antes da interligação das malhas.

A profundidade dos cabos das malhas de aterramento e interligações deverá de no mínimo 50 cm.

Se não for alcançado, para cada malha de aterramento, o valor máximo de 10 ohms, a malha deverá ser ampliada, ou pode-se aplicar betonita ao longo das hastes e cabos;

#### **7.1.7. Instalações de Telecomunicações**

A rede a ser instalada, adota uma topologia em estrela. A instalação deve cumprir as normas brasileiras existentes, NBR 16521 de 10/2016.

Será considerado como ponto de origem da instalação de telecomunicações, o bastidor que existe no Piso 0 do Edifício de Administração com a área de influência no mesmo piso do edifício.

O edifício irá ser equipado com tomadas RJ45 de sobrepor ou embutida em calha ou parede.

#### **7.1.8. Instalações de segurança**

As instalações de segurança integrada contemplam as seguintes subespecialidades: Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI) e o Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR).

O sistema de segurança deverá permitir obter um conjunto de instalações articuladas entre si e que, sendo simultaneamente fáceis de vigiar e conduzir possuam os níveis funcionais e de qualidade necessários.

#### **7.1.9. Sistema Automático de Detecção de Incêndio – SADI**

Deverá ser prevista cobertura necessária para o Sistema Automático de Detecção de Incêndio, com níveis de qualidade e confiabilidade adequados.

#### **7.1.10. Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo – SADIR**

Deverá ser prevista cobertura necessária para o Sistema Automático de Detecção de Incêndio, com níveis de qualidade e confiabilidade adequados.

## 7.2. Códigos e Padrões

As instalações elétricas deverão estar em conformidade com os seguintes códigos e normas:

- ✓ Normas brasileira ABNT.
- ✓ Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC).
- ✓ Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica (IEEE).

Em todos os casos, o código ou norma mais restritiva prevaleceu. Em particular, aplicam-se as seguintes regras:

- ✓ IEC 60051 Instrumentos de medição elétricos com indicação analógica por ação direta e seus acessórios.
- ✓ IEC 60076 Transformadores de potência.
- ✓ IEC 60034 Máquinas elétricas rotativas.
- ✓ IEC 60269 Fusíveis de baixa tensão.
- ✓ IEC 60289 Transformadores. Reatâncias.
- ✓ IEC 62271-200 Aparelhagem com invólucro metálico de corrente alternada para tensões nominais superiores a 1 kV e inferiores ou iguais a 52 kV.
- ✓ IEC 60529 Graus de proteção fornecidos por braçadeiras (Código IP).
- ✓ IEC 60146 Conversores de semicondutores.
- ✓ IEC 60439 Conjuntos de aparelhagem de baixa tensão.
- ✓ IEC 60947 Aparelho para ligação e controle de baixa tensão.
- ✓ IEC 61000 Compatibilidade eletromagnética (CEM).
- ✓ IEC 62040 Sistemas de alimentação ininterrupta (SAI).
- ✓ IEC 60694 Estipulações comuns para os padrões de aparelhos de alta tensão.
- ✓ IEC 60099 Para-raios
- ✓ IEC 60071 Coordenação de isolamento.
- ✓ NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão.
- ✓ NBR 14039 Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.
- ✓ IEEE 1184 Guide for the selection and sizing of batteries for uninterruptible power system.
- ✓ IEEE 450 Recommended practice of maintenance, testing and replacement of vented lead-acid batteries for stationary applications.
- ✓ IEEE 519 Guide for harmonic control and reactive compensation of static power converters.

## 7.3. Critérios de Projeto

O sistema elétrico deverá ser projetado para atender as seguintes condições:

- ✓ Flexibilidade e continuidade de operação.
  - O projeto deverá prever 100% de redundância para o equipamento que, em caso de falha, faz com que a fábrica pare.
  - Os relés de proteção serão coordenados para o acionamento seletivo dos diferentes comutadores. As condições de sobrecarga ou curto-circuito serão isoladas sem interrupções do serviço e sem afetar o resto do equipamento conectado ao mesmo sistema.
- ✓ O projeto facilitará o trabalho de inspeção, manutenção e reparo nas instalações.

- ✓ **Segurança:**
  - Inclui a adequação do sistema energético utilizado durante a execução da construção da usina como um sistema de energia de reserva que garante o fornecimento de energia elétrica ao equipamento essencial em condições de emergência.
  - A segurança de pessoas e equipamentos deverá ser garantida, incluindo os intertravamentos elétricos e/ou mecânicos necessários.
  - Os distúrbios durante as fases iniciais dos diferentes equipamentos serão mínimos.
- ✓ **Economia e eficiência no projeto da instalação:**
  - Os conjuntos de equipamentos e componentes selecionados deverão ser padronizados para cobrir uma ampla gama de aplicações e reduzir estoques.
  - Na seleção de equipamentos e materiais, deverá ser dada prioridade à redução das perdas de aquecimento, à redução do consumo de energia e à baixa emissão de CO<sub>2</sub>.

## 7.4. Níveis de Tensão

Os seguintes níveis de tensão foram estabelecidos para a alimentação do equipamento eletromecânico da planta:

- ✓ A conexão ao sistema elétrico é feita em alta tensão 69 kV.
- ✓ A distribuição de energia para a usina de dessalinização é realizada a 6,6 kV, 60 Hz, 3 fases desde a subestação elétrica da usina 69/6,6kV.
- ✓ Motores de média tensão:
  - São alimentadas com tensão de 6,6 kV, 3P+PE, aterramento por resistência de baixo valor ôhmico.
- ✓ Motores de baixa tensão:
  - Motores e equipamentos de processo são alimentados a 380/220 V, 3P+PE ou 3P+N+PE (conforme aplicável), com rotação de neutro TT (IEC 60364).
  - A distribuição de pequena força e iluminação é realizada a 380/220 V, 3P+N+PE, rotação de neutro TT (IEC 60364).
- ✓ Sistema de alimentação segura AC:
  - A alimentação dos equipamentos UPS é realizada a 380 Vac, 3P+N+PE, com rotação de neutro TT (IEC 60364).
  - O DCS, os painéis locais com PLC e instrumentos de processo que exigem que ele se alimente a 230 V desde as UPS.
- ✓ Sistema de alimentação segura DC:
  - A alimentação para os relés, circuitos de controle e sinalização das células de média tensão são feitos a 127 Vcc por meio de um carregador/retificador, com um sistema de neutro IT (IEC 60364).
  - A alimentação de 24 Vcc ou 48 Vcc dos painéis de controle e instrumentação é realizada a partir do sistema de 127 Vdc.

## 7.5. Condições Ambientais

As condições ambientais consideradas são as seguintes:

Altura sobre o nível do mar	<100 m
Umidade relativa (valor médio anual)	75%
Temperatura ambiente média diária	30 °C
Temperatura máxima de projeto para equipamentos instalados em ambientes internos em salas com sistema	40 °C
Temperatura mínima de projeto	- 5 °C
Tipo de ambiente	Salino

## 7.6. Grau de Proteção dos Equipamentos

Os graus de proteção definidos para os equipamentos, referenciados na norma IEC 529, são os seguintes:

Equipamentos instalados dentro de salas com ar condicionado	Mín. IP41
Armários de controle instalados dentro de salas com ar condicionado	Min. IP32
Equipamentos instalados em ambientes fechados em salas sem ar condicionado	IP55
Equipamentos instalados ao ar livre, em áreas sombreadas	Mín. IP65
Transformadores tipo seco	IP23
Sistema DC e UPS	IP32
Equipamentos sujeitos a mergulhos ocasionais (bombas submersas, etc.)	IP68
Luminárias e projetores	IP65
Bandejas perfuradas com tampa no interior de edifícios	IP25
Bandejas lisas com tampa para exterior	IP33

## 7.7. Margens de Desenho e Redundâncias

As seguintes margens de reserva e redundância estão previstas:

- ✓ Linha de ligação subterrânea 6,6 kV. Cada uma das conexões de média tensão da subestação é dimensionada para 100% da potência total demandada pela usina.
- ✓ As cabines de média tensão podem ser alimentadas por duas fontes diferentes e são equipadas com sistemas de transferência automática. Em geral, as cargas deverão ser distribuídas em duas barras unidas por um interruptor de acoplamento, de modo que em caso de falha a continuidade de serviço da planta é de no mínimo 50%. Podendo ser projetado um sistema mais robusto e seguro que barramento duplo.
- ✓ Os CCMs e quadros de distribuição de carga de baixa tensão podem ser alimentados a partir de duas fontes diferentes.
- ✓ Transformadores e os transformadores redundantes: deverão ter capacidade suficiente para

assumir 100% da carga das barras acopladas. Ou seja, no caso de haver uma avaria em qualquer transformador, este evento não causaria uma parada prolongada na planta, o transformador que permanece operacional tem capacidade suficiente para alimentar todas as cargas das duas barras.

- ✓ Células de média tensão: Eles são dimensionados para suportar 10% a mais do que a corrente máxima de curto-circuito prevista de acordo com os cálculos (1 segundo).
- ✓ Barramentos de alta corrente: Eles são dimensionados com uma margem de 10% sobre a corrente nominal do transformador.
- ✓ Interruptores de entrada e acoplamento de barras dos quadros de distribuição alimentados por um transformador. Eles são dimensionados com uma margem de 10% sobre a corrente nominal do transformador.
- ✓ Uma redundância de 100% do equipamento de alimentação segura está disponível: sistema DC e UPS.
- ✓ Baterias. Uma margem de projeto de 15% e um fator de envelhecimento de 25% estão previstos. A capacidade de cada bateria garante 100% da carga por 1 hora.
- ✓ Carregador de bateria. É dimensionado com uma margem de 10% sobre o pico máximo de potência exigido.
- ✓ UPS. É dimensionado com uma margem de 20% sobre o pico máximo de potência exigido.
- ✓ Bandejas de cabos. Eles são dimensionados mantendo 20% de reserva em todas as rotas.
- ✓ Quadros de distribuição, CCMs e placas locais. Eles são dimensionados considerando 20% da reserva sem equipar após a fase de expansão.

## **7.8. Descrição da Instalação**

### **7.8.1. Subestação Elétrica 69/6,6 kV**

A fonte de alimentação será realizada através de uma linha aérea de alta tensão de 69 kV. Está prevista a instalação de uma subestação transformadora de 69/6,6 kV que fornecerá a fonte de energia em média tensão 6,6 kV para a usina de dessalinização. A subestação será tipo convencional, barra simples e duas posições para transformador, com capacidade total de 15MVA.

### **7.8.2. Fornecimento Elétrico Para a Planta Dessalinização**

A usina de dessalinização será alimentada a partir da nova subestação elétrica 69/6,6kV.

A alimentação dos diferentes centros de transformação (T2 e T3) é realizada por linhas subterrâneas de média tensão de 6,6 kV 60 Hz, a partir da subestação 69/6,6 kV.

Cada uma das linhas projetadas é dimensionada para fornecer toda a potência demandada, isto é, 2 linhas x100% de capacidade. As linhas de média tensão partem dos terminais de conexão com as células de saída do Switchgear 6,6kV (barras A e B) localizadas na subestação elétrica até os terminais de conexão dos centros de transformação.

O cabo de média tensão do lado de fora dos edifícios corre diretamente enterrado em contato com o solo. No interior dos edifícios, a colocação do cabo de média tensão é feita na bandeja de cabos.

O cabo a ser usado será de 6/10 kV, condutor de cobre IEC 228 classe 2, unipolar com isolamento de polietileno reticulado, reforçado (fios de aço galvanizado) e cobertura de PVC de acordo com IEC 60502-2.

As telas dos cabos serão solidamente conectadas ao terra em cada extremidade.

### 7.8.3. Distribuição de Potência

O equipamento elétrico da usina é instalado em diferentes edifícios, colocando-os o mais próximo possível das cargas mais importantes. De acordo com essa abordagem, três salas elétricas são projetadas:

#### 7.8.3.1. Sala Elétrica Principal

Estará localizada no prédio da subestação. Nela será instalado:

- ✓ Switchgear 6,6kV. Estará composto por:
  - As células que fornecem transformadores de média tensão T2A e T2B, 6,6 / 0,4 kV, 60 Hz, 3.500 kVA, para distribuição de baixa tensão nas áreas de osmose e limpeza química.
  - As células de média tensão que atendem os motores das bombas de alta pressão (1.800kW) e dos bancos de capacitores para a compensação reativa desses motores (345kVar).
  - As células de proteção dos inversores de média tensão que fornecem serviço controlam os motores das bombas de captação da água do mar.
- ✓ Os transformadores T2A e T2B, 6,6 / 0,4 kV, 60 Hz, 3.500 kVA. Os dois transformadores serão instalados ao lado da sala elétrica, em instalações independentes adaptadas às características desses equipamentos.
- ✓ Centro de controle de motores para bombas de água produto.
- ✓ Centro de controle de motores para bombas de limpeza química.
- ✓ Inversores de frequência de média tensão, soft starters, bancos de capacitores, UPS, retificadores e baterias.

#### 7.8.3.2. Sala Elétrica no Edifício de Osmose

Uma segunda sala localizada no edifício de osmose está planejada. Nesta sala será instalado:

- ✓ Os transformadores T3A e T3B, 6,6/0,4 kV, 60 Hz, 3.500kVA, servindo as bombas de recirculação e impulsor que alimenta a bomba de alta pressão, ambas acionadas por inversores de frequência de baixa tensão. Os dois transformadores serão instalados ao lado da sala elétrica, em instalações independentes adaptadas às características desses equipamentos.
- ✓ CBT-SA1, quadro principal de distribuição de serviços auxiliares, comuns e essenciais da área de osmose.
- ✓ Centro de controle de motor de baixa tensão 380V para limpeza dos filtros MM.
- ✓ Centro de controle do motor da baixa tensão 380V para as bombas da recirculação e de reforço.
- ✓ Centro de controle do motor da baixa tensão 380V para a dosagem química.
- ✓ Unidades de frequência variável, soft starters, bancos de capacitores, UPS, equipamento de retificador e baterias para a área de pré-tratamento.

#### 7.8.3.3. Sala Elétrica de Captação

Nesta terceira sala será instalada:

- ✓ TBT-SA2, quadro de distribuição de carga de baixa tensão para os serviços comuns e essenciais do edifício de pré-tratamento.

- ✓ Centro de controle de motores em baixa tensão para 380V para dosagem química de pré-tratamento.

Os centros de controle de motores e quadros de distribuição podem ser alimentados por duas fontes diferentes. As cargas são divididas em duas barras conectadas por chaves de acoplamento. A distribuição de serviços entre barras é realizada com um critério homogêneo de distribuição de carga, para que, na medida do possível, os serviços duplicados sejam alimentados a partir de diferentes transformadores, a fim de aumentar a confiabilidade da instalação. Os transformadores foram dimensionados para absorver temporariamente as cargas das duas barras. Os transformadores não funcionam em paralelo.

#### 7.8.4. Células de Média Tensão

Um conjunto de células de média tensão é projetado, com a seguinte configuração de células:

DESCRIÇÃO	UNIDADES
CÉLULA CONDENSADOR BOMBA ALTA PRESSÃO	2
CÉLULA BOMBA DE ALTA PRESSÃO	2
CÉLULA VDF BOMBA ÁGUA DE MAR	3
CÉLULA TRANSFORMADOR 3A	1
CÉLULA TRANSFORMADOR 2A	1
CÉLULA DE INSTALAÇÃO T1A	1
CÉLULA DE ACOPLAMENTO	1
CÉLULA DE INSTALAÇÃO T1B	1
CÉLULA TRANSFORMADOR 2B	1
CÉLULA TRANSFORMADOR 3B	1
CÉLULA VDF BOMBA ÁGUA DE MAR	2
CÉLULA BOMBA DE ALTA PRESSÃO	2
CÉLULA CONDENSADOR BOMBA ALTA PRESSÃO	2

As células de média tensão de 7,2 kV (tensão de serviço 6,6kV) são projetados de acordo com a norma IEC-62271-200, classificação LSC2B-PM-IAC-AFLR, com isolamento a ar (AIS) e corte em SF6. Os invólucros serão metálicos, do tipo modular auto suportado, para montagem interna e contínua.

As cabines são conjuntos de barras simples formadas por acoplamentos e possuem uma barra de aterramento. As barras serão de cobre de alta condutividade. Todas as estruturas metálicas, coberturas, telas e barreiras serão conectadas diretamente à barra de aterramento.

Cada conjunto de células suportará todas as tensões térmicas e dinâmicas causadas pelas correntes de curto-circuito sem danos. Uma capacidade de corrente de curto-circuito de 25 kA simétrica foi estimada.

A entrada para as cabines dos cabos será feita a partir do fundo.

As cabines são equipadas com chaves de tipo removível, corte a vácuo SF6 e controle motorizado. Os transformadores de medida e proteção são do tipo seco encapsulados em resina.

A medição de tensão, corrente, potência e energia na entrada dos conjuntos de células e a transmissão dos parâmetros elétricos para a SDC é fornecida.

Cada célula possui um relé de proteção digital multifuncional modular, adequado para o serviço de célula (transformador, motor ou fonte de alimentação), com capacidade de comunicação e acesso do sistema de controle central via porta de comunicação RS485 para protocolo Modbus.

Os circuitos de controle das células são alimentados por 230 Vac e/ou 127 Vdc do sistema de tensões seguras com redundância na fonte de alimentação. Permitirão as manobras locais e remotas dos dispositivos de corte, bloqueio, sinalização de estados e alarmes.

Para evitar a condensação dentro de cada célula, é fornecido um conjunto de resistências de aquecimento, controladas por um termostato. A iluminação é incorporada nos compartimentos acessíveis para manutenção.

As cabines estão equipadas com os intertravamentos necessários para evitar a realização de falsas manobras.

A parte frontal de cada cabine terá um comutador sinótico, local ou remoto, elementos de manobra para seccionadores e comutadores, sinalização do estado da parada, contador de operação e detector de presença de tensão.

### **7.8.5. Transformadores**

De acordo com o indicado nas seções anteriores, os seguintes transformadores estão instalados:

- ✓ T1-A e T1-B: 69/6,6kV, 60Hz, 15MVA, localizado na subestação elétrica para fornecimento de média tensão à usina de dessalinização.
- ✓ T2-A e T2-B: 6,6/0,4kV, 3500kVA, localizado na sala elétrica da subestação para fornecer fornecimento de baixa tensão para os serviços de processo da usina e subestação auxiliar.
- ✓ T3-A e T3-B: 6,6/0,4kV, 3500kVA, localizado no edifício de osmose inversa para fornecer energia de baixa tensão para o CCM.

Os transformadores de alta tensão 69/6,6kV, 15MW, serão do tipo óleo, classe F, temperatura de projeto 50°C, refrigeração ONAN/ONAF, YNn0, para instalação em instalação externa.

O transformador 69/6,6kV terá um regulador de tensão de carga, com 21 tomas ( $\pm 15\%$ ) localizado no enrolamento primário. Devem ser equipados com buchas, válvulas para coleta de amostras de óleo, válvulas de enchimento e esvaziamento, proteção e bloco de controle para detecção da emissão de gases do líquido dielétrico, detecção de aumento excessivo da pressão exercida no tanque, leitura da temperatura do líquido dielétrico e a visualização do nível do líquido.

Os transformadores de baixa tensão 6,6/0,4 V, 3500 kVA, serão do tipo seco, classe F, temperatura de projeto 40 °C, refrigeração AN, Dyn11, para instalação interna. O neutro rígido é conectado ao terra TT. Todos os transformadores serão adequados para serviço de carga total contínua no ambiente definido na seção 7.5 Condições Ambientais.

Os transformadores MT/BT terão um regulador de tensão manual no vácuo, com cinco taps ( $\pm 2,5\%$ ; 0;  $\pm 5\%$ ), localizado no enrolamento primário, leitura de temperatura dos enrolamentos, termômetro de esfera de dois contatos e termostato.

No caso de transformadores que alimentam cargas não lineares, T3A e 3TB, foi aplicado um fator de desclassificação K apropriado ao tipo de carga. Esses transformadores incorporam telas eletrostáticas.

Além do acima exposto, todos os transformadores devem ter uma placa de identificação, terminais de aterramento, ganchos para içamento, suportes para macacos hidráulicos, rodas de transporte que podem ser removidas e giradas em duas direções.

Os transformadores terão um sistema de intertravamentos mecânicos/elétricos que não permitem: conectar à rede de tensão diretamente à terra, alimentar a instalação em caso de curto-circuito ou falha de aterramento, acessar partes ativas, alimentar transformadores secundários de outra fonte causando estresse perigoso no primário do transformador, alimentar o mesmo transformador em um circuito fechado (transformadores em paralelo).

A trava do compartimento de passageiros de cada transformador será mecanicamente intertravada com a chave de aterramento da célula de proteção do transformador correspondente. Desta forma, o transformador não pode ser acessado sem primeiro fechar a chave de aterramento da célula de proteção.

Os transformadores serão instalados em um compartimento independente de dimensões suficientes para respeitar as distâncias mínimas de segurança. As portas se abrirão para o exterior, permitindo a entrada e saída de equipamentos. A localização dos transformadores facilita a acessibilidade direta para carga/descarga em um caminhão/guindaste, limitando a jornada em suas próprias rodas.

As instalações manterão condições adequadas de proteção contra incêndio, acesso restrito, sistema redundante de ar condicionado e proteção contra poeira.

### **7.8.6. Motores de Média Tensão**

Os motores de média tensão são aqueles correspondentes a:

- ✓ Bombas de alta pressão
- ✓ Bombas de captação água de mar

Os motores serão gaiola de esquilo trifásica, 6,6 kV, 60 Hz, classe F e temperatura de projeto 40°C. Eles serão tipo selado com refrigeração de ventilador, com grau de proteção IP55 e acabamentos adequados para ambiente salino. O fator de serviço considerado é de 1,15.

A potência nominal do motor em todos os casos é de pelo menos 110% da potência máxima exigida pela máquina associada.

Os motores das bombas de alta pressão terão acionamento por partida direta, com limitação de corrente inicial de 5xIn. As bombas de captação de água marinha partirão com inversores de frequência.

Está previsto o acionamento dos motores das bombas de alta pressão por partida direta, com uma limitação de corrente inicial de 5xIn. As bombas de captação de água marinha partirão com inversores de frequência.

Os motores têm resistências de aquecimento para evitar condensação. Todos os motores incorporam sensores de temperatura e vibração do tipo Pt-100, com dois detectores em cada enrolamento e um por rolamento.

Todos os motores podem ser operados a partir de sua localização, das cabines e da sala de controle.

### **7.8.7. Motores de Baixa Tensão**

Os motores serão gaiola de esquilo trifásica, 400 V, 60 Hz, classe F e temperatura de projeto 40°C. Eles serão selados com refrigeração por ventilador. Com grau de proteção IP55 e acabamentos adequados para ambiente salino. O fator de serviço a ser considerado é 1,15 e 1,0 no caso de ter um inversor de frequência. O design dos motores está em conformidade com IEC 60034.

A potência nominal do motor é de pelo menos 110% da potência máxima exigida pela máquina associada. Para motores com inversor de frequência, o torque máximo fornecido pelo motor deve ser pelo menos 40% maior que o torque de carga em qualquer frequência, e a velocidade máxima permitida do motor não deve ser excedida.

Em motores com potência igual ou superior a 50 kW, dois detectores de temperatura Pt-100 são instalados em cada enrolamento e um por rolamento.

Os mais importantes motores de baixa tensão podem ser operados a partir de sua localização, das cabines e da sala de controle.

### **7.8.8. Quadros de Distribuição de Carga de Baixa Tensão**

Os quadros de distribuição de carga de baixa tensão estarão localizados nas diferentes salas elétricas. Sua função é proteger e distribuir a energia de forma otimizada e segura para os diferentes pontos de consumo.

Os seguintes quadros são projetados:

- ✓ Quadros de distribuição de carga para serviços comuns e essenciais da planta:
  - TBT-SA1 serviços comuns e essenciais do edifício de osmose.
  - TBT-SA2 serviços comuns e essenciais do edifício de captação.

Os gabinetes são constituídos por unidades modulares padronizadas de construção metálica fechada. O acesso ao quadro é frontal, a saída do cabo é menor e a entrada é maior quando a conexão é feita por barra de alta densidade e menor quando a conexão é feita por cabos. O barramento desses gabinetes é formado por placa de cobre isolada e barra de terra. No mínimo, eles são projetados para suportar correntes de curto-circuito de 40 kA.

O aparelhamento será de desempenho removível para 400 A e calibres mais altos; e de tipo fixo para calibres menores.

A entrada de energia para o painel é equipada com um disjuntor magnetotérmico com controle motorizado, um analisador de rede, relé de proteção multifuncional e relé de fator de potência (quando aplicável). Os medidores e relés têm uma porta de comunicação RS485 para protocolo Profibus.

As saídas do painel são equipadas com um disjuntor automático com proteção diferencial.

As barras de serviços essenciais têm uma entrada de energia do grupo gerador. Eles são equipados com um interruptor automático magnetotérmico e intertravamentos elétricos / mecânicos que impedem uma operação errônea no modo de emergência.

### **7.8.9. Centros de Controle de Motores**

Um total de 6 centros de controle de motores (CCMs) estão localizados nas diferentes salas elétricas. São os seguintes:

- ✓ CCM 01, 380V, 60Hz, para dosagem química antes do pré-tratamento.
- ✓ CCM 02, 380V, 60Hz, para a lavagem de filtros MM.
- ✓ CCM 03, 380V, 60Hz, para bombas de recirculação e booster
- ✓ CCM 04, 380V, 60Hz, para o bombeamento de água do produto.
- ✓ CCM 05, 380V, 60Hz, para limpeza química.
- ✓ CCM 06, 380V, 60Hz, dosagem de reagentes químicos.

Os CCMs atenderão a norma IEC 60439-1, de execução removível, compartimentalização de forma 3b e 4b para as conexões, com grau de proteção IP54. Eles terão acesso frontal e entrada/saída de cabo inferior, exceto nos casos em que os CCMs tenham entrada direta do secundário de um transformador, onde a conexão será feita por eletroduto elétrico pré-fabricado.

Os CCMs serão equipados com um compartimento de barras de cobre de distribuição horizontal e vertical; e terá uma barra de aterramento. O nível de corrente de curto-circuito dos gabinetes será adequado em cada caso, pois o mínimo será de 50 kA. Eles terão elementos de aquecimento por coluna e sistema de refrigeração nos alojamentos dos inversores e starters suaves.

Os módulos de entrada terão um interruptor magnetotérmico, controle motorizado, intertravamento na posição aberta, contatos auxiliares e relé de proteção contra sobrecarga eletrônica e de curto-circuito, lâmpadas de sinalização e controle giratório na porta.

Eles irão incorporar transformadores de corrente para medição e transformador de tensão para circuitos de controle e para-raios de tipo combinado 1 e 2 de 100 KA.

Em todos os CCMs, um analisador de rede é planejado na entrada com uma porta de comunicação RS485 para o protocolo Profibus, que permite a medição e transmissão de parâmetros elétricos para o centro de controle. As conexões ao CCM do mesmo nível incorporarão o relé de comutação automática.

Os equipamentos de medição, controle e circuitos de controle terão um interruptor magnetotérmico.

Os módulos para acoplamentos de barramento terão disjuntor automático, controle motorizado, intertravamento na posição aberta, contatos auxiliares e relé de proteção eletrônica.

Os módulos iniciais incorporarão um disjuntor automático (em uma caixa moldada até 630 A e em um quadro aberto para medidores maiores), com intertravamento na posição aberta e controle giratório na porta, contator tripolar, relé térmico, relé diferencial, relés auxiliares, intertravamento na posição aberta, seletor de posição de comando: local, remoto e teste; e lâmpadas de sinalização.

Os tipos de início esperados são os seguintes:

- ✓ Partida Direta: até 5,5 kW.
- ✓ Partida por Soft-Start: Serão instalados nos motores com potência nominal superior a 5,5 kW que não funcionam por meio de um inversor de frequência.
- ✓ Inversores de frequência: Eles serão instalados nos motores que o exigem por processo.

Os módulos de saída para fontes de alimentação incorporarão um interruptor magnetotérmico de caixa moldada com botão rotativo na porta, relés auxiliares e lâmpadas de sinalização.

### **7.8.10. Inversor de Frequência em Média Tensão**

Os inversores de frequência de média tensão para operação das bombas de captação da água do mar, 6,6 kV, 60Hz, 24 pulsos, operarão em dois quadrantes com modulação de largura de banda (PWM) com controle vetorial.

Cada inversor de frequência será montado em um painel independente autoportante com transformador integrado. Eles terão um sistema de refrigeração de ar. O conjunto terá um grau mínimo de proteção de IP 42.

O inversor de frequência não deve causar a redução da potência efetiva (redução de potência) do motor, nem deve ser necessário um melhoramento do isolamento do mesmo, nem um fator de serviço adicional ao exigido pela carga. Incluirá filtros que protegem o motor contra possíveis danos e picos de tensão da onda de saída.

A eficiência mínima do VDF de média tensão será de 96% (incluindo o transformador) a 100% da velocidade e da carga. O fator de potência do inversor de frequência será 0,97 entre 30% e 100% da potência nominal e será projetado para uma disponibilidade de 99,9%.

O conjunto de inversores de frequência deve estar em conformidade com os requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC) estabelecidos (IEC 61800-3) e com os valores de distorção harmônica total (TDH) no ponto de acoplamento (PCC) IEC 61800-3-12, IEEE 519.

#### **7.8.11. Inversores de Frequência de Baixa Tensão**

Os inversores de frequência de baixa tensão estarão de acordo com a norma IEC 60146, serão de 6 pulsos, baixo conteúdo harmônico, operarão em dois quadrantes com modulação de largura de banda (PWM) com controle vetorial. Terá indutâncias de entrada para a redução de harmônicos e filtros de saída  $dV/dt$ . A topologia do VDF pode ser CSI (fonte de corrente) ou preferencialmente VSI (fonte de tensão), IGBTs tanto no módulo retificador quanto no módulo inversor.

Inversores de frequência para motores com potência igual ou superior a 50 kW terão by-pass e serão montados em painéis autoportantes independentes com acesso frontal.

O grau de proteção será de IP 42.

Os motores das seguintes bombas serão alimentados por inversores de frequência:

- ✓ Bombas de recirculação, 380V
- ✓ Bombas booster, 380V
- ✓ Bombas de captação água de mar, 690V
- ✓ Bomba de limpeza química e deslocamento, 380V
- ✓ Bomba de produto tipo nº1 e nº2, 380V

O conjunto do inversor de frequência deve estar em conformidade com os requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC) estabelecidos (IEC 61800-3) e com os valores de distorção harmônica total (TDH) no ponto de acoplamento (PCC) IEC 61800-3-12, IEEE 519.

#### **7.8.12. Partida Soft-Start**

Motores com potência superior a 5,5 kW que não são acionados por um inversor de frequência terão partidas eletrônicas.

Os soft-starters terão by-pass e serão montados em painéis autoportantes independentes, com acesso frontal. O grau de proteção será de IP 54.

### 7.8.13. Correção do Fator de Potência

A fim de garantir um fator de potência igual ou superior a 0,95 no ponto de conexão do cliente (PCC) e melhorar o fator de potência geral da instalação, é proposta uma compensação de potência reativa em vários níveis:

- ✓ Compensação da energia reativa produzida pelos motores de média tensão das bombas de alta pressão. A compensação individual é fornecida em paralelo à máquina, com elemento de proteção e manobra própria para o banco de capacitores para evitar fenômenos de auto excitação.
- ✓ Compensação fixa associada a transformadores secundários.
- ✓ Para a compensação do fator de potência de baixa tensão, um sistema de compensação distribuída foi escolhido individualmente por painel. Serão instaladas baterias auto reguladoras automáticas para corrigir o fator de potência originado pelos diferentes dispositivos instalados nos baixos circuitos. Os CCMs e o TBT-SA serão conectados à rede de serviços comuns e essenciais.

As capacidades dos equipamentos permitirão o trabalho da instalação em plena capacidade com um fator de potência de 0,98.

As baterias terão proteção com disjuntor automático, resistores de reinserção e reatores de filtragem sintonizados.

As baterias de condensadores automáticos também terão um regulador eletrônico com porta de comunicação para fieldbus e serão integradas ao sistema de controle e supervisão geral da planta.

### 7.8.14. Cabos

O cabo de média tensão a ser utilizado será de 6/10 kV, condutor de cobre classe 2 IEC 228, com isolamento em polietileno reticulado (XLPE) para temperatura máxima em serviço permanente a 90°C e curto-circuito a 250°C, coberto com PVC; de acordo com a norma IEC 60502-2.

O cabo de energia de baixa tensão a ser usado será 0,6/1 kV, condutor de cobre trançado, com isolamento de PVC para uma temperatura máxima em serviço permanente a 90 °C e curto-circuito a 250 °C, e cobertura de PVC.

As seções dos cabos foram calculadas na função de:

- ✓ A intensidade máxima admissível para o cabo em serviço permanente. Fatores de correção da intensidade por temperatura, tipo de carga, agrupamento e tipo de montagem foram considerados.
- ✓ A queda máxima de tensão, de acordo com NBR 5410:
  - 5%, em relação ao ponto de entrega.
  - 10% máx. em partida de motores.
  - 4% máx. circuitos terminais (iluminação e força)

As seções mínimas estabelecidas são as seguintes:

- ✓ Potência 4 mm<sup>2</sup>
- ✓ Comando e sinalização 1,5 mm<sup>2</sup>

A seção do condutor neutro e a seção do condutor de aterramento de proteção devem ser dimensionadas de acordo com as indicações da regulamentação aplicável.

Os condutores que alimentam os motores dos inversores serão concêntricos e blindados. As telas de cabos serão aterradas.

#### **7.8.15. Dutos Elétricos Pré-Fabricados (dutos de barras)**

Para os transformadores de potência de 6,6 / 0,4kV, planeja-se fazer a conexão entre o transformador secundário e o painel de baixa tensão por eletroduto elétrico pré-fabricado. A tubulação elétrica pré-fabricada será projetada de acordo com o padrão IEC 60439-2.

As barras de alta intensidade serão feitas de cobre ou alumínio em invólucro de aço. Eles serão apoiados nos tetos e paredes. Todas as etapas das barras serão seladas entre diferentes áreas com elementos resistentes ao fogo.

#### **7.8.16. Botões Locais**

As máquinas principais acionadas por um motor elétrico serão fornecidas, nas proximidades delas, um teclado local, com botão tipo cogumelo, para parada de emergência da máquina, proteção IP-65.

No caso de acionamentos de válvulas ou portões motorizados, os teclados terão um botão de pressão de abertura, um botão de fechamento e um botão de parada de emergência tipo seta.

#### **7.8.17. Sistema de Corrente Contínua**

O sistema CC fornecerá energia a 127 Vcc para o controle e comando de disjuntores de média tensão.

Como muitos sistemas de corrente contínua são instalados, existem centros de transformação na planta. Neste caso, dois: um no edifício da coleção e outro no edifício do processo.

O sistema de corrente contínua será redundante, consistindo de dois carregadores e dois conjuntos de baterias para 100% da carga esperada com um intervalo de 1 hora e uma placa de distribuição com entrada dupla de energia. As baterias devem ser de Ni-Cd, vedadas e isentas de manutenção, e invólucros não corrosivos ou inflamáveis adequados devem ser abrigados. O conjunto é projetado para serviço interior.

A carregadeira e os gabinetes de distribuição são do tipo metal autoportante, para instalação no piso, com grau de proteção IP54. Os armários são acessíveis pela frente e as entradas dos cabos são feitas pela parte inferior desses acessos frontais; com tipo fixo de manobra.

#### **7.8.18. Sistema de Alimentação Ininterrupta (UPS)**

Um sistema de alimentação ininterrupta (UPS) é projetado para cada uma das salas elétricas planejadas. A tensão de saída do equipamento será de 220 Vac, 60 Hz, que fornecerá energia para o equipamento DCS, I&C e para o restante das cargas vitais da planta. O sistema será 100% redundante e será composto pelos seguintes elementos:

- ✓ 2x Inversor com modulação por largura de pulso (PWNS)
- ✓ 2x By-pass estático, por transformador seco e estabilizador que será ativado por um interruptor automático e ação manual sem cortar.
- ✓ 2x By-pass manual para operações de manutenção.
- ✓ Controle por microprocessador.
- ✓ Painel de alarmes e sinais.

Os armários de UPS e distribuição serão do tipo metal autoportante, para montagem no piso, com grau de proteção IP54. Os gabinetes serão acessíveis pela frente e as entradas dos cabos serão feitas pela parte inferior desses acessos frontais; eles incluirão disjuntores do tipo fixo.

#### **7.8.19. Energia de Backup (Emergência)**

No caso de uma falha prolongada ou desligamento da fonte de alimentação, recomenda-se a instalação de um grupo gerador alternativo, o que permite que as cargas essenciais da instalação sejam alimentadas.

Cargas essenciais são consideradas: bombas de deslocamento para membranas, sistema de controle distribuído, sistema de iluminação e tomadas de energia, serviços de compressor de ar, compressor hidráulico, válvulas motorizadas, pontes rolantes e guindastes, sistemas e sistemas de proteção contra incêndio ar condicionado.

O estudo e o dimensionamento da instalação de energia de reserva estão além do escopo deste estudo de viabilidade e podem ser incorporados em estágios posteriores do projeto.

#### **7.8.20. Passagem de cabos**

Deverão ser previstas passagens de cabos independentes para linhas de média tensão, baixa tensão, controle e instrumentação.

Para as diversas situações de passagem de cabos, deve ser prevista a melhor forma de instalação, de acordo com a necessidade apresentada.

##### **7.8.20.1. Leito para cabos**

Os leitos para cabos a serem instalados em áreas internas deverão ser de fibra pultrudada (tipo escada) para cabos leves e pesados, devendo ser fabricados de acordo com as normas brasileiras do setor elétrico. O fornecimento dos leitos deverá contemplar todos os acessórios para a instalação tais como juntas, tala de emenda, entre outros acessórios de fixação e sustentação das mesmas.

Os cabos serão dispostos de forma que seu layout fique reto e tentando preservar sua posição relativa entre si e evitando cruzamentos de cabos. As entradas e saídas serão realizadas de forma que não impeçam a manutenção dos cabos existentes ou a instalação de novos cabos.

Cada circuito terá flanges de fixação que mantêm as fases juntas, de modo que as tensões térmicas e termodinâmicas, devido às diferentes condições que podem surgir durante a operação da planta, não podem mover ou deformá-las.

Os cabos serão sinalizados dentro das bandejas a cada 5 metros, com o circuito correspondente.

##### **7.8.20.2. Calhas ventiladas no chão**

Em ambientes internos, quando necessário, poderão ser utilizadas calhas em alvenaria para a passagem da fiação. As calhas deverão possuir grelhas de piso para a proteção dos cabos na passagem e deverão ser dimensionadas de acordo com a bitola e quantidade de circuitos em passagem.

##### **7.8.20.3. Canalizações externas em vala**

Nas áreas externas, os cabos serão alojados em valas no solo, protegidos por eletrodutos e com um arranjo de camadas. A profundidade mínima da vala será de 600 mm no caso de canalização sob a calçada e 800 mm sob a estrada. As dimensões das valas irão variar dependendo dos serviços

encontrados (água, gás, etc.) e número de circuitos. Ao longo da canalização, será colocada uma fita sinalizadora que avisa da existência do cabo elétrico e dos elementos de proteção mecânica do cabo (dutos de polietileno). As rotas das trincheiras serão claramente marcadas e identificadas.

As distâncias de segurança regulamentares serão mantidas em paralelismos e cruzamentos com outros serviços (linhas de energia, comunicações, água ou gás). No caso de cruzamentos rodoviários ou estradas com tráfego rodoviário, os cabos serão instalados sob um tubo de fibrocimento com diâmetro de 150 mm. Em todos os casos, dois tubos livres serão fornecidos com fios-guia pré-instalados para futuras instalações.

O layout das linhas será o mais reto possível e paralelo a referências fixas, como linhas na fachada e guias, evitando mudanças de direção.

#### **7.8.20.4. Eletrodutos expostos**

Em caso de passagens por eletrodutos expostos, a fiação será alojada em tubo de aço galvanizado conforme NBR 5597 e NBR 5598 para montagem em superfície, com acabamento anticorrosivo, classificação C4. As caixas de registro serão instaladas a cada 15 m no máximo.

Para desvios de trajetória só será permitido o uso de curvas, ficando terminantemente proibido submeter o eletroduto a aquecimento. Os eletrodutos devem ser fornecidos com uma luva rosca em uma das extremidades. As extremidades dos eletrodutos, quando não roscadas diretamente em caixas ou conexões com rosca fêmea própria ou limitadores tipo batente devem ter obrigatoriamente buchas e arruela fundido, ou zamack.

Os eletrodutos deverão ser dimensionados de acordo com NBR 5410.

#### **7.8.20.5. Eletrodutos não expostos**

Em caso de passagens por eletrodutos não expostos, a fiação será alojada em tubo de PVC rígido), auto-extinguível, rosqueáveis, conforme NBR 6150.

Para desvios de trajetória só será permitido o uso de curvas, ficando terminantemente proibido submeter o eletroduto a aquecimento. Os eletrodutos devem ser fornecidos com uma luva rosca em uma das extremidades. As extremidades dos eletrodutos, quando não roscadas diretamente em caixas ou conexões com rosca fêmea própria ou limitadores tipo batente devem ter obrigatoriamente buchas e arruela fundido, ou zamack.

Os eletrodutos deverão ser dimensionados de acordo com NBR 5410.

#### **7.8.21. Iluminação**

Pontos de luz suficientes serão instalados para fornecer um nível de iluminação que garanta uma operação segura e eficiente na planta. A instalação garantirá os valores de iluminação média apresentados no quadro a seguir:

Os tipos de luminárias a instalar foram definidos de acordo com o tipo de instalações, altura do teto, tipo de áreas e ambiente. As luminárias devem estar dispostas de modo a garantir a máxima uniformidade da iluminação e de modo a que a substituição das lâmpadas possa ser feita sem perigo de entrar em contato com outros elementos em tensão.

<b>Localização</b>	<b>Nível de iluminação (lux)</b>
Sala de controle e laboratórios	500
Escritórios	500
Salas elétricas	500
Áreas de processo, interiores	400
Áreas de processo, exteriores	200
Galerias de serviço	150
Armazéns	200
Oficinas	300
Hall, corredor, banheiro, vestiários e áreas de serviço	150
Vias e estacionamento	50

A manutenção de todo o equipamento de iluminação pode ser feita sem a necessidade de montar estruturas complexas. As luminárias terão um fator de manutenção de 0.7.

#### **7.8.21.1. Iluminação Interna**

Das barras de serviços essenciais a imagem geral da iluminação de cada zona é alimentada. A partir deste ponto, diferentes saídas serão feitas para as caixas de iluminação locais nos edifícios. Prevê-se a realização de uma instalação de iluminação normal e outra de emergência.

A distribuição da iluminação será trifásica, as áreas iluminadas por mais de um circuito serão alimentadas por diferentes fases. Todos os circuitos de iluminação serão protegidos por meio de disjuntores e 30 mA de proteção diferencial de sensibilidade e ação instantânea.

A iluminação do prédio administrativo será feita por meio de mecanismos independentes, chaves e botões. As áreas de processamento de interiores, sala elétrica, oficinas e armazéns serão controladas a partir da sala de controle. Os mecanismos serão alojados em uma caixa de material sintético (PVC), e seu tipo irá variar de acordo com o risco de cada localidade. No caso de salas de processamento e laboratórios, os botões serão IP 65, estanques e com tampa. Eles serão instalados na superfície o mais próximo possível dos acessos

Os tipos de luminárias fornecidas são os seguintes:

- ✓ Em salas de processamento e salas elétricas com altura inferior a 4 m, serão instaladas luminárias IP65 estanques para montagem em superfície equipadas com lâmpadas de LED de 2x18 W.
- ✓ Nas salas de processo com uma altura superior a 4 m, as luminárias IP65 estanques suspensas no teto, o tipo de capô industrial equipado com lâmpadas de LED, serão instaladas de 150 W.
- ✓ Nas áreas de escritórios e sala de controle, telas embutidas, com grade de ripas V, equipadas para lâmpada LED 2x18 W.

A iluminação de emergência entrará automaticamente em serviço quando o suprimento normal falhar. Considerou-se um nível médio de iluminação de 5 lux em rotas de evacuação, mesas e / ou equipamentos nos quais seria necessário realizar algum tipo de manobra, inspeção ou medição.

A instalação da iluminação de emergência será feita por luminárias estanques autônomas com lâmpadas LED de 3,5W, alimentadas a 230 V, com bateria de níquel-cádmio com uma autonomia mínima de 1 hora.

#### **7.8.21.2. Iluminação Exterior**

A instalação de iluminação exterior contempla a iluminação dos frascos e das áreas externas de processamento: área de pré-tratamento, pós-tratamento e tanques de água de produto.

O controle de iluminação exterior será feito por interruptor de tempo e fotocélulas.

Para a iluminação de frascos, colunas cilíndricas de chapa de aço galvanizado de 6 m de altura, com luminária estanque IP65 de tipo esférico, equipada com lâmpadas LED de 150 W e fecho de policarbonato anti-vandalismo.

Nas áreas de trabalho das áreas de pré-tratamento, pós-tratamento e tanques de água do produto serão instalados postes de 6 m com projetores LED de 400 W.

#### **7.8.22. Tomadas de Energia**

As tomadas cumprirão as disposições da norma IEC60309. Os painéis de iluminação e tomadas serão independentes um do outro.

Um mínimo de duas caixas de tomadas monofásicas serão instaladas 220 V, F+N+PE, 16 A por sala em edifícios administrativos.

Nas áreas de processo e salas elétricas, serão instaladas caixas com tomadas de energia de 400 V, 3P + PE, 32 A para operação de máquinas portáteis, máquinas de solda e equipamentos similares; estas caixas terão dois soquetes de capacidade monofásicos de 220 V, F + N + PE e 16 A para vários usos.

As caixas serão feitas de material sintético com tampa, com grau de proteção IP65. Serão distribuídos de forma a cobrir todas as áreas, localizadas perto do equipamento principal e mantendo uma distância máxima de 25 m entre duas tomadas.

Os circuitos de potência serão protegidos com disjuntor automático e proteção diferencial de sensibilidade e ação instantânea de 30 mA.

#### **7.8.23. Aterramento**

Os principais objetivos da instalação do aterramento são:

- ✓ Garantir a segurança das pessoas para que elas não sejam expostas a estresses perigosos em regime permanente ou em condições de falta.
- ✓ Proteção da instalação, em condições de falha, garantindo uma impedância baixa o suficiente para facilitar o correto funcionamento das proteções. Manutenção de tensões do sistema dentro de limites adequados, evitando a ruptura dielétrica do isolamento.
- ✓ Criar uma plataforma equipotencial na qual equipamentos eletrônicos possam operar. Fornecer um caminho alternativo para as correntes induzidas, de tal forma que o ruído elétrico nos cabos seja minimizado.

Os projetos do aterramento estarão em conformidade com as disposições do Padrão ANSI / IEEE-80.

As malhas de aterramento terão uma resistência menor ou igual a 5 Ohm na rede elétrica e 1 Ohm na subestação 69 / 6.6kV, que garantem contato adequado e tensões escalonadas.

O sistema de aterramento será composto de pelo menos os seguintes:

- ✓ Aterramento de proteção para equipamentos da planta
- ✓ Aterramento de neutros de transformadores
- ✓ Aterramento de para-raios
- ✓ Aterramento de instrumentação

Estes aterramentos serão unidos formando uma única superfície equipotencial.

O dimensionamento do aterramento será realizado em função da máxima corrente de falta nas condições mais desfavoráveis, tanto em magnitude quanto em duração do tempo de liberação da falta, características e valores de resistividade do solo.

Quando houver condições de alta resistividade do solo, produtos químicos ou aditivos especiais serão usados para melhorar esses valores, de modo a alcançar a conformidade com os regulamentos.

A instalação de aterramento consistirá de uma rede subterrânea e uma rede aérea de condutores de proteção.

A rede subterrânea consiste em uma série de hastes enterradas, aço-cobre com 3 m de comprimento, unidos por um cabo de cobre macio e nu de 50 mm<sup>2</sup> (seção de 95 mm<sup>2</sup> na subestação 69/6.6kV), formando uma grade enterrada diretamente em contato com o solo.

Em prédios e áreas de máquinas, o cabo de aterramento será conectado aos reforços, pilares e estruturas.

A rede aérea será formada pelos condutores de proteção, de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de seção, que unirão os equipamentos mecânicos como bancada, tanques, estruturas superficiais, etc. para a rede enterrada. Os motores elétricos serão aterrados através do condutor de proteção que faz parte da fonte de alimentação. A blindagem metálica dos cabos será aterrada.

As colunas para a iluminação nas áreas externas terão seu próprio aterramento com um cabo de seção de 35 mm<sup>2</sup>, próximo a cada coluna será instalada uma lança de 2 m.

Todas as emendas, derivações, juntas de pás e cabos serão feitas com solda aluminotérmica.

#### **7.8.24. Proteção Contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões (SPDA)**

A fim de mitigar os danos que podem ser causados pelo impacto de raios na estrutura do edifício, seus ocupantes e aqueles do equipamento, a instalação de um sistema de proteção contra raios está planejada.

O dimensionamento do sistema de proteção contra raios será determinado de acordo com a IEC 62305; os componentes e materiais utilizados estarão em conformidade com as normas IEC 61643 e IEC 50164.

O sistema de proteção contra raios deve consistir de:

- ✓ Sistema de captura de raios que será instalado a uma certa altura acima dos pontos mais altos dos edifícios, estruturas ou instalações a serem protegidas. Optou por um sistema ativo de para-raios com sistema de primer (PDC). Sistemas ativos e passivos (pontas Franklin e malhas condutoras) podem coexistir. Desta forma, se houver uma estrutura ou área de alto

risco fora da zona de proteção planejada, ambos os sistemas poderão ser combinados para que todas as áreas sejam cobertas.

- ✓ Sistema de condução da descarga para a terra. Ao traçar duas trajetórias independentes para aterrar com o menor comprimento possível.
- ✓ E um sistema de aterramento por meio de eletrodos para a dissipação adequada da energia da descarga.

Para obter proteção integral contra sobretensões, o sistema deve consistir de um sistema de proteção externa contra um raio direto e um sistema interno de proteção. Proteções de sobretensão serão instaladas nas placas de distribuição de energia, que garantem a proteção do equipamento conectado à instalação.

## 8. Solução Arquitetônica

### 8.1. Introdução

A planta de dessalinização de água marinha está situada em Fortaleza, Ceará, no bairro Praia do Futuro I, limitado pelas ruas Francesco de F. Dângelo, Raimundo Esteves, Oliveira Filho e Pinto Antônio Bandeira, correspondendo a um terreno regular formado por duas quadras parcialmente desocupadas separados por uma rua não consolidada. A área total corresponde a 2,3 ha, sendo 2 hectares referentes às duas quadras. As cartas náuticas indicam profundidade de 14,0 m a uma distância de 2,5 km da costa.

A planta é composta por uma série de edifícios, entre eles o Edifício de Processo, o Edifício Administrativo, a Câmara de Captação e o Depósito de Produto Final e Estação Elevatória.

Estes são descritos em seguida, tendo em conta a localização dentro do lote de terreno, a função e a solução construtiva.

### 8.2. Edifício de Processo

#### 8.2.1. Localização

O Edifício de processo está localizado no centro do terreno.

#### 8.2.2. Função

Entre outros, dentro deste edifício situam-se o Bastidor de Osmose Inversa, os Filtros de Cartuchos, as Bombas de Lavagem de Filtros e o Sistema de Limpeza Química.

#### 8.2.3. Solução Construtiva

O edifício é composto por estrutura metálica, revestida no telhado com sistema de cobertura composição sanduíche formada por duas telhas de curva calandrada em perfil trapezoidal de aço Galvalume com lã de rocha no interior e tratamento adequado à proximidade do mar e à alta maresia.

As fachadas são também revestidas no mesmo sistema de painéis metálicos a formar sanduíche, com tratamento adequado à proximidade do mar e à alta maresia e lã de rocha no interior, em duas cores, cinza e branco.

Embasamento em bloco de concreto com emboço e pintura na cor cinza concreto.

Pavimento interior em concreto alisado com resinas epóxicas.

### 8.3. Edifício Administrativo

#### 8.3.1. Localização

Acoplado ao edifício de processo, no lado nordeste.

#### 8.3.2. Função

O Edifício Administrativo integra os seguintes espaços no Piso 00:

- ✓ Entrada com Recepção, ligação ao edifício de processo, à zona de pessoal com vestiários e ao piso 1
- ✓ Instalação sanitária e vestiários masculino e feminino (Em contato com a recepção)

- ✓ Oficina Mecânica (em contato com o edifício de processo)
- ✓ Oficina Elétrica (em contato com o edifício de processo)
- ✓ Armazém (em contato com o exterior).
- ✓ Sala Elétrica e Posto de Transformação (em contato com o exterior)
- ✓ Depósito de Salmoura
- ✓ Área para auditório de aproximadamente 180 pessoas (acesso pelo exterior, e ligação com o Museu da Água, no piso superior)

No piso 1 o programa consiste em

- ✓ Laboratório com copa, Instalações Sanitárias Masculinas e Femininas, 1 gabinete e sala de arquivo
- ✓ Instalações Sanitárias de Apoio ao piso
- ✓ Sala de Observação
- ✓ 5 gabinetes
- ✓ Sala de reunião para 12 pessoas
- ✓ Sala de Controle
- ✓ Museu da Água

São ainda disponibilizadas 9 vagas de estacionamento no exterior, para veículos ligeiros e 2 vagas para estacionamento de transporte de passageiros visitantes.

### **8.3.3. Solução Construtiva**

Sistema de Estrutura pilar viga e laje em concreto armado, com a fachada sudeste envidraçada.

Esta fachada é composta por sistema de fachada Stick com acabamento cor Cinza RAL 9006, e vidro laminado de cor neutra.

Pontualmente, no piso 0, nas fachadas deste edifício alguns painéis de vidro são substituídos por painéis opacos de ACM de forma a opacificar as áreas técnicas.

O telhado é em laje de concreto revestida com telas impermeabilizantes e isolamento térmico.

## **8.4. Edifício de Captação**

### **8.4.1. Localização**

Localizado no lado sul do lote.

### **8.4.2. Função**

Edifício de captação, sala elétrica, sala de bombas.

### **8.4.3. Solução Construtiva**

Sistema de Estrutura pilar viga e laje em concreto armado, com paredes em bloco de concreto, concreto com emboço e pintura na cor cinza concreto, telhado em laje de concreto revestida com telas impermeabilizantes e isolamento térmico, com uma cobertura em chapa trapezoidal com tratamento adequado à proximidade do mar e à alta maresia.

## **8.5. Depósito de produto final e estação elevatória**

### **8.5.1. Localização**

Localizado junto à entrada do lote, na região noroeste.

### **8.5.2. Função**

Depósito do produto final e estação elevatória.

### **8.5.3. Solução Construtiva**

Estrutura em concreto armado, pintada cor cinza concreto. Telhado em laje de concreto revestida com telas impermeabilizantes e isolamento térmico.

## 9. Instrumentação e Controle da Planta

### 9.1. Instrumentação e Comunicação Com o Sistema de Controle

Serão instalados os instrumentos de campo necessários para realizar o comissionamento, operação, desligamento, controle e supervisão da instalação e conhecer o estado da planta para a manutenção da mesma. A instrumentação de campo não apenas fornecerá o sinal correspondente para o controle, mas também terá indicação local, em unidades de engenharia, do valor da variável de forma que permita conhecer "in situ" seu valor. Da mesma forma, eles terão um display com um teclado que permite conhecer outros valores como totalizadores, faixas de medição ou outros.

Também serão instalados os instrumentos locais considerados necessários para determinar em campo o estado da operação, independentemente de haver controle e indicação da mesma variável. Entre outros, será considerado instalar pelo menos manômetros nas aspirações e descargas das bombas, termômetro local para a medição da temperatura da água do mar antes da entrada dos racks. Os tanques de armazenamento de qualquer produto e reagentes químicos terão uma indicação local do nível do líquido que contêm por indicação visual e transmissores de nível.

Será evitado montar os instrumentos diretamente no tubo, uma armação será construída onde os instrumentos fisicamente próximos serão montados. Os manômetros, pressostatos e transmissores de pressão ou transmissores de pressão diferencial devem ser equipados com uma válvula de isolamento adequada, dependendo das pressões do fluido e da tubulação. Eles também terão uma válvula de ventilação que permite eliminar o acúmulo de ar no instrumento. Da mesma forma, eles serão montados com uma membrana de separação do fluido a ser medido. Os transmissores e manômetros de pressão diferencial serão equipados com o bloco de válvulas adequado para as operações de isolamento, equalização e purga que evitam a ruptura da membrana no comissionamento do instrumento.

A rede de comunicação de dados do processo entre os controladores, os gabinetes I/O remotos e os instrumentos de campo será mediante barramento de campo em fibra ótica Profibus DP.

O barramento permitirá velocidades de transmissão de até 12 Mbit por segundo.

O sistema será capaz de ler todas as variáveis geradas pelos dispositivos de campo sem a necessidade de qualquer fiação adicional. Os dispositivos de campo fornecerão todas as informações de diagnóstico, incluindo falhas de dispositivos, falhas de configuração, modo de operação e solicitações de manutenção.

O sistema permitirá conectar todos os dispositivos de campo certificados pelo órgão de normas correspondente a esse tipo de barramento de campo e não exigirá aprovações adicionais do fornecedor do sistema principal.

O sistema permitirá a comunicação do barramento de campo nos níveis H1 (menor velocidade, dispositivo alimentado pelo barramento) e H2 (alta velocidade, alta largura de banda) utilizando um único protocolo de comunicação que minimiza a necessidade de utilização de múltiplas ferramentas de configuração.

O projeto, a montagem e o teste da instrumentação e do Controle e seus sistemas auxiliares devem atender às disposições das normas ISA, NEMA, IEE ou normas equivalentes. Eles também devem

cumprir todos os requisitos dos padrões de compatibilidade eletromagnética IEC 61000-4-2, 61000-4-3, e 61000-4-4.

Devido à distância da Planta aos PONTOS DE ENTREGA de água, deverá ser fornecida solução via rádio ou equivalente para transmissão dos dados dos sensores instalados naqueles pontos ao Sistema de Controle da Planta.

## 9.2. Lista de Instrumentos de Campo

Os instrumentos instalados em uma usina de dessalinização são tipicamente:

- ✓ Instrumentação para medição de vazão:
  - Vazão de bombas de água do mar
  - Vazão de filtragem de cada filtro
  - Vazão de alimentação para bomba de alta pressão
  - Vazão de alimentação para o sistema de recuperação
  - Vazão de recirculação de salmoura
  - Vazão de permeado por bastidor
  - Vazão da produção total da planta
  - Vazão da bomba para conexão do tanque
  - Vazões de água fornecidas nos Pontos de Entrega
- ✓ Instrumentação para medição de pressão
  - Nos impulsos de cada bomba
  - Na entrada e saída de cada quadro de osmose
  - Na saída do coletor de permeado
  - Na chegada de água fornecidas nos Pontos de Entrega
- ✓ Instrumentação para medição de nível
  - Em tanques de armazenamento para produtos químicos
  - Tanques de limpeza química e deslocamento
  - Câmara de captação
  - Depósito de água produto
- ✓ Instrumentação para medição de temperatura
  - Na entrada dos bastidores de osmose
- ✓ Boias de nível, chaves de contato e pressostatos.
- ✓ Instrumentação analítica
  - Para medir a turbidez
    - Antes e depois do pré-tratamento
    - Na saída do produto de água
    - Na chegada de água fornecidas nos Pontos de Entrega
  - Para medição de condutividade
    - Na entrada da água do mar
    - Coletor de permeado de cada bastidor
    - Entrada para bastidores de osmose
    - Descarga de salmoura
    - Coletor de água produto
    - Na chegada de água fornecidas nos Pontos de Entrega

- Para medida do pH
  - Na entrada de água de mar
  - Saída filtração
  - Coletor de permeado
  - Descarga de salmoura desde depósito de neutralização
  - Coletor de água produto
  - Na chegada de água fornecidas nos Pontos de Entrega
- Para medida do potencial Redox, ORP
  - Na entrada de água de mar
  - Coletor de permeado de cada bastidor
  - Entrada para bastidores de osmose
  - Descarga de salmoura desde depósito de neutralização
- Para medida do cloro
  - Na entrada de água de mar
  - Coletor de água produto
  - Na chegada de água fornecidas nos Pontos de Entrega
- Outros: medidores de hidrocarbonetos, medidores de dureza, medidores do conteúdo em sílica, medidores de SDI, etc.

### 9.3. Sistema de Controle

O Sistema de Controle de Processos será através de um Sistema de Controle Distribuído (SCD) no qual haverá diferentes gabinetes de concentração de sinais com placas de I/O distribuídas em toda a planta de dessalinização, duas CPUs com redundância real, os postos de trabalho, o software associado e as redes de comunicação entre os diferentes elementos.

O equipamento deve atender a todos os requisitos dos padrões de compatibilidade eletromagnética IEC 61000-4-2, 61000-4-3, e 61000-4-4.

O sistema de supervisão e controle proposto consiste nos seguintes níveis de controle:

- ✓ Nível zero, ou nível de aquisição de dados e controle local. Este nível corresponderia à instrumentação e controle de campo.
- ✓ Primeiro nível, ou controle sequencial que corresponde aos controladores (CLPs) da planta. Suas funções são:
  - Aquisição de dados (leitura das variáveis analógicas e estados dos equipamentos)
  - Geração de eventos e alarmes (dependendo das entradas do Processo e das variáveis analógicas medidas)
  - Vigilância de intertravamentos e sequências de operação (com geração de alarmes em situações não compatíveis)
  - Iniciar/parar, abrir/fechar o equipamento. Com vigilância dos intertravamentos. Estes comandos podem ser executados de acordo com o programa interno do CLP ou dependendo de uma ordem do sistema de supervisão central.
  - Loops de regulação

Este nível funciona de forma autônoma, isto é, funciona mesmo sem comunicação, tomando suas próprias decisões programadas.

O resto dos controladores de zona seria instalado o mais próximo possível dos elementos de transmissão de sinais. O controlador central e a periferia da zona distribuída são comunicados via Ethernet pelo anel de fibra óptica.

- ✓ Segundo nível, ou SUPERVISÃO, esse nível é executado na sala de controle dos PCs de supervisão, onde o software de supervisão está localizado no sistema operacional Windows.

A partir deste nível pode-se:

- Visualizar todos os elementos do campo (estados, valores analógicos, ...)
- Visualizar dados históricos (tendências, alarmes, ...)
- Alterar dados, avisos ou parâmetros de processo
- Fazer pedido remoto para equipe de campo
- Gerar Relatórios
- Informação de equipamento e sistemas (diagramas elétricos, folha de incidentes, ...) através de link com o aplicativo de gerenciamento.

A instalação terá sua própria sala de controle, onde as estações de operação e engenharia e os servidores serão instalados.

Nas estações de operação e engenharia, estará disponível a interface gráfica (IHM), criada com base em programas específicos para esse fim, para visualização de dados, comandos, alarmes, controle de processos, eventos, manutenção da instalação e elaboração de relatórios de operação e manutenção.

As telas serão interativas, baseadas em menus, estruturadas de forma hierárquica, representando desde o nível geral da Planta até o nível de pontos.

Dois (2) servidores redundantes serão incluídos para dados em tempo real e armazenamento do histórico de dados. Uma (1) estação de operação e uma (1) estação de engenharia serão incluídas. Cada estação de trabalho consistirá de dois (2) monitores de 27", mouse óptico, teclado e PC com hardware de última geração e alto desempenho e sistema operacional Windows. As comunicações serão feitas através de Ethernet Industrial.

Incluirá todos os softwares e licenças necessários para o bom funcionamento de cada estação de trabalho, entre outros: sistema operacional Windows, Microsoft Office (Word, Excel e Access), antivírus.

Para a rede de comunicação do processo entre os controladores PLC e as estações de operação, a Ethernet é planejada, com fibra ótica como suporte. A transmissão de dados é feita em banda base com velocidade mínima de 15 Mbits por segundo. O protocolo de rede será TCP/IP.

A comunicação entre o controlador principal e os gabinetes I/O remotos será feita através do Barramento de Campo em fibra óptica tipo PROFIBUS (DP e PA) ou Fieldbus Foundation. O Barramento de Campo permitirá velocidades de transmissão de até 12 Mbit por segundo.

## **9.4. Rede de Comunicações**

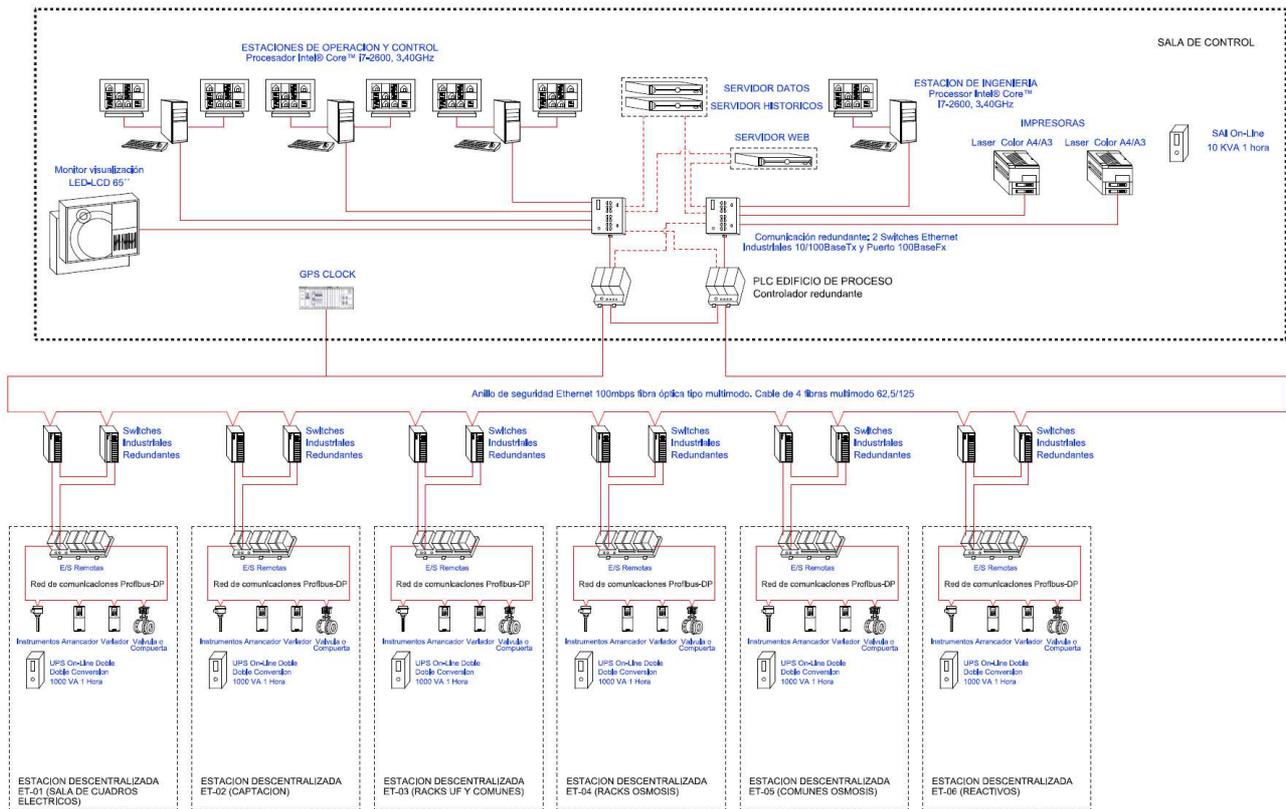
Haverá uma central telefônica e uma rede interna de telefones que permitem a comunicação entre as diferentes salas e áreas da planta de dessalinização. Telefones internos serão instalados na sala de controle, escritórios, etc. Considerando o nível de ruído de cada ponto, o tom será mais alto. Considerando a extensão do local de trabalho, vários telefones serão distribuídos de forma a facilitar a comunicação.

## 9.5. Rede de Vigilância por Vídeo

Será instalada uma rede de vigilância por vídeo perimetral nas dependências da planta de dessalinização e seus interiores, com possibilidades de gravação (DVR). Também a porta de acesso principal terá um interfone com sala de controle e abertura automática da referida porta da sala de controle.

Também leva em conta a instalação de um sistema de segurança perimetral que evita a intrusão de pessoas fora da usina.

A seguir é apresentado o DIAGRAMA DE SISTEMA DE CONTROLE.



## **10. Conexão com Macrossistema de Distribuição da CAGECE**

### **10.1. Enquadramento geral**

Em reuniões com a equipe técnica e com a CAGECE foi discutido e definido qual o esquema mais eficiente para promover a injeção da água produzida na planta de dessalinização no sistema geral de distribuição de água da CAGECE.

Esse estudo foi feito considerando a configuração geral do sistema de adução e distribuição que a CAGECE tem em funcionamento, as capacidades de transporte instaladas, os valores da demanda global e por zonas de distribuição e patamar altimétrico, as cotas características dos reservatórios e as suficiências e debilidades desse sistema geral.

É importante ressaltar que a nova origem de água, que vai dispor à CAGECE um volume diário muito importante (1 m<sup>3</sup>/s), localiza-se numa das extremidades do sistema e onde os valores de demanda direta dos patamares altimétricos não serão suficientes para consumir no curto prazo essa nova disponibilidade.

### **10.2. Configuração Geral do Sistema de Adução**

Na configuração geral do sistema de injeção considerou-se que toda a água produzida na planta de dessalinização terá como finalidade satisfazer a demanda do setor Mucuripe e parte da demanda do setor Aldeota, atualmente abastecidos a partir do reservatório do Ancuri.

A interligação da planta ao sistema da Cagece será realizada diretamente na rede de distribuição do setor Aldeota e São Pedro, e no reservatório do Mucuripe.

Desta forma, será construída a estação elevatória de água tratada constituída de quatro conjuntos moto-bomba ativos e um de reserva/substituição. A tubulação de recalque tem início na planta e segue cerca de 1,343km, em PEAD DN1000mm, a partir deste ponto a tubulação será dividida em dois trechos distintos, um que seguirá até o reservatório Mucuripe, com extensão de 1,196km, em PEAD DN710mm, e o outro seguirá até o setor Aldeota com extensão total de aproximadamente 5,277km, em PEAD DN800mm.

No setor Mucuripe, a interligação com o sistema se dará de duas maneiras distintas: Interligação direta a rede de distribuição do Setor São Pedro, em uma tubulação existente de FoFo DN400mm, e a interligação com o Reservatório do Mucuripe, de onde partirá para o abastecimento dos bairros Papicu, Varjota, Cidade 2000, Praia do Futuro, Caça e Pesca, Cais do Porto (Serviluz) e Vicente Pinzon. O Setor Mucuripe receberá uma vazão de cerca de 400l/s advinda da planta e o excedente produzido será encaminhado para o Setor Aldeota.

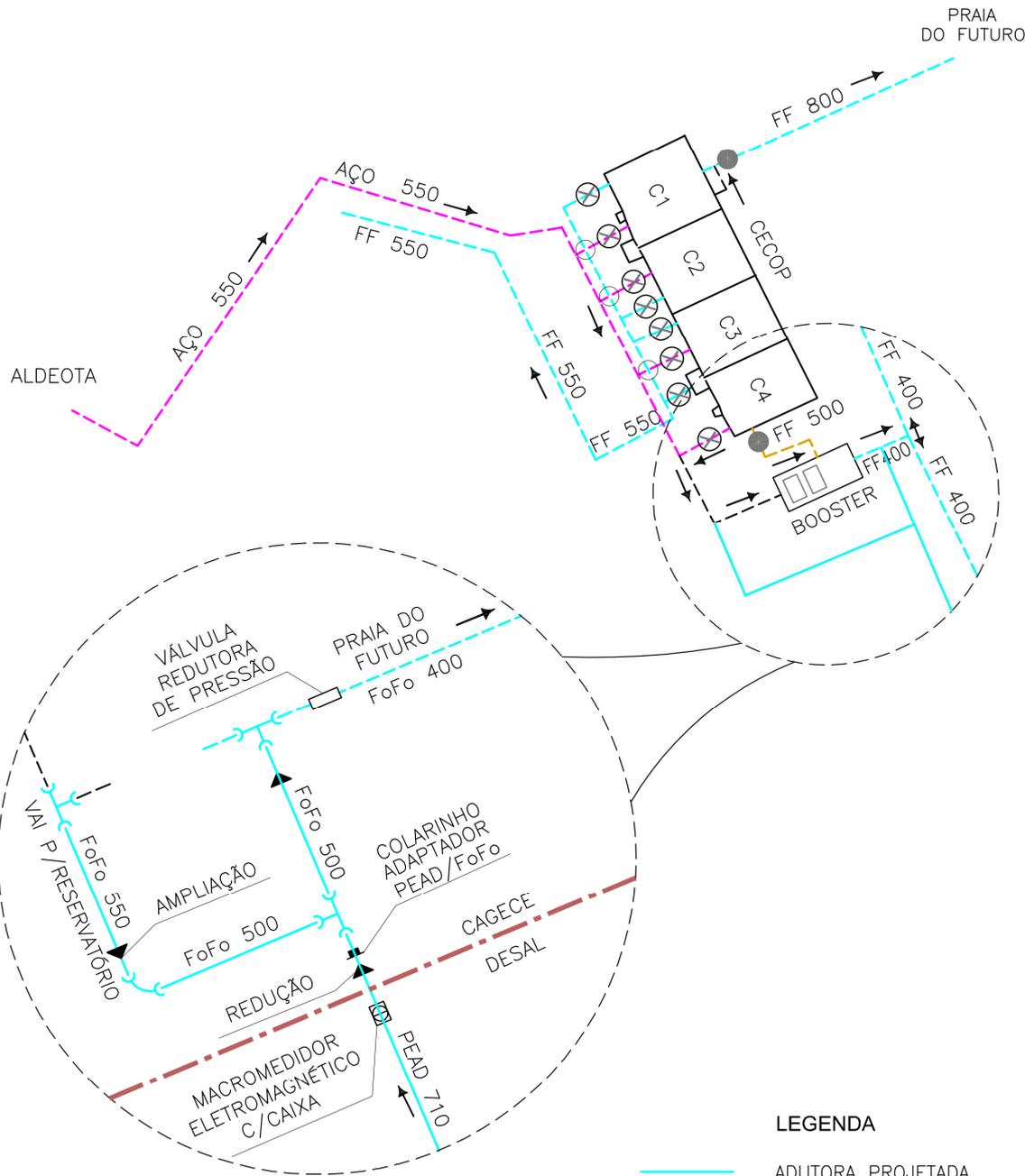
A interligação com o setor Aldeota se dará através de injetamento em rede de distribuição existente em Aço DN700mm, de onde parte para o abastecimento do setor. Em situação de operação padrão, o setor Aldeota receberá a vazão de cerca de 600l/s, da água produzida pela planta. No entanto, a adutora que fará a interligação com o setor foi dimensionada para que, em situações especiais, possa transportar 1.000l/s.

Na chegada das adutoras da planta, tanto no reservatório Mucuripe (antes da saída para o setor São Pedro), quanto nas proximidades do reservatório Aldeota, serão instalados macromedidores de vazão e medidores de pressão, bem como na saída da planta.

A configuração esquemática da interligação das adutoras da planta com o macrosistema existente e os detalhes da interligação dessas adutoras com os setores Mucuripe e Aldeota são apresentados nos croquis a seguir.

Figura 45 - Configuração Esquemática do Sistema de Adução



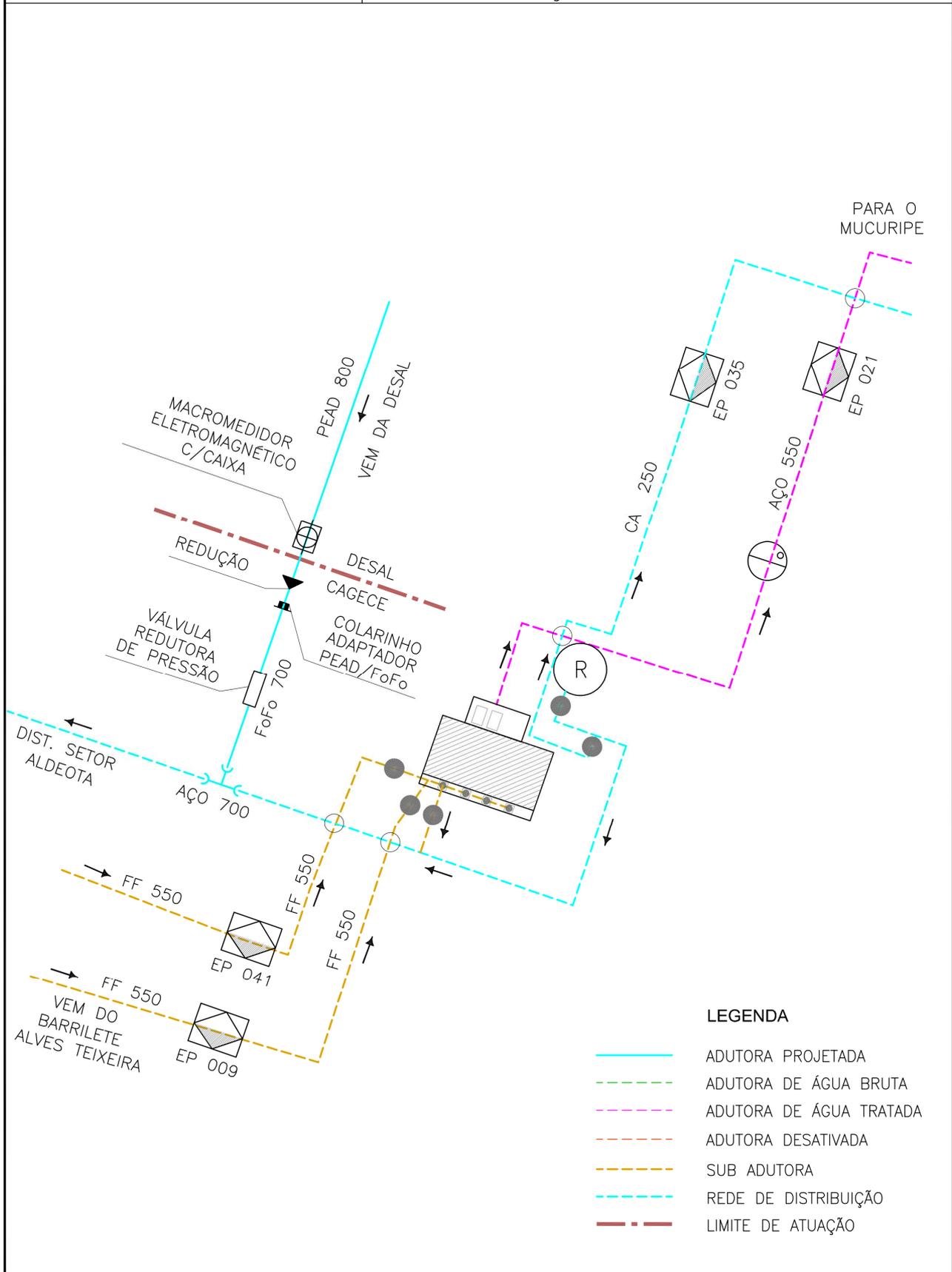


**LEGENDA**

- ADUTORA PROJETADA
- - - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
- - - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
- - - ADUTORA DESATIVADA
- - - SUB ADUTORA
- - - REDE DE DISTRIBUIÇÃO
- - - LIMITE DE ATUAÇÃO



PLANTA DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA  
INTERLIGAÇÃO DESAL – ALDEOTA



A seguir é apresentada a segregação dos custos da interligação com o sistema CAGECE.

<b>CAGECE - PMI DESSALINIZAÇÃO FORTALEZA - 1m<sup>3</sup>/s</b>		
<b>PLANILHA ESTIMATIVA - ANTEPROJETO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>PREÇO TOTAL (R\$)</b>
	<b>PMI DESSAL FORTALEZA</b>	<b>484.486.896,89</b>
<b>2</b>	<b>CONDUTAS ELEVATÓRIAS (INTERLIGAÇÃO COM REDE CAGECE)</b>	<b>83.660.927,49</b>
<b>2.1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)</b>	<b>10.434.732,75</b>
<b>2.2</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)</b>	<b>5.424.162,57</b>
<b>2.3</b>	<b>TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 1 - PEAD DN 1000</b>	<b>11.278.180,80</b>
<b>2.4</b>	<b>TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 2 - PEAD DN 710</b>	<b>7.163.628,05</b>
<b>2.5</b>	<b>TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 3 - PEAD DN 800</b>	<b>49.360.223,32</b>

### 10.3. Estação Elevatória

#### 10.3.1. Considerações Gerais

De acordo com a configuração geral do sistema de transporte apresentado no ponto anterior será construída a estação elevatória de água tratada localizada anexa ao reservatório de água produzida na planta de dessalinização. Esta infraestrutura será instalada no interior do perímetro da planta, sendo responsável pelo recalque da água até os setores Mucuripe e Aldeota.

A estação elevatória de água tratada é dimensionada para elevação da vazão de 1000 l/s a uma altura manométrica de 76,2 m, correspondente ao desnível geométrico entre a estação elevatória e os locais de entrega e as perdas de carga totais do sistema.

#### 10.3.2. Equipamento

##### 10.3.2.1. Grupos Motor-Bomba

As principais características técnicas dos conjuntos moto-bomba proposto são descritas no Quadro 10.1.

Quadro 10.1 - Principais características do grupo motor-bomba proposto EEA-01

Marca	HIGRA
Modelo	R2-390 B
Vazão total (m <sup>3</sup> /h)	3600 m <sup>3</sup> /h
Vazão unitária (m <sup>3</sup> /h)	900 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica (mca)	76,2 mca
Nº Total de conjuntos	5
Nº de conjuntos em operação	4
Diâmetro do recalque (mm)	300
Diâmetro da sucção (mm)	300
Potência do motor (cv)	400
Rotação (rpm)	1750
Eficiência (%)	72

### 10.3.2.2. Tubulações

As tubulações a serem instaladas nas estações elevatórias serão em Ferro Fundido Dúctil, sendo em alguns locais equipadas com “berços” de apoio. As tubulações efetuarão a ligação entre a conduta proveniente do reservatório a montante da estação elevatória e o coletor geral de aspiração, comum aos grupos moto-bomba. Por outro lado, farão a ligação entre o coletor geral de compressão, comum aos grupos, e a conduta de recalque, incluindo as interligações no interior da estação.

O coletor geral de aspiração será equipado com as derivações para as tubulações individuais de sucção dos grupos moto-bomba. Cada uma destas tubulações será preparada para possibilitar a montagem de uma válvula de seccionamento e instalação de um medidor de pressão (pressostato).

À saída das bombas, cada uma das tubulações de compressão individual será preparada para possibilitar a montagem de uma válvula de retenção e válvula de seccionamento. A tubulação geral de compressão será equipada com derivações para as bombas, reservatório hidropneumático e espera para um medidor de pressão.

### 10.3.2.3. Válvulas

As tubulações serão equipadas com válvulas de vários tipos, para permitir as operações de manutenção, por questões de segurança ou operacionalidade e também para interferir nas condições de partida e parada das bombas.

As válvulas de seccionamento serão do tipo borboleta e serão instaladas nas tubulações de sucção e compressão das bombas, conforme peças desenhadas.

## 10.4. Linhas Adutoras

### 10.4.1. Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento da linha de recalque entre a usina de dessalinização e o ponto de interligação no setor Aldeota foi efetuado para a vazão de até 1000l/s, enquanto que o trecho que segue até o Reservatório Mucuripe foi dimensionado para a vazão de até 500l/s e de forma a garantir uma pressão mínima de 15 mca no ponto de interligação no setor Aldeota e 25mca no reservatório Mucuripe.

Quadro 10.2 - Dimensionamento das tubulações adutoras de recalque e gravidade

	Conduta de recalque		
	Dessalinizadora Ponto de bifurcação	Ponto de Bifurcação Mucuripe	Ponto de Bifurcação Aldeota
Material	PEAD	PEAD	PEAD
PN	10	10	10
DN (mm)	1000	710	800
DI (mm)	881,4	625,8	705,2
Q <sub>dim</sub> (l/s)	1000	500	1000
V (m/s)	1,64	1,63	2,56
L (m)	1343	1196,62	5277

Perda contínua	Unitária (m/m)	0,001506	0,00251	0,00503
	Totais (m)	2,02	3,00	26,54
Perdas Localizadas(m)		3,11	0,12	1,77
Perdas Totais (m)		5,13	3,12	28,31

#### 10.4.2. Disposições Construtivas

A implantação da tubulação foi efetuada com base num levantamento topográfico à escala 1/10 000, apoiado pelas fotografias aéreas disponibilizadas pelo Google Earth.

Nas peças desenhadas são apresentados os traçados em planta e em perfil longitudinal, às escalas 1/5 000 (horizontal) e 1/500 (vertical), das tubulações adutoras de recalque e por gravidade, que incluem ainda a localização dos acessórios.

Em planta são ainda identificados algumas dos condicionamentos provocados pela ocupação do subsolo, nomeadamente tubulações de gás, abastecimento de água, drenagem, etc. Esta informação não apresenta o rigor necessário para a correta quantificação sendo por isso meramente indicativa.

No traçado em perfil foi considerada uma profundidade mínima na geratriz superior da linha de 1,0 m, sendo que, para minimizar o número de descargas e ventosas a instalar, este valor é muitas vezes ultrapassado.

No traçado em perfil longitudinal considerou-se a declividade mínima de 2‰.

O desenho do perfil longitudinal inclui as seguintes indicações:

- ✓ Localização dos acessórios (descargas, ventosas);
- ✓ Cotas do terreno, cotas da soleira da tubulação e profundidades da soleira;
- ✓ Diâmetro, material e inclinação dos trechos;
- ✓ Número do perfil;
- ✓ Distância à origem e entre perfis.

Todos os acessórios necessários à execução do traçado definido estão indicados nos desenhos.

As tubulações que constituirão a conduta serão assentadas em vala, às profundidades definidas no respetivo perfil longitudinal. A secção tipo transversal da vala consta dos desenhos tipo apresentados, onde está definida a forma de assentamento das tubulações e a constituição das várias camadas de enchimento da vala. Dentre destas refere-se a que será constituída por material da própria vala isenta de pedras que, no caso de impossibilidade por ser rochoso, será constituído por saibro obtido em local de empréstimo.

#### 10.4.3. Equipamentos

Para o bom funcionamento do sistema de adução é necessária a instalação de equipamentos, nomeadamente válvulas de seccionamento, descargas de fundo e ventosas.

##### 10.4.3.1. Válvulas de Seccionamento e Descarga

As descargas de fundo permitem o esvaziamento da tubulação, devendo ser instaladas nos pontos baixos do traçado, a jusante das válvulas de seccionamento nos trechos ascendentes e a montante das válvulas de seccionamento nos trechos descendentes.

As válvulas de seccionamento permitem seccionar a conduta em trechos para permitir operações de manutenção ou a exploração do sistema. Para tal, estes equipamentos são instalados ao longo da tubulação adotando-se, no geral, distâncias entre 2 a 4 km.

Atendendo a estes princípios gerais de localização das válvulas de descarga e seccionamento, ao traçado altimétrico das adutoras e à vantagem de, nas descargas, poder ser descarregado apenas um dos dois trechos respetivos, verificou-se ser vantajoso associar num único local os órgãos com a função de seccionamento e de descarga.

No Desenho 70 "DETALHES CAIXA DE DESCARGA", constante no volume de Peças Gráficas, é apresentado o desenho tipo das caixas de seccionamento e descarga.

#### **10.4.3.2. Ventosas**

As ventosas devem ser instaladas na linha de modo a permitir a libertação de ar existente na conduta e que pode originar fenómenos de cavitação.

As ventosas a instalar nos "pontos altos" das tubulações adutoras serão de três funções (também por vezes designadas de duplo efeito) que permitem:

- ✓ Expulsão de pequenos volumes de ar que, libertando-se durante o funcionamento em regime permanente do sistema, se acumulam naquelas zonas altas;
- ✓ Entrada de grandes volumes de ar quando, por simples manutenção (abertura de descargas de fundo) ou rotura, se esvaziam as tubulações, não se verificando assim depressões exageradas nas mesmas;
- ✓ Saída de grandes volumes de ar quando se procede ao enchimento das tubulações, seja após a sua instalação, seja na sequência de reparações.

As ventosas serão instaladas em caixas enterradas, conforme consta no Desenho 69 "DETALHES CAIXA DE VENTOSA" do volume de Peças Gráficas.

#### **10.4.4. Travamento das tubulações**

O travamento das tubulações é efetuado através da instalação de blocos de amarração.

Como não existem trechos com inclinações superiores a 15%, a instalação de maciços de ancoragem não é necessária.

Os blocos de amarração serão construídos em concreto, classe C3, armado com aço, classe CA-50, de forma a permitir absorver e dissipar os impulsos hidrostáticos das tubulações nas zonas onde existem acessórios.

Desta forma, evita-se a instabilidade e a separação da conduta nestas zonas mais frágeis. Prevê-se a implantação destes maciços em mudanças de direções, quer horizontais quer verticais, que impliquem curvas, representando-se nos desenhos de implantação da conduta a localização dos referidos maciços.

## 11. Cronograma de Obra e de Licenciamento e Orçamento Estimado

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT.	R\$	MESES																		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	PROJETO BÁSICO E EXECUTIVOS	GL	1,00	8.098.601,03	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					1.349.767	1.349.767	1.349.767	1.349.767	1.349.767	1.349.767	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA E LICENCIAMENTO PRÉVIO	GL	1,00	688.410,36	30,2%	30,2%	17,3%	8,6%	8,6%	1,9%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	2,5%	0,1%	-	-	-	-	-	-	
					208.171	208.171	118.937	59.469	59.469	13.360	684	684	684	684	17.415	684	-	-	-	-	-	-	
3	LICENÇA DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO	GL	1,00	486.302,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,5%	37,4%	10,9%	3,6%	3,6%	0,0%	
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216.296	181.973	53.128	17.355	17.355	194	
4	COMPENSAÇÃO AMBIENTAL E MONITORAMENTO DURANTE OBRA	GL	1,00	3.401.820,76	0,0%	0,0%	0,0%	-	-	7,1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1%	3,0%
					-	-	-	-	-	240.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240.000	100.935
5	INTERLIGAÇÃO À CAGECE	GL	1,00	83.660.927,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.802.769
6	CAPTAÇÃO DE ÁGUA E DISPOSIÇÃO DE CONCENTRADO	GL	1,00	97.260.179,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.420.917
7	PLANTA/LAYOUT	GL	1,00	54.338.505,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.469.932
8	EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, TREINAMENTO E START-UP	GL	1,00	222.321.493,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.105.522
9	FORNECIMENTO DE ENERGIA	GB	1,00	11.007.696,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500.350
10	ACABAMENTOS FINAIS	GL	1,00	7.799.493,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>489.063.430,30</b>	<b>1.557.937</b>	<b>1.557.937</b>	<b>1.468.704</b>	<b>1.409.235</b>	<b>1.409.235</b>	<b>1.603.127</b>	<b>684</b>	<b>684</b>	<b>684</b>	<b>684</b>	<b>17.415</b>	<b>684</b>	<b>216.296</b>	<b>181.973</b>	<b>53.128</b>	<b>17.355</b>	<b>17.355</b>	<b>240.194</b>	<b>21.400.426</b>
					<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>4,4%</b>											
					<b>1.557.937</b>	<b>3.115.875</b>	<b>4.584.579</b>	<b>5.993.815</b>	<b>7.403.050</b>	<b>9.006.177</b>	<b>9.006.861</b>	<b>9.007.545</b>	<b>9.008.229</b>	<b>9.008.912</b>	<b>9.026.328</b>	<b>9.027.011</b>	<b>9.243.308</b>	<b>9.425.281</b>	<b>9.478.409</b>	<b>9.495.764</b>	<b>9.513.120</b>	<b>9.753.314</b>	<b>31.153.739</b>
					<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>													

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	Total			
																								100,0%		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.098.601		
																								100,0%		
																								688.410		
																								100,0%		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	486.302		
3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	10,3%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	10,3%	100,0%			
100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	350.628	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	100.935	350.628	3.401.821			
4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100,0%			
3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	3.802.769	-	83.660.927			
4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100,0%			
4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	4.420.917	-	97.260.179			
4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100,0%			
2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	2.469.932	-	54.338.505			
4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100,0%			
10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	10.105.522	-	222.321.494			
4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100,0%			
500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	500.350	-	11.007.696			
																								50,0%	50,0%	100,0%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.899.747	3.899.747	7.799.494
<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.400.426</b>	<b>21.650.119</b>	<b>21.400.426</b>	<b>4.000.682</b>	<b>4.250.375</b>	<b>489.063.430</b>												
<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>4,4%</b>	<b>0,8%</b>	<b>0,9%</b>	<b>100,0%</b>		
<b>52.554.165</b>	<b>73.954.591</b>	<b>95.355.017</b>	<b>116.755.443</b>	<b>138.155.868</b>	<b>159.556.294</b>	<b>180.956.720</b>	<b>202.357.146</b>	<b>223.757.571</b>	<b>245.157.997</b>	<b>266.808.116</b>	<b>288.208.542</b>	<b>309.608.968</b>	<b>331.009.393</b>	<b>352.409.819</b>	<b>373.810.245</b>	<b>395.210.671</b>	<b>416.611.096</b>	<b>438.011.522</b>	<b>459.411.948</b>	<b>480.812.374</b>	<b>484.813.055</b>	<b>489.063.430</b>	<b>489.063.430</b>	<b>489.063.430</b>		
<b>11%</b>	<b>15%</b>	<b>19%</b>	<b>24%</b>	<b>28%</b>	<b>33%</b>	<b>37%</b>	<b>41%</b>	<b>46%</b>	<b>50%</b>	<b>55%</b>	<b>59%</b>	<b>63%</b>	<b>68%</b>	<b>72%</b>	<b>76%</b>	<b>81%</b>	<b>85%</b>	<b>90%</b>	<b>94%</b>	<b>98%</b>	<b>99%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>		

<b>CAGECE - PMI DESSALINIZAÇÃO FORTALEZA - 1m³/s</b>		
<b>PLANILHA ESTIMATIVA - ANTEPROJETO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>PREÇO TOTAL (R\$)</b>
	<b>PMI DESSAL FORTALEZA</b>	<b>484.486.896,89</b>
<b>1</b>	<b>PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS</b>	<b>8.098.601,03</b>
<b>2</b>	<b>CONDUTAS ELEVATÓRIAS (INTERLIGAÇÃO COM REDE CAGECE)</b>	<b>83.660.927,49</b>
2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)	10.434.732,75
2.2	CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)	5.424.162,57
2.3	TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 1 - PEAD DN 1000	11.278.180,80
2.4	TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 2 - PEAD DN 710	7.163.628,05
2.5	TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS - TRECHO 3 - PEAD DN 800	49.360.223,32
<b>3</b>	<b>TORRE DE CAPTAÇÃO</b>	<b>4.532.848,77</b>
3.1	SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)	565.366,26
3.2	CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)	293.887,59
3.3	OBRAS CIVIS	3.673.594,92
<b>4/5</b>	<b>CONDUTA DE ADUÇÃO / EXPULSÃO</b>	<b>92.727.330,42</b>
4.1/5.1	SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)	11.565.553,25
4.2/5.2	CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)	6.011.983,49
4.3/5.3	OBRAS OFF-SHORE	38.601.606,20
4.4/5.4	OBRAS DE INTERLIGAÇÃO EM VIAS ( CAPTAÇÃO ETA / EXPULSÃO ETA)	36.548.187,48
<b>6</b>	<b>PLANTA/LAYOUT</b>	<b>54.338.505,29</b>
6.1	SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)	6.777.450,33
6.2	CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)	3.523.041,11
6.3	CÂMARA DE CAPTAÇÃO	12.289.434,70
6.4	EDIFÍCIO DE ADMINISTRAÇÃO (2 PISOS)	5.665.971,42
6.5	EDIFÍCIO DO PROCESSO	16.018.118,96
6.6	DEPÓSITO DE ÁGUA E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	4.056.317,54
6.7	SUBESTAÇÃO ELÉTRICA	130.805,88
6.8	APOIO DOS FILTROS (SILOS)	5.353.526,44
6.9	APOIO DOS DEPÓSITOS DE REAGENTES	523.838,92
<b>7</b>	<b>ACABAMENTOS FINAIS (INFRAESTRUTURA GERAL DA ÁREA)</b>	<b>7.799.493,92</b>
7.1	SERVIÇOS PRELIMINARES (INCLUI MOBILIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO LOCAL)	972.803,40
7.2	CANTEIRO DE OBRAS (INCLUI CONSTRUÇÃO DE CANTEIRO E MANUTENÇÃO)	505.680,78
7.3	SERVIÇOS INICIAIS	966.724,13
7.4	TERRAPLENAGEM	1.701.374,64
7.5	OBRAS DE DRENAGEM	1.304.415,26
7.6	PAVIMENTAÇÃO	1.154.671,19
7.7	PAISAGISMO	1.012.982,92
7.8	ILUMINAÇÃO EXTERIOR	180.841,60
<b>8</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MONTAGEM, TREINAMENTO E START-UP</b>	<b>222.321.493,96</b>
<b>9</b>	<b>FORNECIMENTO DE ENERGIA</b>	<b>11.007.696,00</b>

## 12. Planta Piloto

Embora os programas de simulação dos sistemas de membranas comerciais de osmose reversa desenvolvidos por diferentes fornecedores possibilitem a elaboração de projetos de unidade de osmose reversa, eles não levam em consideração as possíveis interações dos contaminantes orgânicos e microorganismos com as membranas e os seus efeitos no desempenho da unidade de osmose inversa. Também deve-se considerar a influência da variação climática na qualidade da água a ser tratada, o que é um desafio para os modelos computacionais disponíveis, bem como a sua influência sobre os sistemas de pré-tratamento e de osmose inversa.

Ressalta-se, ainda, que as empresas fabricantes de membranas declaram se isentar de responsabilidade sobre o uso dos resultados obtidos nas simulações realizadas com seus programas de simulação.

Estas condições levam a necessidade da realização de ensaios prévios em unidade piloto, cuja operação possibilitará a obtenção de parâmetros de projeto mais confiáveis, tanto para as unidades de pré-tratamento, como de osmose reversa. Além disto, para um sistema do porte do que está sendo proposto, é importante assegurar a disponibilidade de uma unidade piloto para permitir a avaliação de quaisquer alterações que se pretenda realizar na unidade de produção, especificamente em relação a alteração de protocolos de limpeza química das membranas ou alterações nos tipos de produtos químicos a serem utilizados. Esta estratégia reduz o risco de danos à unidade de produção em escala, com conseqüente redução de potenciais problemas operacionais e de custos

Para o caso do sistema de pré-tratamento, é importante verificar a qualidade e eficiência do sistema escolhido para se obter uma água com qualidade exigida pelos fabricantes de membranas em termos de matéria em suspensão e SDI.

Uma boa escolha no sistema de pré-tratamento garantirá a durabilidade das membranas, menores custos de operação e, portanto, menor custo de água produzida por metro cúbico.

O estudo piloto para a seleção do pré-tratamento ótimo será realizado em amostras de água coletadas no mesmo local onde será construída a torre de captação e na mesma profundidade.

Para o projeto do sistema de pré-tratamento, na planta piloto serão testadas:

- ✓ Diferentes combinações de leitos filtrantes em primeira e segunda etapa de filtração
- ✓ Diferentes velocidades de filtração. Fixação das velocidades máximas para cada etapa
- ✓ Determinação da dosagem ótima dos produtos químicos necessários para melhorar a qualidade da água do mar a ser tratada
- ✓ Simulação dos ciclos de lavagens dos filtros.

Na água filtrada serão realizados ensaios/testes de turbidez, sólidos suspensos e SDI com objetivo de determinar qual procedimento proporcionará uma melhor qualidade de água para o processo de tratamento (entrada das membranas).

A seguir é apresentado o detalhamento das plantas piloto projetadas para o presente projeto.

Todos os custos relativos a estas plantas devem ser considerados nos valores para o desenvolvimento dos projetos básicos e executivos.

## 12.1. Considerações Iniciais

Sempre que possível, recomenda-se realizar testes com plantas pilotos com água do mar, com as mesmas características da que será utilizada na alimentação da planta de tamanho industrial. Estes testes permitem:

- ✓ Comprovar o projeto na linha de processo: Os resultados obtidos na planta piloto, reduzem os riscos na linha de processo prevista, evitando custos devidos a um projeto incorreto, ou reduzindo-os para otimizar os critérios do projeto.

Por exemplo: Se utilizar uma velocidade de filtração mais elevada, sem prejuízo na qualidade da água filtrada, poderia reduzir o tamanho ou o número de filtros que teriam que ser instalados.

- ✓ Determinar as dosagens de reativos químicos: Seu conhecimento nesta fase, permite otimizar os sistemas de dosagem e armazenamento dos produtos químicos
- ✓ Calcular os custos de exploração com maior precisão
- ✓ Comprovar a qualidade da água produzida

## 12.2. Objetivos da Planta Piloto de Filtros de Areia

Com o objetivo de otimizar a linha de pré-tratamento prevista para a planta de dessalinização de Fortaleza, prevê-se realizar diversos testes com a água do mar da zona onde se instalará a torre de captação e amostragem, a uma profundidade igual ao do projeto.

Os testes permitem:

- ✓ Confirmar o tipo de camada ou camadas a utilizar na primeira e segunda etapa de filtração
- ✓ Determinar a altura ótima das camadas filtrantes.
- ✓ Estabelecer a necessidade de utilização de produtos químicos para melhorar a qualidade da água do mar de entrada nas membranas de osmose inversa.
- ✓ Verificar as velocidades de filtração utilizadas para o projeto
- ✓ Otimizar os ciclos de lavagem dos filtros quanto a vazão e tempo, nas diferentes fases de lavagem.

### 12.2.1. Descrição da Planta Piloto de Filtros de Areia

A planta piloto consiste em duas colunas de filtração independentes. Cada uma das colunas inclui seus sistemas auxiliares, ou seja:

- ✓ Instalação de lavagem por ar.
- ✓ Instalação de lavagem por água.
- ✓ Sistema de dosagem de coagulantes e floculadores.

A planta piloto está projetada com os mesmos parâmetros de distribuição de camada e fluxo que o sistema de filtração previsto para a dessalinizadora de Fortaleza e cumpre com as leis de semelhança cinemática e dinâmica.

Desta maneira, os resultados dos testes na planta piloto podem ser considerados representativos ao do sistema de filtração projetado.

Dispor da planta piloto permitirá a equipe de engenharia, melhorar e confirmar os parâmetros de projeto.

Figura 46 - Vista completa das duas colunas com os sistemas auxiliares.



### **12.3. Planta de Verificação do Processo de Osmose Inversa.**

A planta anterior se complementa com uma planta piloto que será utilizada para verificar o projeto da estrutura da osmose inversa, otimizar os parâmetros de operação e comprovar ao mesmo tempo, que a qualidade da água produto cumprirá com a normativa em vigor.

#### **12.3.1. Descrição da proposta**

A planta piloto inclui uma estrutura compacta construída com perfis de aço e com os seguintes elementos:

##### **12.3.1.1. Bomba de Alimentação e Limpeza**

A planta dispõe de uma bomba de impulsão do conteúdo do depósito que se descreve a seguir, e para a alimentação da membrana de osmose utilizará água filtrada obtida através do pré-tratamento anterior.

A vazão será de 10 m<sup>3</sup>/h a uma pressão de 6 bar. A bomba será construída em aço inoxidável resistente a água do mar e equipada com motor de 3KW.

##### **12.3.1.2. Depósito de Mistura e Agitação**

O depósito será de 500 litros, construído em material polietileno (PE) opaco e com tampa. A agitação se realizará mediante recirculação com uma bomba de turbina aberta e arrastre magnético, tipo Pan World NH200, com a aspiração pela parte inferior do depósito, e a impulsão pela parte superior do mesmo.

No depósito se instalará uma resistência elétrica para esquentar o fluido, de 6KW, na parte inferior, para poder utiliza-lo também como tanque de limpeza de membranas.

Também terá um interruptor de nível, para evitar que bomba e/ou resistência possam trabalhar sem fluido no depósito.

#### **12.3.1.3. Válvulas e Tubulações em Baixa Pressão**

As conduções de baixa pressão se realizarão em PVC PN10. As válvulas de controle e de corte, serão igualmente em PVC PN10.

#### **12.3.1.4. Fluxômetros**

Serão instalados dois rotâmetros, um para a medida da água permeada, e outro para medida do rejeito da salmoura,

Os rotômetros serão da marca Stübbe ou similar, no material PVC, DN50, com capacidade de medida entre 1000 a 10.000 l/h.

#### **12.3.1.5. Microfiltração**

O sistema de microfiltração do produto impulsionado será instalado a partir do depósito da mistura e agitação. Composto por três carcaças em paralelo, tipo big de 20", com cartuchos big 20" Twinpure e 5 micra de passo.

As carcaças serão construídas em PP, e levarão um sistema manual de ventilação superior.

#### **12.3.1.6. Coletores e Válvulas Alta Pressão**

Os coletores de alta pressão serão de aço inoxidável AISI 904 e as válvulas de alta pressão serão igualmente de aço inoxidável AISI 904L.

As uniões flexíveis entre o tubo de pressão e os coletores de alta pressão, serão do tipo Victaulic estilo 77, em aço inoxidável AISI 316.

#### **12.3.1.7. Controle de Pressões de Trabalho**

A planta disporá de quatro manômetros, duas unidades em baixa pressão de 0-10bar e outras duas unidades na linha de alta pressão 0-100bar marca Wika Tipo 23X.50 com mola tubular de execução em aço inoxidável

#### **12.3.1.8. Tubo de Pressão**

O tubo de pressão será da marca Codeline, modelo 80S100-1, com capacidade de alojar uma membrana de osmose de 8" (a definir o modelo de membrana para os adaptadores), e para uma pressão máxima de trabalho de 1000psi.

#### **12.3.1.9. Painel de Alimentação, Proteções e Manobra**

A planta contará com um painel com os elementos de proteção e manobra necessários para o arranque e paralisação da bomba de impulsão, e da resistência elétrica. O fabricante do aparelho é principalmente Telemecanique, e Merlin Gerin.

Será instalado um termostato da marca Wika, como proteção para não passar do limite da temperatura do fluido, ao ser esquentado com a resistência calefator.

Também haverá um sensor de nível no depósito para evitar que a bomba trabalhe em vazio.

O controle da operação será realizado desde a manobra do painel, que conta com interruptores luminosos e seletores na porta.

#### **12.3.1.10. Bomba de Impulsão e Alta Pressão**

A planta possuirá uma bomba de impulsão de alta pressão alimentada a partir de uma fonte externa, ou a partir de uma bomba de alimentação que aspira do depósito.

Os jogos de válvulas implicadas na instalação da bomba também estarão incluídos na planta.

A bomba que será instalada é a de pistão CAT instalada com coletores em aço inoxidável, as juntas e os retentores em material Teflon, os pistões em óxido de alumínio - cerâmica, hastes e válvulas em AISI 316. Será incluída um amortecedor de pulsão em AISI 316 e válvula anti-cavitação também em AISI 316

A bomba proporciona uma vazão de 10 m<sup>3</sup>/h a uma pressão máxima de 65 bar com motor de potência 30 CV.

#### **12.3.1.11. Válvula de Regulação na Impulsão da Bomba de Alimentação**

Será instalada uma válvula de membrana, DN50, PN10, na impulsão da bomba de alimentação para poder realizar o controle de vazão e pressão de trabalho durante as limpezas. Será instalado um manômetro a mais antes da válvula, para verificar a pressão real da bomba.

#### **12.3.1.12. By-pass da Bomba de Alta**

Será instalada uma válvula de agulha em by-pass com a impulsão da bomba de alta, para regular a vazão desta última, segundo descrito no diagrama de fluxo.

A válvula e o circuito do by-pass serão em inox 904L.

#### **12.3.1.13. Válvula de Contrapressão do Permeado**

Será disposto um manômetro em aço inox para uma pressão de 10bar e uma válvula de PVC de assento inclinado DN25 no coletor do permeado para o controle da contrapressão.

#### **12.3.1.14. Termômetro de Controle da Temperatura Fluido**

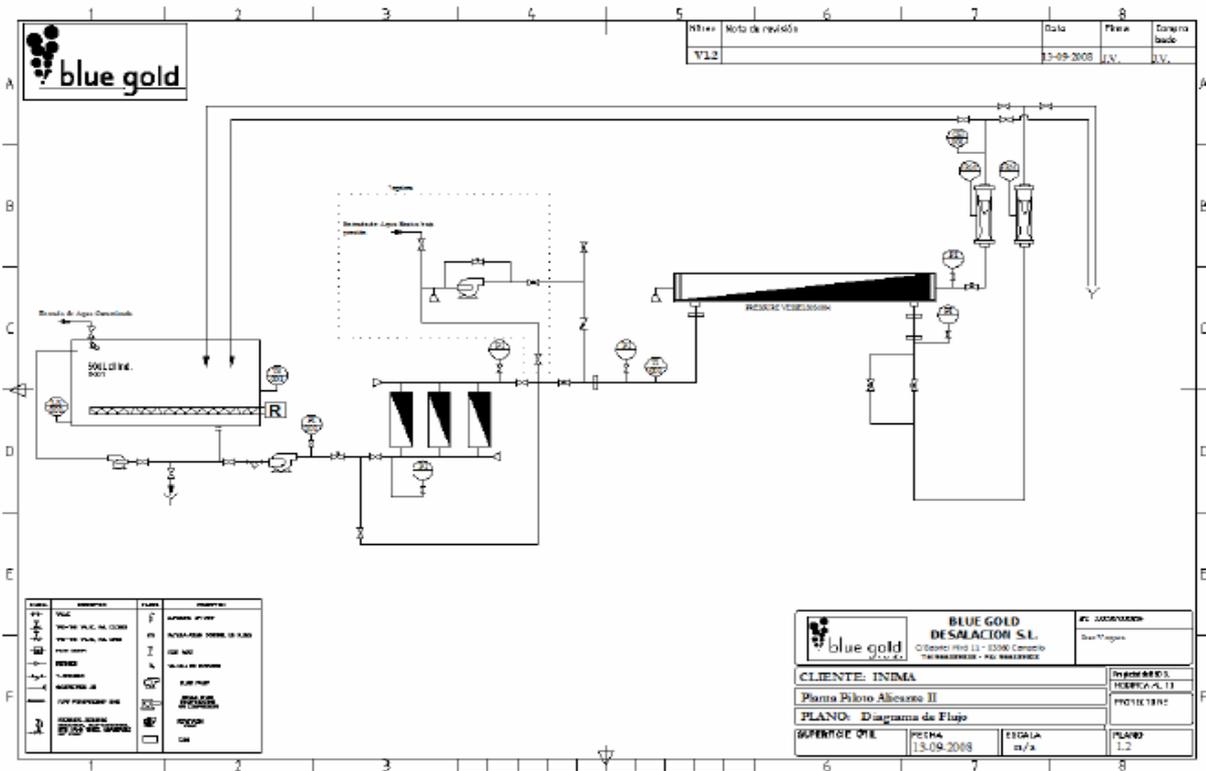
No coletor de entrada ao tubo de pressão, será incluído um termômetro de agulha, inserido na tubulação, na faixa de medida entre 0-50°C.

#### **12.3.1.15. Sensor de Condutividade do Permeado**

Na linha de água permeada, será incluído um sensor de condutividade do tipo indutivo com transmissor digital compacto.

### **12.3.2. Diagrama de Fluxo**

A seguir é apresentado o diagrama de fluxo de uma planta piloto construída por BLUE GOLD.



### 12.3.3. Fotografias



## 13. Relação de Desenhos

Nº DESENHO	PRANCHA	DESCRIÇÃO	ARQUIVO
		<b>LAYOUT GERAL</b>	
01	01/01	PROJETO DE DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA LAYOUT GERAL	LAYOUT GERAL_DESALR04
		<b>CAPTAÇÃO</b>	
02	01/02	CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL – CAPTAÇÃO	PRAIA DO FUTURO_Captação_Emissário
03	02/02	CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL – CAPTAÇÃO	PRAIA DO FUTURO_Captação_Emissário
04	01/01	CÂMARA DE CAPTAÇÃO – PLANTAS, CORTES E VISTAS	USI-CCAPT-101-0
05	01/01	ESTRUTURAL – CÂMARA DE CAPTAÇÃO – PLANTAS	USI-CCAPT-201-0
06	01/01	ESTRUTURAL – CÂMARA DE CAPTAÇÃO – SEÇÕES	USI-CCAPT-202-0
		<b>PLANTA DE DESSALINIZAÇÃO</b>	
07	01/01	PLANTA DE IMPLANTAÇÃO GERAL	USI-PLT-101-0
08	01/01	PLATAFORMA – PLANTA DE DEMOLIÇÕES	USI-PLT-102-0
09	01/01	PLANTA DE IMPLANTAÇÃO GERAL DOS EDIFÍCIOS	USI-PLT-201-0
10	01/01	PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM – PLANTA DE EIXOS	USI-PLT-301-0
11	01/02	PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM – PLANTA DE SEÇÕES	USI-PLT-302-0
12	02/02	PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM – PLANTA DE SEÇÕES	USI-PLT-303-0
13	01/01	PLATAFORMA – PLANTA DE DRENAGEM	USI-PLT-401-0
14	01/01	PLATAFORMA – PLANTA DE PAVIMENTAÇÃO	USI-PLT-402-0

<b>Nº DESENHO</b>	<b>PRANCHA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ARQUIVO</b>
15	01/01	ESTRUTURA DE APOIO DOS FILTROS - PLANTA E SEÇÃO	USI-ESTAP-201-0
16	01/01	ESTRUTURA DE APOIO DOS DEPÓSITOS DE REAGENTES - PLANTAS E SEÇÕES	USI-ESTAP-202-0
17	01/01	FILTRAÇÃO EQUIPAMENTO MECÂNICO - PLANTA	FIL-601
18	01/01	EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO PLANTA - PISO 0	USI-ADM-101-0
19	01/01	EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO PLANTA - PISO 1	USI-ADM-102-0
20	01/01	EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO PLANTA - PLANTA DE TELHADO	USI-ADM-103-0
21	01/01	EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO PLANTA - CORTE E VISTAS	USI-ADM-104-0
22	01/01	EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO PLANTA - CORTE E VISTAS 2	USI-ADM-105-0
23	01/01	ESTRUTURAS - EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO E DEPÓSITO DE SALMOURA - PLANTAS	USI-ADM-201-0
24	01/01	ESTRUTURAS - EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO E DEPÓSITO DE SALMOURA - PLANTAS E SEÇÕES	USI-ADM-202-0
25	01/01	REDE DE ÁGUA E DE ESGOTO	USI-ADM-301-0
26	01/01	REDE DE ÁGUA - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-302-0
27	01/01	REDE DE ESGOTO - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-303-0
28	01/01	IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTO ACV - PLANTA DO PISO 0	USI-ADM-401-0
29	01/01	IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTO ACV - PLANTA DO PISO 1	USI-ADM-402-0
30	01/01	IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTO ACV - PLANTA DE COBERTURA	USI-ADM-403-0
31	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-501-0
32	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS CAMINHO DE CABOS - CALHA TÉCNICA E CAIXAS DE PAVIMENTO PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-502-0
33	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - ILUMINAÇÃO NORMAL - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-503-0
34	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA E ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-504-0

<b>Nº DESENHO</b>	<b>PRANCHA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ARQUIVO</b>
35	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS TOMADAS DE USOS GERAIS - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-505-0
36	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - REDE DE TERRAS - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-506-0
37	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS – INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES PISO 00 E PISO 01	USI-ADM-507-0
38	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO - SADI - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-508-0
39	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INTRUSÃO E ROUBO - SADI - PISO 0 E PISO 1	USI-ADM-509-0
40	01/01	ESTRUTURAS - EDIFÍCIO DE PROCESSO - PLANTAS E SEÇÃO	USI-PRO-201
41	01/01	REDES DE ÁGUAS PLUVIAIS - PLANTA DA COBERTURA	USI-PRO-301
42	01/01	REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS - PISO 0	USI-PRO-302
43	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS -ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA - PISO 0 (PROCESSO)	USI-PRO-501
44	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - CAMINHO DOS CABOS - PISO 0 (PROCESSO)	USI-PRO-502
45	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - ILUMINAÇÃO NORMAL - PISO 0 (PROCESSO)	USI-PRO-503
46	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS - ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA - PISO 0 (PROCESSO)	USI-PRO-504
47	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS – TOMADAS DE USOS GERAIS – PISO 0	USI-PRO-505
48	01/01	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS REDE DE TERRAS - PISO 0 (PROCESSO)	USI-PRO-506
49	01/01	OSMOSE INVERSA - EQUIPAMENTO MECÂNICO - PLANTA	USI-PRO-601
50	01/01	OSMOSE INVERSA - SEÇÕES - TUBULAÇÃO DE ENTRADA ÁGUA DE MAR ALTA PRESSÃO, EQUIPAMENTO MECÂNICO	USI-PRO-602
51	01/01	OSMOSE INVERSA - SEÇÕES - REJEITO SALMOURA ALTA PRESSÃO - EQUIPAMENTO MECÂNICO	USI-PRO-603
52	01/01	OSMOSE INVERSA - SEÇÕES - TUBULAÇÃO DE PERMEADO - EQUIPAMENTO MECÂNICO	USI-PRO-604
53	01/01	OSMOSE INVERSA - SEÇÕES - EQUIPAMENTO MECÂNICO	USI-PRO-605

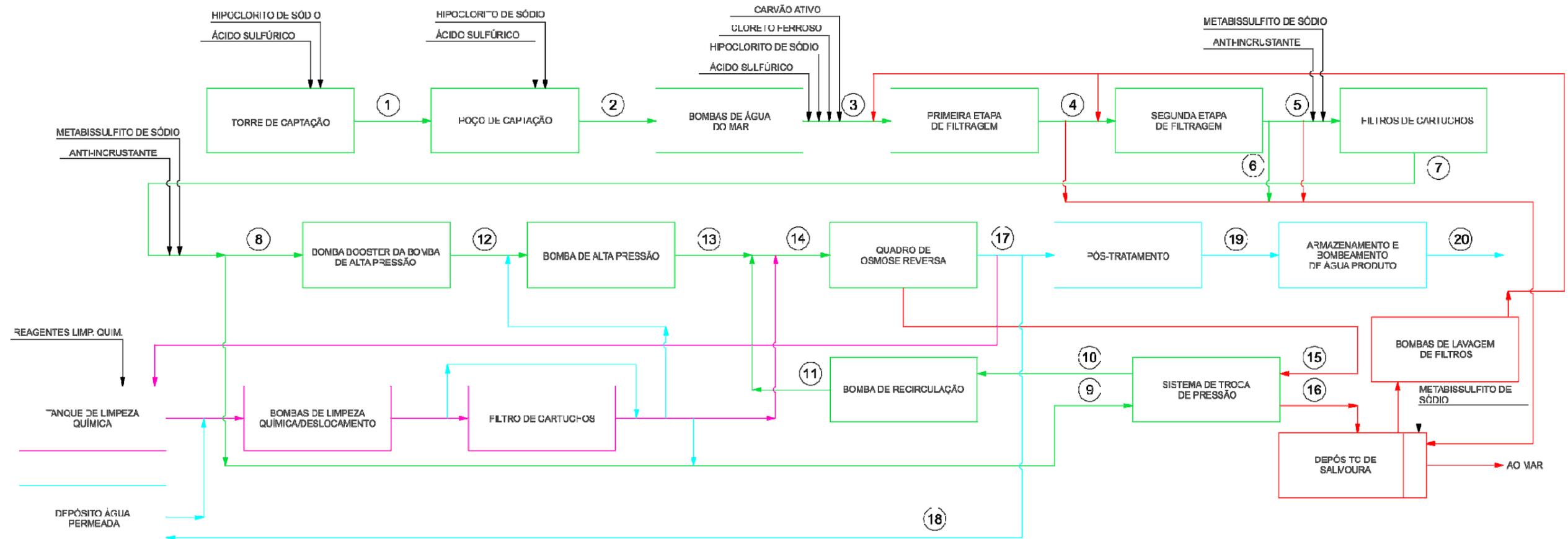
Nº DESENHO	PRANCHA	DESCRIÇÃO	ARQUIVO
54	01/01	MICROFILTROS - PLANTA E SEÇÕES - EQUIPAMENTO MECÂNICO	USI-PRO-606
55	01/01	OSMOSE INVERSA - SEÇÕES - EQUIPAMENTO MECÂNICO 2	USI-PRO-607
		<b>INTERLIGAÇÃO COM O MACROSSISTEMA</b>	
56	01/01	DEPÓSITO DE PRODUTO FINAL E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – PLANTAS, CORTES E VISTAS	USI-DPF-101
57	01/01	ESTRUTURAS – DEPÓSITO DE PRODUTO FINAL E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – PLANTAS	USI-DPF-201
58	01/01	ESTRUTURAS – DEPÓSITO DE PRODUTO FINAL E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – PLANTA E SEÇÃO	USI-DPF-202
59	01/01	DEPÓSITO DE PRODUTO FINAL E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS	USI-DPF-301
60	01/09	TRECHO 1 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-01_09
61	02/09	TRECHOS 1 E 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-02_09
62	03/09	TRECHO 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-03_09
63	04/09	TRECHO 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-04_09
64	05/09	TRECHO 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-05_09
65	06/09	TRECHO 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-06_09
66	07/09	TRECHO 3 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-07_09
67	08/09	TRECHO 2 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-08_09
68	09/09	TRECHO 2 – CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL	ADT-09_09
69	01/01	DETALHES CAIXA DE VENTOSA	Detalhes Caixa_Ventosa
70	01/01	DETALHES CAIXA DE DESCARGA	Detalhes Caixa_Descarga
		<b>EMISSÁRIO FINAL</b>	

<b>Nº DESENHO</b>	<b>PRANCHA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ARQUIVO</b>
71	01/02	CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL – EMISSÁRIO	PRAIA DO FUTURO_Captação_Emissário
72	02/02	CAMINHAMENTO E PERFIL LONGITUDINAL – EMISSÁRIO	PRAIA DO FUTURO_Captação_Emissário
73	01/01	CONDUTAS CAPTAÇÃO E DESCARGA	CADES03
		<b>SUBESTAÇÃO</b>	
74	01/01	ESTRUTURAS – SUBESTAÇÃO – PLANTA GERAL	USI-SUBS-101-0
75	01/01	ESTRUTURAS – MACIÇO MT – PLANTA E SEÇÃO	USI-SUBS-102
76	01/01	ESTRUTURAS – MACIÇO DO TRANSFORMADOR – PLANTAS E SEÇÕES	USI-SUBS-103
77	01/01	ESTRUTURAS METÁLICAS TIPO	USI-SUBS-104

Os desenhos relacionados acima se encontram encartados no PROJETO-REFERENCIAL-PEÇAS-GRÁFICAS, que complementa esse estudo.

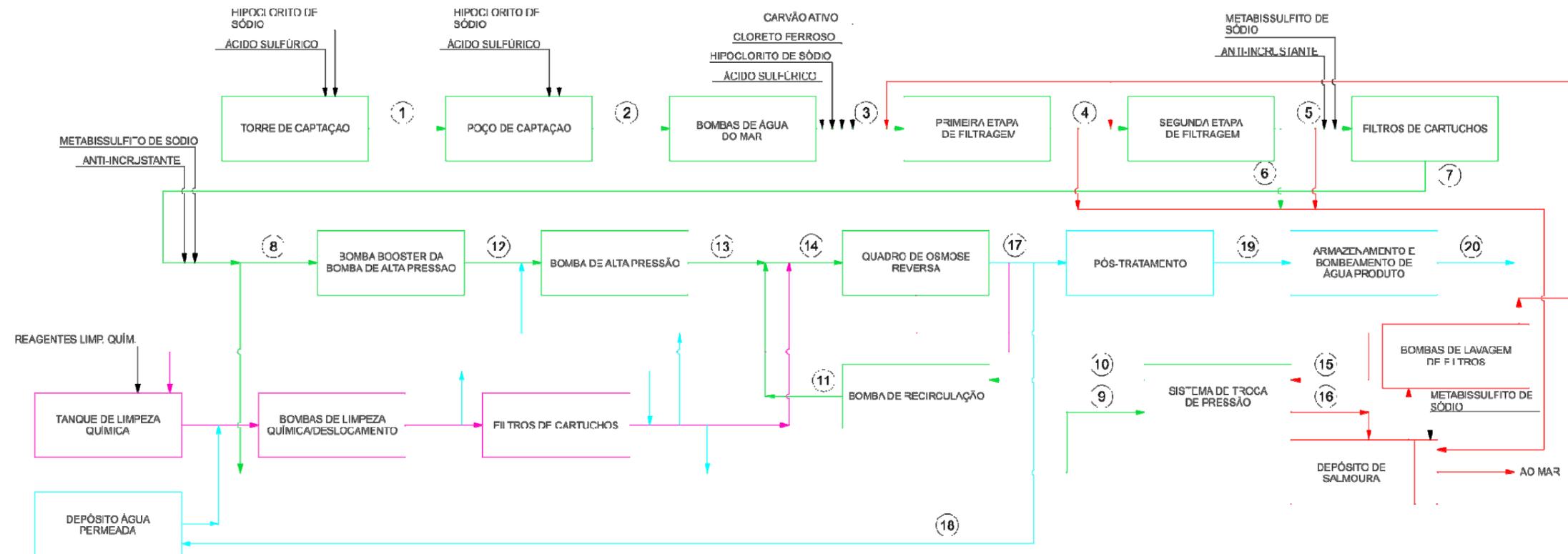
## 14. ANEXO

### 14.1. Diagrama de Blocos e Fluxos da Planta



Fonte: GS Inima

## 14.2. Balanço de Massa do Processo



		BALANÇO																			
PONTO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DESCRIÇÃO		Água do mar captada	Água do mar para BAP	Água do mar a partir de BAP	Água do mar para a Segunda etapa	Água do mar para filtros de cartuchos	Deslocamento após lavagem filtros	Água do mar para osmose reversa	Água do Mar para Booster BAP	Água do mar para SIP	Água do mar a partir de SIP	Água do mar a partir da bomba de recirculação	Água do mar para BAP	Água do mar a partir de BAP	Água do Mar para Quadros OI	Salmoura a partir de Quadros OI	Salmoura saída SIP	Água permeada a partir de Quadros OI	Água permeada para serviços	Água produto para depósito produto	Água produto
Fluxo nominal, uma linha de OI	m <sup>3</sup> /h	2.006.0	2.006.0	2.006.0	2.006.0	2.006.0	0.0	2.006.0	915.4	1.090.6	1.090.6	1.090.6	1.061.3	915.4	2.006.0	1.103.3	1.103.3	902.7	2.7	225.0	225.0
Fluxo máximo, uma linha de OI	m <sup>3</sup> /h	3.152.3	3.152.3	3.152.3	3.152.3	2.006.0	1.148.3	2.006.0	915.4	1.090.6	1.090.6	1.090.6	1.061.3	915.4	2.006.0	1.103.3	1.103.3	902.7	2.7	225.0	225.0
Fluxo nominal, todas as linhas OI	m <sup>3</sup> /h	8.024.0	8.024.0	8.024.0	8.024.0	8.024.0	0.0	8.024.0	3.661.6	4.362.4	4.362.4	4.362.4	8.490.8	3.661.6	8.024.0	4.413.2	4.413.2	3.610.8	10.8	900.0	900.0
Fluxo máximo, todas as linhas OI	m <sup>3</sup> /h	9.170.3	9.170.3	9.170.3	9.170.3	8.024.0	1.148.3	8.024.0	3.661.6	4.362.4	4.362.4	4.362.4	8.490.8	3.661.6	8.024.0	4.413.2	4.413.2	3.610.8	10.8	900.0	900.0
Pressão	bar	0.1	0.1	7.1	4.5	4.0	0.1	3.3	2.5	2.3	64.9	64.4	10.9	64.6	63.0	58.9	1.5	1.3	1.3	0.3	4.2
TDS (Total de Sólidos Dissolvidos) =	mg/L	39.052.0	39.052.0	39.052.0	39.055.8	39.055.8	39.055.8	39.055.8	39.055.8	39.055.8	41.073.4	41.073.4	39.055.8	39.055.8	40.152.7	72.681.7	70.687.3	391.7	391.7	474.0	474.0

Fonte: GS Inima

**CALCULOS DE DESENHO DA PLANTA DESSALINIZADORA**

## Planta de Fortaleza

### DADOS DO DESENHO

Produção final da planta	86.400 m <sup>3</sup> /d
Fator de conversão da planta	45,0%
Horas de funcionamento diárias	24 horas
Dias de funcionamento ao ano	350 dias
Tipo de água bruta a tratar	Do Mar
Temperatura máxima da água bruta	30 °C
Temperatura mínima da água bruta	22 °C
Curso da maré	3,625 m
Cota da instalação	5 m
Cota máxima de bombeamento do produto	40,5 m
Cota de referência zero	Nível médio do mar
Linha de pré tratamento químico	Acido Sulfurico Hipoclorito De Sódio Metabisulfito Sodico Cloreto Ferrico Dispersante
Linha de pós tratamento do produto	Hidróxido De Sódico Dispersante Anidrido Carbônico Hidroxido De Calcio Fluorosilicato De Sodio Hipoclorito De Sódio
QUALIDADE FINAL DO PRODUTO	
TDS (max.)	474 mg/L
Alcalinidade como CO <sub>3</sub> Ca	50,5 mg/L
Dureza como CO <sub>3</sub> Ca	65,1 mg/L
pH	8,6
LSI	0,1
Cloretos	227 mg/L

Fonte: GS Inima

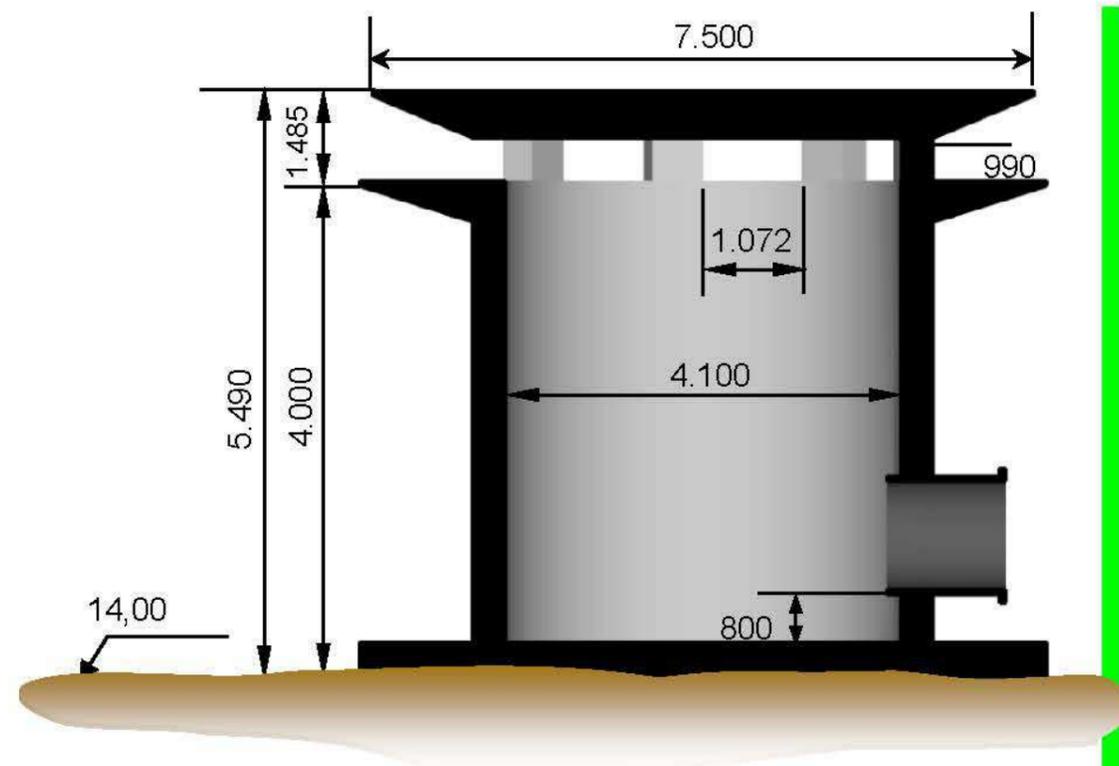
1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

## Planta de Fortaleza

### 1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

#### 1.1.- TORRE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

Produção nominal do desenho	86.400 m <sup>3</sup> /d
Vazão total de água do mar para o desenho	9.170 m <sup>3</sup> /h
Número de torres a instalar:	1 Uds.
Velocidade máxima nas janelas da torre	0,3 m/seg.
Área mínima janelas de entrada da torre	8,49 m <sup>2</sup>
Numero de janelas de entrada	8 Uds.
Altura das janelas de entrada	990 mm.
Largura das janelas de entrada	1.072 mm.
Velocidade maxima no interior da torre	0,2 m/seg.
Diametro interior da torre	4,1 m.
Altura do fundo marinho na borda inferior da janelas	4 m.
Altra do fundo torre a geratriz inferior da tubulação	0,8 m.
Diametro da tampa da torre	7,5 m.
Altura periférica exterior da captação	1.485 mm.
Velocidade periférica exterior da captação	0,08 m/seg.
Altura total da torre	5,49 m.
Batimetria do fundo marinho:	14,00 m.



Fonte: GS Inima

## DIMENSIONAMENTO EMISSÁRIO

### 1.0 Vazão de Descarga

1.2 Vazão máxima de descarga	1.80 m <sup>3</sup> /s
	1,797.22 l/s
	6,470.00 m <sup>3</sup> /h

### 2.0 Descarga

2.1 Vazão de Captação	1,800.00 l/s
	6,480.00 m <sup>3</sup> /h
2.2 Tipo de Captação	Aberta
2.3 Número de Tubulações	1.00 un
2.4 Comprimento	1,760.00 m
2.5 Material	PEAD
2.6 Diâmetro Nominal	1,200.00 mm
2.7 Diâmetro Externo	1,200.00 mm
2.8 Espessura	67.90 mm
2.9 Diâmetro Interno	1,064.20 mm
2.10 Velocidade	2.02 m/s

### 3.0 Perdas de Carga

#### 3.1 Perdas de Carga ao longo da Tubulação

Temperatura	30.00 °C
v (Viscosidade Cinemática)	1.40E-06 m <sup>2</sup> /s
e (Coeficiente de Rugosidade)	0.0015 mm*
* Tubulação sujeita a corrosão e incrustação (Azevedo Netto)	
g (Gravidade)	9.81 m/s <sup>2</sup>
Número de Reynolds (Re)	1.54E+06
Fator de atrito	0.010875745
Perda de carga distribuída	0.0021265 m/m
Perda de carga por comprimento (J)	3.74 m

#### 3.2 Perda de Carga Localizada

Peça	Qtd	K	Total K
Curva 90	2.00	0.40	0.80
Curva 45	1.00	0.20	0.20
Entrada Normal em Tubulação	1.00	0.50	0.50
Saída Canalização	1.00	1.00	1.00
Comporta Aberta	0.00	1.00	0.00
			<b>2.50</b>

Perda de Carga Localizada 0.52 m

#### 3.3 Perdas de Carga Total

**4.26 m**

#### Cota do Nível Mínimo da Água na câmara de captação

Perdas de carga Tubulação 4.26 m

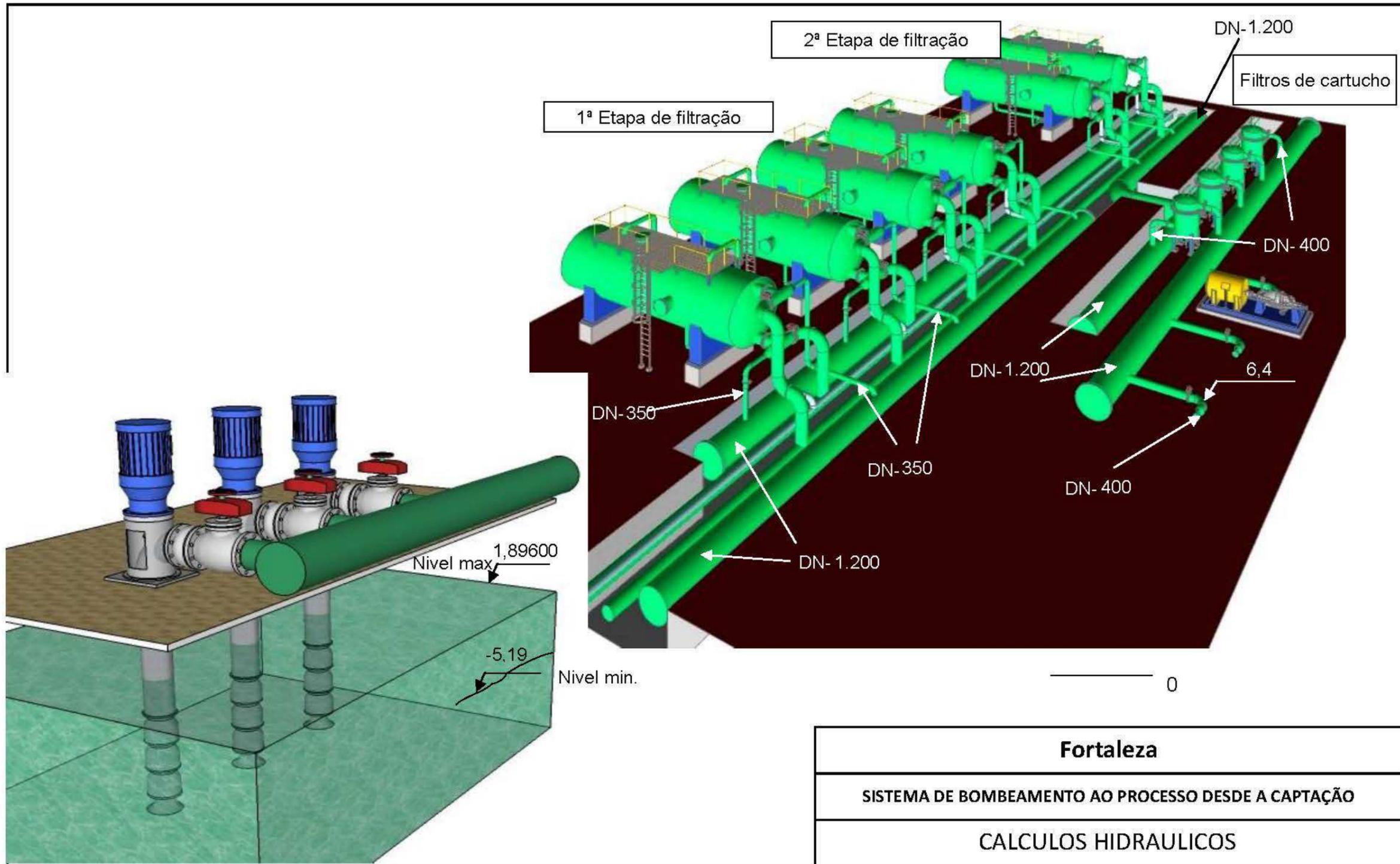
Altura Câmara de Carga 5 m

Cota de saída -12.17 m

Desnível geométrico 17.17

**Pressão de saída 12.91 m**

**Planta de Fortaleza**



Fonte: GS Inima

**Planta de Fortaleza**

**FOLHA DE ANÁLISE**

CLIENTE	CONTRATO
LABORATÓRIO	REFERÊNCIA
TIPO DE ÁGUA DO MAR	DATA November-17
LUGAR DE AMOSTRAGEM	Costa de Fortaleza

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	1	U.N.F.	PH	7,90	
COR	1	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	58.846,93	µmhos/cm.
ODOR	0	TON	T.D.S.	39.051,86	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	133,85	ppm CO3Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca

COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/L	ELEMENTO	mg/L	meq/L
Ca++	504,55	25,18	SO4=	4.159,73	86,61
Mg++	1.249,42	102,78	Cl-	20.425,10	576,12
Na+	12.110,61	526,75	CO3H-	142,78	2,34
K+	420,00	10,74	F-	0,30	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,10	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,30	0,02	NO3-	10,70	0,17
Ag+	0,00	0,00	CO3=	10,04	0,33
Mn++	0,00	0,00	PO4=	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,20	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	8,20	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	1,23	0,03
H+		0,00	OH-		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.290,00</b>	<b>665,59</b>	<b>TOTAL</b>	<b>24.756,85</b>	<b>665,59</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	2,00
Cádmio	0,00	DQO	5,00
Bário	5,00	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	10,00

Observações

Estas análises da água do mar pode diferir ligeiramente do entregue, devido ao equilíbrio desde o ponto de vista químico

DATA	REALIZADO POR	ASSINATURA
------	---------------	------------

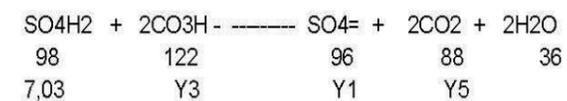
**Planta de Fortaleza**

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICO	
TIPO DE ÁGUA	DO MAR
TEMPERATURA	27 °C
SOLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	39.052 mg/L
CONDUTIBILIDADE A 25°C	58.847 microS/cm.
DENSIDADE	1,025 Kg/l
VISCOSIDADE CINEMATICA	0,009 stokes
VISCOSIDADE DINAMICA	0,926 cp.
PRESSÃO DO VAPOR	0,035 bars
PONTO DE EBULIÇÃO	0,374 °C
CALOR ESPECIFICO	0,951 Kcal/Kgx°C
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	581,7 mW/mx°C
ENTALPIA	25,56 Kcal/Kg
INDICE DE LANGELIER:	0,85 incrustante
INDICE DE STIFF & DAVIS:	0,08
INDICE DE SAL	65,85
MAXIMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO	6,1 mg/L
MAXIMO NITROGÊNIO DISSOLVIDO	8,4 mg/L
CO2 DISSOLVIDO	1,23 mg/L
FORÇA IÔNICA DA ÁGUA	0,77352
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	32,92 bars

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

CÁLCULO DAS DOSAGENS

2.1.1.- DOSAGEM DE ACIDO SULFÚRICO



Y1 = 6,89 mg/L

Y3 = 8,75 mg/L

Y5 = 6,31 mg/L

2.- PRÉ TRATAMENTO DA ÁGUA DO MAR

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 504,55 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> = 4,09 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 1.249,42 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 4.166,62 mg/L
Na <sup>+</sup> = 12.110,61 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 20.425,10 mg/L
K <sup>+</sup> = 420,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 146,16 mg/L
Fe <sup>++</sup> = 0,00 mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 0,00 mg/L
	CO <sub>2</sub> = 3,15 mg/L
pH(inicial)= 7,90	pH(final)= 7,50

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### CÁLCULO DAS DOSAGENS

#### 2.1.2.- DOSAGEM DE HIPLOCLORITO SODICO (FORA LINHA)



A quantidade do produto a dosar dependerá a quantidade de materia organica a eleminar, portanto é um dado que deverá ser ajustado na operação. Não obstante a experiencia nos diz que uma dose do produto de 10 mg/L como cloro livre, é suficiente em geral

$$\text{Y2} = 0,00 \text{ mg/L}$$

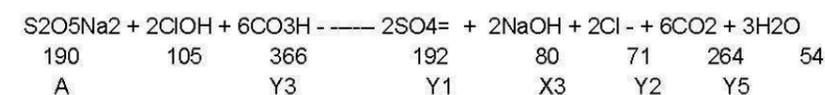
$$\text{X3(Na+)} = 0,00 \text{ mg/L}$$

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 504,55 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> = 4,09 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 1.249,42 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 4.166,62 mg/L
Na <sup>+</sup> = 12.110,61 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 20.425,10 mg/L
K <sup>+</sup> = 420,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 146,16 mg/L
Fe <sup>+++</sup> = 0,00 mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 0,00 mg/L
	CO <sub>2</sub> = 3,15 mg/L
pH(inicial)= 7,50	pH(final)= 7,50

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### CÁLCULO DAS DOSAGENS

#### 2.1.3.- DOSAGEM METABISULFITO DE SODIO (FORA DE LINHA)



Por segurança suponharemos que queixam 1 ppm de cloro residual

$$\text{A} = 0 \text{ mg/L}$$

$$\text{Y1} = 0,00 \text{ mg/L}$$

$$\text{Y2} = 0,00 \text{ mg/L}$$

$$\text{X3(Na+)} = 0,00 \text{ mg/L}$$

$$\text{Y3} = 0,00 \text{ mg/L}$$

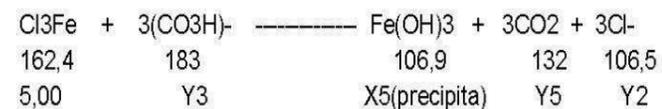
$$\text{Y5} = 0,00 \text{ mg/L}$$

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 504,55 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> = 4,09 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 1.249,42 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 4.166,62 mg/L
Na <sup>+</sup> = 12.110,61 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 20.425,10 mg/L
K <sup>+</sup> = 420,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 146,16 mg/L
Fe <sup>+++</sup> = 0,00 mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 0,00 mg/L
	CO <sub>2</sub> = 3,15 mg/L
pH(inicial)= 7,50	pH(final)= 7,50

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### CÁLCULO DAS DOSAGENS

#### 2.1.4.- DOSAGEM CLORETO FERRICO



A quantidade do produto a dosar dependerá a quantidade de sólidos em suspensão e coloides a eliminar, devendo ser ajustado na operação. Não obstante a experiencia nos diz que uma dose do produto de 5 mg/L é suficiente na maioria dos casos

$$\text{Y2} = 3,28 \text{ mg/L}$$

$$\text{Y3} = 5,64 \text{ mg/L}$$

$$\text{X5} = 3,29 \text{ mg/L}$$

$$\text{Y5} = 4,07 \text{ mg/L}$$

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 504,55 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 2,17 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 1.249,42 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> = 4.166,62 mg/L
Na <sup>+</sup> = 12.110,61 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 20.428,38 mg/L
K <sup>+</sup> = 420,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 144,43 mg/L
Fe <sup>+++</sup> = 0,00 mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> = 0,00 mg/L
	CO <sub>2</sub> = 5,81 mg/L
pH(inicial)= 7,50	pH(final)= 7,23

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### CÁLCULO DAS DOSAGENS

#### 2.1.5.- DOSAGEM DE DISPERSANTE

Ver nas folhas anexas o comportamento do dispersante para uma dose de dispersante Permatrit-191, em mg/L., de: 1,00

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 504,55 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 2,17 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 1.249,42 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> = 4.166,62 mg/L
Na <sup>+</sup> = 12.110,61 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 20.428,38 mg/L
K <sup>+</sup> = 420,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 144,43 mg/L
Fe <sup>+++</sup> = 0,00 mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> = 0,00 mg/L
	CO <sub>2</sub> = 5,81 mg/L
pH(inicial)= 7,23	pH(final)= 7,23

Fonte: GS Inima

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

#### 2.1.1.- DOSAGEM DE ACIDO SULFÚRICO

Vazão de agua do mar a tratar	m <sup>3</sup> /h	9.027
Dose do produto puro	mg/L	7,03
Riqueza de produto comercial	%	96,00
Densidade do produto	Kg/l	1,84
Quantidade do produto a dosar	gr/h	63.483,6
Quantidade do produto comercial	kg/h	66,1
Vazão do produto a dosar	l/h	36
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	18
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	40
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Numero de tanques de armazenamento	Uds.	2
Volume de cada tanque de armazenamento	m <sup>3</sup>	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	28,6
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	555,5

Fonte: GS Inima

### 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

#### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

##### 2.1.2.- DOSAGEM DE HIPLOCLORITO SODICO (FORA LINHA)

Vazão de agua do mar a tratar	m <sup>3</sup> /h	8.024
Dose do produto puro	mg/L	10,00
Riqueza de produto comercial	gr/l	120,00
Densidade do produto	Kg/l	1,24
Quantidade do produto a dosar	gr/h	80.240,0
Quantidade do produto comercial	l/h	668,7
Vazão do produto a dosar	l/h	669
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	334
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	500
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Horas ao ano de desinfecção da planta:	horas	31
Numero de tanques de armazenamento	Uds.	2
Volume de cada tanque de armazenamento	m <sup>3</sup>	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	47,5
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	26,1

Fonte: GS Inima

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

#### 2.1.3.- DOSAGEM METABISULFITO DE SODIO (FORA DE LINHA)

Vazão de agua do mar a tratar	m <sup>3</sup> /h	8.024
Dose do produto puro	mg/L	1,81
Riqueza de produto comercial	%	61,00
Diluição do produto	%	10
Quantidade do produto a dosar	gr/h	14.519,6
Quantidade do produto comercial	kg/h	23,8
Vazão do produto a dosar	l/h	238
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	119
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	150
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo minimo da dissolução disponível	horas	8
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	1000
Tempo real de dissolução disponível	horas	8,4
Horas ao ano de desinfecção da planta:	horas	31
Quantidade de produto a armazenar	Ton	0,1
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	0,7

Fonte: GS Inima

## 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

#### 2.1.4.- DOSAGEM CLORETO FERRICO

Vazão de agua do mar a tratar	m <sup>3</sup> /h	9.027
Dose do produto puro	mg/L	5,00
Riqueza de produto comercial	%	40
Densidade do produto	Kg/l	1,417
Quantidade do produto a dosar	gr/h	45.135,0
Quantidade do produto comercial	kg/h	112,8
Vazão do produto a dosar	l/h	80
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	40
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	60
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Numero de tanques de armazenamento	Uds.	2
Volume de cada tanque de armazenamento	m <sup>3</sup>	30
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	32,3
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	947,8

Fonte: GS Inima

**2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR**

**DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM**

2.1.5.- DOSAGEM DE DISPERSANTE

Vazão de água do mar a tratar	m <sup>3</sup> /h	8.024
Dose do produto puro	mg/L	1,00
Riqueza de produto comercial	%	95
Diluição do produto	%	100
Quantidade do produto a dosar	gr/h	8.024,0
Quantidade do produto comercial	kg/h	8,4
Vazão do produto a dosar	l/h	8
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	4
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	10
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo mínimo da dissolução disponível	horas	24
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	500
Tempo real de dissolução disponível	horas	118,4
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Quantidade de produto a armazenar	Ton	5,9
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	70,9

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### 2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

#### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

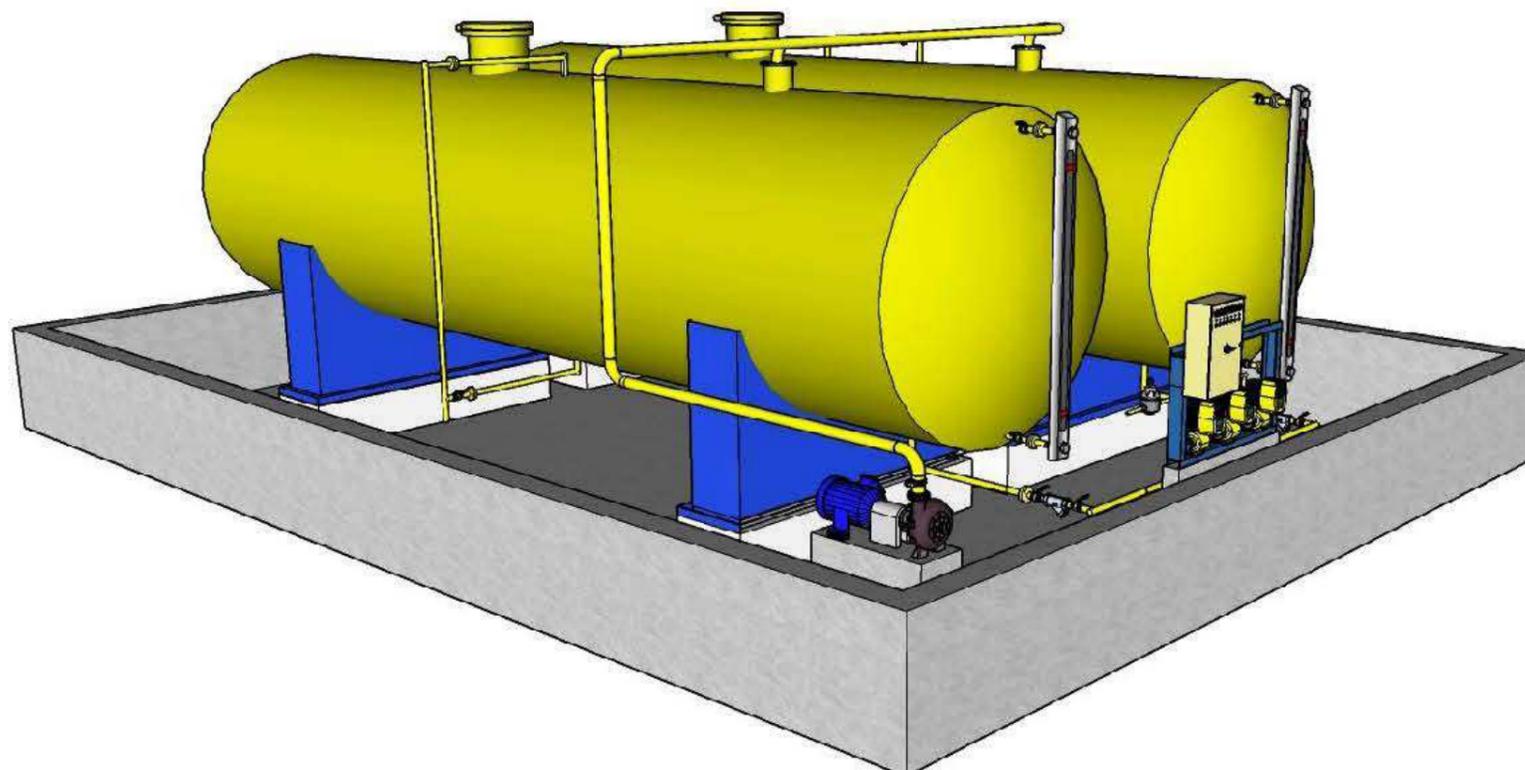
##### 2.1.6.- BOMBAS DE TRANSFERÊNCIA

		ACIDO SULFURICO	HIPOCLORITO SÓDICO	CLORURO FÉRRICO
Volume da cisterna do caminhão	m3	30	45	30
Tempo de transferência:	minutos	30	30	30
Vazão de transferência:	m3/h	60	90	60
Pressão de transferência:	bars	1,5	1,5	1,5
Número de bombas de transferência:	Uds.	1	1	1
Potência do motor	Kw	6	9	6

Fonte: GS Inima

**2.1- PRETRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE MAR**

**DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM**



**PRODUTOS QUÍMICOS**

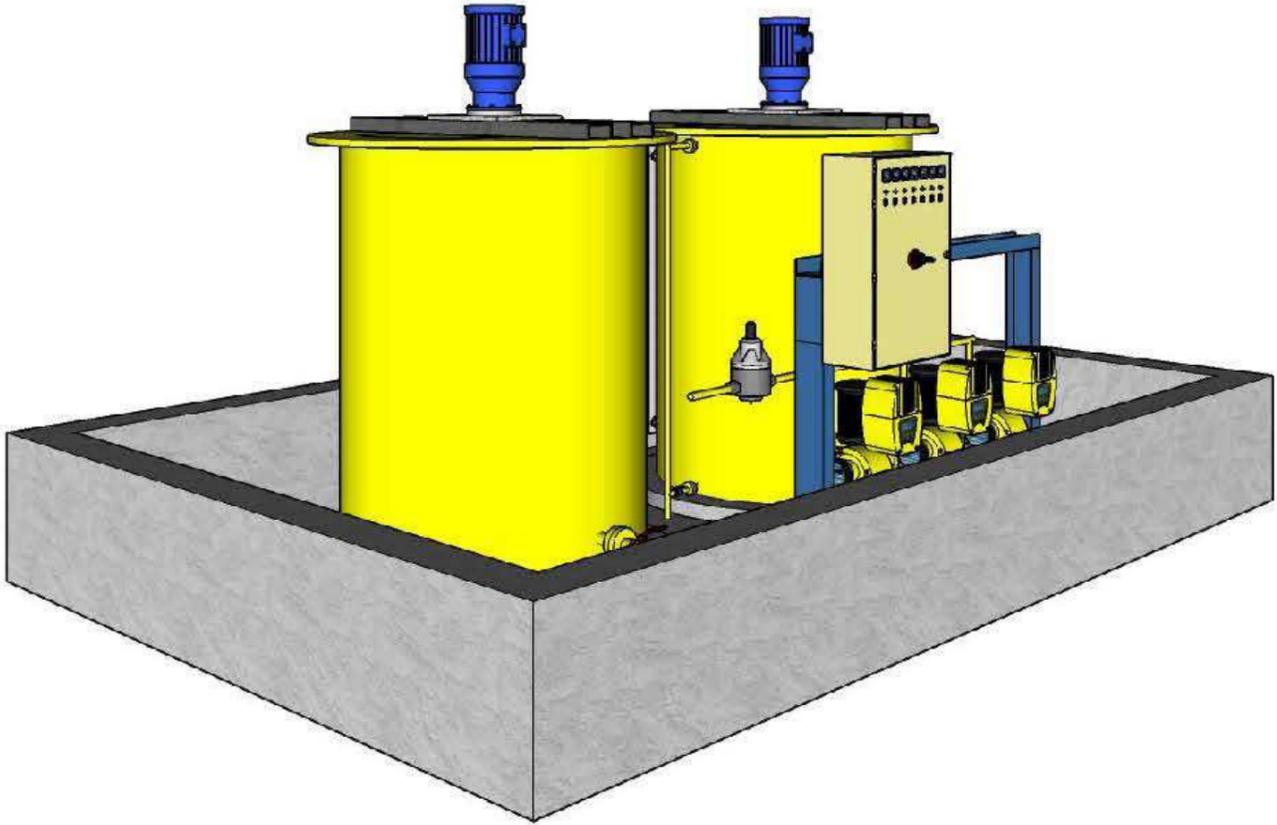
ACIDO SULFURICO	2 x 12 m <sup>3</sup>
HIPOCLORITO SÓDICO	#N/A
CLORURO FÉRRICO	#N/A

<b>Fortaleza</b>
<b>QUIPAMENTOS DE DOSAGEM (LÍQUIDO)</b>
Planta de Fortaleza

Fonte: GS Inima

**2.1- PRETRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE MAR**

**DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM**



<b>PRODUTOS QUIMICOS</b>	
DISPERSANTE	2 x 500 L
METABISULFITO SODICO	2 x 1000 L
HIDROXIDO CALCICO	
FLUOROSILICATO DE SODIO	2 x 1000 L

<b>Fortaleza</b>
<b>QUIPAMENTOS DE DOSAGEM (SÓLIDO)</b>
Planta de Fortaleza

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### ANÁLISE DA AGUA DO MAR DEPOIS DO PRÉ TRATAMENTO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	0,0	U.N.F.	PH	7,23	
COR	0,0	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	58.847,42	µmhos/cm.
ODOR	0,0	TON	T.D.S.	39.055,81	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	122,08	ppm CO3Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca++	504,55	25,18	SO4=	4.166,62	86,75
Mg++	1.249,42	102,78	Cl-	20.428,38	576,21
Na+	12.110,61	526,75	CO3H-	144,43	2,37
K+	420,00	10,74	F-	0,30	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,10	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,30	0,02	NO3-	10,70	0,17
Ag+	0,00	0,00	CO3=	2,17	0,07
Mn++	0,00	0,00	PO4=	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,04	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	8,20	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	5,81	0,13
H+		0,00	OH-		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.290,00</b>	<b>665,59</b>	<b>TOTAL</b>	<b>24.760,80</b>	<b>665,59</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmio	0,00	DQO	0,10
Bário	5,00	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,20

## Planta de Fortaleza

### Análise da água do mar em impulsão de bombas de alta pressão

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	0,0	U.N.F.	PH	7,23	
COR	0,0	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	58.847,42	µmhos/cm.
ODOR	0,0	TON	T.D.S.	39.055,81	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	122,08	ppm CO3Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca++	504,55	25,18	SO4=	4.166,62	86,75
Mg++	1.249,42	102,78	Cl-	20.428,38	576,21
Na+	12.110,61	526,75	CO3H-	144,43	2,37
K+	420,00	10,74	F-	0,30	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,10	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,30	0,02	NO3-	10,70	0,17
Ag+	0,00	0,00	CO3=	2,17	0,07
Mn++	0,00	0,00	PO4=	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,04	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	8,20	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	5,81	0,13
H+		0,00	OH-		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.290,00</b>	<b>665,59</b>	<b>TOTAL</b>	<b>24.760,80</b>	<b>665,59</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmio	0,00	DQO	0,10
Bário	5,00	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,20

## Planta de Fortaleza

### ANÁLISE DA AGUA BRUTA PARA DISENHO DAS MEMBRANAS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ	0,0	U.N.F.	PH	7,22	
COR	0,0	Pt-Co	CONDUTIBILIDADE	60.269,17	µmhos/cm.
ODOR	0,0	TON	T.D.S.	40.152,66	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	125,51	ppm CO <sub>3</sub> Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	6.583,44	ppm CO <sub>3</sub> Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca <sup>++</sup>	518,72	25,88	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	4.283,64	89,19
Mg <sup>++</sup>	1.284,51	105,67	Cl <sup>-</sup>	21.002,11	592,39
Na <sup>+</sup>	12.450,74	541,55	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	148,43	2,43
K <sup>+</sup>	431,80	11,04	F <sup>-</sup>	0,31	0,02
Ba <sup>++</sup>	0,02	0,00	Br <sup>-</sup>	0,00	0,00
Sr <sup>++</sup>	5,24	0,12	I <sup>-</sup>	0,00	0,00
Fe <sup>++</sup>	0,00	0,00	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,00	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,31	0,02	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11,00	0,18
Ag <sup>+</sup>	0,00	0,00	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	2,26	0,08
Mn <sup>++</sup>	0,00	0,00	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,00	0,00
Zn <sup>++</sup>	0,00	0,00	S <sup>=</sup>	0,00	0,00
Cu <sup>++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (coloidal)	0,04	0,00
Al <sup>+++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (soluble)	8,43	0,14
Fe <sup>+++</sup>	0,00	0,00	CO <sub>2</sub>	5,99	0,14
H <sup>+</sup>		0,00	OH <sup>-</sup>		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>14.691,34</b>	<b>684,28</b>	<b>TOTAL</b>	<b>25.456,18</b>	<b>684,28</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO <sub>5</sub>	0,04
Cádmio	0,00	DQO	0,10
Bário	5,14	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,21

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### 2.2.- PRÉ TRATAMENTO FÍSICO DA AGUA DO MAR

#### DESENHO DA FILTRAÇÃO

##### 2.2.1.- PRIMEIRA ETAPA DA FILTRAÇÃO

Vazão de agua do mar a filtrar para o processo	m3/h	8.024,0
Vazão de agua para deslocamento de filtros de 2ª etapa	m3/h	1.146,3
Tipo de filtros		De pressão
Posição dos filtros		Horizontal
Velocidade nominal de filtração	m/h	6,5
Superfície util de filtração de cada filtro	m2	88,43
Número de filtros:	Uds.	16
Diâmetro interno do filtro	m	4
Comprimento cilindrico do filtro	m	22
Tipo de fundos:	*****	Korbbogen DIN 28013
Pressão de desenho do filtro	bars	4,5
Velocidade de filtração em operação	m/h	5,7
Numero de filtros na lavagem simultanea	Uds.	1,0
Velocidade de filtração enquanto lava	m/h	6,0
Perda de carga minima nos filtros	m.c.a.	0,85
Perda de carga maxima nos filtros	m.c.a.	10
Numero de bocais por filtro	Uds./m2	50
Número de capas filtrantes:		3
Material da capa superior		antracito
Altura da capa superior	m	0,7
Tamanho efetivo da capa superior	mm.	1,90
Coefficiente de uniformidade		1,4
Poder de corte do material	micras	226
Material da capa intermediaria		Silex
Altura da capa intermediaria	m	0,4
Tamanho efetivo da capa intermediaria	mm	0,60
Coefficiente de uniformidade		1,45
Poder de corte do material	micras	93
Material da capa inferior		Silex
Altura da capa inferior	m	0,2
Tamanho efetivo da capa inferior	mm	2,00
Coefficiente de uniformidade		1,7
Poder de corte do material	micras	309

Fonte: GS Inima

### 2.2.- PRÉ TRATAMENTO FÍSICO DA AGUA DO MAR

#### DESENHO DA FILTRAÇÃO

#### 2.2.- SEGUNDA ETAPA DE FILTRAÇÃO

Vazão de agua do mar a filtrar para o processo	m <sup>3</sup> /h	8.024
Tipo de filtros		De pressão
Posição dos filtros		Horizontal
Velocidade nominal de filtração	m/h	12
Superfície util de filtração de cada filtro	m <sup>2</sup>	92,51
Número de filtros:	Uds.	8
Diametro interior do filtro:	m	4
Comprimento cilindrico do filtro	m	22
Tipo de fundos:	*****	Korbbogen DIN 28013
Pressão do desenho do filtro:	bars	4,5
Velocidade de filtração em operação	m/h	10,8
Numero de filtros na lavagem simultanea	Uds.	1
Velocidade de filtração enquanto lava	m/h	12,4
Perda de carga minima nos filtros	m.c.a.	4,82
Perda de carga maxima nos filtros	m.c.a.	10
Numero de bocais por filtro	Uds./m <sup>2</sup>	52
Número de capas filtrantes:		2
Material da capa superior		Silex
Altura da capa superior	m	0,50
Tamanho efetivo da capa superior	mm.	0,30
Coefficiente de uniformidade		1,4
Poder de corte do material	micras	46
Material da capa inferior		Silex
Altura da capa inferior	m	0,2
Tamanho efetivo da capa inferior	mm	2,00
Coefficiente de uniformidade		1,7
Poder de corte do material	micras	309

Fonte: GS Inima

**2.2.- PRÉ TRATAMENTO FÍSICO DA AGUA DO MAR**

**DESENHO DA FILTRAÇÃO**

**2.2.3.- FILTROS DE CARTUCHO**

Vazão de agua do mar a filtrar para o processo	m3/h	8.024
Tipo de filtros		Cartucho
Posição dos filtros		Vertical
Velocidade máxima em conexões	m/seg	2,2
Tipo de cartucho		PP-1
Modelo de cartucho:		BOBINADO-1
Material del cartucho:		POLIPROPIL.
Número de cartuchos por filtro:	Uds.	339
Poder de corte do cartucho:	micras absol	10
Eficiencia da filtração		99,600%
Beta ratio:		5.000
Vazão máximo por cartucho:	m3/h	3,26
Vazão real por cartucho:	m3/h	2,96
Diámetro del cartucho:	mm.	61
Comprimento do cartucho	mm	1.270
Superficie filtrante do cartucho	m2	0,24
Perda de carga	m.c.a.	2,18
Perda de carga maxima admissivel	bars	2
Perda de carga maxima desenho	m.c.a.	10,6
Número de filtros:	Uds.	8
Diâmetro interno do filtro	mm.	1.700
Altura do corpo do filtro:	mm.	2.972
Pressão de desenho do filtro:	bars	4,5
Velocidade de filtração em operação	m/h	12,20
Duração estimada dos cartuchos:	dias	44
Separação entre cartuchos:	mm.	15

Fonte: GS Inima

### 2.2.- PRÉ TRATAMENTO FÍSICO DA AGUA DO MAR

#### DESENHO DA FILTRAÇÃO

##### 2.2.4.- SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS DE AREIA

lavarão a vez filtros de 1ª e 2ª etapa?:	não	
Número bombas em operação para lavagem:	Uds.	2
Número de bombas em reserva:	Uds.	1
Velocidade recomendada de lavagem	m/h	43
Vazão da bomba de lavagem	m <sup>3</sup> /h	1.914
Pressão de descarga da bomba de lavagem	Bars	0,0
Fuido de lavagem		salmora
Vazão total de agua para lavagem dos filtros:	m <sup>3</sup> /h	3.828
Número de sopradores de lavagem em operação	Uds.	2
Número de sopradores de lavagem em reserva	Uds.	1
Velocidade do ar de lavagem	m/h	50
Vazão so ar dos sopradores	Nm <sup>3</sup> /h	2.211
Pressão de descarga da bomba dos sopradores	bars	0,6
Procedimento de lavagem		água + ar
Tempo estimado do ciclo de lavagem	min.	77
Frequencia de lavagem filtros 1ª etapa:	lavagens/día	1,48
Frequencia de lavagem de filtros 2ª etapa	lavagens/día	3,31

Fonte: GS Inima

### 2.2.- PRÉ TRATAMENTO FÍSICO DA AGUA DO MAR

#### DESENHO DA FILTRAÇÃO

##### 2.2.5.- DOSIFICAÇÃO DO CARVÃO ATIVADO EM PÓ

Vazão de agua do mar a tratar	m3/h	8.024
Dose do produto puro	mg/L	2,00
Densidade do produto	kg/l	0,45
Densidade do produto	Kg/l	10
Quantidade do produto a dosar	gr/h	16.048,0
Quantidade do produto comercial	kg/h	16,0
Vazão do produto a dosar	l/h	160
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	80
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	160
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo minimo da dissolução disponível	horas	12
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	1000
Tempo real de dissolução disponível	horas	12,5
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	5
Numero de silos de armazenamento	Uds.	1
Volume de cada silo	m3	1
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	5,8
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	134,8

Fonte: GS Inima

3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

### 3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

#### Desenho do sistema de alta pressão

#### 3.1.- POMBAS DE ALTA PRESSÃO

Vazão total de água do mar a bombear	m <sup>3</sup> /h	3.662
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m <sup>3</sup> /h	915
Temperatura do desenho	°C	27
Densidade da água do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da água do mar	cp.	0,9260
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perdas de carga em tanque intermediário	bars	1,2
Pressão de entrada da membranas	bars	63,00
Altura geométrica	bars	0,34
<b>Pressão total na descarga da bomba</b>	bars	64,5
Pressão na impulsão da bomba	bars	10,00
Pressão diferencial dinâmica total	m.c.l.	542,6
pressão de descarga a vazão zero	bars	70,0
Rendimento da bomba		85,0%
Rendimento do motor		97,5%
Potência absorvida por cada bomba	Kw	1.633
Potência total absorvida pelos motores:	Kw	6.698

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### 3.2.- BOMBA BOOSTER EM ALIMENTAÇÃO B.A.P.

Vazão total de água do mar a bombear	m <sup>3</sup> /h	3.662
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m <sup>3</sup> /h	915
Temperatura do desenho	°C	27
Densidade da água do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da água do mar	cp.	0,9260
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perdas de carga em tanque intermediário	bars	0,88
Pressão na aspiração da bomba de A.P.:	bars	10,00
Altura geométrica de impulsão	bars	0,00
<b>Pressão total na descarga da bomba</b>	bars	10,88
Pressão na impulsão da bomba	bars	2,50
Pressão diferencial dinâmica total	m.c.l.	83,37
pressão de descarga a vazão zero	bars	12,00
Rendimento da bomba		84,00%
Rendimento do motor		96,30%
Potência absorvida por cada bomba	Kw	254
Potência total absorvida pelos motores:	Kw	1.055

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### CALCULOS HIDRAULICOS

#### 3.1.- Trem de alta pressão

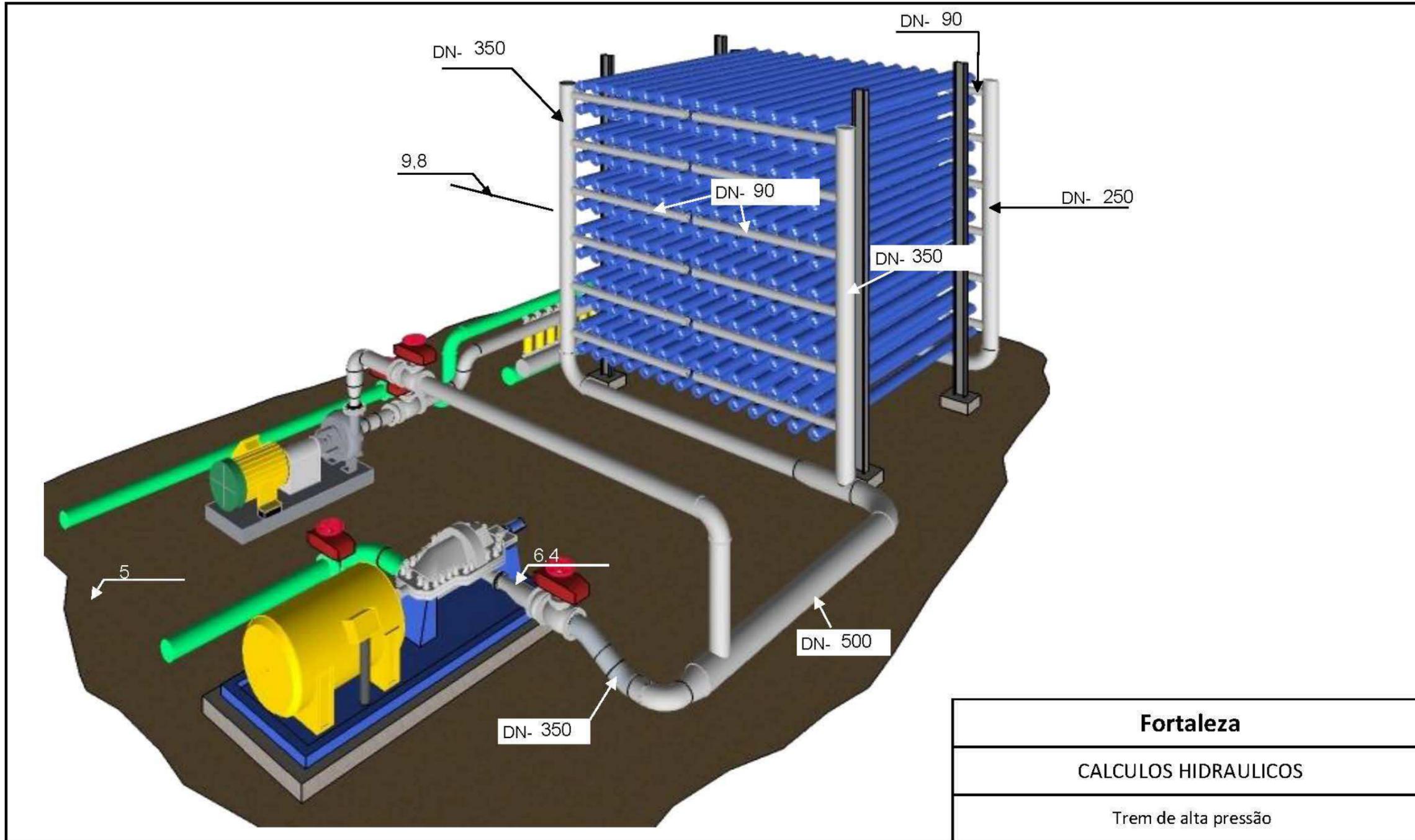
Pressão de impulsão	10 bars	Tipo de água a bombear	Do Mar
Pressão de entrada da membranas	63 bars	Tipo de fluido	Salmora
Pressão de saída da membranas	59,6 bars		
Cota geometrica de aspiração da bomba	6,4 m	Temperatura do fluido bombeado	27 °C
Cota geometrica ponto médio da estrutura	9,8 m	Densidade do fluido bombeado	1,0255 Kg/l
Cota geometrica da entrada da salmoura	5,50 m	Viscosidade do fluido bombeado	0,9260 cp.
Vazão da bomba de alta pressão	915 m3/h	Densidade da salmoura	1,0509 Kg/l
Vazão de agua por fila de estrutura	44,4 m3/h	Viscosidade da salmoura	1,0067 cp.
Vazão de rejeito salmoura por fila de estrutura	24,4 m3/h		
vazão de rejeito da salmoura a S.I.P.:	1.103 m3/h	Fator de segurança perda atrtito	20 %

	Tubulação			Vazão (m3/h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Perda de carga unitária (m.c.a./Km.)	Comprimento equivalente (m)	Outras perdas de carga (m.c.a.)	Perda de carga total (m.c.a.)	Perda por seção (m.c.a.)
	DN (mm.)	D interior (mm.)	Material								
Seção impulsão bomba	350,0	333,4	904hMo	915,4	2,91	1.075.434	34,09	110	0,91	4,6	12,3
	500,0	477,8	904hMo	2.006,0	3,11	1.644.244	25,25	85	0,29	2,4	
	350,0	333,4	904hMo	1.003,0	3,19	1.178.349	40,38	28	0,56	1,7	
	90,0	77,9	904hMo	44,4	2,58	223.042	148,89	8	0,35	1,5	
	40,0	35,1	904hMo	8,9	2,56	99.182	370,31	5	0,17	0,0	
Seção de rejeito da salmoura	40,0	35,1	904hMo	4,9	1,41	54.550	122,39	3	0,31	0,0	11,1
	90,0	77,9	904hMo	24,4	1,42	122.673	49,21	11	0,26	1,5	
	250,0	254,5	904hMo	551,7	3,01	848.937	49,70	43	1,13	3,2	
	400,0	381,0	904hMo	1.103,3	2,69	1.134.144	25,14	52	1,12	2,4	
	400,0	381,0	904hMo	1.103,3	2,69	1.134.144	25,14	44	0,91	2,0	

Bomba de alta pressão		S.I.P.	
Diferença de pressão no ponto de saída/entrada	540,6 m.c.a.	Perda de carga nas tubulações de aspiração	11,1 m.c.a.
Altura geométrica de impulsão	3,44 m.c.a.	Altura geométrica entre saída estrutura	4,47 m.c.a.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	12,33 m.c.a.	Pressão de saída da membranas	607,41 m.c.a.
T.D.H. a vazão normal da bomba:	542,56 m.c.l.	Pressão de entrada	58,90 bars
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	64,55 bars	Número de rodetes da bomba:	3 Uds.
Pressão na aspiração	102,00 m.c.a.	Velocidade de giro:	3000 r.p.m.
Tensão de vapor a temperatura do mar	0,37 m.c.a.	Velocidade específica:	30,67
	109,18 m.c.l.	NPSH recomendado:	24,83 m.c.l.

### 3.1.- Trem de alta pressão: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

DIAMETRO	SEÇÃO IMPULSÃO BOMBA					SEÇÃO DE REJEITO DA SALMORA				
	350	500	350	90	40	40	90	250	400	400
SERVIÇO	BOMBA DE IMPULSÃO DE ALTA PRESSÃO	COLETOR DE IMPULSÃO DA ESTRUTURA	COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA	TUB. DISTRIBUC HORIZON	ENTRADA DO TUBO DE PRESSÃO	SAIDA DO TUBO DE PRESSÃO	TUB. HORIZON COLETA REJEITO	COLUNA DE SAIDA DA ESTRUTURA	COLETOR DE SAIDA DA ESTRUTURA	TUBOS A S.I.P.
COMPRIMENTO RETO	15	15	10	6	1	1	6	20	20	12
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)										
CURVA 90º (STANDARD)	2	2	1		1	1		1	2	2
CURVA 45º (STANDARD)										
CURVA 45º (RAIO CURTO)										
TE		4	1	1		1			1	1
TE	1				1		1	1		
VÁLVULA BORBOLETA										
V. RETENÇÃO	1									
V. GLOBO										
V. COMPOERTA										
V. ANGULO										
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	109,5	85	27,5	7,8	4,6	3	11,4	42,5	52	44
ENTRADA	0			1		1			1	
SAIDA	0	1			1		1			
REDUÇÃO		400	180					200		100
			140					100		
			100							
ALARGAMENTO	273									
VÁLVULAS DE MACHO	1					1	1	1	1	1
SOMA DO COEFICIENTE K	2,1	0,6	1,0	1,0	0,5	2,9	2,4	2,3	2,9	2,3



## Planta de Fortaleza

### CALCULOS HIDRAULICOS

#### 3.2.- BOMBA BOOSTER PARA BOMBA DE ALTA PRESSÃO

Pressão na aspiração da bomba booster:	2,5 bars	Tipo de água a bombear	Do Mar
Pressão na aspiração da bomba de A.P.:	10 bars	Tipo de fluido	Salmora
Cota geométrica aspiração da bomba booster:	6,4 m	Temperatura do fluido bombeado	0 °C
		Densidade do fluido bombeado	1,0255 Kg/l
		Viscosidade do fluido bombeado	0,9260 cp.
vazão da bomba booster de alta pressão	915 m <sup>3</sup> /h	Densidade da salmora	1,0509 Kg/l
		Viscosidade da salmora	1,0067 cp.
		Fator de segurança perda atrtito	20 %

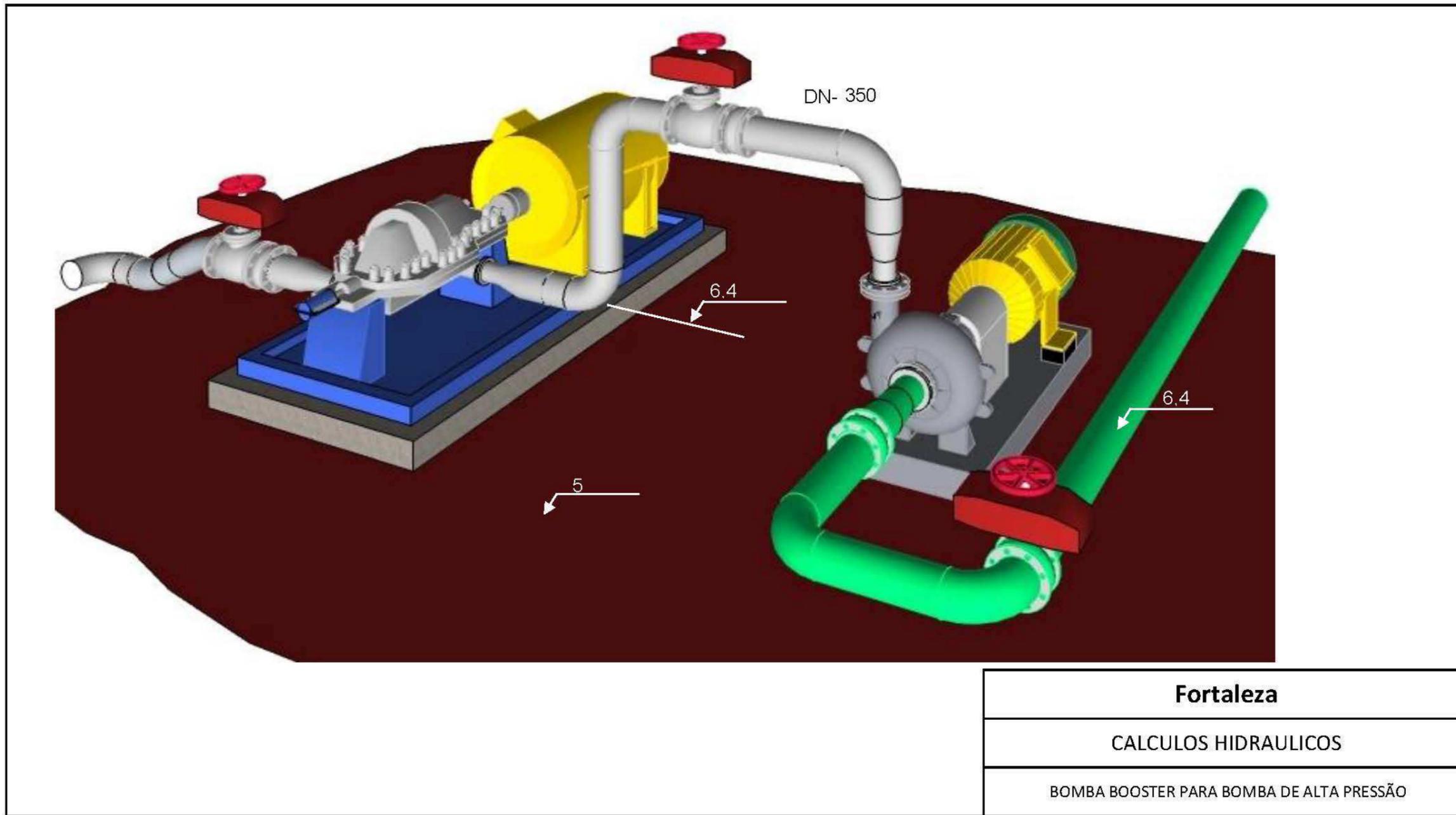
DN (mm.)	D interior (mm.)	Material	(m <sup>3</sup> /h)	(m/s)	----- (m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
350,0	333,4	904hMo	915,4	2,91	1.075.434	34,09	102	1,03	4,5
350,0	333,4	904hMo	915,4	2,91	1.075.434	34,09	57	1,06	3,0

Diferença de pressão no ponto de saída/entrada	76,5 m.c.a.		
Altura geométrica de impulsão	0,00 m.c.a.		
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	8,99 m.c.a.		
T.D.H. a vazão normal da bomba:	83,37 m.c.l.		
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	10,88 bars	Número de rodetes da bomba:	1 Uds.
Pressão na aspiração	25,50 m.c.a.	Velocidade de giro:	1500 r.p.m.
Tensão de vapor a tempertaura do mar	0,37 m.c.a.	Velocidade específica:	27,41
<b>N</b>			

## Planta de Fortaleza

### 3.2.- BOMBA BOOSTER PARA BOMBA DE ALTA PRESSÃO: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

DIAMETRO	SEÇÃO DE IMPULSÃO BOMBA BOOSTER									
	350	350								
SERVIÇO	impulsão BOMBA BOOSTER	COLETOR DE IMPULSÃO DA ESTRUTURA								
COMPRIMENTO RETO	7	8								
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)										
CURVA 90º (STANDARD)	2	2								
CURVA 45º (STANDARD)										
CURVA 45º (RAIO CURTO)										
TE		4								
TE	1									
VÁLVULA BORBOLETA										
V. RETENÇÃO	1									
V. GLOBO										
V. COMPOERTA										
V. ANGULO										
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	101,5	57								
ENTRADA	0									
SAIDA	0	1								
REDUÇÃO										
ALARGAMENTO	273									
VÁLVULAS DE MACHO	1	1								
SOMA DO COEFICIENTE K	2,3	2,4								



### 3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

#### DESENHO DA RECUPERAÇÃO DE ENERGIA POR SISTEMAS DE INTERCAMBIO DE PRESSÃO (S.I.P.)

##### 3.3.- SISTEMA DE INTERCAMBIO DE PRESSÃO (S.I.P.)

		ERI
Tipo de S.I.P. a utilizar:		PX-Q300
Modelo de S.I.P.:		
vazão total de salmora	m3/h	4.413,20
vazão total de salmora a partir dos S.I.P.:	m3/h	4.413,20
Pressão máxima salmora	bars	82,70
Pressão de entrada salmora	bars	58,90
Pressão de saída salmora	bars	1,54
vazão de agua do mar a partir das camaras:	m3/h	4.362,40
vazão de agua de mar	m3/h	4.362,40
Pressão min. entrada agua do mar	bars	2,28
Eficiência	%	97,20
Número de elementos em operação	Uds.	72
Número de elementos em reserva:	Uds.	0
Número de elementos por estrutura	Uds.	18,0
vazão máximo de salmora/elemento:	m3/h	68,00
vazão real de salmora/elemento (incl reserv):	m3/h	61,29
Pressão de saída da agua do mar:	bars	58,18
Salinidade de entrada salmora:	ppm	72.681,67
Salinidade de saída salmora:	ppm	70.687,35
Salinidade saída da agua do mar:	ppm	41.073,36
Salinidade entrada agua do mar a membranas:	ppm	40.152,69
Máximo porcentagem de mistura	%	6,00
Número de rotações por minuto (max.):	r.p.m.	800,00
Número de rotações por minuto reais:	r.p.m.	721,11
Potência transmitida por la salmora:	Kw	6.955,30
Potência recuperada pela agua do mar:	Kw	6.760,55
Rendimento da recuperação	%	96,34

## Planta de Fortaleza

### 3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

#### DESENHO DA BOMBA DE RECIRCULAÇÃO

##### 3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.

Vazão total de água do mar a bombear	m <sup>3</sup> /h	4.362
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m <sup>3</sup> /h	1.090,6
Temperatura do desenho	°C	27
Densidade da água do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da água do mar	cp.	0,9260
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perdas de carga em tanque intermediário	bars	0,4
Presão na tubulação de alimentação de racks:	bars	64,00
Altura geométrica	bars	0,00
<b>Pressão total na descarga da bomba</b>	bars	64,4
Pressão na impulsão da bomba	bars	57,50
Pressão diferencial dinâmica total	m.c.l.	68,5
pressão de descarga a vazão zero	bars	70,0
Rendimento da bomba		83,0%
Rendimento do motor		96,3%
Potencia absorvida por cada bomba	Kw	252
Potencia total absorvida pelos motores:	Kw	1.097



## Planta de Fortaleza

### CALCULOS HIDRAULICOS

#### 3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.

Pressão água do mar saída S.I.P.:	58,18 bars	Tipo de água a bombear	Do Mar
Pressão na tubulação de alimentação de racks:	64,0 bars	Tipo de fluido alta pressão a S.I.P.:	salmuera
Pressão de saída da membranas	59,6 bars	Cota de saída da salmora de S.I.P.:	5,50 m
Cota de la aspiração b. Recirculação	6,4 m	Temperatura do fluido bombeado	27 °C
Cota de la descarga da bomba de alta pressão	6,4 m	Densidade do fluido bombeado	1,0255 Kg/l
Cota de entrada salmora a S.I.P.:	5,50 m	Viscosidade do fluido bombeado	0,9260 cp.
vazão de la bomba de recirculação	1.091 m3/h	Densidade da salmora:	1,0509 Kg/l
vazão total de agua do mar a S.I.P.:	1.091 m3/h	Viscosidade da salmora:	1,0067 cp.
vazão de agua do mar a cada S.I.P.:	61 m3/h		
vazão de salmora a S.I.P.:	61,3 m3/h	Fator de segurança perda atrito	20 %

	Tubulação			Vazão (m3/h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Perda de carga unitária (m.c.a./Km.)	Comprimento equivalente (m)	Outras perdas de carga (m.c.a.)	Perda de carga total (m.c.a.)	Perda por seção (m.c.a.)
	DN (mm.)	D interior (mm.)	Material								
Impulsão da bomba	100,0	90,1	904hMo	60,6	2,64	263.313	130,56	15	0,00	2,0	6,0
	400,0	381,0	904hMo	1.090,6	2,66	1.121.089	24,61	42	0,18	1,2	
	400,0	381,0	904hMo	1.090,6	2,66	1.121.089	24,61	46	0,70	1,8	
Sessão da impulsão da bomba	400,0	381,0	904hMo	1.090,6	2,66	1.121.089	24,61	91	1,07	3,3	4,0
	400,0	381,0	904hMo	1.090,6	2,66	1.121.089	24,61	0	0,00	0,0	

SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA		IMPULSÃO DA BOMBA	
Diferença de pressão no ponto de saída/entrada	59,35 m.c.a.	Perda de carga nas tubulações de aspiração	6,0 m.c.a.
Altura geométrica de impulsão	0,00 m.c.a.	Tensão de vapor a temperatura do mar	0,36 m.c.a.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	3,97 m.c.a.	N.P.S.H. disponível	581,68 m.c.l.
T.D.H. a vazão normal da bomba:	68,51 m.c.l.	Pressão relativa na aspiração	57,50 bars
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	64,39 bars	Altura geométrica a partir S.I.P.-asp b recirc.:	-0,92 m.c.a.
		Velocidade de giro:	1500 r.p.m.
		Velocidade específica:	34,67
		NPSH recomendado:	9,98 m.c.l.

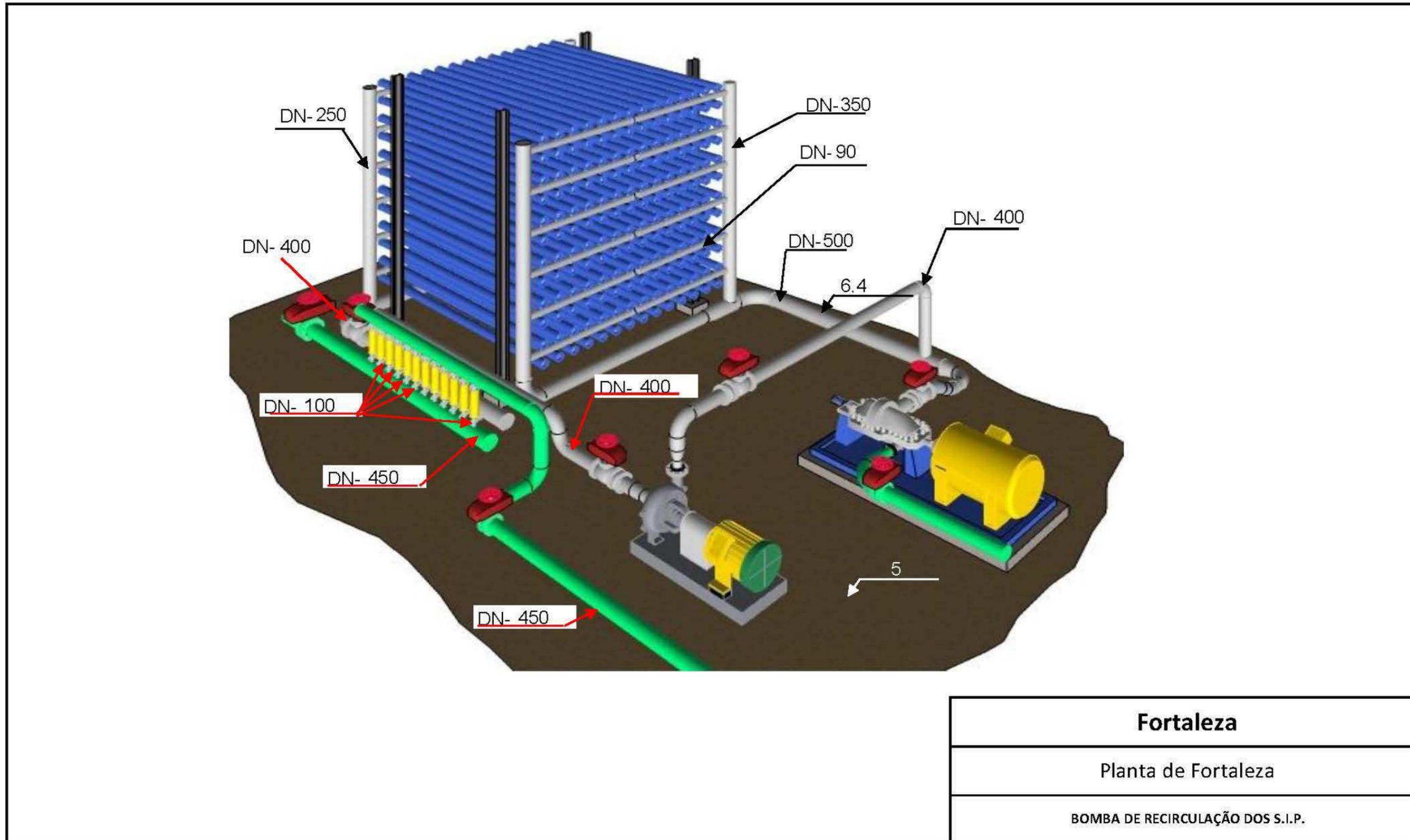
## Planta de Fortaleza

### 3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

DIAMETRO	IMPULSÃO DA BOMBA				SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA			
	100	400	400		400	400		
SERVIÇO	tubulação de saída	coletor	ASPIRAÇÃO BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO		IMPULSÃO BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	COLETOR IMPULSÃO B. RECIRCULAÇÃO		
COMPRIMENTO RETO	1	10	10		7	0,1		
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)								
CURVA 90º (STANDARD)	2	2	3		2			
CURVA 45º (STANDARD)								
CURVA 45º (RAIO CURTO)								
TE	1	1						
TE	1							
VÁLVULA BORBOLETA								
V. RETENÇÃO					1			
V. GLOBO								
V. COMPOERTA								
V. ANGULO								
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	15	42	46	0	91	0,1	0	0
ENTRADA					1			
SAIDA		1						
REDUÇÃO								
ALARGAMENTO								
VÁLVULAS DE MACHO			1		1			
SOMA DO COEFICIENTE K	0	0,5	1,9	0	2,9	0	0	0

Fonte: GS Inima

**Planta de Fortaleza**



## Planta de Fortaleza

### 3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

#### DESENHO DOS QUADROS DE MEMBRANAS

##### 3.5.- MEMBRANAS DE OSMOSE INVERSA

Produção nominal de desenho	m3/d	86.659
Número total de linhas instaladas:	Uds.	4
Produção de desenho de cada linea:	m3/d	21.665
Temperatura de desenho (mínima):	°C	22
Temperatura de desenho (máxima):	°C	30
Tipo de membrana a instalar:	Arrollamiento en espiral	
Material da capa ativa:	Poliamida aromática	
Rejeito mínimo de sais		99,45%
Número de membranas por tubo:	Uds.	7
Número de etapas:	Uds.	1
Fluxo específico medio de quadro	l/m2/h	13,96
0	l/m2/h	
0	l/m2/h	
pressão entrada com membranas limpas	bars	61,4
pressão entrada com membranas sujas	bars	63

## Planta de Fortaleza

### 3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

#### 3.6.- CONFIGURAÇÃO DOS QUADROS

##### PASSO Nº1

Número de membranas Na 1ª etapa/linha	Uds.	1582
Número de tubos de pressão na 1ª etapa/linha	Uds.	226
Modelo de membranas de la 1ª etapa:		SWC5 MAX

##### Estrutura

Número de filas de tubos:	Uds.	12
Número de colunas de tubos:	Uds.	20
Nº de ocos livres de reserva para tubos:	Uds.	14

##### tubulações de distribuição e forma do Estrutura

Número de coletores verticais de alimentação e de saída salmora:	Uds.	2
Forma de distribuição na estrutura		Multiport
Número de coletores verticais de permeado na estrutura	Uds.	2

**NOTA.-** ver desenho das membranas nas folhas do computador anexas

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 1/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	58,0 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	22,0 °C(71,6°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 0,0 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,69 kwh/m3	Fouling factor 1,00
Pass NDP	17,3 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	901,8	8,9	4,9	13,9	1,3	30,2	1,1	0	56,6	206,8	SWC5 MAX 1582 226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	6586,89	6586,89	8,201	11959,8
Ca	520,00	520,00	0,647	944,2
Mg	1290,00	1290,00	1,606	2342,2
Na	12457,00	12457,00	74,354	22570,0
K	432,00	432,00	3,222	782,2
NH4	0,00	0,00	0,000	0,0
Ba	0,020	0,020	0,000	0,0
Sr	5,250	5,250	0,007	9,5
CO3	2,63	2,63	0,000	13,3
HCO3	150,00	150,00	1,512	262,9
SO4	4290,00	4290,00	6,020	7788,8
Cl	21000,00	21000,00	117,748	38054,8
F	0,31	0,31	0,003	0,6
NO3	11,00	11,00	0,458	19,6
PO4	0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2	8,50	8,50	0,036	15,4
B	5,00	5,00	1,172	8,1
CO2	4,72	4,72	4,72	4,72
<b>TDS</b>	<b>40171,71</b>	<b>40171,71</b>	<b>206,79</b>	<b>72811,64</b>
<b>pH</b>	<b>7,22</b>	<b>7,22</b>	<b>5,71</b>	<b>7,47</b>

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	39	39	82	400
SrSO4 / ksp * 100, %	24	24	51	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	113	113	224	10000
SiO2 saturation, %	7	7	13	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	1000
Ca3(PO4)2 saturation index	0,0	0,0	0,0	1,0
Ionic strength	0,80	0,80	1,44	
Osmotic pressure, bar	28,5	28,5	51,6	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 2/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	58,0 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	22,0 °C(71,6°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 0,0 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,69 kwh/m3	Fouling factor 1,00
Pass NDP	17,3 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

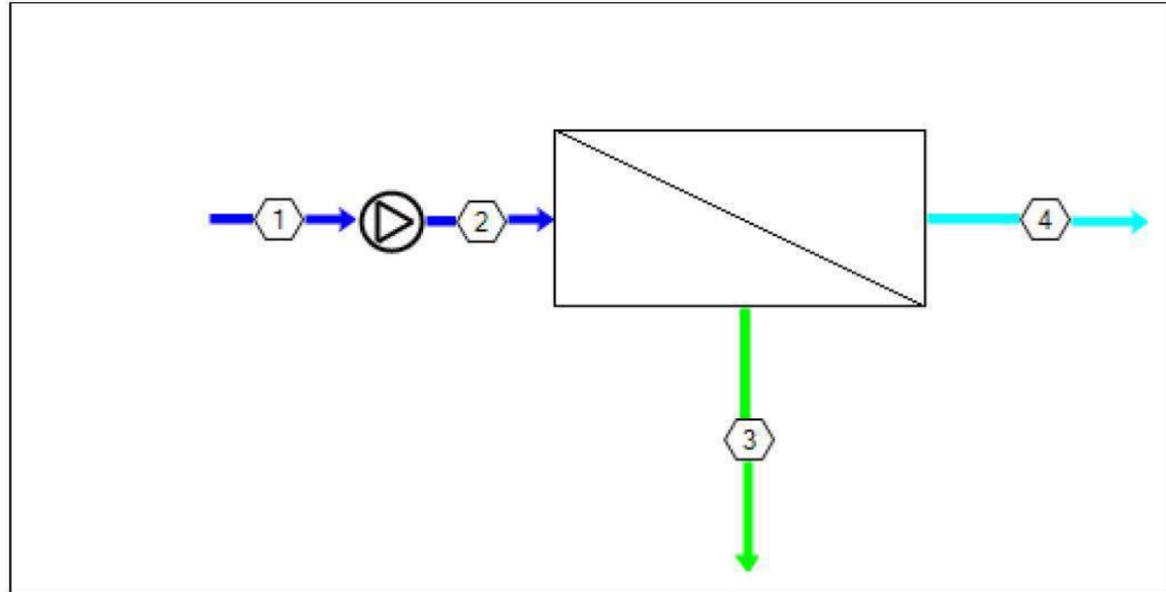
Pass - Stage	Perm. Flow	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	901,8	8,9	4,9	13,9	1,3	30,2	1,1	0	56,6	206,8	SWC5 MAX 1582 226 x 7

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure	Pressure Drop	Conc. Osmo.	NDP	Permeate Water Flow	Permeate Water Flux	Beta	TDS	Permeate (Passwise cumulative)	Ca	Mg	Na	Cl
1-1	1	58	0,3	33,1	24,5	1,2	30,2	1,05	71	0,222	0,551	25,531	40,429	
1-1	2	57,7	0,2	37,6	19,6	0,9	22,6	1,05	87,2	0,273	0,677	31,349	49,643	
1-1	3	57,5	0,2	41,8	15,5	0,7	16,5	1,03	105,6	0,33	0,819	37,953	60,101	
1-1	4	57,3	0,2	45,2	11,5	0,5	11,4	1,03	127,6	0,399	0,991	45,878	72,652	
1-1	5	57,1	0,2	47,9	8,4	0,3	7,8	1,02	152,2	0,476	1,181	54,704	86,828	
1-1	6	56,9	0,1	50	6,2	0,2	5,4	1,02	178,6	0,559	1,387	64,218	101,695	
1-1	7	56,8	0,1	51,6	4,5	0,2	3,7	1,01	206,8	0,647	1,606	74,354	117,748	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name: FORTALEZA  
Temperature: 22,0 °C  
Element age, P1: 0,0 years  
Page: 3/3



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40172	7,22	5,00
2	2006	58,0	40172	7,22	5,00
3	1104	56,6	72812	7,47	8,13
4	902	1,10	207	5,71	1,17

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name: FORTALEZA  
Calculated by: nsc  
HP Pump flow: 2006,00 m3/h  
Feed pressure: 60,9 bar  
Feed temperature: 22,0 °C(71,6°F)  
Feed water pH: 7,22  
Chem dose, mg/l, -: None  
Specific energy: 4,92 kwh/m3  
Pass NDP: 20,3 bar  
Average flux rate: 14,0 l/mh  
Permeate flow: 902,70 m3/h  
Raw water flow: 2006,00 m3/h  
Permeate recovery: 45,00 %  
Element age: 3,5 years  
Flux decline %, per year: 7,0  
Fouling factor: 0,78  
SP increase, per year: 10,0 %  
Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux Max	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Boost	Conc	Perm. TDS	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,4	26,8	1,05	1,1	0	59,5	273,7	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	6586,89	6586,89	10,862	11963,6
Ca	520,00	520,00	0,857	944,5
Mg	1290,00	1290,00	2,127	2343,0
Na	12457,00	12457,00	98,439	22561,6
K	432,00	432,00	4,265	781,7
NH4	0,00	0,00	0,000	0,0
Ba	0,020	0,020	0,000	0,0
Sr	5,250	5,250	0,009	9,5
CO3	2,63	2,63	0,000	13,3
HCO3	150,00	150,00	2,001	262,5
SO4	4290,00	4290,00	7,973	7791,1
Cl	21000,00	21000,00	155,891	38042,6
F	0,31	0,31	0,005	0,6
NO3	11,00	11,00	0,605	19,5
PO4	0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2	8,50	8,50	0,047	15,4
B	5,00	5,00	1,522	7,8
CO2	4,72	4,72	4,72	4,72
<b>TDS</b>	<b>40171,71</b>	<b>40171,71</b>	<b>273,74</b>	<b>72793,15</b>
<b>pH</b>	<b>7,22</b>	<b>7,22</b>	<b>5,82</b>	<b>7,47</b>

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	39	39	82	400
SrSO4 / ksp * 100, %	24	24	51	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	113	113	224	10000
SiO2 saturation, %	7	7	13	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	1000
Ca3(PO4)2 saturation index	0,0	0,0	0,0	1,0
Ionic strength	0,80	0,80	1,44	
Osmotic pressure, bar	28,5	28,5	51,6	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Fonte: GS Inima

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page :	2/3
Calculated by	nsc	Permeate flow	902,70 m3/h
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Raw water flow	2006,00 m3/h
Feed pressure	60,9 bar	Permeate recovery	45,00 %
Feed temperature	22,0 °C(71,6°F)	Element age	3,5 years
Feed water pH	7,22	Flux decline %, per year	7,0
Chem dose, mg/l, -	None	Fouling factor	0,78
Specific energy	4,92 kwh/m3	SP increase, per year	10,0 %
Pass NDP	20,3 bar		
Average flux rate	14,0 lmh		

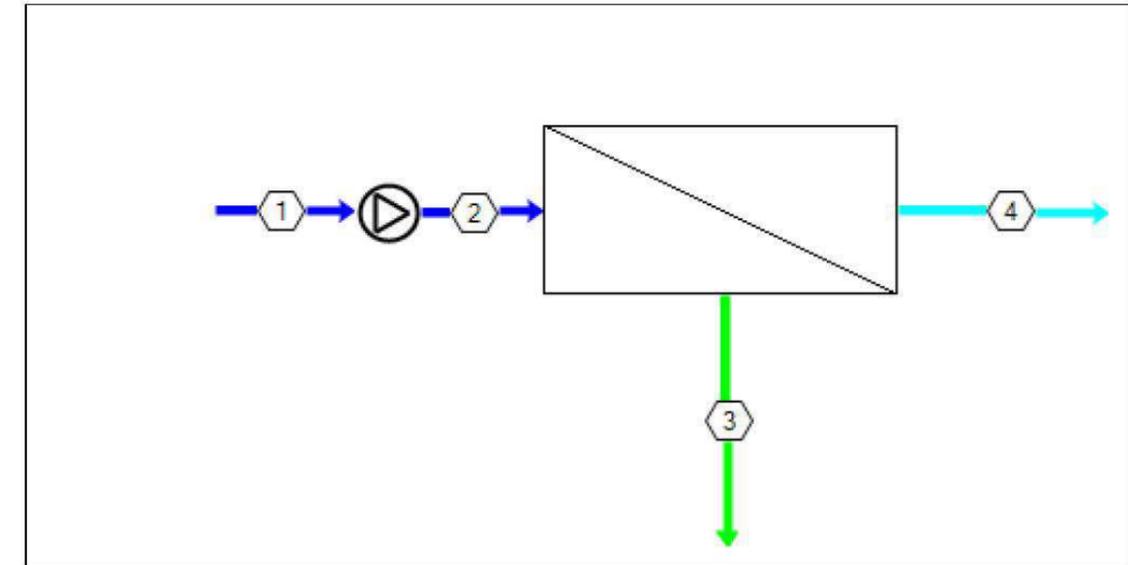
Feed type: Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x Elem #
Stage	Flow	Feed	Conc		Max				Type	Quantity	
	m3/h	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		bar			
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,4	26,8	1,05	1,1	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Pass -	Element	Feed	Pressure	Conc	NDP	Permeate Water	Permeate Water	Beta	Permeate (Passwise cumulative)				
Stage	no.	Pressure	Drop	Osmo.	bar	Flow	Flux		TDS	Ca	Mg	Na	Cl
		bar	bar	bar	bar	m3/h	lmh						
1-1	1	60,9	0,3	32,5	28,1	1,1	26,8	1,05	106,3	0,333	0,825	38,214	60,513
1-1	2	60,6	0,2	36,5	23,6	0,9	21,2	1,04	126	0,394	0,978	45,305	71,742
1-1	3	60,4	0,2	40,5	19,6	0,7	16,5	1,03	148,9	0,466	1,156	53,545	84,792
1-1	4	60,2	0,2	44	15,6	0,5	12,2	1,03	175,9	0,551	1,366	63,258	100,173
1-1	5	60	0,2	47	12,4	0,4	9,2	1,02	206	0,645	1,6	74,052	117,269
1-1	6	59,8	0,2	49,5	9,7	0,3	6,8	1,02	238,6	0,747	1,854	85,813	135,894
1-1	7	59,7	0,1	51,6	7,5	0,2	4,9	1,01	273,7	0,857	2,127	98,439	155,891

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page :	3/3
Temperature :	22,0 °C	Element age, P1 :	3,5 years



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40172	7,22	5,00
2	2006	60,9	40172	7,22	5,00
3	1104	59,5	72793	7,47	7,84
4	902	1,10	274	5,82	1,52

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email : [imsd-support@hydranauticsprojections.net](mailto:imsd-support@hydranauticsprojections.net)

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email : [imsd-support@hydranauticsprojections.net](mailto:imsd-support@hydranauticsprojections.net)

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 1/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	57,7 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	27,0 °C(80,6°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 0,0 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,66 kwh/m3	Fouling factor 1,00
Pass NDP	16,2 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed	Conc	lmh	bar	lmh	bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	32,9	1,1	0	56,4	255,9	226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	8588,89	8588,89	10,151	11984,3
Ca	520,00	520,00	0,801	944,5
Mg	1290,00	1290,00	1,988	2343,1
Na	12457,00	12457,00	92,010	22567,2
K	432,00	432,00	3,987	782,0
NH4	0,00	0,00	0,000	0,0
Ba	0,020	0,020	0,000	0,0
Sr	5,250	5,250	0,008	9,5
CO3	3,17	3,17	0,000	15,7
HCO3	150,00	150,00	1,871	261,0
SO4	4290,00	4290,00	7,452	7791,6
Cl	21000,00	21000,00	145,709	38051,5
F	0,31	0,31	0,004	0,6
NO3	11,00	11,00	0,566	19,5
PO4	0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2	8,50	8,50	0,044	15,4
B	5,00	5,00	1,498	7,9
CO2	4,28	4,28	4,28	4,28
<b>TDS</b>	<b>40172,25</b>	<b>40172,25</b>	<b>255,94</b>	<b>72809,70</b>
<b>pH</b>	<b>7,22</b>	<b>7,22</b>	<b>5,81</b>	<b>7,47</b>

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	38	38	80	400
SrSO4 / ksp * 100, %	24	24	50	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	113	113	224	10000
SiO2 saturation, %	7	7	12	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	1000
Ca3(PO4)2 saturation index	0,0	0,0	0,0	1,0
Ionic strength	0,80	0,80	1,44	
Osmotic pressure, bar	29,0	29,0	52,5	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

**Permeate Throttling (Variable)**

Page: 2/3

Project name	FORTALEZA	Page: 2/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	57,7 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	27,0 °C(80,6°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 0,0 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,66 kwh/m3	Fouling factor 1,00
Pass NDP	16,2 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed	Conc	lmh	bar	lmh	bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	32,9	1,1	0	56,4	255,9	226 x 7

Pass -	Element	Feed	Pressure	Conc	NDP	Permeate Water	Permeate Water	Beta	TDS	Permeate (Passwise cumulative)			
Stage	no.	Pressure	Drop	Osmo.	bar	Flow	Flux			Ca	Mg	Na	Cl
1-1	1	57,7	0,3	34,1	23,3	1,3	32,9	1,06	80,6	0,252	0,626	28,974	45,882
1-1	2	57,4	0,2	39	17,9	1	23,3	1,05	101,6	0,318	0,789	36,521	57,833
1-1	3	57,2	0,2	43,3	13,4	0,7	16	1,04	126,4	0,395	0,981	45,43	71,941
1-1	4	57	0,2	46,7	9,7	0,4	10,7	1,03	154,7	0,484	1,201	55,613	88,067
1-1	5	56,8	0,2	49,3	6,8	0,3	7	1,02	186,3	0,583	1,447	66,98	106,068
1-1	6	56,7	0,1	51,1	4,8	0,2	4,8	1,01	220,1	0,689	1,71	79,132	125,314
1-1	7	56,5	0,1	52,4	3,3	0,1	3,1	1,01	255,9	0,801	1,988	92,01	145,709

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

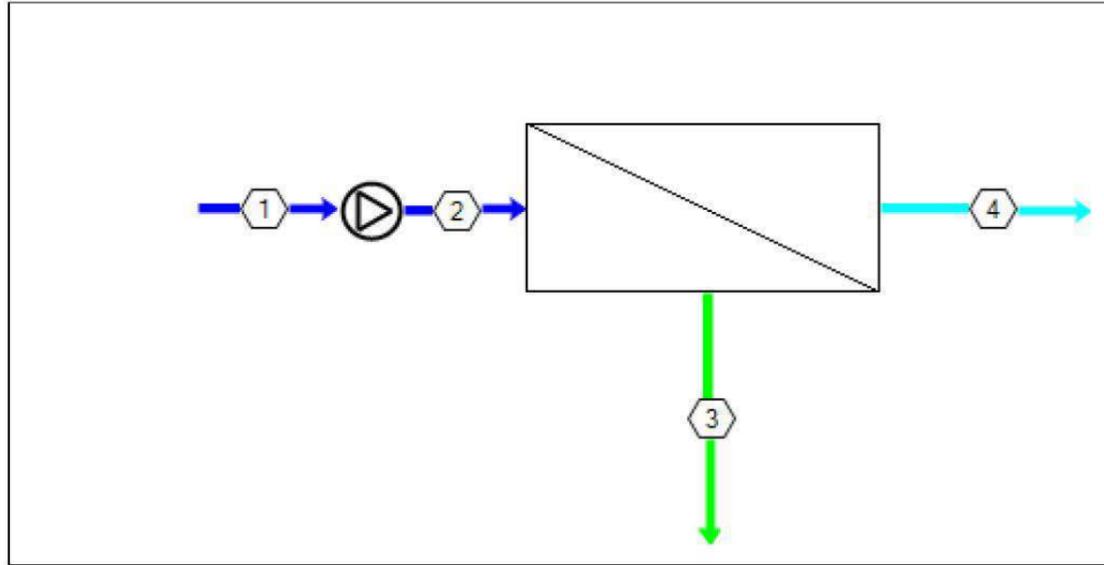
Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Fonte: GS Inima

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name: FORTALEZA Page: 3/3  
Temperature: 27,0 °C Element age, P1: 0,0 years



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40172	7,22	5,00
2	2006	57,7	40172	7,22	5,00
3	1104	56,4	72810	7,47	7,86
4	902	1,10	256	5,81	1,50

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Permeate flow	902,70 m3/h
Calculated by	nsc	Raw water flow	2006,00 m3/h
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate recovery	45,00 %
Feed pressure	60,0 bar	Element age	3,5 years
Feed temperature	27,0 °C(80,6°F)	Flux decline %, per year	7,0
Feed water pH	7,22	Fouling factor	0,78
Chem dose, mg/l, -	None	SP increase, per year	10,0 %
Specific energy	4,85 kwh/m3		
Pass NDP	18,8 bar		
Average flux rate	14,0 l/mh		

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux Max	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed Conc	lmh	bar	lmh		Perm. Boost Conc	TDS	Type	Quantity	Elem #
1-1	902,4	8,9 4,9	13,9	1,4	29	1,05	1,1 0 58,7	338,1	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	6586,89	6586,89	13,417	11981,4
Ca	520,00	520,00	1,059	944,3
Mg	1290,00	1290,00	2,628	2342,6
Na	12457,00	12457,00	121,552	22542,6
K	432,00	432,00	5,266	780,9
NH4	0,00	0,00	0,000	0,0
Ba	0,020	0,020	0,000	0,0
Sr	5,250	5,250	0,011	9,5
CO3	3,17	3,17	0,000	15,7
HCO3	150,00	150,00	2,470	260,6
SO4	4290,00	4290,00	9,849	7789,5
Cl	21000,00	21000,00	192,495	38012,4
F	0,31	0,31	0,006	0,6
NO3	11,00	11,00	0,745	19,4
PO4	0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2	8,50	8,50	0,058	15,4
B	5,00	5,00	1,931	7,5
CO2	4,28	4,28	4,28	4,28
<b>TDS</b>	<b>40172,25</b>	<b>40172,25</b>	<b>338,07</b>	<b>72740,93</b>
<b>pH</b>	<b>7,22</b>	<b>7,22</b>	<b>5,93</b>	<b>7,47</b>

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	38	38	80	400
SrSO4 / ksp * 100, %	24	24	50	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	113	113	224	10000
SiO2 saturation, %	7	7	12	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	1000
Ca3(PO4)2 saturation index	0,0	0,0	0,0	1,0
Ionic strength	0,80	0,80	1,44	
Osmotic pressure, bar	29,0	29,0	52,4	

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 2/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	60,0 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	27,0 °C(80,6 °F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 3,5 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,85 kwh/m3	Fouling factor 0,78
Pass NDP	18,8 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 lmh	

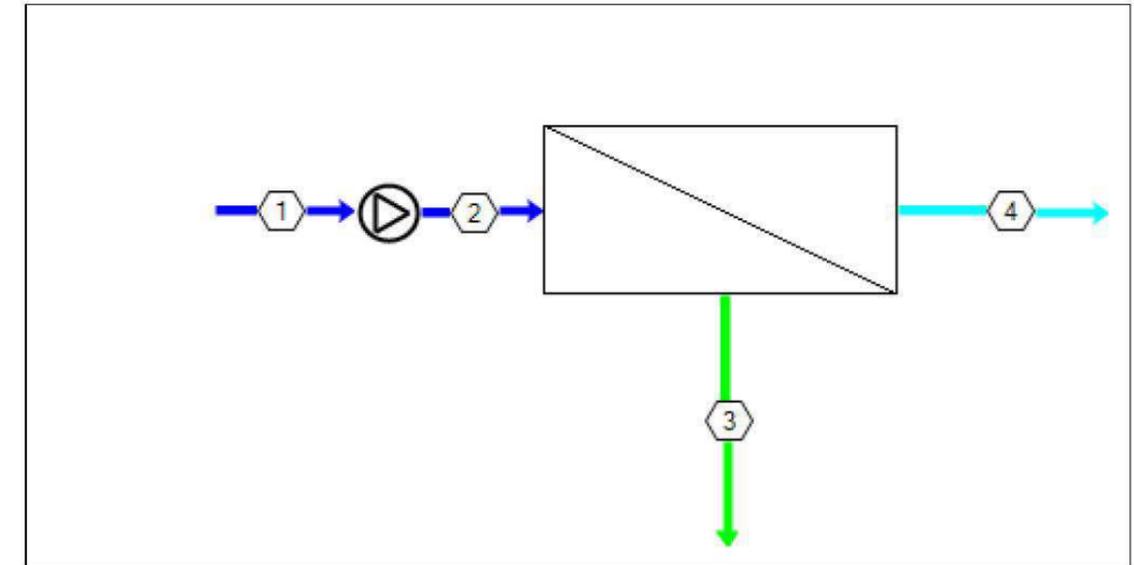
Feed type: Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x Elem #			
Stage	Flow	Feed	Conc		Max				Type	Quantity				
m3/h	m3/h	m3/h	lmh	bar	lmh		bar	bar						
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,4	29	1,05	1,1	0	58,7	338,1	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Pass -	Element	Feed	Pressure	Conc	NDP	Permeate Water	Permeate Water	Beta	Permeate (Passwise cumulative)				
Stage	no.	Pressure	Drop	Osmo.	bar	Flow	Flux		TDS	Ca	Mg	Na	Cl
		bar	bar	bar	bar	m3/h	lmh		mg/l				
1-1	1	60	0,3	33,4	26,4	1,2	29	1,05	121,7	0,381	0,944	43,731	69,248
1-1	2	59,7	0,2	37,8	21,4	0,9	21,9	1,04	147,9	0,463	1,148	53,149	84,163
1-1	3	59,5	0,2	41,9	17,4	0,7	16,5	1,03	177,3	0,555	1,377	63,737	100,931
1-1	4	59,3	0,2	45,4	13,3	0,5	11,7	1,03	212,3	0,665	1,649	76,312	120,845
1-1	5	59,1	0,2	48,3	10,2	0,3	8,3	1,02	251,2	0,786	1,951	90,294	142,988
1-1	6	58,9	0,1	50,6	7,8	0,2	5,9	1,02	293,2	0,918	2,278	105,415	166,938
1-1	7	58,8	0,1	52,4	5,8	0,2	4,2	1,01	338,1	1,059	2,628	121,552	192,485

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name: FORTALEZA  
Temperature: 27,0 °C  
Element age, P1: 3,5 years  
Page: 3/3



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40172	7,22	5,00
2	2006	60,0	40172	7,22	5,00
3	1104	58,7	72741	7,47	7,51
4	902	1,10	338	5,93	1,93

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %  
Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net [www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %  
Email: imsd-support@hydranauticsprojections.net [www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 1/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	59,6 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	30,0 °C(86,0°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 3,5 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,82 kwh/m3	Fouling factor 0,78
Pass NDP	18,0 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed	Conc	lmh	bar	lmh	bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	30,4	1,1	0	58,3	382,5	SWC5 MAX 1582 226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	8588,89	8588,89	15,184	11960,1
Ca	520,00	520,00	1,199	944,2
Mg	1290,00	1290,00	2,974	2342,3
Na	12457,00	12457,00	137,525	22529,8
K	432,00	432,00	5,957	780,3
NH4	0,00	0,00	0,000	0,0
Ba	0,020	0,020	0,000	0,0
Sr	5,250	5,250	0,012	9,5
CO3	3,53	3,53	0,000	17,3
HCO3	150,00	150,00	2,794	259,4
SO4	4290,00	4290,00	11,148	7788,5
Cl	21000,00	21000,00	217,792	37992,2
F	0,31	0,31	0,006	0,6
NO3	11,00	11,00	0,841	19,3
PO4	0,00	0,00	0,000	0,0
SiO2	8,50	8,50	0,066	15,4
B	5,00	5,00	2,175	7,3
CO2	4,05	4,05	4,05	4,05
<b>TDS</b>	<b>40172,61</b>	<b>40172,61</b>	<b>382,49</b>	<b>72706,32</b>
<b>pH</b>	<b>7,22</b>	<b>7,22</b>	<b>5,99</b>	<b>7,47</b>

Saturations	Raw Water	Feed Water	Concentrate	Limits
CaSO4 / ksp * 100, %	37	37	78	400
SrSO4 / ksp * 100, %	23	23	49	1200
BaSO4 / ksp * 100, %	113	113	224	10000
SiO2 saturation, %	6	6	11	140
CaF2 / ksp * 100, %	0	0	0	1000
Ca3(PO4)2 saturation index	0,0	0,0	0,0	1,0
Ionic strength	0,80	0,80	1,44	
Osmotic pressure, bar	29,2	29,2	52,9	

**Permeate Throttling (Variable)**

Project name	FORTALEZA	Page: 2/3
Calculated by	nsc	
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow 902,70 m3/h
Feed pressure	59,6 bar	Raw water flow 2006,00 m3/h
Feed temperature	30,0 °C(86,0°F)	Permeate recovery 45,00 %
Feed water pH	7,22	Element age 3,5 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year 7,0
Specific energy	4,82 kwh/m3	Fouling factor 0,78
Pass NDP	18,0 bar	SP increase, per year 10,0 %
Average flux rate	14,0 l/mh	

Feed type Sea Surface Conventional

Pass -	Perm.	Flow / Vessel	Flux	DP	Flux	Beta	Stagewise Pressure	Perm.	Element	Element	PV# x
Stage	Flow	Feed	Conc	lmh	bar	lmh	bar	bar	Type	Quantity	Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	30,4	1,1	0	58,3	382,5	SWC5 MAX 1582 226 x 7

Pass -	Element	Feed	Pressure	Conc	NDP	Permeate Water	Permeate Water	Beta	Permeate (Passwise cumulative)				
Stage	no.	Pressure	Drop	Osmo.	bar	Flow	Flux	TDS	Ca	Mg	Na	Cl	
1-1	1	59,6	0,3	34	25,5	1,2	30,4	1,05	131,5	0,411	1,021	47,253	74,826
1-1	2	59,3	0,2	38,6	20,3	0,9	22,4	1,05	162	0,507	1,257	58,205	92,17
1-1	3	59,1	0,2	42,8	16,2	0,7	16,5	1,03	196,2	0,614	1,523	70,506	111,649
1-1	4	58,9	0,2	46,3	12,1	0,5	11,4	1,03	236,9	0,742	1,84	85,165	134,865
1-1	5	58,7	0,2	49,1	9	0,3	7,8	1,02	282,2	0,884	2,192	101,427	160,62
1-1	6	58,6	0,1	51,3	6,8	0,2	5,6	1,02	330,8	1,036	2,571	118,924	188,331
1-1	7	58,4	0,1	52,9	5	0,2	3,9	1,01	382,5	1,199	2,974	137,525	217,792

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: [imsd-support@hydranauticsprojections.net](mailto:imsd-support@hydranauticsprojections.net)

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

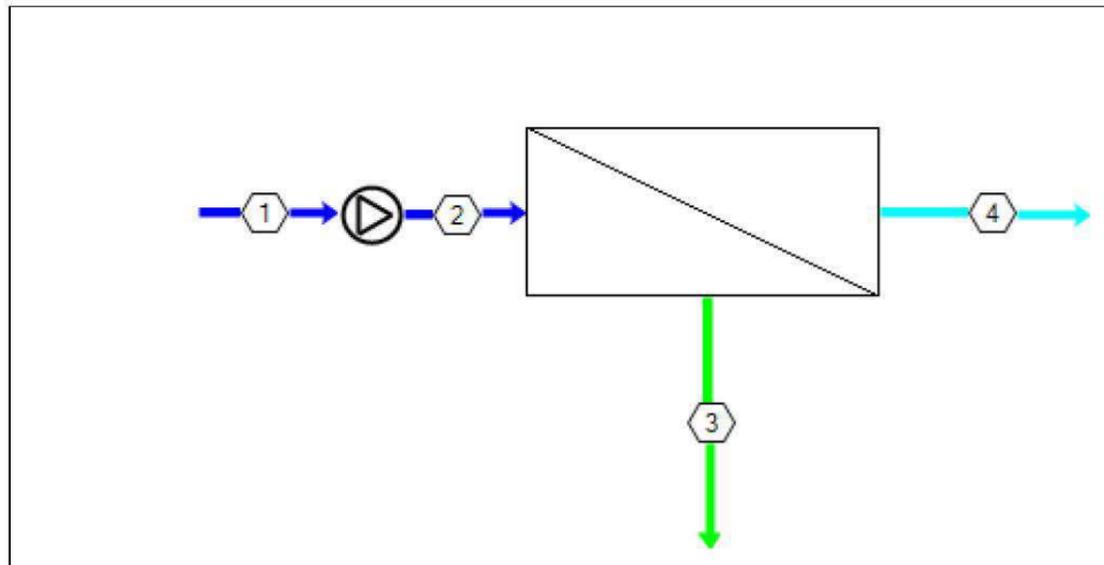
Email: [imsd-support@hydranauticsprojections.net](mailto:imsd-support@hydranauticsprojections.net)

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Fonte: GS Inima

Permeate Throttling (Variable)

Project name: FORTALEZA  
Temperature: 30,0 °C  
Element age, P1: 3,5 years  
Page: 3/3



Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40173	7,22	5,00
2	2006	59,6	40173	7,22	5,00
3	1104	58,3	72706	7,47	7,31
4	902	1,10	382	5,99	2,17

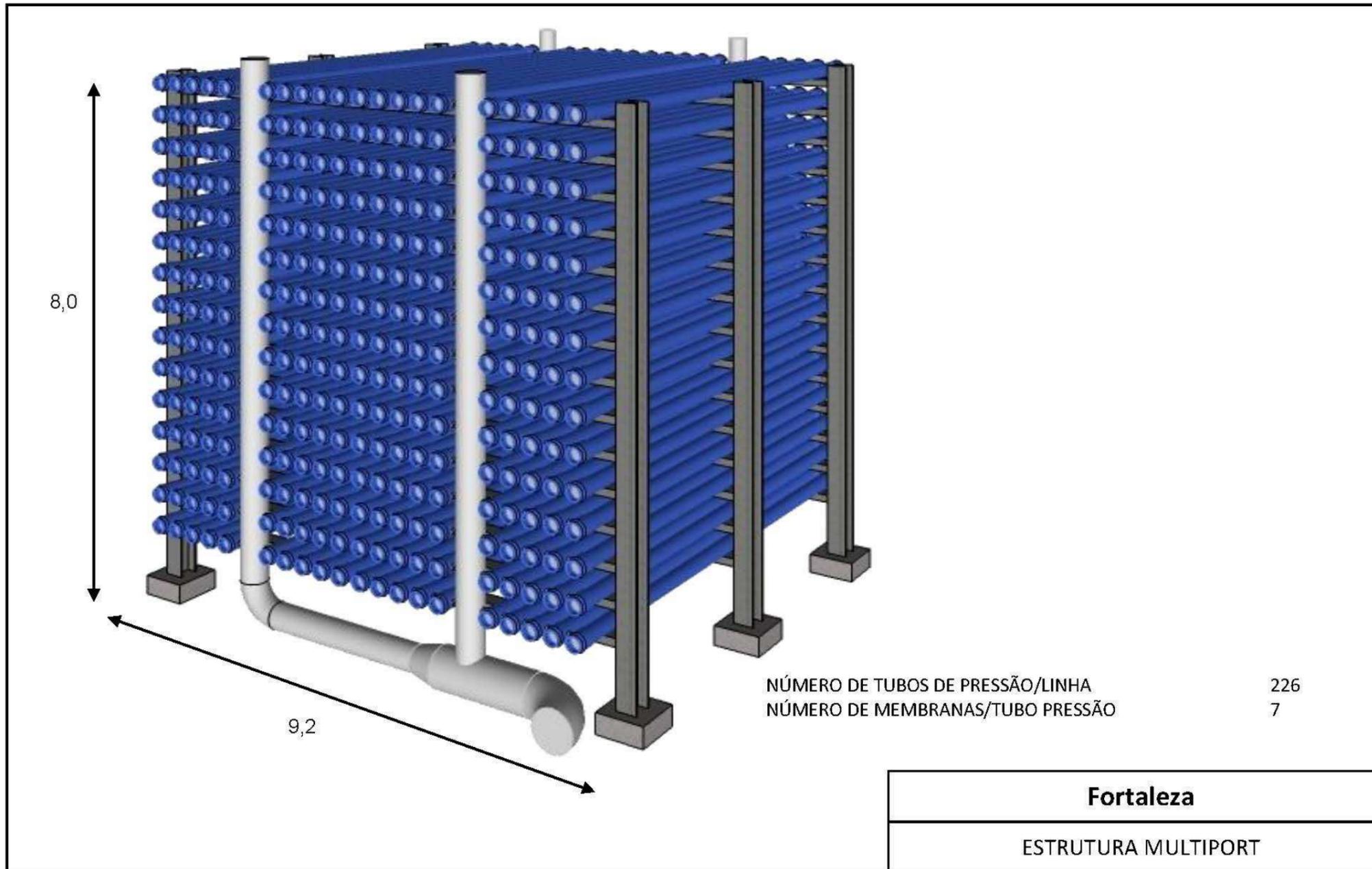
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted. Version: 1.214.57 %

Email: [imed-support@hydranauticsprojections.net](mailto:imed-support@hydranauticsprojections.net)

[www.membranes.com](http://www.membranes.com) +760-901-2500

Fonte: GS Inima

**Planta de Fortaleza**



## Planta de Fortaleza

### CALCULOS HIDRAULICOS

#### SAIDA DO PRODUTO DA ESTRUTURA

Cota geométrica da entrada tanque de aspiração	9,00 m	Tipo de fluido	água permeada
Cota geométrica da altura mínima em tanque aspir:	5,5 m		
Cota geométrica ponto médio da estrutura	9,75 m	Temperatura do fluido bombeado:	27 °C
		Densidade do fluido bombeado:	0,9967 Kg/l
vazão de produto:	3.610,8 m <sup>3</sup> /h	Viscosidade do fluido bombeado:	0,8538 cp.
		Fator de segurança perda atrito	20 %
vazão total de água de produto por linha	902,7 m <sup>3</sup> /h		
		Altura del tanque de armazenamento	4,0 m
vazão total de água de produto a bombear:	3.600,0 m <sup>3</sup> /h	Volume do tanque de armazenamento	1.800 m <sup>3</sup>

	Tubulação			Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Perda de carga unitária (m.c.a./Km.)	Comprimento equivalente (m)	Outras perdas de carga (m.c.a.)	Perda de carga total (m.c.a.)	Perda por seção (m.c.a.)
	DN (mm.)	D interior (mm.)	Material								
Seção da estrutura a tanque de planta	32,0	23,2	POLIPROPI	4,0	2,62	71.085	337,70	6	0,17	2,2	13,1
	110,0	79,8	POLIPROPI	39,9	2,22	206.664	58,53	16	4,34	5,2	
	300,0	300,0	PRFV	451,4	1,77	621.192	9,46	22	0,24	0,4	
	400,0	400,0	PRFV	902,7	2,00	931.788	8,41	129	0,20	1,3	
	800,0	800,0	PRFV	3.600	1,99	1.858.001	3,73	400	0,30	1,8	

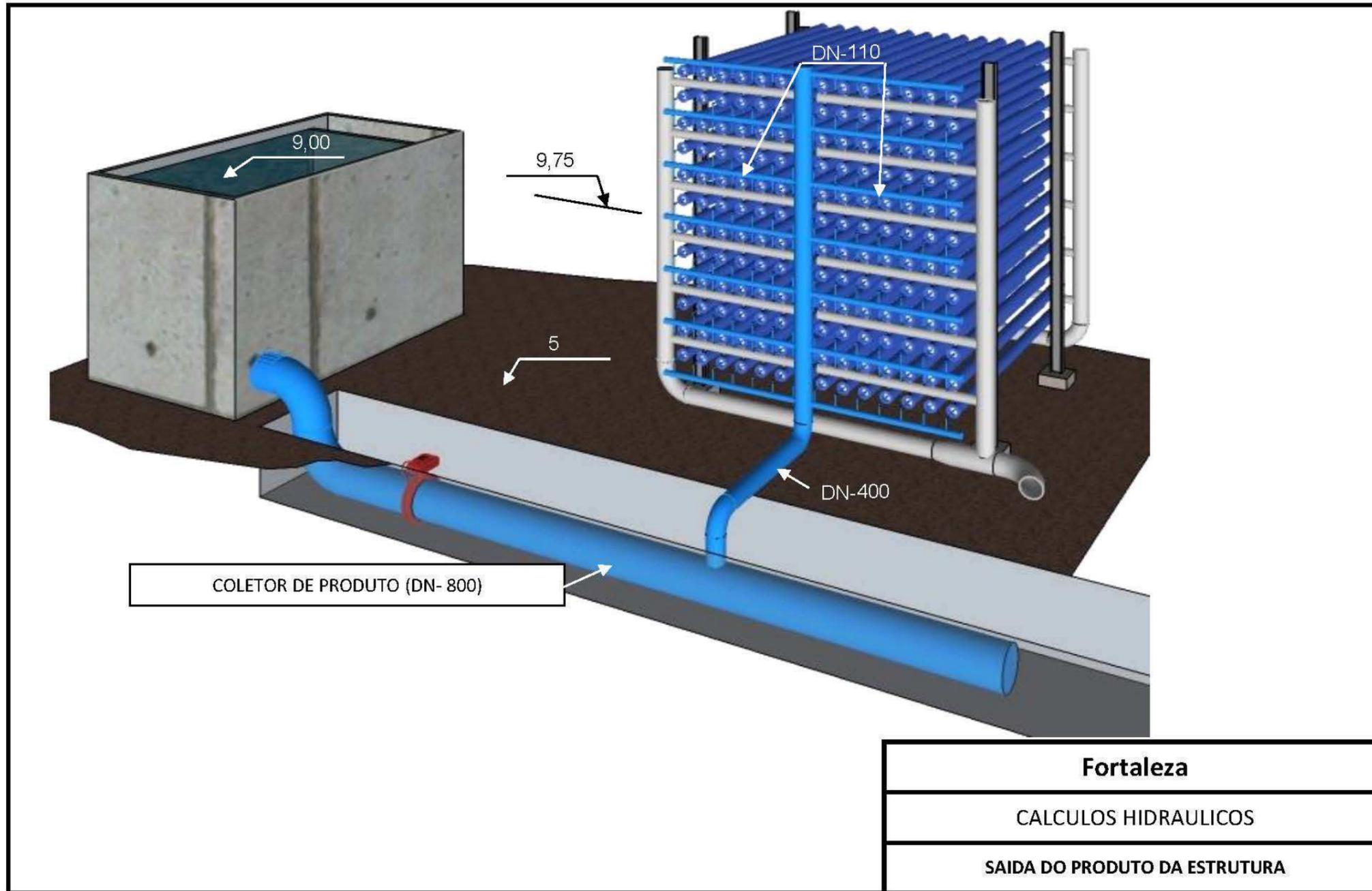
SAIDA DO PRODUTO DA ESTRUTURA		SAIDA PRODUTO ESTRUTURA 2º PASSO	
Altura geométrica a partir da estrutura a tanque aspiração	-0,75 m.c.a.	Altura geométrica a partir da estrutura a tanque aspiração	# VALOR! m.c.a.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	13,1 m.c.a.	Perdas de carga em tanque intermediário	# VALOR! m.c.a.
Perdas de carga no misturador estático:"	0,90 m.c.a.	Perdas de carga no misturador estático:"	#N/A m.c.a.
Pressão do produto a saída estrutura 1º passo:	1,30 bars	Pressão do produto a saída estrutura 2º passo:	# VALOR! bars
		Perda de carga na válvula de controle:	4,31 m.c.a.
Pressão produto a tanque armazenamento:	0,09 bars	Pressão produto a tanque armazenamento:	#N/A bars

## Planta de Fortaleza

### SAIDA DO PRODUTO DA ESTRUTURA: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

DIAMETRO	SEÇÃO DA ESTRUTURA A TANQUE DE PLANTA									
	32	110	300	400	800					
SERVIÇO	SAIDA DO TUBO DE PRESSÃO	TUB. HORIZON COLETA PRODUZIDO	COLUNA DE SAIDA DA ESTRUTURA	COLETOR DE SAIDA DA ESTRUTURA	COLETOR PRODUC A TANQUE PLANTA					
COMPRIMENTO RETO	3	10	13	22,6	200					
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)										
CURVA 90º (STANDARD)	1	1	1	2	2					
CURVA 45º (STANDARD)				1						
CURVA 45º (RAIO CURTO)										
TE	1	1								
TE										
VÁLVULA BORBOLETA	1			1	1					
V. RETENÇÃO				1	1					
V. GLOBO										
V. COMPOERTA										
V. ANGULO										
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	5,88	15,5	22	129	400					
ENTRADA			1	1	1					
SAIDA	1		1		1					
REDUÇÃO										
ALARGAMENTO		250								
SOMA DO COEFICIENTE K	0,5	17,34963459	1,5	1	1,5					

**Planta de Fortaleza**



#### 4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

##### CÁLCULO DAS DOSAGENS

##### 4.0.- COMPOSIÇÃO DO PRODUTO DA SAÍDA DAS MEMBRANAS

Calcio	2,20 mg/L	Bicarbonato	2,80 mg/L
Magnésio	3,00 mg/L	Sulfato	11,50 mg/L
Sódio	140,00 mg/L	cloro	224,00 mg/L
Potássio	6,00 mg/L	Carbonato	0,00 mg/L
Estroncio	0,01 mg/L	STD	391,71 mg/L
Bário	2,20 mg/L	Anh. Carbó	5,81 mg/L
Temperat.	27,0 °C	pH	5,83

##### 4.1.- DOSAGEM DE ANHIDRIDO CARBÔNICO

CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	-----	CO <sub>2</sub> dissolvido
44		44
35,00		Y5

#### 4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

$$Y5 = -35,00 \text{ mg/L}$$

COMPOSIÇÃO IÔNICA ATRAVÉS DA DOSAGEM			
Ca <sup>++</sup> =	2,20 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> =	0,00 mg/L
Mg <sup>++</sup> =	3,00 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> =	11,50 mg/L
Na <sup>+</sup> =	140,00 mg/L	Cl <sup>-</sup> =	224,00 mg/L
K <sup>+</sup> =	6,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> =	3,25 mg/L
Sr <sup>++</sup> =	0,01 mg/L	TDS =	392,17 mg/L
alcalinidade	2,67	CO <sub>2</sub> =	40,48 mg/L
pH(inicial)=	5,83	Condu(25°C)=	791,44 µmhos/cm.
Dureza como carbonato de cálcio		pH(final)=	5,05
Índice de Langelier=			
			17,84 mg/L
			-5,66

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

DOSAGEM DE HIDROXIDO DE CALCIO



X1 = 18,93 mg/L

Y3 = 57,64 mg/L

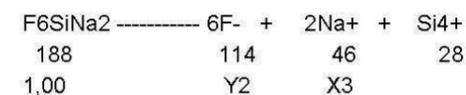
Y5 = 41,58 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Ca <sup>++</sup> = 21,13 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> = 1,32 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 3,00 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 11,50 mg/L
Na <sup>+</sup> = 140,00 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 224,00 mg/L
K <sup>+</sup> = 6,00 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 57,53 mg/L
Sr <sup>++</sup> = 0,01 mg/L	TDS = 466,70 mg/L
alcalinidade = 49,39	CO <sub>2</sub> = 0,36 mg/L
pH(inicial)= 5,05	Condu(25°C)= 878,74 μmhos/cm.
Dureza como carbonato de calcio = 65,12 mg/L	pH(final)= 8,35
Indice de Langelier= -0,15	

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

DOSAGEM DE FLOURSILICATO DE SODIO



Y2 = 0,61 mg/L

X3(Na+) = 0,24 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM	
Fluor= 0,61 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> = 0,64 mg/L
Ca <sup>++</sup> = 21,13 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> = 11,50 mg/L
Mg <sup>++</sup> = 3,00 mg/L	Cl <sup>-</sup> = 224,00 mg/L
Na <sup>+</sup> = 140,24 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> = 57,69 mg/L
K <sup>+</sup> = 6,00 mg/L	TDS = 466,42 mg/L
Sr <sup>++</sup> = 0,01 mg/L	CO <sub>2</sub> = 0,74 mg/L
alcalinidade = 48,38	Condu(25°C)= 877,78 μmhos/cm.
pH(inicial)= 8,35	pH(final)= 8,03
Dureza como carbonato de calcio = 65,12 mg/L	
Indice de Langelier= -0,47	

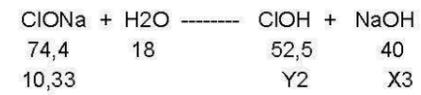
Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### 4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

#### CÁLCULO DAS DOSAGENS

##### DOSAGEM HIPOCLORITO DE SODIO



A quantidade do produto a dosar dependerá a quantidade de materia organica a eliminar, portanto é um dado que deverá ser ajustado na operação. Não obstante a experiencia nos diz que uma dose do produto de mg/L como cloro livre, é suficiente em geral

$$\text{Y2} = 4,92 \text{ mg/L}$$

$$\text{X3} = 3,19 \text{ mg/L}$$

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
Fluor=	0,61 mg/L	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	2,40 mg/L
Ca <sup>++</sup>	21,13 mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	11,50 mg/L
Mg <sup>++</sup>	3,00 mg/L	Cl <sup>-</sup>	227,33 mg/L
Na <sup>+</sup>	143,44 mg/L	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	56,66 mg/L
K <sup>+</sup>	6,00 mg/L	TDS =	473,67 mg/L
Sr <sup>++</sup>	0,01 mg/L	CO <sub>2</sub>	0,19 mg/L
alcalinidade	50,48	Condu(25°C)=	893,39 µmhos/cm.
pH(inicial)=	8,03	pH(final)=	8,61
Dureza como carbonato de calcio			65,12 mg/L
Indice de Langelier=			0,11

Fonte: GS Inima

#### 4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

##### DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

###### 4.1.- DOSAGEM DE ANHIDRIDO CARBÔNICO

vazão de agua a tratar:	m3/h	3.611
Dose do produto puro	mg/L.	35
Riqueza de produto comercial	%	100
Densidade do produto	%	1,03
Quantidade do produto a dosar	gr/h	126.378,0
Quantidade do produto comercial	kg/h	126,4
Vazão do produto a dosar	l/h	123
Número de vaporizadores de CO2 em operação	Uds.	1
Número de vaporizadores de CO2 em reserva:	Uds.	1
Vazão normal da dosagem	kg/h	126
Vazão maximo da dosagem	kg/h	250
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	3
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Numero de tanques de armazenamento	Uds.	2
Capacidade de cada tanque de armazenamento	Ton	40
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	27,9
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	1.061,6

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### 4.2.- DOSAGEM DE HIDROXIDO DE CALCIO

#### 4.2.1.- TANQUE DE LEITE DE CAL

vazão de cal:	m3/h	1,40
Concentração da leite de cal	%	10
Numero de tanques de leite de cal:	Uds.	2
Volume do tanque de leite de cal:	m3	7,10
Tempo disponível para preparar uma cuba de leite	minutos	303,4
vazão de bombas de agua de cal	l/h	351
Pressão de descarga	bars	2
Potência do motor	Kw	0,04
Número de bombas de agua de cal em oper.:	Uds.	4
Número de bombas de agua de cal em reser.:	Uds.	1
Diametro do tanque de cal:	m	2
Altura do tanque de cal:	m	4
Potencia do agitador dacal:	kW	2,5

#### 4.2.2.- SILOS DE CAL

Número de parafusos dosador	Uds.	2,0
Capacidade de cada parafuso dosador	kg/h	138,86
Potencia do motor do parafuso	Kw	5
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	1.179,5
Numero de silos de armazenamento	Uds.	2
Volume de cada silo	m3	100,0
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	29,7

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### DOSAGEM DE FLOURSILICATO DE SODIO

vazão de água a tratar:	m <sup>3</sup> /h	3.611
Dose do produto puro	mg/L.	1,00
Riqueza de produto comercial	%	98
Diluição do produto	%	10
Quantidade do produto a dosar	gr/h	3.610,8
Quantidade do produto comercial	kg/h	3,7
Vazão do produto a dosar	l/h	37
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	18
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	40
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,22
Tempo mínimo da dissolução disponível	horas	24
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	1.000
Tempo real de dissolução disponível	horas	54,3
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Quantidade de produto a armazenar	Ton	2,6
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	30,9

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### DOSAGEM HIPOCLORITO DE SODIO

vazão de água a tratar:	m <sup>3</sup> /h	3.611
Dose do produto puro	mg/L.	1
Riqueza de produto comercial	gr/l	120
Densidade do produto	Kg/l	1,24
Quantidade do produto a dosar	gr/h	3.610,8
Quantidade do produto comercial	l/h	30,1
Vazão do produto a dosar	l/h	30
Número de bombas dosadoras em operação	Uds.	2
Número de bombas dosadoras em reserva	Uds.	1
Vazão da dosagem por bomba	l/h	15
Vazão nominal da bomba dosadora	l/h	30
Pressão de descarga	bars	8
Potência do motor	Kw	0,37
Tempo de reserva do produto armazenado	dias	30
Numero de tanques de armazenamento	Uds.	2
Volume de cada tanque de armazenamento	m <sup>3</sup>	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	31,6
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	313,4

Fonte: GS Inima

#### 4. Bombeamento do Produto

### Estação Elevatória de Água Tratada

Município Fortaleza-CE

#### 1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento ( T <sub>b</sub> ) -----	:	24 h
Coef. dia de maior consumo ( k <sub>1</sub> ) -----	:	1.20
Vazão do Sistema -----	:	3,600.00 m <sup>3</sup> /h
Q <sub>AAT(10)</sub>	:	1000.00 L/s
	:	1.00000 m <sup>3</sup> /s

#### 2. Adutora de Água Tratada - AAT-1

Comprimento ( L ) - (Estaquiamento + Reserv. + Recobrimento)-----	:	<b>1,343.00 m</b>
Diâmetro Econômico ( D' ) -----	:	1,0 x Q <sup>0,5</sup> : 1,000.00 mm
Diâmetro Adotado ( D ) -----	:	Diâmetro : <b>1,000 mm</b>
Diâmetro externo (Dext) -----	:	<b>1,000 mm</b>
Espessura (E) -----	:	<b>59.30 mm</b>
Diâmetro Interno (Di) -----	:	<b>881.40 mm</b>

$$\text{Velocidade ( V )} : \frac{Q}{\pi \times (D/2)^2} : 1.64 \text{ m/s}$$

#### 3. Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT

Cota de Recalque -----	:	C <sub>R</sub> :	84.61 m
Cota de Sucção -----	:	C <sub>S</sub> :	13.49 m
Desnível Geométrico ( Hg ) -----	:	C <sub>R</sub> - C <sub>S</sub> :	71.12 m

#### 4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

##### 4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

Temperatura -----	:	<b>20 °C</b>
v (Viscosidade Cinemática) -----	:	<b>1.01E-06 m<sup>2</sup>/s</b>
ε (Coeficiente de Rugosidade) -----	:	<b>0.00150 mm</b>
g (Gravidade) -----	:	<b>9.81 m/s<sup>2</sup></b>
Número de Reynolds <sub>f</sub> (Re) -----	:	<b>1,434,523</b>
	:	<b>.3</b>

Fator de atrito -----	:	<b>0.0110000</b>
-----------------------	---	------------------

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

Perda de carga distribuída	<b>0.001506 m/m</b>
Perda de carga por comprimento (J)	<b>2.02254 m</b>

Coeficiente do Material ( K ) ----- : **18.0**

Espessura da Tubulação ( E ) ----- : **59.3 mm**

#### 4.2. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade ( g ) ----- : 9.807 m/s<sup>2</sup>

Vazão na sucção ----- : 250.000 l/s

Diâmetro Sucção ----- : 1,000.00 mm

Diâmetro externo (Dext) ----- : **1,000 mm**

Espessura (E) ----- : **59.30 mm**

Diâmetro Interno (Di) ----- : **881.40 mm**

Velocidade na sucção (v) ----- : 0.410 m/s

#### SUCCÃO

PEÇA	Q <sup>td</sup>	K <sub>UNI</sub> <sub>T.</sub>	K <sub>TOTAL</sub>
<b>Crivo</b>	: <b>01</b> x	<b>0.75</b> :	0.75
<b>Válvula de pé com crivo</b>	: <b>01</b> x	<b>1.75</b> :	1.75
<b>Curva de 90°</b>	: <b>01</b> x	<b>0.40</b> :	0.40
<b>Redução Gradual</b>	: <b>04</b> x	<b>0.15</b> :	0.60

<b>Junta de Desmontagem</b>	: <b>05</b> x	<b>0.20</b> :	1.00
<b>Tê, saída bilateral</b>	: <b>03</b> x	<b>1.80</b> :	5.40
<b>Tê, saída de lado</b>	: <b>02</b> x	<b>1.30</b> :	2.60
<b>Válvula Borboleta Aberta (Geral)</b>	: <b>05</b> x	<b>0.30</b> :	1.50
Coeficiente K de Sucção -----			14.00
Perda de Carga na Sucção ( h <sub>s</sub> ) -----		$K_s \times ( \frac{V^2}{2g} )$	0.12 m

#### RECALQUE

PEÇA	Q <sup>td</sup>	K <sub>UNI</sub> <sub>T.</sub>	K <sub>TOTAL</sub>
<b>Ampliação gradual</b>	: <b>04</b> x	<b>0.30</b> :	1.20
<b>Curva de 90°</b>	: <b>02</b> x	<b>0.40</b> :	0.80
<b>Curva de 22'30°</b>	: <b>02</b> x	<b>0.10</b> :	0.20
<b>Junta de Desmontagem</b>	: <b>04</b> x	<b>0.20</b> :	0.80
<b>Tê, saída de lado</b>	: <b>04</b> x	<b>1.30</b> :	5.20
<b>Tê, saída bilateral</b>	: <b>01</b> x	<b>1.80</b> :	1.80
<b>Tê, passagem direta</b>	: <b>01</b> x	<b>0.60</b> :	0.60
<b>Válvula de Retenção</b>	: <b>04</b> x	<b>2.50</b> :	10.00

<b>Válvula Borboleta Aberta (Geral)</b>	:	<b>04</b>	x	<b>0.30</b>	:	1.20
Coeficiente K de Recalque -----	:				:	21.80
Perda de Carga no Recalque ( $h_r$ ) -----		$K_r \times$		$( \frac{V^2}{2g} )$	:	2.99 m

Perda de Carga Localizada (  $h_f$  ) ----- :  $h_r + h_s$  : 3.11 m

#### 4.3. Perda de Carga Total

Perda de Carga Total (  $H_j$  ) ----- :  $J + h_f$  : 5.13 m

#### 5. Cálculo da Altura Manométrica

Perda de Carga Total (  $H_j$  ) ----- : 5.13 m

Desnível Geométrico (  $H_g$  ) ----- : 71.12 m

Altura Manométrica (  $H_{man}$  ) ----- :  $( H_g + H_j )$  : 76.25 m

#### 6. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coeficiente do Material (  $K$  ) ----- : **18.0**

Espessura da Tubulação (  $E$  ) ----- : **59.3 mm**

Diâmetro da Tubulação (  $D$  ) ----- : 881 mm

Celeridade (  $C$  ) ----- :  $\frac{9900}{( 48,3 + K \times D / E )^{0,5}}$  : 557.06 m/s

Acrescimento de Pressão (  $H_a$  ) ----- :  $C \times V / g$  : 93.10 m.c.a.

Pressão Máxima de Solicitação (  $P_{máx.}$  ) :  $H_a + H_{man.}$  : 169.34 m.c.a.

#### 7. Dimensionamento da(s) bomba(s)

Segundo José Maria de Azevedo Netto, deve-se admitir, na prática, uma folga para os motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

Para as bombas até 2 cv	50 %
Para as bombas de 2 a 5 cv	30 %
Para as bombas de 5 a 10 cv	20 %
Para as bombas de 10 a 20 cv	15 %
Para as bombas de mais de 20 cv	10 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes potências:

cv: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35

cv: 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

#### 7.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas ( $N$ ) -----	:	<b>05</b>
Número de Bombas Operando Simultaneamente ( $n$ ) -----	:	<b>04</b>
Rendimento da Bomba -----	:	80.00 %
Rendimento do Motor -----	:	90.00 %
Rendimento do Conjunto Elevatório ( $\square$ ) -----	:	<b>72.00 %</b>
Vazão da Bomba ( $Q$ ) -----	:	250.00 L/s
Peso específico da água ( $\square \square$ ) -----	:	1.00 Kgf/L
Pressão atmosférica ( $p_a \square$ ) -----	:	0.95 $\frac{Kg}{m^2}$
Pressão de vapor a 30°C ( $p_v \square$ ) -----	:	0.0458 $\frac{Kg}{m^2}$
Fator de Serviço ( $FS$ ) -----	:	<b>1.10</b>

Potência da Bomba ( P <sub>o</sub> ) -----	$\frac{FS \times \square \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \square}$	: 97.04 CV
Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> ) -----		: <b>15.00 m</b>
Cota de Sucção ( C <sub>s</sub> ) -----		: 13.49 m
Perda de Carga Localizada Sucção ( h <sub>s</sub> ) -----		: 0.12 m
NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> ) -----	$\frac{10 \times (p_a - p_v)}{\square \square \square} - h_f + (C_{EB} - C_s)$	: 10.43 m

### 7.2. Quadro-Resumo das características das bombas

Potência Adotada ( P ) -----		: <b>400.00 CV</b>
Vazão da Bomba ( Q ) -----		: 900.00 m <sup>3</sup> /h
Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) -----		: 76.25 m

### 7.3. Bombas Sugeridas

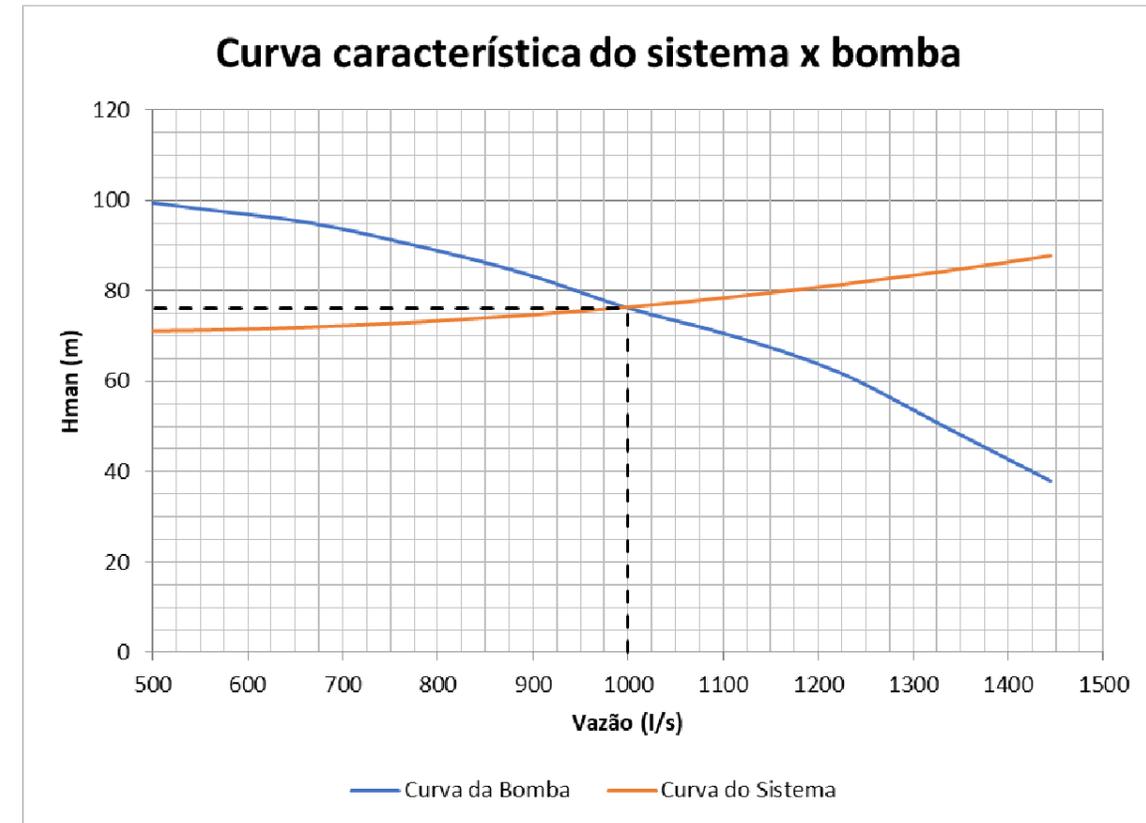
Tipo de Bomba -----	<b>*BOMBAS HIGRA</b>	: <b>R2-390</b>
Potência -----		: <b>400.00 CV</b>
Vazão de Serviço -----		: <b>900.00 m<sup>3</sup>/h</b>
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço -----		: <b>76.25 m</b>
Diâmetro do Rotor -----		: <b>330.0 mm</b>
Velocidade do rotor -----		: <b>1,750 rpm</b>
NPSH requerido ( NPSH <sub>r</sub> ) -----		: <b>5.80 m</b>

Flanges de sucção ----- : **1,000 mm**

Flanges de recalque ----- : **1,000 mm**

\* Adotar a bomba sugerida ou similar

### 7.4. Curva Característica do sistema x bomba



5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.1.- BOMBAS E TANQUES DE LIMPEZA QUÍMICA

o equipamento está desenhado para lavar:

Número de tubos a lavar simultaneamente:

vazão por tubo de pressão

Perda de carga máxima no Tubo de Pressão

Volume adicional nas tubulações de conexão

Número de bombas de lavagem em operação

Número de bombas de lavagem em reserva:

vazão da bomba:

Volume para encher antes de retornar ao tanque:

Volume mínimo de seguridade no tanque:

Volume mínimo do tanque de lavagem

Volume do tanque selecionado:

Tempo de retenção

Tempo estimado entre duas limpezas químicas:

Tempo de aquecimento

Potencia total das resistencias de aquecimento

Toda a linha

226 Uds.

5 m<sup>3</sup>/h

3,45 bars

41,9 m<sup>3</sup>

2 Uds.

0 Uds.

565,00 m<sup>3</sup>/h

74,93 m<sup>3</sup>

29,7 m<sup>3</sup>

105 m<sup>3</sup>

110 m<sup>3</sup>

5,8 minutos

51 dias

8,0 horas

208 Kw

## Planta de Fortaleza

### 5.- SISTEMAS AUXILIARES

#### 5.2.- FILTROS DE CARTUCHO

vazão de água de lavagem a filtrar:	1.130,00	m <sup>3</sup> /h
Tipo de filtros	Cartucho	
Posição dos filtros	Vertical	
Velocidade máxima em conexões	1,8	m/seg
Tipo de cartucho	PP-1	
Modelo de cartucho:	BOBINADO-1	
Material del cartucho:	POLIPROPIL.	
Número de cartuchos por filtro:	348	Uds.
Poder de corte do cartucho:	10	micras absol
Eficiencia da filtração	99,600%	
Beta ratio:	5.000	
Vazão máximo por cartucho:	3,255	m <sup>3</sup> /h
Vazão real por cartucho:	3,25	m <sup>3</sup> /h
Diámetro del cartucho:	61	mm.
Comprimento do cartucho	1.270	mm
Superfície filtrante do cartucho	0,2425	m <sup>2</sup>
Perda de carga	1,6	m.c.a.
Perda de carga máxima admissível	2	bars
Perda de carga máxima desenho	15	m.c.a.
Número de filtros:	1	Uds.
Diámetro interno do filtro	1.800	mm.
Altura do corpo do filtro:	3.038	mm.
Pressão de desenho do filtro:	6	bars
Velocidade de filtração em operação	13,39	m/h
Separação entre cartuchos:	15	mm.

## Planta de Fortaleza

### 5.- SISTEMAS AUXILIARES

#### 5.3.- DEPÓSITO DE AGUA DE DESLOCAMENTO

Número de linhas a deslocar	1 Uds.
Número de depósitos:	1 Uds.
Volume de cada depósito:	200 m <sup>3</sup>
qualidade da água armazenada	água permeada

## Planta de Fortaleza

### 5.- SISTEMAS AUXILIARES

#### 5.4.- BOMBEAMENTO DE DESLOCAMENTO DA SALMORA

Número bombas de deslocamento em operac.:	1 Uds.
Número bombas de deslocamento em reserv.:	0 Uds.
vazão de cada bomba:	565,00 m <sup>3</sup> /h
Pressão de descarga	6,52 bars
Volume de salmora a deslocar:	112,40 m <sup>3</sup>
Tempo para realizar o deslocamento	11,9 minutos

## Planta de Fortaleza

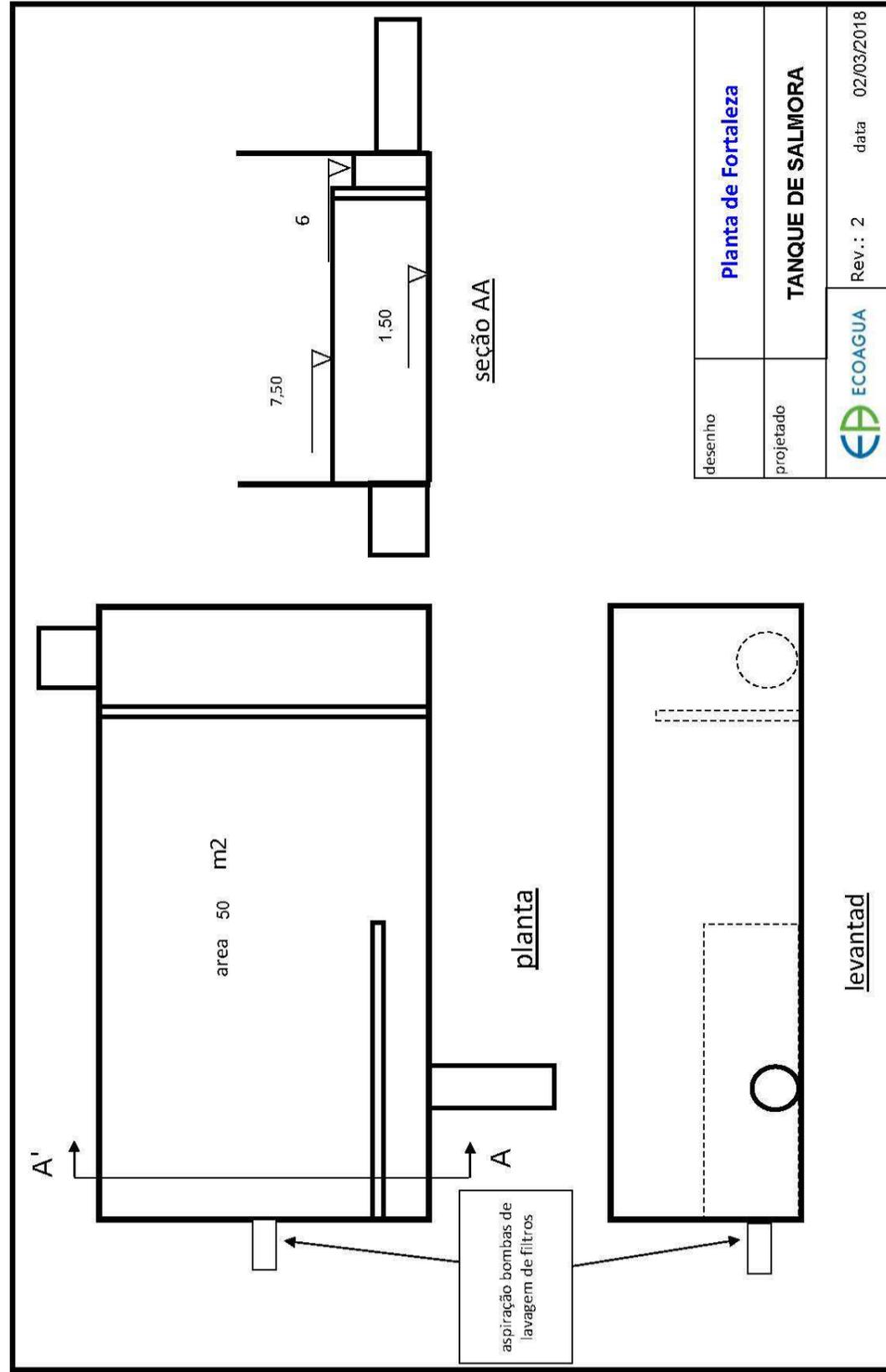
### 5.- SISTEMAS AUXILIARES

#### 5.5.- TANQUE DE SALMORA

vazão total de salmora ao tanque:	4.413 m <sup>3</sup> /h
Vazão total de agua para lavagem dos filtros:	3.828 m <sup>3</sup> /h
Número mínimo de linhas necessárias em operação	4 Uds.
Cota máxima do vertedouro da salmora:	7,50 m.s.n.m.
Volume do tanque de salmora	300 m <sup>3</sup>
Diâmetro da tubulação de aspiração bombas lavagem	800 mm.
Área da planta do tanque:	50 m <sup>2</sup>
Cota do fundo do tanque de salmora:	1,50 m.s.n.m.
Diâmetro de coletor de salmora de SIP a tanque:	1100 mm.
Velocidade no coletor de salmora:	1,29 m/s
Cota lâmina de agua para descarga por gravedad:	6 m.s.n.m.
Drenajes y vaciados bombeados a sección de descarga:	SI

Fonte: GS Inima





Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### CALCULOS HIDRAULICOS

#### 5.1.- BOMBAS DE LIMPEZA QUÍMICA

Cota geométrica do nível do líquido no tanque (min):	6,25 m	Tipo de fluido a bombear:	Solução química
Perda de carga máxima nas membranas:	3,45 bars		
Altura cilíndrica do tanque de limpeza:	4,0 m		
Cota geométrica da aspiração das bombas:	5,525 m	Temperatura do fluido bombeado	27 °C
Cota geométrica ponto mais alto da estrutura do 1º passo:	14,5 m	Densidade do fluido bombeado	1,0267 Kg/l
Cota geométrica de entrada ao tanque de limpeza:	9,0 m	Viscosidade do fluido bombeado	0,8538 cp.
vazão de la bomba de limpeza:	565 m3/h		
vazão de limpeza por fila estrutura	44,4 m3/h		
vazão de total de limpeza a estrutura	1.130 m3/h		
		Fator de segurança perda atrito	20 %

	Tubulação			Vazão (m3/h)	Velocidade (m/s)	Número de Reynolds	Perda de carga unitária (m.c.a./Km.)	Comprimento equivalente (m)	Outras perdas de carga (m.c.a.)	Perda de carga total (m.c.a.)	Perda por seção (m.c.a.)
	DN (mm.)	D interior (mm.)	Material								
Impulsão da bomba	450,0	450,0	PRFV	1.130,0	1,97	1.068.017	7,19	3	0,00	0,0	0,03
	450,0	450,0	PRFV	565,0	0,99	534.008	1,99	1	0,00	0,0	
Sessão da impulsão da bomba	350,0	350,0	PRFV	565,0	1,63	686.582	6,77	81	0,01	0,6	17,0
	450,0	450,0	PRFV	1.130,0	1,97	1.068.017	7,19	67	0,00	0,5	
	450,0	450,0	PRFV	1.130,0	1,97	1.068.017	7,19	141	0,39	1,4	
	350,0	333,4	904hMo	565,0	1,80	720.832	13,95	28	0,68	1,1	
	90,0	77,9	904hMo	25,0	1,46	136.442	51,44	8	0,61	1,0	
	40,0	35,1	904hMo	5,0	1,44	60.673	127,93	5	0,54	1,1	
	40,0	35,1	904hMo	5,0	1,44	60.673	127,93	3	0,80	1,2	
	90,0	77,9	904hMo	25,0	1,46	136.442	51,44	11	0,77	1,4	
	250,0	254,5	904hMo	565,0	3,09	944.219	51,95	33	2,90	4,6	
450,0	450,0	PRFV	1.130,0	1,97	1.068.017	7,19	141	0,39	1,4		

SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA		IMPULSÃO DA BOMBA	
Perdas de carga nos filtros do cartucho	5,82 m.c.a.	Perda de carga nas tubulações de aspiração	0,0 m.c.a.
Altura geométrica de impulsão	8,47 m.c.a.		
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	17,03 m.c.a.	Pressão de saída da membranas	10,06 m.c.a.
T.D.H. a vazão normal da bomba:	64,06 m.c.l.		
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	6,52 bars	Número de rodetes da bomba:	1 Uds.
Pressão na aspiração	0,74 m.c.a.	Velocidade de giro:	1500 r.p.m.
Tensão de vapor a temperatura do mar	0,37 m.c.a.	Velocidade específica:	26,24
N.P.S.H. disponível	10,43 m.c.l.	NPSH recomendado:	6,21 m.c.l.

Fonte: GS Inima

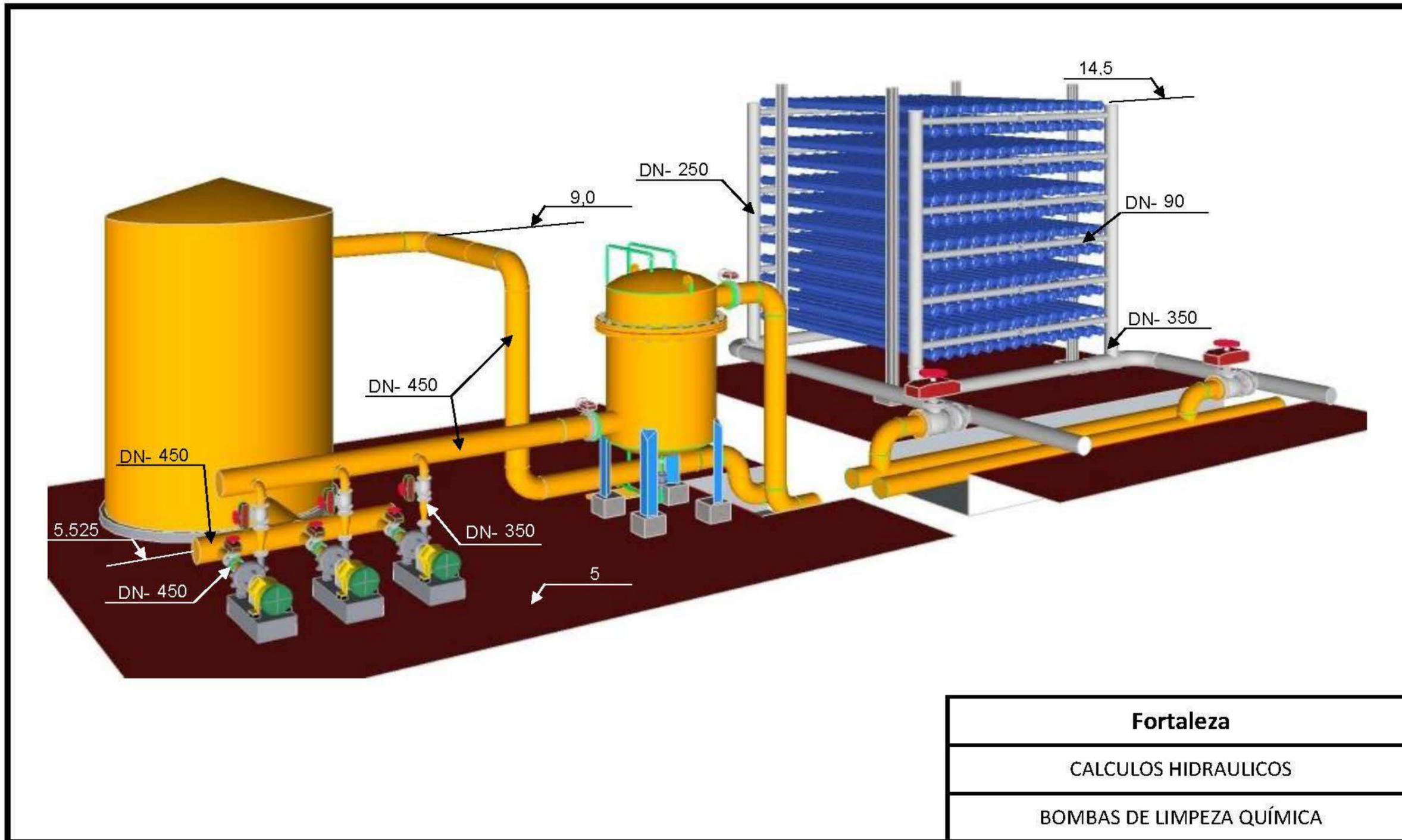
## Planta de Fortaleza

### 5.1.- BOMBAS DE LIMPEZA QUÍMICA: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

DIAMETRO	IMPULSÃO DA BOMBA		SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA									
	450	450	350	450	450	350	90	40	40	90	250	450
SERVIÇO	COLETOR SAIDA TANQUE ARMAZ	ASPIRAÇÃO DA BOMBA	SAIDA DE IMPULSÃO BOMBA	ENTRADA/SAIDA DE FILTROS CARTUCHO	COLETOR DE IMPULSÃO DA ESTRUTURA	COLUNA DE DISTRIBUIÇÃO DA ESTRUTURA	TUB. DISTRIBUC HORIZON	ENTRADA DO TUBO DE PRESSÃO	SAIDA DO TUBO DE PRESSÃO	TUB. HORIZON COLETA REJEITO	COLUNA DE SAIDA DA ESTRUTURA	COLETOR DE RETORNO AO TANQUE
COMPRIMENTO RETO	3	1	4	4	100	10	6	1	1	6	10	100
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)						0	0	0	0	0	0	
CURVA 90º (STANDARD)			1	2	3	1	0	1	1	0	1	3
CURVA 45º (STANDARD)						0	0	0	0	0	0	
CURVA 45º (RAIO CURTO)						0	0	0	0	0	0	
TE						1	1	0	1	0	0	
TE						0	0	1	0	1	1	
VÁLVULA BORBOLETA			1	2		0	0	0	0	0	0	
V. RETENÇÃO			1			0	0	0	0	0	0	
V. GLOBO						0	0	0	0	0	0	
V. COMPOERTA						0	0	0	0	0	0	
V. ANGULO						0	0	0	0	0	0	
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	3	1	81	67	140,5	27,5	7,8	4,6	3	11,4	32,5	140,5
ENTRADA						0	1	0	1	0	0	
SAIDA						0	0	1	0	1	0	
REDUÇÃO		400				180	0	0	0	0	200	
						140	0	0	0	0	100	
						100	0	0	0	0	0	
ALARGAMENTO			300			0	0	0	0	0	0	
						0	0	0	0	0	0	
						0	0	0	0	0	0	
VÁLVULAS DE MACHO					1	0	0	0	1	1	1	1
SOMA DO COEFICIENTE K	0,0	0,0	0,1	0,0	1,9	4,0	5,5	5,0	7,4	6,9	5,8	1,9

Fonte: GS Inima

**Planta de Fortaleza**



Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### COMPOSIÇÃO DA SALMORA A SAÍDA DE MEMBRANAS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ		U.N.F.	PH	7,23	
COR		Pt-Co	CONDUTIBILIDADE A	98.196,41	µmhos/cm.
ODOR			T.D.S.	72.681,69	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	226,48	ppm CO <sub>3</sub> Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	11.955,30	ppm CO <sub>3</sub> Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca <sup>++</sup>	941,32	46,97	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	7.779,03	161,96
Mg <sup>++</sup>	2.333,02	191,92	Cl <sup>-</sup>	38.002,38	1.071,91
Na <sup>+</sup>	22.523,16	979,65	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	262,18	4,30
K <sup>+</sup>	780,17	19,95	F <sup>-</sup>	0,56	0,03
Ba <sup>++</sup>	0,04	0,00	Br <sup>-</sup>	0,00	0,00
Sr <sup>++</sup>	9,52	0,22	I <sup>-</sup>	0,00	0,00
Fe <sup>++</sup>	0,00	0,00	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,00	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,56	0,03	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	20,00	0,32
Ag <sup>+</sup>	0,00	0,00	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	6,86	0,23
Mn <sup>++</sup>	0,00	0,00	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,00	0,00
Zn <sup>++</sup>	0,00	0,00	S <sup>=</sup>	0,00	0,00
Cu <sup>++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (coloidal)	0,07	0,00
Al <sup>+++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (soluble)	15,33	0,26
Fe <sup>+++</sup>	0,00	0,00	CO <sub>2</sub>	8,02	0,18
H <sup>+</sup>		0,00	OH <sup>-</sup>		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>26.587,80</b>	<b>1.238,75</b>	<b>TOTAL</b>	<b>46.086,34</b>	<b>1.238,75</b>

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,08
Cádmio	0,00	DQO	0,19
Bário	7,55	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,38

## Planta de Fortaleza

### PROPRIEDADES DA SALMORA

DENSIDADE	1,051 Kg/l
VISCOSIDADE CINEMÁTICA	0,010 stokes
VISCOSIDADE DINÂMICA	1,007 cp.
PRESSÃO DO VAPOR	0,015 bars
PONTO DE EBULIÇÃO	0,762 °C
CALOR ESPECÍFICO	0,926 Kcal/Kgx°C
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	569,6 mW/mx°C
ENTALPIA	24,53 Kcal/Kg
ÍNDICE DE LANGELIER:	0,88
ÍNDICE DE STIFF & DAVIS:	-0,19 corrosiva
ÍNDICE DE SAL	89,64
MAXIMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO	4,4 ppm.
MAXIMO NITROGÊNIO DISSOLVIDO	6,0 ppm.
CO <sub>2</sub> DISSOLVIDO	8,02 ppm.
FORÇA IÔNICA DA ÁGUA	1,43859
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	55,87 bars

### CALCULO DE INCRUSTAÇÕES

há que dosar um dispersante, se não haver incrustações

Fonte: GS Inima

## Planta de Fortaleza

### SALMORA DE DESCARGA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO					
TURBIDEZ		U.N.F.	PH	7,24	
COR		Pt-Co	CONDUTIBILIDADE A	96.098,49	µmhos/cm.
ODOR			T.D.S.	70.687,35	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDADE	220,25	ppm CO <sub>3</sub> Ca
TEMPERATURA	27	°C	DUREZAE	11.628,31	ppm CO <sub>3</sub> Ca
COMPOSIÇÃO IÔNICA					
ELEMENTO	mg/L	meq/l	ELEMENTO	mg/L	meq/l
Ca <sup>++</sup>	915,56	45,69	SO <sub>4</sub> =	7.566,27	157,53
Mg <sup>++</sup>	2.269,22	186,68	Cl-	36.959,23	1.042,49
Na <sup>+</sup>	21.904,75	952,75	CO <sub>3</sub> H-	254,78	4,18
K <sup>+</sup>	758,73	19,40	F-	0,54	0,03
Ba <sup>++</sup>	0,04	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr <sup>++</sup>	9,26	0,21	I-	0,00	0,00
Fe <sup>++</sup>	0,00	0,00	NO <sub>2</sub> -	0,00	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,55	0,03	NO <sub>3</sub> -	19,45	0,31
Ag <sup>+</sup>	0,00	0,00	CO <sub>3</sub> =	6,77	0,23
Mn <sup>++</sup>	0,00	0,00	PO <sub>4</sub> =	0,00	0,00
Zn <sup>++</sup>	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu <sup>++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (coloidal)	0,07	0,00
Al <sup>+++</sup>	0,00	0,00	SiO <sub>2</sub> (soluble)	14,91	0,25
Fe <sup>+++</sup>	0,00	0,00	CO <sub>2</sub>	7,73	0,18
H <sup>+</sup>		0,00	OH-		0,00
<b>TOTAL</b>	<b>25.858,10</b>	<b>1.204,76</b>	<b>TOTAL</b>	<b>44.821,95</b>	<b>1.204,76</b>

### OUTRAS DETERMINAÇÕES

SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,07
Cádmio	0,00	DQO	0,17
Bário	7,29	Nitrogênio proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicos	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	0,00
Cromo	0,00	Sólidos em suspensão	0,33

## Planta de Fortaleza

### PROPRIEDADES DA SALMORA

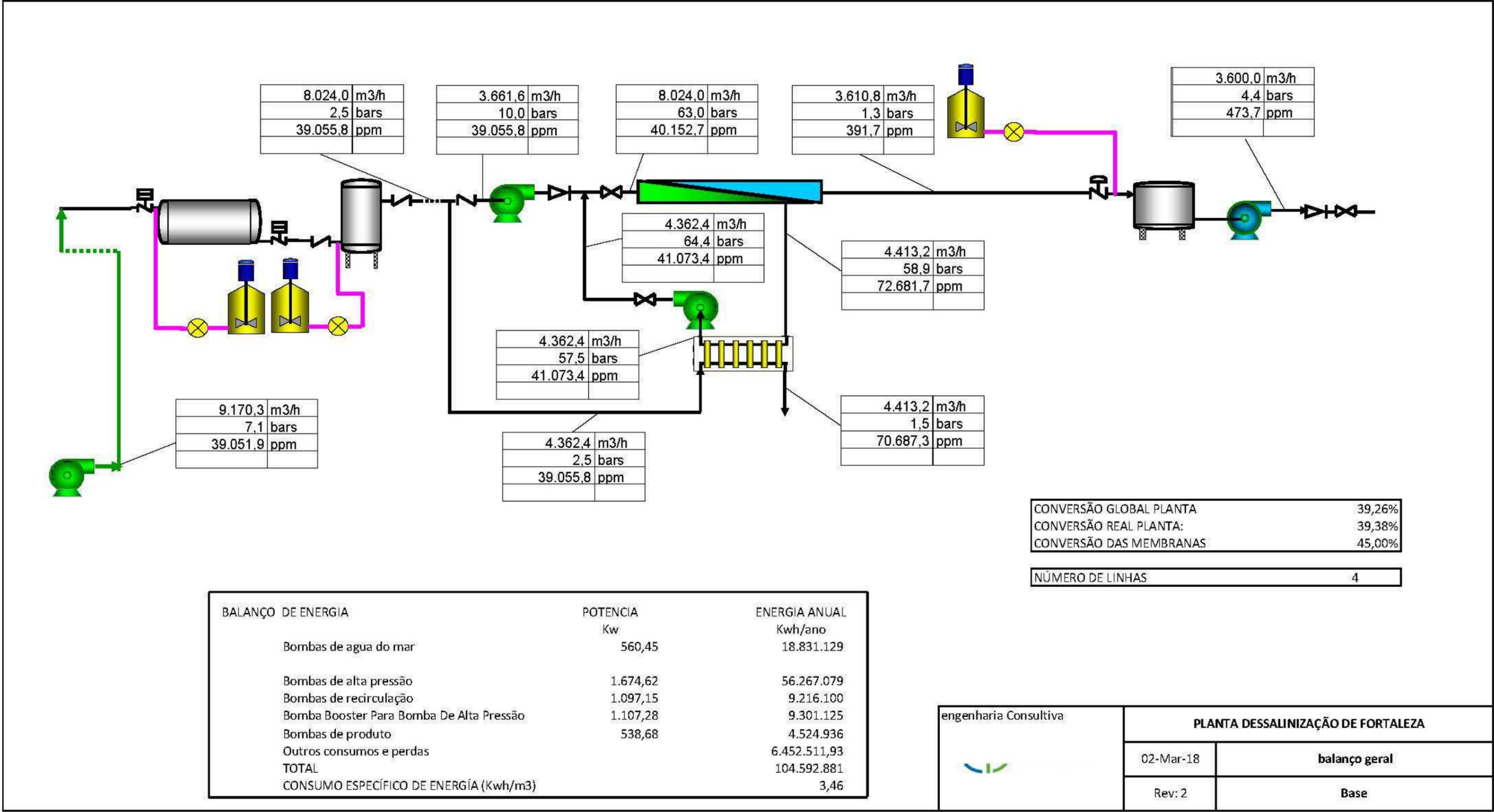
DENSIDADE	1,049 Kg/l
VISCOSIDADE CINEMATICA	0,010 stokes
VISCOSIDADE DINAMICA	1,001 cp.
PRESSÃO DO VAPOR	0,015 bars
PONTO DE EBULIÇÃO	0,737 °C
CALOR ESPECIFICO	0,928 Kcal/Kgx°C
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	569,9 mW/mx°C
ENTALPIA	24,60 Kcal/Kg
INDICE DE LANGELIER:	0,87
INDICE DE STIFF & DAVIS:	-0,20 corrosiva
INDICE DE SAL	88,39
MAXIMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO	4,5 ppm.
MAXIMO NITROGÊNIO DISSOLVIDO	6,2 ppm.
CO <sub>2</sub> DISSOLVIDO	7,73 ppm.
FORÇA IÔNICA DA ÁGUA	1,39914
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	61,22 bars

### CALCULO DE INCRUSTAÇÕES

há que dosar um dispersante, se não haver incrustações

Fonte: GS Inima

6.- BALANÇOS E DIAGRAMAS



engenharia Consultiva 	<b>PLANTA DESSALINIZAÇÃO DE FORTALEZA</b>	
	02-Mar-18	<b>balanço geral</b>
	Rev: 2	<b>Base</b>

Fonte: GS Inima

**14.4. Lista dos Equipamentos Elétricos**

LISTA DE BOMBAS E SOPRADORES

SOLUÇÃO: Base

FOLHA

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		VAZÃO m3/h	PRESSÃO ASPIRAÇÃO bars	PRESSÃO IMPLUSÃO bars	DENSIDADE kg/l	T.D.H. m.c.l.	BOMBA		MOTOR		POTÊNCIA NOM. MOTOR kW	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						RENDIMENTO %	POTÊNCIA ABSORVIDA kW	RENDIMENTO %	POTÊNCIA ABSORVIDA kW		
1.01	BOMBA AGUA DO MAR NA CAPTAÇÃO	5	4	2.292,57	0,25	7,06	1,0254	67,73	83,8%	517,75	97,00%	560,45	710	
1.03	MOTO VALVULAS DE DESCARGA	5	4									0,55	0,55	
3.01	B. BOOSTER ALIMENTAÇÃO B.A.P.	4	4	915,40	2,50	10,88	1,03	83,37	84,0%	253,88	96,30%	276,82	315	
3.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8									0,55	0,55	
4.01	MOTOBOMBA DE ALTA PRESSÃO	4	4	915,40	10,00	64,55	1,03	542,56	85,0%	1.632,75	97,50%	1.674,62	1800	
4.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8									0,55	0,55	
4.03	BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	4	4	1.090,60	57,50	64,39	1,03	68,51	83,0%	251,56	96,30%	274,29	315	
4.04	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8									0,55	0,55	
7.01	POTÊNCIA DE DESCARGA DO PRODUTO	5	4	900,00	-0,01	4,37	0,9968	44,86	85,0%	129,01	95,80%	134,67	160	
8.01	MOTOBOMBA DE LAVADO DE FILTROS	3	2	1.914,00	0,05	2,27	1,0494	21,60	80,0%	147,77	96,20%	153,61	200	
8.02	SOPRADORES LAVAGEM DE FILTROS	3	2	2.210,74	-0,10	0,60	0,0013	5.534,88	70,0%	45,46	94,00%	48,36	75	
9.01	POTÊNCIA QUIMICA	2	2	565,0	0,07	6,52	1,0267	64,06	80,0%	126,58	95,80%	132,13	160	
9.03	MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	1	1	565,00	0,07	6,52	1,0267	64,06	80,0%	126,58	95,80%	132,13	160	
9.05	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO L.Q.	1	1									207,85	207,85	
11.02	HIDROCOMPRESSORES ÁGUA DE SEWRVIÇO	2	1	10	0	6	0,99	61,82	77,0%	2,17	81,50%	2,66	4	
11.03	EXTRATOR SILENCIADOR SOPR. F.A.	3	2									1,10	1,1	

LISTA DE BOMBAS E SOPRADORES

SOLUÇÃO: Base

FOLHA

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		VAZÃO m3/h	PRESSÃO ASPIRAÇÃO bars	PRESSÃO IMPLUSÃO bars	DENSIDADE kg/l	T.D.H. m.c.l.	BOMBA		MOTOR		POTÊNCIA NOM. MOTOR kW	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						RENDIMENTO %	POTÊNCIA ABSORVIDA kW	RENDIMENTO %	POTÊNCIA ABSORVIDA kW		
12.1	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO ACIDO SULFURICO	3	2	0,04	0,10	8,00	1,84	43,79	65,0%	0,01	66,00%	0,02	0,37	
12.2	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIPOCLORITO SÓDICO	3	2	0,50	0,10	8,00	1,24	64,98	65,0%	0,17	66,00%	0,26	0,37	
12.3	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO METABISULFITO SÓDICO	3	2	0,15	0,10	8,00	1,1	73,25	65,0%	0,05	66,00%	0,08	0,37	
12.4	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO CLORETO FERRICO	3	2	0,06	0,10	8,00	1,417	56,87	65,0%	0,02	66,00%	0,03	0,37	
12.5	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO DISPERSANTE	3	2	0,01	0,10	8,00	2	40,29	65,0%	0,00	66,00%	0,01	0,37	
12.9	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIDROXIDO DE CALCIO	3	2	0,00	0,10	120,00	1,0012508	1.221,45	65,0%	0,01	66,00%	0,01	0,37	
12.10	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO FLUORSILICATO DE SODIO	3	2	0,04	0,10	8,00	1,1	73,25	65,0%	0,01	66,00%	0,02	0,37	
12.11	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIPOCLORITO DE SODIO	3	2	0,03	0,10	8,00	1,24	64,98	65,0%	0,01	66,00%	0,02	0,37	
12.22	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE ACIDO SULFURICO	1	1	60	0	1,5	1,84	8,32	67,0%	3,73	86,00%	4,34	5,5	
12.23	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE HIPOCLORITO SÓDICO	2	2	0	0	0	1,24	0,00	67,0%	0,00	66,00%	0,00	0,37	
12.24	AGITADOR DE METABISULFITO SODICO	1	1									1,50	1,5	
12.25	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE CLORETO FÉRRICO	1	1	60	0	1,5	1,42	10,80	67,0%	3,73	86,00%	4,34	5,5	
12.26	AGITADOR DE DISPERSANTE	2	2									0,55	0,55	
12.27	EVAPORADOR DE ANHIDRIDO CARBONICO	1	1									15,00	15	
12.28	SISTEMA DE LLENADO DE LOS SILOS HIDROXIDO CA	1	1									1,50	1,5	
12.29	AGITADOR DE FLUOR	1	1									0,55	0,55	
12.37	POSICIONADOR DE BOMBAS DOSADORAS	24	16									0,55	0,55	
13.03	ROSCA DE DOSAGEM DE PÓ	2	1	0	-0,1	0,60	0,00129	5.534,88	72,0%	0,00	66,00%	0,00	0,37	
14.01	PONTE GRUA TOMADA D'ÁGUA DO MAR	1	1									4,00	4	
14.02	PONTE GRUA BOMBEAMENTO PRODUTO	1	1									4,00	4	
14.03	PONTE GRUA BOMBEAMENTO A.P.	1	1									5,50	5,5	

LISTA CONSUMIDORES

SOLUÇÃO: Base

FOLHA

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		POTÊNCIA	TENSÃO	VELOCIDADE	PROTEC.	ISOLAMENTO	DADOS EM CONDIÇÕES NOMINAIS			TIPO ARRANQUE	TIPO MOTOR	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						INTENSIDADE	FATOR	RENDIMENTO			
				A	%	%								
1.01	BOMBA AGUA DO MAR NA CAPTAÇÃO	5	4	710	6600	1000	IP-55	F	72	89,00%	97,00%	F.V.		Marcha/Paro en local y seta emergencia
1.03	MOTO VALVULAS DE DESCARGA	5	4	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Inverter		Marcha/Paro local
3.01	B. BOOSTER ALIMENTAÇÃO B.A.P.	4	4	315	380	1500	IP-55	F	565	88,00%	96,30%	F.V.		Marcha/Paro local
3.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Inverter		Marcha/Paro local
4.01	MOTOBOMBA DE ALTA PRESSÃO	4	4	1800	6600	3000	IP-55	F	181	89,50%	97,50%	Soft Starter		Marcha/Paro en local y seta emergencia
4.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Inverter		Marcha/Paro local
4.03	BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	4	4	315	380	1500	IP-55	F	565	88,00%	96,30%	F.V.		Marcha/Paro local
4.04	MOTO-VÁLVULA DE ASPIRAÇÃO E DESCARGA	8	8	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Inverter		Marcha/Paro local
7.01	POTÊNCIA DE DESCARGA DO PRODUTO	5	4	160	380	1500	IP-55	F	292	87,00%	95,80%	Soft Starter		Marcha/Paro local
8.01	MOTOBOMBA DE LAVADO DE FILTROS	3	2	200	380		IP-55	F	364	87,00%	96,20%	Soft Starter		Marcha/Paro local
8.02	SOPRADORES LAVAGEM DE FILTROS	3	2	75	380		IP-55	F	140	86,00%	94,70%	Soft Starter		Marcha/Paro local
9.01	POTÊNCIA QUIMICA	2	2	160	380	1500	IP-55	F	292	87,00%	95,80%	Soft Starter		Marcha/Paro local
9.03	MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	1	1	160	380	1500	IP-55	F	292	87,00%	95,80%	Soft Starter		Marcha/Paro local
9.05	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO L.Q.	1	1	208	380		IP-55	F	316	100,00%	100,00%	Soft Starter		Marcha/Paro local
11.02	HIDROCOMPRESSORES ÁGUA DE SEWRVIÇO	2	1	4	380		IP-55	F	9	83,00%	84,00%	Direct		Marcha/Paro local
11.03	EXTRATOR SILENCIADOR SOPR. F.A.	3	2	1,1	380		IP-55	F	3	81,00%	74,00%	Direct		Marcha/Paro local

LISTA CONSUMIDORES

SOLUÇÃO: Base

FOLHA

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		POTÊNCIA	TENSÃO	VELOCIDADE	PROTEC.	ISOLAMENTO	DADOS EM CONDIÇÕES NOMINAIS			TIPO ARRANQUE	TIPO MOTOR	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						INTENSIDADE	FATOR	RENDIMENTO			
		Kw	V.	rpm.	A	%			%					
12.1	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO ACIDO SULFURICO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.2	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIPOCLORITO SÓDICO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.3	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO METABISULFITO SÓDICO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.4	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO CLORETO FÉRICO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.5	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO DISPERSANTE	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.9	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIDROXIDO DE CALCIO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.10	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO FLUORSILICATO DE SODIO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.11	BOMBA DE DOSIFICAÇÃO HIPOCLORITO DE SODIO	3	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
12.22	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE ACIDO SULFURICO	1	1	5,5	380		IP-55	F	12	81,00%	86,00%	Soft Starter		Marcha/Paro local
12.23	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE HIPOCLORITO SÓDICO	2	2	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		Marcha/Paro local
12.24	AGITADOR DE METABISULFITO SODICO	1	1	1,5	380		IP-55	F	4	81,00%	74,00%	Direct		Marcha/Paro local
12.25	BOMBA TRANSFERÊNCIA DE CLORETO FÉRICO	1	1	5,5	380		IP-55	F	12	81,00%	86,00%	Soft Starter		Marcha/Paro local
12.26	AGITADOR DE DISPERSANTE	2	2	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Direct		Marcha/Paro local
12.27	EVAPORADOR DE ANHIDRIDO CARBONICO	1	1	15	380		IP-55	F	30	84,00%	90,00%	Soft Starter		
12.28	SISTEMA DE LLENADO DE LOS SILOS HIDROXIDO CA	1	1	1,5	380		IP-55	F	4	81,00%	74,00%	Direct		Marcha/Paro local
12.29	AGITADOR DE FLUOR	1	1	0,55	380		IP-55	F	1	79,00%	71,00%	Direct		Marcha/Paro local
12.37	POSICIONADOR DE BOMBAS DOSADORAS	24	16	0,55	250		IP-55	F	2	79,00%	71,00%	Direct		
13.03	ROSCA DE DOSAGEM DE PÓ	2	1	0,37	380		IP-55	F	1	77,00%	66,00%	Direct		
14.01	PONTE GRUA TOMADA D'ÁGUA DO MAR	1	1	4	380		IP-55	F	9	83,00%	84,00%	Direct		Marcha/Paro local
14.02	PONTE GRUA BOMBEAMENTO PRODUTO	1	1	4	380		IP-55	F	9	83,00%	84,00%	Direct		Marcha/Paro local
14.03	PONTE GRUA BOMBEAMENTO A.P.	1	1	5,5	380		IP-55	F	12	81,00%	86,00%	Soft Starter		Marcha/Paro local

PLANTA.....  
CLIENTE.....  
SOLUÇÃO.....

Fortaleza  
CAGECE  
Base {}

DATA 02-Mar-18

**CONSUMO DE ENERGIA**

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		POTÊNCIA UNITÁRIA (KW)		HORAS ANUAIS	ENERGIA ANUAL KWH/ANO
		TOTAL	OPERAÇÃO	INSTALADA	CONSUMIDA		
1.01	BOMBA AGUA DO MAR NA CAPTAÇÃO	5	4	710,00	560,45	8.400	18.831.128,67
3.01	B. BOOSTER ALIMENTAÇÃO B.A.P.	4	4	315,00	276,82	8.400	9.301.124,89
4.01	MOTOBOMBA DE ALTA PRESSÃO	4	4	1.800,00	1.674,62	8.400	56.267.079,35
4.03	BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	4	4	315,00	274,29	8.400	9.216.099,71
7.01	POTÊNCIA DE DESCARGA DO PRODUTO	5	4	160,00	134,67	8.400	4.524.936,37
8.01	MOTOBOMBA DE LAVADO DE FILTROS	3	2	200,00	153,61	5.863	1.801.185,69
8.02	SOPRADORES LAVAGEM DE FILTROS	3	2	75,00	48,36	2.199	212.631,37
9.01	POTÊNCIA QUIMICA	2	2	160,00	132,13	664	175.550,68
9.03	MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	1	1	160,00	132,13	3	420,55
11.02	HIDROCOMPRESSORES ÁGUA DE SEWRVIÇO	2	1	4,00	2,66	2.100	5.580,70
12.01	BOMBAS DOSADORAS PRÉ TRATAMENTO	15	10	0,37	0,37	8.400	31.080,00
12.10	BOMBAS DOSADORAS PÓS TRATAMENTO	9	6	0,37	0,37	8.400	18.648,00
12.37	POSICIONADOR DE BOMBAS DOSADORAS	24	16	0,55	0,55	2.772	24.393,60
13.03	ROSCA DE DOSAGEM DE PÓ	2	1	0,37	0,00	233	0,00
14.00	AGITADORES E B TRANSFERÊNCIA	1	1	31,39	28,33	1.400	39.666,09
9.05	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO L.Q.	1	1	207,85	207,85	664	138.076,77
14.01	PORTICOS	1	1	13,50	13,50	120	1.620,00
15.01	VÁLVULAS MOTORIZADAS	29	28	15,95	15,95	1.440	22.968,00
11.03	VENTILADORES DOS SOPRADORES	3	2	1,10	1,10	2.199	4.836,78
19.00	PAINEL DE CONTROLE E ELETRO VÁLVULAS	1	1	45,00	45,00	8.400	378.000,00
20.00	ILUMINAÇÃO	1	1	30,00	30,00	4.380	131.400,00
21.00	AIR ACONDICIONADO	1	1	70,00	70,00	4.380	306.600,00
24.00	PERDA NA TRANSFORMAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E Y FATOR DE SEGURANÇA						3.137.103,93
							<b>CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (KWH)</b> 104.570.131,16 <b>PRODUÇÃO GARANTIDA (M³/D)</b> 86.400,00 <b>PRODUÇÃO TOTAL ANUAL (M³)</b> 30.240.000,00 <b>CONSUMO ESPECIFICO ENERGIA (KWH/M³)</b> 3,46

IGB\_rév1\_PORT.xlsm

Fonte: GS Inima

## 14.5. Especificações Técnicas dos Equipamentos - Hidromecânicos

### 14.5.1. Equipamentos Eletromecânicos

#### 14.5.1.1. Bombas Captação Água do Mar

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Captação de Bombeamento
- ✓ Tipo de acionamento: Motor Elétrico com inversor
- ✓ N° de bombas iguais em operação: 4
- ✓ N° de bombas iguais em reserva: 1

##### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

- ✓ Fluxo no ponto de design: m<sup>3</sup>/h 2.293
- ✓ TDH de design: m.c.l. 82,53
- ✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg: 0,48
- ✓ Temperatura ambiente: °C 40-20
- ✓ Temperatura máxima água do mar: °C 30
- ✓ Temperatura mínima água do mar: °C 22
- ✓ Forma construtiva: Horizontal, entre rolamentos
- ✓ Número de etapas: 1
- ✓ Tipo de impulsor: Simples Aspiração
- ✓ Forma construtiva do impulsor: Fechado
- ✓ Tipo de carcaça: Em saliente
- ✓ Divisão da carcaça: Radial
- ✓ Montagem da carcaça: Linha de centros
- ✓ Direção de rotação (vista desde do motor): Sentido horário
- ✓ Vida útil de design dos rolamentos: h. 60.000
- ✓ N° de RTD/Pt-100 por rolamento: 1
- ✓ Tipo de acoplamento com o motor: Flexível

##### CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

- ✓ Fluxo normal em operação: m<sup>3</sup>/h 2.293
- ✓ Fluxo máximo previsto em operação: m<sup>3</sup>/h 2.522
- ✓ Fluxo mínimo previsto em operação: m<sup>3</sup>/h 2.064
- ✓ TDH a fluxo normal: m.c.l. 82,53
- ✓ TDH mínimo a fluxo mínimo: m.c.l. 40

- ✓ Pressão em aspiração: bar 0,48
- ✓ Rendimento da bomba a fluxo normal: % 83,8
- ✓ Potência demandada pela bomba: kW 552
- ✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB: 85

##### MATERIAIS DA BOMBA

- ✓ Carcaça: Superduplex PREN >40
- ✓ Impulsor: Superduplex PREN >40
- ✓ Eixo: Superduplex PREN >40
- ✓ Camisas do eixo: Superduplex PREN >40

### 14.5.2. Filtros Fechados

#### Primeira Etapa de Filtração

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Filtros de primeira etapa
- ✓ N° de filtros: 14

##### CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: °C 40
- ✓ Temperatura mínima: °C 20
- ✓ Humidade relativa: % 75
- ✓ Chuva anual: mm 133

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Água de mar/lavagem com salmoura
- ✓ Condutividade (25° C): µS/cm 58.847
- ✓ Densidade: kg/L 1,025
- ✓ Viscosidade: cps 0,96
- ✓ Temperatura máxima: °C 30

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Seção VIII Divisão I ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: °C 40
- ✓ Pressão de design: barg 4,5
- ✓ Pressão de prova: barg 6,75
- ✓ Fluxo de trabalho: m<sup>3</sup>/h 8.024
- ✓ Pressão diferencial máxima da placa suporte: barg 1,5
- ✓ Superfície útil de filtração por filtro: m<sup>2</sup> 88,43

- ✓ Velocidade de filtração: m/h 6,5
- ✓ Velocidade de filtração com filtro em lavagem: m/h 7
- ✓ Número de leitos filtrantes: 3
- ✓ Altura e tipo de primeiro leito filtrante (começando a partir da superfície superior): 700 mm, antracite de tamanho efetivo 1,90 mm e coeficiente de uniformidade 1,4
- ✓ Altura e tipo de segundo leito filtrante: 400 mm, areia sílica de tamanho efetivo 0,6 mm e coeficiente de uniformidade 1,45
- ✓ Altura e tipo de terceiro leito filtrante: 200 mm, areia sílica de tamanho efetivo 2 mm e coeficiente de uniformidade 1,7
- ✓ Espessura de virola: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundos: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura placa suporte: mm Calculado de acordo com código de design

#### CARACTERÍSTICAS DO FILTRO E PLACA SUPORTE:

- ✓ Tipo: Filtros a pressão horizontais
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8600
- ✓ Fundos: Tipo Korboggen

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento (sim/não): Sim
- ✓ Placa de identificação: Sim

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):

- ✓ Entrada água: 2 uds. Flanges DIN DN500 PN10
- ✓ Saída água: 2 uds. Flanges DIN DN500 PN10
- ✓ Drenagem: 1 uds. Flanges DIN DN350 PN10
- ✓ Válvula de segurança/disco ruptura: 1 uds. Flanges DIN DN250 PN16
- ✓ Ventilação: 1 uds. Flanges DIN DN500 PN10
- ✓ Bocas de home: 3 uds. Flanges DIN DN500 PN10, uma na parte superior da virola, outra na parte inferior e uma terceira em um dos fundos

#### MATERIAIS:

- ✓ Virola e fundos: S 275 JR
- ✓ Placa suporte: S 275 JR
- ✓ Flanges: RSt 37.2
- ✓ Revestimento interior: Limpeza de superfícies com jato de areia ao grau Sa 2 ½, aplicação de colas, colado lâmina de borracha, inspeção dielétrica, vulcanização em interior autocabo e inspeção pós-vulcanização ou procedimentos similar

- ✓ Pintura exterior: Limpeza com jato de areia ao grau Sa-2 ½, aplicação de uma capa de pintura de primária epoxy de 100 micra, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micra
- ✓ Proteção exterior: Com proteção frente a raios uva
- ✓ Juntas: Neopreno
- ✓ Parafusos: Aço inox

#### BOCAIS:

- ✓ Nº de bocais por filtro: Uds 700
- ✓ Tipo de fixação: Rosqueada
- ✓ Material bocal: Polipropileno
- ✓ Material peça de sujeição: Polipropileno
- ✓ Material das arruelas: EPDM
- ✓ DIMENSÕES:

Diâmetros interior do filtro m 4  
 Comprimento cilíndrico do filtro (pescoço incluído) m 24

- ✓ Segunda Etapa de Filtração
- ✓ DADOS GERAIS:

Serviço: Filtros de segunda etapa  
 Nº de filtros: 8

#### CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: °C 40
- ✓ Temperatura mínima: °C 20
- ✓ Humidade relativa: % 75
- ✓ Chuva anual: mm 133

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Água de mar/lavagem com salmoura
- ✓ Condutividade (25° C): µS/cm 58.847
- ✓ Densidade: kg/L 1,025
- ✓ Viscosidade: cps 0,96
- ✓ Temperatura máxima: °C 30

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Seção VIII Divisão I ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: °C 40



✓ Pressão de design:	barg	4,5
✓ Pressão de prova:	barg	6,75
✓ Fluxo de trabalho:	m <sup>3</sup> /h	8.024
✓ Pressão diferencial máxima placa suporte:	barg	1,5
✓ Superfície útil de filtração por filtro:	m <sup>2</sup>	92,51
✓ Velocidade de filtração:	m/h	10,8
✓ Velocidade de filtração com filtro em lavagem:	m/h	12,4
✓ Número de leitos filtrantes:		2
✓ Altura e tipo de primeiro leito filtrante (começando desde a superfície superior):	500 mm, antracito de tamanho efetivo 0,3 mm e coeficiente de uniformidade 1,4	
✓ Altura e tipo de segundo leito filtrante:	200 mm, areia sílica de tamanho efetivo 2 mm e coeficiente de uniformidade 1,7	
✓ Espessura de virola:	mm	Calculado de acordo com código de design
✓ Espessura de fundos:	mm	Calculado de acordo com código de design
✓ Espessura placa suporte:	mm	Calculado de acordo com código de design

#### CARACTERÍSTICAS DO FILTRO E PLACA SUPORTE:

✓ Tipo:	Filtros a pressão horizontais	
✓ Design e construção para uma vida de:	anos	25
✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de:	h/ano	8600
✓ Fundos:	Tipo Korboggen	

#### ACESSÓRIOS:

✓ Olhais de levantamento (sim/não):	Sim
✓ Placa de identificação:	Sim

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):

✓ Entrada água:	2 uds.	Flanges DIN DN500 PN10
✓ Saída água:	2 uds.	Flanges DIN DN500 PN10
✓ Drenagem:	1 uds.	Flanges DIN DN350 PN10
✓ Válvula de segurança/disco ruptura:	1 uds.	Flanges DIN DN250 PN16
✓ Ventilação:	1 uds.	Flanges DIN DN500 PN10
✓ Bocas de homem:	3 uds. Flanges DIN DN500 PN10, uma na parte superior da virola, outra na parte inferior e uma terceira em um dos fundos	

#### MATERIAIS:

✓ Virola e fundos:	S 275 JR
✓ Placa suporte:	S 275 JR

✓ Flanges	RSt 37.2
✓ Revestimento interior:	Limpeza de superfícies com jato de areia ao grau Sa 2 ½, aplicação de colas, cola do lâmina de borracha, inspeção dielétrica, vulcanização em interior autocabo e inspeção pós-vulcanização ou procedimento similar
✓ Pintura exterior:	Limpeza com jato de areia ao grau Sa-2 ½, aplicação de uma capa de pintura de imprimação epoxy de 100 micra, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micra
✓ Proteção exterior:	Com proteção frente a raios uva
✓ Juntas:	Neopreno
✓ Parafusos:	Açoinox

#### BOCAIS:

✓ Nº de bocais por filtro:	Uds	416
✓ Diâmetros de cada orifício em placa suporte:	mm	
✓ Tipo de fixação:	Rosqueada	
✓ Material bocal:	Polipropileno	
✓ Material peça de sujeição:	Polipropileno	
✓ Material das arruelas:	EPDM	

#### DIMENSÕES:

✓ Diâmetros interior do filtro	m	4
✓ Comprimento cilíndrica do filtro (pescoço incluído)	m	24

#### 14.5.3. Bombas Centrífugas lavagem de Filtros Fechados

#### DADOS GERAIS

✓ Serviço:	Bombeamento lavagem de filtros	
✓ Tipo de acionamento	Soft starter	
✓ Nº de bombas iguais em operação:	2	
✓ Nº de bombas iguais em reserva	1	

#### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m <sup>3</sup> /h	1.914
✓ TDH de design	m.c.l.	21,60
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg		0,05
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	

✓ Número de etapas	1
✓ Tipo de impulsor	Simple Aspiração
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado
✓ Tipo de carcaça	Em saliente
✓ Divisão da carcaça	Radial
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros
✓ Direção de rotação (vista do motor)	Sentido horário
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h. 60.000
✓ N° de RTD/Pt-100 por rolamento	1
✓ Tipo de acoplamento com o motor	Flexível

#### CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	1.914
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	2.105
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	1.723
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	21,6
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	12
✓ Pressão em aspiração	bar	0,05
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	80
✓ Potência demandada pela bomba	kW	148
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	Superduplex PREN >40
✓ Impulsor	Superduplex PREN >40
✓ Eixo	Superduplex PREN >40
✓ Camisas do eixo	Superduplex PREN >40

#### 14.5.4. Sopradores lavagem de Filtros Fechados

##### DADOS GERAIS:

✓ Serviço:	Lavagem de filtros de areia y antracito
✓ N° de sopradores:	Uds. 3 (2+1)

##### CLIMA:

✓ Temperatura máxima:	° C 40
✓ Temperatura mínima:	° C 20

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

257/305

✓ Tipo de Fluido:	Ar
✓ Peso específico	Kg/m3 1,2
✓ Temperatura máxima:	° C 50

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

✓ Temperatura de aspiração:	° C 20-40
✓ Fluxo aspirado:	Nm3/h 2.211
✓ Pressão de aspiração:	barg atmosférica
✓ Pressão diferencial:	barg 0,6

##### CARACTERÍSTICAS DOS SOPRADORES:

✓ Tipo:	Êmbolos rotativos de 3 lóbulos
✓ Design e construção para uma vida de:	25 anos
✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de:	h/ano 8.600
✓ Lubrificação:	Óleo
✓ Acoplamento:	Flexível
✓ Tolerância (s/DIN) para fluxo de aspiração:	% ± 5
✓ Tolerância (s/DIN) para potência absorvida:	% ± 5
✓ Tolerância (s/DIN) nível de ruído:	dB(A) ± 2
✓ Nível sonoro máximo a 1 m com cabine à prova de som:	dB(A) <85

##### ACESSÓRIOS:

✓ Jogo polias (sim/não):	sim
✓ Jogo de correias (sim/não):	sim (estendido automático)
✓ Proteção transmissão (sim/não):	sim
✓ Filtro ar aspiração (sim/não):	sim
✓ Silenciosa aspiração (sim/não):	sim
✓ Silenciosa impulsão (sim/não):	sim
✓ Válvula de segurança (sim/não):	sim
✓ Válvula de retenção (sim/não):	sim
✓ Válvula de arranque à vácuo:	sim
✓ Detector de entupimento(sim/não):	sim
✓ Manguito flexível:	sim
✓ Suportes elásticos:	sim
✓ Visor do nível de óleo:	sim
✓ Manômetro indicador pressão diferencial (sim/não):	sim
✓ Pressostato limitador de pressão:	sim

- ✓ Termostato limitador de temperatura: sim
- ✓ Cabine à prova de som(sim/não): sim
- ✓ Cabine com arejamento forçado(sim/não): sim
- ✓ Entrada de cabos: sim
- ✓ Bancada (sim/não): não

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):

- ✓ Impulsão: Flanges DIN (tubulação de impulsão de PRFV DN-400)

#### MATERIAIS:

- ✓ Estator: GG-20
- ✓ Fundos: GG-25
- ✓ Tampas: GG-25
- ✓ Êmbolos: GG-20

#### MOTOR:

- ✓ Potência Nominal: kW 45,4
- ✓ Tensão/Fases/Frequência: V/ /Hz 400/3/50
- ✓ Grau de proteção: IP55
- ✓ Isolamento: F

### 14.5.5. Filtros de Cartucho

#### 14.5.5.1. De Processo

#### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Filtros de segurança anterior à osmose inversa
- ✓ Nº de filtros: 8

#### CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: °C 40
- ✓ Temperatura mínima: °C 20

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluido: Água de mar TDS =40.150 mg/L/solução de limpeza pH 2-11
- ✓ Temperatura máxima: °C 30

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Seção VIII. Div. 1ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: °C 40
- ✓ Pressão de design: barg 4,5
- ✓ Pressão de prova: barg De acordo com código de design

- ✓ Pressão de trabalho: barg 4
- ✓ Fluxo de trabalho por filtro: m3/h 1003
- ✓ Pressão diferencial máxima da placa suporte: barg 2
- ✓ Velocidade máxima em conexões: m/seg Recomendada pelo fabricante
- ✓ Espessura de virola: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundos: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura placa suporte: mm Calculado de acordo com código de design

#### CARACTERÍSTICAS DO FILTRO:

- ✓ Tipo: Recomendado pelo fabricante
- ✓ Diâmetros interior do filtro: mm Recomendado pelo fabricante
- ✓ Altura ou comprimento do corpo do filtro: mm Recomendado pelo fabricante
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8600
- ✓ Fundos: Korboggen ou similar

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): Sim
- ✓ Placa de identificação: Sim
- ✓ CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):
  - Entrada água: 1 uds Flanges DIN DN-450, PN-6
  - Saída água: 1 uds Flanges DIN DN-450, PN-6
  - Drenagem: 1 uds Recomendado pelo fabricante
  - Ventilação: 1 uds Recomendado pelo fabricante
  - Válvula de segurança/disco ruptura: 1 uds Recomendado pelo fabricante

#### MATERIAIS:

- ✓ Virola e fundos: PRFV
- ✓ Placa suporte: Polipropileno
- ✓ Revestimento interior: Recomendado pelo fabricante
- ✓ Proteção exterior: Com proteção frente a raios uva
- ✓ Juntas: Nitrilo
- ✓ Parafusos: Açoinox
- ✓ Nº de cartuchos por filtro: Ud. Recomendado pelo fabricante
- ✓ Comprimento: mm 1270
- ✓ Diâmetros: mm 61



- ✓ Poro absoluto: micra 10
- ✓ Poro nominal: micra
- ✓ Beta ratio: 5.000
- ✓ Superfície filtrante por cartucho:m2 0,24
- ✓ Material: Polipropileno

#### 14.5.5.2. De Limpeza Química

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Filtros de segurança prévios a limpeza química
- ✓ N° de filtros: 1
- ✓ Tag equipamentos:

##### CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: °C 40
- ✓ Temperatura mínima: °C 20

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Solução de limpeza pH 2-11
- ✓ Temperatura máxima: °C 45

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Seção VIII. Div. 1 ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: °C 40
- ✓ Pressão de design: barg 4,5
- ✓ Pressão de prova: barg De acordo com código de design
- ✓ Pressão de trabalho: barg 4
- ✓ Fluxo de trabalho por filtro: m3/h 1.130
- ✓ Pressão diferencial máxima da placa suporte: barg 2
- ✓ Velocidade máxima em conexões: m/seg Recomendada pelo fabricante
- ✓ Espessura de virola: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundos: mm Calculado de acordo com código de design
- ✓ Espessura placa suporte: mm Calculado de acordo com código de design

##### CARACTERÍSTICAS DO FILTRO:

- ✓ Tipo: Recomendado pelo fabricante
- ✓ Diâmetros interior do filtro: mm Recomendado pelo fabricante
- ✓ Altura o comprimento do corpo do filtro: mm Recomendado pelo fabricante
- ✓ Design e construção para uma vida de: 25 anos

- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8600
- ✓ Fundos: Korboggen ou similar

##### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): Sim
- ✓ Placa de identificação Sim
- ✓ CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):
  - Entrada água: 1 uds Flanges DIN DN-450, PN-6
  - Saída água: 1 uds Flanges DIN DN-450, PN-6
  - Drenagem: 1 uds Recomendado pelo fabricante
  - Ventilação: 1 uds Recomendado pelo fabricante
  - Válvula de segurança/disco ruptura: 1 uds Recomendado pelo fabricante

##### MATERIAIS:

- ✓ Virola y fundos: PRFV
- ✓ Placa suporte: Polipropileno
- ✓ Revestimento interior: Recomendado pelo fabricante
- ✓ Proteção exterior: Com proteção frente a raios uva
- ✓ Juntas: Nitrilo
- ✓ Parafusos: Açoinox

##### CARTUCHOS:

- ✓ N° de cartuchos por filtro: Ud. Recomendado pelo fabricante
- ✓ Comprimento: mm 1270
- ✓ Diâmetros: mm 61
- ✓ Poro absoluto: micra 10
- ✓ Superfície filtrante por cartucho:m2 0,24
- ✓ Material: Polipropileno

#### 14.5.6. Bombas de Alta Pressão

##### DADOSGERAIS

- ✓ Serviço: Bombeamento de alta pressão
- ✓ Tipo de acionamento Soft starter
- ✓ N° de bombas iguais em operação: 4
- ✓ N° de bombas iguais em reserva 0

##### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

- ✓ Fluxo no ponto de design m3/h 915

✓ TDH de design	m.c.l.	543
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg	10	
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	
✓ Número de etapas	1	
✓ Tipo de impulsor	Simples Aspiração	
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado	
✓ Tipo de carcaça	Em saliente	
✓ Divisão da carcaça	Radial	
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros	
✓ Direção de rotação (vista desde o motor) Sentido horário		
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h.	60.000
✓ Nº de RTD/Pt-100 por rolamento	1	
✓ Tipo de acoplamento com o motor	Flexível	

#### CARACTERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	915
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	1.006
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	819
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	543
✓ Pressão em aspiração	bar	10
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	85
✓ Potência demandada pela bomba	kW	1.633
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	Superduplex PREN >40
✓ Impulsor	Superduplex PREN >40
✓ Eixo	Superduplex PREN >40
✓ Camisas do eixo	Superduplex PREN >40

#### 14.5.7. Bombas Booster de Alimentação às BAP

##### DADOS GERAIS

✓ Serviço:	Bomba Booster de alimentação a BAP
✓ Tipo de acionamento	Motor Elétrico com VDF

260/305

✓ Nº de bombas iguais em operação:	4
✓ Nº de bombas iguais em reserva	0

#### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m3/h	915
✓ TDH de design	m.c.l.	83
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg	2,5	
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	
✓ Número de etapas	1	
✓ Tipo de impulsor	Simples Aspiração	
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado	
✓ Tipo de carcaça	Em saliente	
✓ Divisão da carcaça	Radial	
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros	
✓ Direção de rotação (vista desde o motor) Sentido horário		
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h.	60.000
✓ Nº de RTD/Pt-100 por rolamento	1	
✓ Tipo de acoplamento como motor	Flexível	

#### CARACTERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	915
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	1.006
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	819
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	83
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	40
✓ Pressão em aspiração	bar	2,5
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	84
✓ Potência demandada pela bomba	kW	254
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	Superduplex PREN >40
✓ Impulsor	Superduplex PREN >40
✓ Eixo	Superduplex PREN >40

- ✓ Camisas do eixo Superduplex PREN >40

#### 14.5.8. Caixas de Pressão

##### DADOS GERAIS:

- ✓ Serviço: Conteúdo membranas de osmose inversa de água de mar
- ✓ Nº de caixas/linha: 226
- ✓ Nº de linhas: 4
- ✓ Nº total de caixas: 904

##### CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: °C 40
- ✓ Temperatura mínima: °C 20
- ✓ Rango humidade relativa: % 75
- ✓ Chuva anual: mm 133

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Água de mar/salmoura/solução de limpeza pH 2-12
- ✓ Condutividade a 20°C: µS/cm 58.847
- ✓ Densidade: kg/L 1,025
- ✓ Viscosidade: cps 0,96
- ✓ Temperatura máxima: °C 30

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Seção X
- ✓ Instalação: Interior
- ✓ Temperatura de design: °C 40
- ✓ Pressão de operação: barg 63

##### CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS:

- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8600
- ✓ Espessura do tubo: De acordo com código de design
- ✓ Diâmetros da membrana: in 8
- ✓ Comprimento da membrana: in 40
- ✓ Capacidade de membranas por tubo: 7
- ✓ Tipo de portos de entrada água bruta/saída salmoura: Multiport
- ✓ Por cada sub bastidor de 130 caixas:
- ✓ Nº de portas de entrada de água bruta e saída de salmoura: 44 caixas com 1 porta de entrada de água e 1 porta de saída de salmoura

- ✓ 86 com 2 portas de entrada de água e 2 portas de saída de salmoura

##### ACESSÓRIOS:

- ✓ Adaptadores de membranas: sim
- ✓ Elementos de fechamento, abertura, retenção e apoio (sim/não): sim
- ✓ Suporte de tubo (sim/não): sim (3 por tubo)
- ✓ Braçadeiras: sim (3 por tubo)
- ✓ Ferramentas especiais para montagem do tubo: Sim (se aplicável)

##### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule):

- ✓ Porta de entrada de água bruta: 2 ½ ”
- ✓ Porta de saída de salmoura: 2 ½ ”
- ✓ Porta de saída de produto: 1” PN-10 (mínimo)

##### MATERIAIS:

- ✓ Carcaça do tubo: Resinas epóxi e reforço de fibra de vidro
- ✓ Portas de entrada de água de mar e saída de salmoura Superduplex PREN>40
- ✓ Porta saída de permeado: Polipropileno
- ✓ Adaptadores de membrana: Termoplástico
- ✓ Elementos de fechamento: EPDM
- ✓ Elementos de retenção e apoio: Açoinox 316L ou similar
- ✓ Suporte de tubo: Poliuretano ou similar
- ✓ Braçadeira: Açoinox 316L ou similar
- ✓ Acabado: Poliuretano ou similar

#### 14.5.9. Equipamentos Elétricos

##### 14.5.9.1. Células de média tensão

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Células de distribuição de média tensão 6.6kV
- ✓ Função / Nº de células: - 2 linhas de chegada com medida em barras  
- 4 proteção do motor  
- 4 proteção do transformador de 6,6 / 0,4 kV  
- 4 Proteção do motor da bomba de água salgada VDF  
- 1 Acoplamento

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Max. Temperatura ambiente / min .: 30/0 °C

- ✓ Temperatura de projeto para os equipamentos: 40 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Condições de instalação: Sala de aquecimento elétrico interior
- ✓ Classificação do meio ambiente: Solução salina
- ✓ Grau de contaminação do meio ambiente: Muito alto (IV) (IEC 60815)
- ✓ Classificação de corrosividade do meio ambiente: C3 (ISO 9223)
- ✓ Norma construtiva: IEC 62271-200
- ✓ Tipo de serviço: Contínuo pesado
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ Tensão nominal: 12 kV
- ✓ Tensão de funcionamento: 6,6 kV
- ✓ Nível de isolamento na frequência industrial: 28 kV / min.
- ✓ Nível de isolamento do impulso do tipo descarga elétrica: 75 kV<sub>eff</sub> / s
- ✓ Corrente nominal das barras principais: 2500A
- ✓ Corrente nominal das barras de ramificação: 630A
- ✓ Aquecimento máximo permitido: IEC 60694. Fit 4.4.2
- ✓ Corrente nominal de curto prazo nas barras principais: 25 kA<sub>eff</sub> / s
- ✓ Valor máximo da corrente nominal admissível: 80 kA<sub>cr</sub>
- ✓ Sistema de aterramento: A terra
- ✓ Comando de tensão auxiliar e manobra: 127 V<sub>cc</sub>
- ✓ Tensão auxiliar de iluminação e Resistência de aquecimento: 220 V<sub>ac</sub>
- ✓ Tipo de armário e construção: Metalclad
- ✓ Classe/ Material de Partição: PM / painéis metálicos
- ✓ Meio isolante: ar
- ✓ Classe de continuidade de serviço: LSC-2B
- ✓ Classificação de arco interno: AFLR 40 kA / 1s
- ✓ Grau de proteção: IP42
- ✓ Grau de proteção interna: IP 2X
- ✓ Acessibilidade: Frontal tipo A, pessoal autorizado
- ✓ Entrada de cabo: Inferior
- ✓ Tomada de cabo: Inferior
- ✓ Tipo de cabo de alimentação: 6/10 kV Cu (XLPE / PVC / H16 / PVC)  
IEC 60502-2
- ✓ Tipo de terminais de cabo: Plugues reforçados (aparafusados)

- ✓ Acessórios: Resistência de aquecimento por gabinete, termostato, intertravamentos mecânicos e / ou elétricos, janelas de inspeção, placa de identificação e mímicas na parte frontal do gabinete.

#### APARELHAGEM

- ✓ Barras: Cu com manga de PVC e juntas de prata. Uma barra de aterramento será incluída.
- ✓ Interruptor: Trifásico com corte a vácuo, removível no carro, operação manual e elétrica, carregamento de molas por energia acumulada, com bobinas de fechamento e fechamento e contatos para status de sinalização. Classe E2 / 10.000 M2 de resistência.
- ✓ Disconnecter De Aterramento: Endurance E2 / 1000-M0
- ✓ Seccionador de carga: Endurance E2 / 1000-M0
- ✓ Transformadores de corrente: Tipo seco, razão de transformador 2500/1 e 630/5/5 A, potência de precisão mínima 15 VA, classe de precisão 0.5s / 5P10, fator térmico nominal em 200, permanência de sobrecorrente admissível F<sub>s</sub> <= 5 Corrente térmica de curto-circuito 5 kA
- ✓ Transformadores de tensão: Tipo seco, extraível, relação de transformador 6.600 V / 120√3 V-120 / √3 V, potência de precisão mínima 30 VA. Classe de precisão mínima: 0,5 relés de proteção, 0,2 analisador de rede, ferrorressonância 3P.
- ✓ Proteções, sinalização e comunicação:
  - Indicadores do tipo de presença de tensão led
  - Indicador de posição e status
  - Verificador de correspondência de fase
  - Seletor de controle local / remoto
  - Relé de bloqueio de rearme manual
  - Supressor de surto combinado Tipo 1 e 2, 100kA
  - Relé eletrônico multifuncional (de acordo com o diagrama unifilar)
  - Protocolo de comunicação Modbus
  - Porta de comunicação RS232
  - Porta de comunicação RS485

#### 14.5.9.2. Transformador 69 / 6.6kV

#### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Transformação 69 / 6.6 KV
- ✓ Número de transformadores iguais: 2 (1 + 1)

#### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura máxima / mínima de fora: 30/0 °C
- ✓ Temperatura de projeto: 40 °C



- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Tipo de instalação: ao ar livre
- ✓ Classificação do meio ambiente: Alto grau de contaminação marinha (IV) (IEC 60815), classificação de corrosividade do ambiente C3 (ISO 9223).
- ✓ Tipo de construção: Oil, IEC60076
- ✓ Refrigeração: ONAF
- ✓ Grupo de conexão: YNyn0
- ✓ Método de aterramento do neutro: Rígido ao solo
- ✓ Classe climática: C1
- ✓ Classe Ambiental: E2
- ✓ Classe de comportamento de fogo: F1
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ No. de fases: 3

Potência atribuída (ONAN): 15.000 kVA

- ✓ Tensão primária nominal: 69000 V
- ✓ Tensão secundária nominal: 6600 V
- ✓ Tensão auxiliar: 127 Vcc / 220 Vac
- ✓ Nível de isolamento primário: LI 325 / AC 140 / Um 72,5
- ✓ Nível de isolamento secundário: LI 60 / AC 20 / Um 7,2
- ✓ Localização do comutador (torneiras): Primário
- ✓ Tipo de comutador (torneiras): na carga, manual e automático
- ✓ Número de etapas: 21
- ✓ Regulação das torneiras: ± 15%
- ✓ Designação do terminal primário: 1U, 1V, 1W, 1N
- ✓ Designação do terminal secundário: 2U, 2V, 2W, 2N
- ✓ Material do circuito magnético: Folha magnética, orientada por grãos, perdas muito baixas
- ✓ Tipo de fabricação dos enrolamentos primários e secundários: Cu
- ✓ Tipo de tanque: Chapa de aço laminada a quente
- ✓ Vácuo suportado pelo tanque: > 1,5 vezes kPa
- ✓ Impedância de curto-circuito: 9,5%
- ✓ Nível de ruído máximo garantido: IEC 60076-10 dBa

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Tanque de expansão

- ✓ Caixa de terminais para controle
- ✓ Tela eletrostática
- ✓ Radiadores soldados
- ✓ Base de ancoragem
- ✓ Elementos de amortecimento
- ✓ Rodas de transporte bidirecionais orientáveis de 90°
- ✓ Válvulas para esvaziamento, enchimento e amostragem do refrigerante
- ✓ Indicador de nível de óleo, com contato de alarme
- ✓ Indicador de temperatura do refrigerante, com contatos de alarme e trip
- ✓ Válvula de alívio de pressão
- ✓ Revezamento Buchholz
- ✓ Relé de pressão repentino com contatos de alarme e trip
- ✓ Indicador de temperatura no ponto mais quente, com contatos de alarme e trip
- ✓ onda PT100 de 3 fios (removível em cada enrolamento)
- ✓ Secador de ar Silicagel
- ✓ Terminais de aterramento
- ✓ Parte ativa dos olhais de içamento e olhais de suspensão e ganchos de arrasto do transformador completo
- ✓ Placa de classificação

#### DIMENSÕES E PESOS

- ✓ Largura total: 5500 m
- ✓ Comprimento total: 5500 m
- ✓ Altura total: 3500 m
- ✓ Peso total: 54000 kg
- ✓ Peso do líquido isolante: 14000 kg

#### 14.5.9.3. Transformador 6.6 / 0.4kV

#### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Transformação de distribuição para baixa tensão 6,6 / 0,4 kV
- ✓ No. de transformadores iguais: 4

#### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura máxima / mínima de fora: 30/0 °C
- ✓ Temperatura de projeto: 40 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%

- ✓ Tipo de instalação: outdoor
- ✓ Classificação do meio ambiente: Alto grau de contaminação marinha (IV) (IEC 60815), classificação de corrosividade do ambiente C3 (ISO 9223)
- ✓ Tipo de construção: Óleo
- ✓ Refrigeração: ONAN
- ✓ Grupo de conexão: Dyn11
- ✓ Método de aterramento neutro: Rígido ao solo (400 A)
- ✓ Classe climática: C1
- ✓ Classe Ambiental: E2
- ✓ Classe de comportamento de fogo: F1
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ No. de fases: 3
- ✓ Potência atribuída (ONAN): 3500 kVA
- ✓ Tensão primária nominal: 6600 V
- ✓ Tensão secundária nominal: 400 V
- ✓ Tensão auxiliar: 127 Vdc / 220 Va
- ✓ Nível de isolamento primário: LI 60 / AC 20 / Um 7,2
- ✓ Névoa de isolamento secundário: LI \_ / AC 3 / Um 1.1
- ✓ Localização do comutador (torneiras): primário
- ✓ Tipo de comutador: Sem carga, manual
- ✓ Número de etapas: 5
- ✓ Regulação das torneiras:  $\pm 5\%$ ,  $\pm 2,5\%$ , 0%
- ✓ Designação do terminal primário: 1U, 1V, 1W
- ✓ Designação do terminal secundário: 2U, 2V, 2W, 2N
- ✓ Material do circuito magnético: Placa magnética, grão orientado, perdas muito baixas.
- ✓ Tipo de fabricação dos enrolamentos primários e secundários: Cu
- ✓ Tipo de tanque: Aletas de refrigeração corrugadas
- ✓ Impedância de curto-circuito: 7%
- ✓ Nível de ruído máximo garantido: IEC 60076-10 dBa

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Tanque de expansão (se aplicável)
- ✓ Caixa de terminais para controle
- ✓ Tela eletrostática
- ✓ Radiadores soldados

- ✓ Base de ancoragem
- ✓ Elementos de amortecimento
- ✓ Rodas de transporte bidirecionais orientáveis de 90°
- ✓ Válvula de drenagem
- ✓ Válvula de enchimento
- ✓ Válvula de amostragem do refrigerante
- ✓ Indicador de nível de óleo, com contato de alarme
- ✓ Indicador de temperatura do refrigerante, com contatos de alarme e trip
- ✓ Válvula de alívio de pressão
- ✓ Revezamento Buchholz
- ✓ Relé de pressão repentino com contatos de alarme e trip
- ✓ Indicador de temperatura no ponto mais quente, com contatos de alarme e trip
- ✓ Sonda PT100 de 3 fios (removível em cada enrolamento)
- ✓ Secador de ar Silicagel
- ✓ Terminais de aterramento
- ✓ Parte ativa dos olhais de levantamento
- ✓ Olhais de suspensão e ganchos de arrasto do transformador completo
- ✓ Placa de classificação

#### DIMENSÕES E PESOS:

- ✓ Largura total: 3200 mm
- ✓ Comprimento total: 3200 mm
- ✓ Altura total: 2950 mm
- ✓ Peso total: 1900 kg
- ✓ Peso do líquido isolante: 8400 kg

#### 14.5.9.4. Centro de controle de motor (CCM)

#### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Controle e proteção de motores
- ✓ Número de unidades: MCC1 / MCC2 / MCC3 / MCC4 / MCC5 e MCC9 (de acordo com a tabela A)

#### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Temperatura de projeto dos componentes: 40 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%



- ✓ Classificação do meio ambiente: Marinho
- ✓ Instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Padrão de construção: IEC 60439-1, 60439-2
- ✓ Tensão de operação: 380 V
- ✓ Tensão máxima de serviço: + 20%
- ✓ Nível de isolamento: 1,1 kV
- ✓ Frequência Nominal: 60 Hz
- ✓ Corrente de curto circuito (1s): De acordo com a tabela A
- ✓ Regime Neutro: TT
- ✓ Configuração (fases / terra / neutro) 3F + N + PE
- ✓ Circuitos de comutação de tensão: 220 V
- ✓ Circuitos de controle de tensão: 220 V
- ✓ Tipo de serviço: Contínuo
- ✓ Condições de instalação: Interior
- ✓ Tipo de caixa: Chapa metálica de aço galvanizado de 2 mm de espessura
- ✓ Compartimentalização, forma construtiva: 4b e 3b
- ✓ Tipo de execução: Removível
- ✓ Grau de proteção: IP42
- ✓ Grau de proteção contra danos mecânicos: 10
- ✓ Acesso operacional: Frontal
- ✓ Entrada de cabo: Inferior
- ✓ Tomada de cabo: Inferior
- ✓ Espaço de reserva esperado: 20%
- ✓ Sistema de arrefecimento: ar
- ✓ Termostato: Incluído
- ✓ Aquecedor anti-condensação: Incluído
- ✓ Dimensões totais da coluna (altura x profundidade x largura): 2350x600x1100 mm
- ✓ Peso por coluna: 500 kg
- ✓ Corrente nominal do trabalho da barra principal: De acordo com a tabela A
- ✓ Corrente nominal de uso de distribuição de barramentos: De acordo com a tabela A
- ✓ Barras principais do material, derivação e terra: Cu
- ✓ Proteção do arco interno de pessoas: Incluído
- ✓ Identificação de módulos (mímica e placa): Incluído
- ✓ Banco de capacitores: Incluído

#### EQUIPAMENTO ACOMPLETO:

- ✓ Versão removível
- ✓ 4 polos
- ✓ Controle motorizado incluído
- ✓ Relé de proteção eletrônica
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Bobina de gatilho
- ✓ Analisador de rede
- ✓ Para-raios de classe II

#### EQUIPAMENTO DE ACOPLAMENTO:

- ✓ Versão removível
- ✓ 4 polos
- ✓ Controle motorizado incluído
- ✓ Relé de proteção eletrônica
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Bobina de gatilho

#### EQUIPAMENTO DE SAÍDA DIRETA

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Relé de proteção térmica
- ✓ Reset do relé térmico
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### EQUIPAMENTO DE SAÍDA INVERSOR DA VOLTA:

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta



- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Relé de proteção térmica
- ✓ Reset do relé térmico
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **EQUIPAMENTO DE SAÍDA AO SOFT STARTER:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **EQUIPAMENTO DE SAÍDA À VARIÁVEL DE FREQUÊNCIA:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **EQUIPAMENTO DE SAÍDA TETRAPOLAR, TRIPOLAR OU DE SAÍDA BIPOLAR:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **COMUNICAÇÃO:**

- ✓ barramento de comunicação interna do CCM
- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação PROFIBUS
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485

#### **INTERRUPTOR DE ENTRADA DE PROTEÇÃO:**

- ✓ Sobrecorrente instantânea
- ✓ Sobrecorrente permanente
- ✓ Sobrecorrente instantânea de neutro
- ✓ Sobrecorrente neutra permanente

#### **PROTEÇÕES DO MOTOR:**

- ✓ Sobrecarga térmica
- ✓ Rotor bloqueado
- ✓ Perda de fase
- ✓ Desequilíbrio de fase
- ✓ Investimento de fase
- ✓ Alta ou baixa intensidade
- ✓ Falta à terra
- ✓ Temperatura do motor
- ✓ Alta ou baixa tensão

#### **MEDIDAS**



- ✓ Medidas
- ✓ Intensidade
- ✓ Tensão
- ✓ Frequência
- ✓ Temperatura do motor
- ✓ Potência ativa
- ✓ Potência reativa
- ✓ Fator de Potência
- ✓ Energia ativa
- ✓ Energia reativa

TABELA A											
MCC	DADOS CCM	CCMs									
		CORRENTE E CORTE	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	Corrente de proteção	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
					STAN D-BY	OPER.					
A / kA											
MCC3	5000 A 80kA	3.01	B. BOOSTER ALIMENTACIÓN B.A.P.	0	4	380	315,00	400	VDF		
		3.02	MOTO-VALVULA DE ASPIRY DESCARGA	0	8	380	0,55	2	INVERSION DE GIRO		
		4.02	MOTO-VALVULA DE ASPIRY DESCARGA	0	8	380	0,55	2	INVERSION DE GIRO		
		4.03	BOMBAS DE RECIRCULACIÓN	0	4	380	315,00	400	VDF		
		4.04	MOTO-VALVULA DE ASPIRY DESCARGA	0	8	380	0,55	2	INVERSION DE GIRO		
MCC4	5000 A 80kA	7.01	BOMBAS IMPULSION PRODUCTO	1	4	380	160,00	400	ARRANCAD OR SUAVE		
			Circuito CTB-SA1	1	1	380	-	1600		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	
			Circuito MCC2	1	1	380	-	800		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	
			Circuito MCC5	1	1	380	-	800		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	
			Circuito MCC6	1	1	380	-	100		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	

TABELA A											
MCC	DADOS CCM	CCMs									
		CORRENTE E CORTE	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	Corrente de proteção	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
					STAN D-BY	OPER.					
A / kA											
MCC5	800 A 50 kA	9.01	MOTOBOMBA LIMPIEZA QUIMICA	0	2	380	160,00	400	ARRANCAD OR SUAVE		
		9.05	RESISTENCIA DE CALDEO L. Q.	0	1	380	280,00	630		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	
MCC2	800 A 50 kA	11.03	EXTRACTOR SILENCIADOR SOPL F.A.	1	2	380	1,10	3	DIRECTO		
		8.01	MOTOBOMBA DE LAVADO DE FILTR.	1	2	380	200,00	630	ARRANCAD OR SUAVE		
		8.02	SOPLANTE LAVADO DE FILTROS	1	2	380	75,00	250	ARRANCAD OR SUAVE		
MCC1	32 A 40 kA	12.1	B. DOSIFIC. PRETR ACIDO SULFURICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.2	B. DOSIFIC. PRETR HIPOCLORITO SÓDICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.3	B. DOSIFIC. PRETR METABISULFITO SODICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.4	B. DOSIFIC. PRETR CLORURO FÉRRICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.5	B. DOSIFIC. PRETR DISPERSANTE	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.37	CUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	0	1	250	8,50	25		SALIDA CUADRO 3F+N+PE	
MCC6	100 A 40 kA	12.9	B. DOSIFIC. POSTR HIDROXIDO CALCICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.10	B. DOSIFIC. POSTR FLUOROSILICATO DE SODIO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.11	B. DOSIFIC. POSTR HIPOCLORITO SÓDICO	1	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.22	BOMBA TRANSVASE ACIDO SULFURICO	1	1	380	5,50	16	DIRECTO		
		12.23	BOMBA TRANSVASE HIPOCLORITO SÓDICO	0	2	380	0,37	2	DIRECTO		
		12.24	AGITADOR DE METABISULFITO SODICO	0	1	380	1,50	6	DIRECTO		
		12.25	BOMBA TRANSVASE CLORURO FÉRRICO	0	1	380	5,50	16	DIRECTO		

TABELA A										
MCC	DADOS CCM	CCMs								
	CORRENTE E CORTE A / kA	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO V.	POT. kW	Corrente de proteção A	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
				STAN D-BY	OPER.					
		12.26	AGITADOR DE DISPERSANTE	0	2	380	0,55	2	DIRECTO	
		12.27	EVAPORADOR DE ANHIDRIDO CARBÓNICO	0	1	380	15,00	40	ARRANCADOR SUAVE	
		12.28	SISTEMA DE LLENADO SILOS HIDROXIDO CALCICO	0	1	380	1,50	6	DIRECTO	
		12.29	AGITADOR DE FLUOROSILICATO DE SODIO	0	1	380	0,55	2	DIRECTO	
		12.37	CUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	0	1	250	5,00	16		SALIDA CUADRO 3F+N+PE
		13.03	TORNILLO DE DOSIFICACIÓN POLVO	1	1	380	0,37	2	DIRECTO	

#### 14.5.9.5. Caixa de distribuição de baixa tensão

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Controle de motor e proteção
- ✓ Número de unidades: CBT-SA1 e CBT-SA2 (conforme tabela b)

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Temperatura de projeto dos componentes: 40 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Classificação do meio ambiente: marinho
- ✓ Instalação: sala aquecida elétrica
- ✓ Padrão de construção: IEC 60439-1, 60439-2
- ✓ Tensão de operação: 380 V
- ✓ Tensão máxima de serviço: + 20%
- ✓ Nível de isolamento: 1,1 kV
- ✓ Frequência Nominal: 60 Hz
- ✓ Corrente de curto-circuito (1s): de acordo com a tabela B

- ✓ Regime Neutro: TT
- ✓ Configuração (fases / terra / neutro): 3F + N + PE
- ✓ Tensão circuitos de comutação: 220 V
- ✓ Tensão Circuitos de controle: 220 V
- ✓ Tipo de serviço: Contínuo
- ✓ Condições de instalação: Interior
- ✓ Tipo de caixa: Chapa metálica de aço galvanizado de 2 mm de espessura
- ✓ Compartimentalização, forma construtiva: 4b e 3b
- ✓ Tipo de execução: removível
- ✓ Grau de proteção: IP42
- ✓ Grau de proteção contra danos mecânicos: 10
- ✓ Acesso operacional: Frontal
- ✓ Entrada de cabo: Inferior
- ✓ Tomada de cabo: Inferior
- ✓ Espaço de reserva esperado: 20%
- ✓ Sistema de arrefecimento: ar
- ✓ Termostato: Incluído
- ✓ Aquecedor anti-condensação: Incluído
- ✓ Dimensões totais da coluna (altura x profundidade x largura): 2350x600x1100 mm
- ✓ Peso por coluna: 500 kg
- ✓ Corrente atribuída ao barramento principal: de acordo com a tabela B
- ✓ Corrente nominal de uso de distribuição de barramentos: De acordo com a tabela B
- ✓ Barras principais do material, derivação e terra : Cu
- ✓ Proteção do arco interno de pessoas: Incluído
- ✓ Identificação de módulos (mímica e placa): Incluído
- ✓ Banco de capacitores: Incluído

##### EQUIPAMENTO ACOMPLETO:

- ✓ Versão removível
- ✓ 4 polos
- ✓ Controle motorizado incluído
- ✓ Relé de proteção eletrônica
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Bobina de gatilho
- ✓ Analisador de rede

- ✓ Para-raios de classe II

#### **EQUIPAMENTO DE ACOPLAMENTO:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 4 polos
- ✓ Controle motorizado incluído
- ✓ Relé de proteção eletrônica
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Bobina de gatilho

#### **EQUIPAMENTO DE SAÍDA INVERSOR DA VOLTA:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Relé de proteção térmica
- ✓ Reset do relé térmico
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **EQUIPAMENTO SAÍDA AO SOFT STARTER:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 polos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **EQUIPAMENTO DE SAÍDA TETRAPOLAR, TRIPOLAR OU BIPOLAR:**

- ✓ Versão removível
- ✓ 3 pólos
- ✓ Controle do interruptor de porta
- ✓ Contatos auxiliares para sinalização de estados
- ✓ Relés auxiliares
- ✓ Relé diferencial
- ✓ Transformador toroidal
- ✓ Proteção do circuito de controle
- ✓ Seletor de posição na porta
- ✓ Sinalização de estado na porta
- ✓ Identificação do módulo na porta

#### **COMUNICAÇÃO:**

- ✓ Barramento de comunicação interna do CCM
- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação PROFIBUS
- ✓ porta de comunicação RS-232
- ✓ porta de comunicação RS-485

#### **INTERRUPTOR DE ENTRADA DE PROTEÇÃO:**

- ✓ Sobrecorrente instantânea
- ✓ Sobrecorrente permanente
- ✓ Sobrecorrente instantânea de neutro
- ✓ Sobrecorrente neutra permanente

#### **MEDIDAS**

- ✓ Medidas
- ✓ Intensidade
- ✓ tensão
- ✓ Frequência
- ✓ temperatura do motor
- ✓ Potência ativa
- ✓ Potência reativa
- ✓ Fator de Potência
- ✓ Energia ativa
- ✓ -Energia reativa



TABELA B										
QGBT / CCM	DADOS CCM	CCM								
		Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	CORRENTE	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
	STAND-BY			OPER.	V.					
CORRENTE E CORTE										
A / kA										
CTB-SA2	160 A 40 kA		BOMBA DE ACHIQUE	1	1	380	45,00	100	ARRANCADOR SUAVE	
		1.03	MOTOVALVULA DE DESCARGA	2	4	380	0,37	2	INVERSION DE GIRO	
			ALUMBRADO DE EMERGENCIA CAPTACION	0	1	380	0,90	2		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			RESISTENCIAS CALEFACTORAS BOMBAS	0	1	380	0,50	1		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			SERVICIOS AUXILIARES CUADROS	0	1	380	4,41	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			SISTEMA DE PRESURIZACION	0	1	380	3,00	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO INTERIOR CAPTACION	0	1	380	0,90	2		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO EXTERIOR CAPTACION	0	1	380	10,40	20		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			TOMAS DE CORRIENTE CAPTACION	0	1	380	29,00	50		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			HVAC CAPTACION	0	1	380	10,00	20		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			Circuito MCC1	0	1	-	-	32		
		14.01	PUENTE GRUA CAPTACION	0	1	380	4,00	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
		CTB-SA1	1600A 50kA		UPS	1	1	380	30,00	50
9.03	MOTOBOMBA DE DESPLAZAMIENTO			0	1	380	160,00	400	ARRANCADOR SUAVE	
	SYSTEMA DC			1	1	380	15,00	25		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A

TABELA B										
QGBT / CCM	DADOS CCM	CCM								
		Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	CORRENTE	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
	STAND-BY			OPER.	V.					
CORRENTE E CORTE										
A / kA										
			ALUMBRADO DE EMERGENCIA SUBESTACION	0	1	380	0,72	2		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO DE EMERGENCIA ADMINISTRACION	0	1	380	1,69	3		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO DE EMERGENCIA OSMOSIS	0	1	380	11,40	20		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			RESISTENCIAS CALEFACTORAS BOMBAS	0	1	380	28,50	50		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			SERVICIOS AUXILIARES CUADROS	0	1	380	81,94	125		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			SISTEMA DE PRESURIZACION SALA ELECTRICA BT	0	1	380	3,00	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			SISTEMA DE PRESURIZACION SALA ELECTRICA MT	0	1	380	3,00	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO INTERIOR EDIF. OSMOSIS	0	1	380	11,40	20		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO INTERIOR EDIF. SUBESTACION	0	1	380	0,72	2		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO INTERIOR EDIF. ADMISNISTRACION	0	1	380	1,69	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO INTERIOR EDIF. PRODUCTO	0	1	380	3,30	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMDRADO EXTERIOR	0	1	380	19,80	40		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO EXTERIOR PATIO DE FILTROS	0	1	380	12,00	20		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			ALUMBRADO EXTERIOR PRODUCTO	0	1	380	4,80	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A

TABELA B										
QGBT / CCM	DADOS CCM	CCM								
	CORRENTE E CORTE	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	CORRENTE	TIPO DE PARTIDA	NOTAS
				STAND-BY	OPER.					
				A / kA				V.	kW	A
			ALUMBRADO EXTERIOR EDIF. SUBESTACION	0	1	380	3,20	6		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			TOMAS DE CORRIENTE EDIF. OSMOSIS	0	1	380	57,00	100		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			TOMAS DE CORRIENTE EDIF. SUBESTACION	0	1	380	57,00	100		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			TOMAS DE CORRIENTE EDIF. ADMINISTRATIVO	0	1	380	127,00	250		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			TOMAS DE CORRIENTE EDIF. PRODUCTO	0	1	380	29,00	50		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			HVAC SALA ELECTRICA B.T	0	1	380	15,00	32		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			HVAC SALA ELECTRICA M.T	0	1	380	30,00	63		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
	14.03		PUENTE GRUA BOMBEO A. P.	0	1	380	5,50	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
	11.02		HIDROCOMPRESOR AGUA SERVIC.	1	1	380	4,00	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
	14.02		PUENTE GRUA BOMBAS IMPULSION PRODUCTO	0	1	380	4,00	10		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A
			Circuito CTB-SA2					160		SALIDA CUADRO 3F+N+PE A

#### 14.5.9.6. Inversor de frequência variável MT

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Operação e controle de bombas de água do mar
- ✓ Nº de unidades iguais em operação: 5 (4 + 1)

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Max. Faixa de temperatura / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: sala aquecida elétrica
- ✓ Temperatura de projeto do equipamento: 40 °C
- ✓ Classificação do meio ambiente: Marinho
- ✓ Tensão nominal: 6600 V
- ✓ Variação de tensão de entrada admissível: +/- 10%
- ✓ No. de fases: 3
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ Variação da frequência de entrada admissível: +/- 2%
- ✓ Aterramento do neutro: Aterramento
- ✓ Nível de curto-circuito: 25 kA
- ✓ Tipo de carga: Motor de gaiola, 710 kW, construção padrão do motor, 1000 r.p.m., no sentido horário
- ✓ Elemento de comutação de entrada: Interruptor
- ✓ Fusíveis de proteção de semicondutores: Incluídos
- ✓ Tensão de controle AC: 220 Vac
- ✓ Voltagem de controle CC: 127 Vcc
- ✓ Potência auxiliar (controle, manobras, resistências de aquecimento do motor, etc.): 0,3 kVA
- ✓ Tecnologia de módulo de retificador: Diodos
- ✓ Número de pulsos do módulo retificador: 24
- ✓ Tecnologia do módulo inversor: IGBT
- ✓ Triturador de frenagem: Incluído
- ✓ Contagem regressiva dos contadores: Incluída
- ✓ Cartões Tropicalizados: Incluídos
- ✓ Capacidade de sobrecarga transitória / s: 150%
- ✓ Capacidade de sobrecarga permanente: 120%
- ✓ Faixa de frequência de saída max. / min: 120/30%
- ✓ Eficiência: 0,97%
- ✓ Fator de potência: 0,98
- ✓ Filtro EMC: Incluído
- ✓ Filtro Harmônico: Incluído
- ✓ Distorção harmônica total (THD): <5%

✓ Tensão de Distorção Harmônica (THDu):	IEC519
✓ Distorção harmônica atual (THDi):	IEC519
✓ Limite o filtro para saída dv / dt:	Se aplicável
✓ Uso de cabo blindado no motor:	Se aplicável
✓ Nível máximo de ruído garantido:	<85 dBa
✓ Resistências de aquecimento:	Incluído
✓ Tipo de refrigeração:	Ar
✓ Extração de ar quente fora da sala:	Sim aplica-se
✓ Transformador de isolamento: 6,6 kV, tensão secundária 6,6 kV	Tipo seco, integrado, 60 Hz, tensão primária
✓ Grau de proteção VDF:	IP42
✓ Acesso ao gabinete:	Frontal
✓ Entrada de cabo:	Inferior
✓ Tomada de cabo:	Inferior

#### PROTEÇÕES DO INVERSOR:

- ✓ Fusíveis de entrada ultra-rápidos
- ✓ Sobrecorrente
- ✓ Sobrecarga de semicondutores de potência
- ✓ Perda de fase na entrada
- ✓ Alta tensão na entrada
- ✓ Baixa voltagem na entrada
- ✓ Limite de tensão no barramento
- ✓ Baixa voltagem no barramento
- ✓ alta frequência de alimentação
- ✓ Baixa frequência de alimentação
- ✓ Temperatura em semicondutores de potência
- ✓ temperatura de refrigeração
- ✓ Falha da fonte de alimentação
- ✓ Falha de software e hardware
- ✓ Falta à terra
- ✓ Perda de entradas analógicas de sinal

#### PROTEÇÕES DO MOTOR:

- ✓ Rotor bloqueado
- ✓ Curto circuito

- ✓ Perda de fase
- ✓ Sobrecarga do motor
- ✓ Desequilíbrio das correntes de tensão e fase
- ✓ Sobreaquecimento do motor (PTC)
- ✓ Limite de velocidade
- ✓ Limite de torque

#### COMUNICAÇÕES:

- ✓ Painel de configuração integrado
- ✓ Display alfanumérico
- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485
- ✓ Expansão de cartões opcionais
- ✓ Conexão aos enrolamentos dos sensores de temperatura (PT-100)

#### 14.5.9.7. Inversor de frequência variável BT

#### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Conduzir e controlar as bombas do motor de reforço para as bombas de pressão e as bombas de recirculação.
- ✓ N° de unidades iguais em operação: 8

#### CONFIGURAÇÕES

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Max. Faixa de temperatura / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Temperatura de projeto do equipamento: 40 °C
- ✓ Classificação do meio ambiente: marinho
- ✓ Tensão nominal: 380 V
- ✓ Variação de tensão de entrada admissível: +/- 10%
- ✓ No. de fases: 3
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ Variação da frequência de entrada admissível: +/- 2%
- ✓ Aterramento do neutro: Aterramento
- ✓ Nível de curto-circuito: 80 kA



✓ Tipo de carga:	Motor de gaiola, 315 kW, construção padrão do motor, 1500 r.p.m., no sentido horário
✓ Elemento de comutação de entrada:	Interruptor
✓ Fusíveis de proteção de semicondutores:	Incluídos
✓ Tensão de controle AC:	220 Vac
✓ Voltagem de controle CC:	127 Vcc
✓ Potência auxiliar (controle, manobras, resistências de aquecimento do motor, etc.):	0,3 kVA
✓ Tecnologia de módulo de retificador	IGTB
✓ Número de pulsos do módulo retificador	6 (baixo conteúdo harmônico)
✓ Tecnologia do módulo inversor:	IGBT
✓ Triturador de frenagem	Incluído
✓ Contagem regressiva dos contadores:	Incluída
✓ Cartões Tropicalizados:	Incluídos
✓ Capacidade de sobrecarga transitória / s:	150%
✓ Capacidade de sobrecarga permanente:	120%
✓ Faixa de frequência de saída max. / min	120/30%
✓ Eficiência	0,97%
✓ Fator de potência	0,98
✓ Filtro EMC:	Incluído
✓ Filtro Harmônico:	Incluído
✓ Distorção harmônica total (THD):	<5% (PCC)
✓ Tensão de Distorção Harmônica (THDu):	IEC519
✓ Distorção harmônica atual (THDi):	IEC519
✓ Limite o filtro para saída dv / dt:	Se aplicável
✓ Uso de cabo blindado no motor:	Se aplicável
✓ Nível máximo de ruído garantido:	<85 dBa
✓ Resistências de aquecimento:	Incluído
✓ Tipo de refrigeração:	Ar
✓ Grau de proteção VDF:	IP42
✓ Acesso ao gabinete:	Frontal
✓ Entrada de cabo:	Inferior
✓ Tomada de cabo:	Inferior

#### PROTEÇÕES DO INVERSOR:

- ✓ Fusíveis de entrada ultra-rápidos

- ✓ Sobrecorrente
- ✓ Sobrecarga de semicondutores de potência
- ✓ Perda de fase na entrada
- ✓ Alta tensão na entrada
- ✓ Baixa voltagem na entrada
- ✓ Limite de tensão no barramento
- ✓ Baixa voltagem no barramento
- ✓ Alta frequência de alimentação
- ✓ Baixa frequência de alimentação
- ✓ Temperatura em semicondutores de potência
- ✓ Temperatura de refrigeração
- ✓ Falha da fonte de alimentação
- ✓ Falha de software e hardware
- ✓ Falta à terra
- ✓ Perda de entradas analógicas de sinal

#### PROTEÇÕES DO MOTOR:

- ✓ Rotor bloqueado
- ✓ Curto circuito
- ✓ Perda de fase
- ✓ Sobrecarga do motor
- ✓ Desequilíbrio das correntes de tensão e fase
- ✓ Sobreaquecimento do motor (PTC)
- ✓ Limite de velocidade
- ✓ Limite de torque

#### COMUNICAÇÕES:

- ✓ Pannel de configuração integrado
- ✓ Display alfanumérico
- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485
- ✓ Expansão de cartões opcionais
- ✓ Conexão aos enrolamentos dos sensores de temperatura (PT-100)

#### 14.5.9.8. Partida Suave BT

## DADOS GERAIS

✓ Serviço: arranque do motor

✓ Nº de partidas iguais em operação:

Equipo	Uds.	Potência (kW)
BOMBA DE ACHIQUE	1	45,00
MOTOBOMBA LIMPIEZA QUIMICA	2	160,00
MOTOBOMBA DE DESPLAZAMIENTO	1	160,00
BOMBAS IMPULSION PRODUCTO	5	160,00
MOTOBOMBA DE LAVADO DE FILTR.	3	200,00
SOPLANTE LAVADO DE FILTROS	3	75,00
EVAPORADOR DE ANHIDRIDO CARBÓNICO	1	15,00

## RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <= 1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Classificação do meio ambiente: Marinho
- ✓ Tensão nominal: 380 V
- ✓ Variação de tensão de entrada admissível: ± 20 %
- ✓ No. de fases: 3
- ✓ Frequência nominal: 60Hz
- ✓ Variação da frequência de entrada admissível: ± 5%
- ✓ Nível de curto-circuito: 80 kA
- ✓ Tipo de carga: Motor de gaiola Radilla, construção padrão, classe F.
- ✓ Termos de serviço: Contínuo pesado
- ✓ Fator de serviço do motor: 1,15
- ✓ Padrão de design: IEC60947-4-2
- ✓ Tecnologia de eletrônica: Tiristores
- ✓ Capacidade de partida: 10 No. / horas

- ✓ By Pass: Incluído (falha AS)
- ✓ Tipo de contator de derivação: LC1 D
- ✓ Tensão de controle: 220 V
- ✓ Cartões Tropicalizados: Incluídos
- ✓ Sistema de arrefecimento: Ar
- ✓ Tipo de gabinete / montagem: Potência ≥ 110 kW metal auto-suportado / removível.  
Potência <110kW integrada no MCC
- ✓ Compartimentalização: Sem compartimentação
- ✓ Grau de proteção: IP54
- ✓ Acesso ao gabinete: Frontal
- ✓ Entrada de cabo: Inferior
- ✓ Tomada de cabo: Inferior

## PROTEÇÕES:

- ✓ Na corrente
- ✓ Corrente baixa
- ✓ Desequilíbrio atual
- ✓ Sobre a tensão
- ✓ Baixa tensão
- ✓ Desequilíbrio de tensão
- ✓ Investimento de fase
- ✓ Perda de fase na entrada
- ✓ Sobreaquecimento em semicondutores de potência
- ✓ Sobrecarga de semicondutores de potência
- ✓ Falta à terra
- ✓ Falha de programação
- ✓ Falha de comunicação
- ✓ Número excessivo de partidas / hora
- ✓ Rotor bloqueado
- ✓ Sobrecarga do motor
- ✓ Sobreaquecimento do motor (PTC)

## COMUNICAÇÕES:

- ✓ Painel de configuração integrado

- ✓ Display alfanumérico
- ✓ Interface de comunicação RS485
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485
- ✓ Conexão aos enrolamentos dos sensores de temperatura (PTC-100)
- ✓ Indicadores de status de luz
- ✓ Seletores de Comando
- ✓ Seletor do modo de inicialização

#### 14.5.9.9. Banco de capacitores BT

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Compensação reativa em baixa tensão
- ✓ No. de equipamentos iguais em operação:

CUADRO BT		CAPACIDAD
Item	DESCRIPCION	SELECCIONADA
		kVAr
CTB-SA2	SERVICIOS AUXILIARES AGUA DE MAR	25,00
CTB-SA1	SERVICIOS AUXILIARES OSMOSIS	50,00
MCC2	LAVADO FILTROS MM	220,00
MCC5	LIMPIEZA QUIMICA	50,00
MCC6	DOSIFICACION QUIMICA	16,00
MCC4	BOMBEO DE AGUA PRODUCTO	200,00

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: sala aquecida elétrica
- ✓ Tipo: regulável
- ✓ Projeto, construção e padrão de segurança: IEC 61921
- ✓ Tensão de operação: 380 V

- ✓ Número de fases: 3
- ✓ Frequência nominal: 60 Hz
- ✓ Variação de frequência: ± 5%
- ✓ Aterramento: Landed
- ✓ Nível de curto-circuito: 80 - 50 - 40 kA
- ✓ Tensão de controle auxiliar: 230 V
- ✓ THDu máximo: 6%
- ✓ THDi máximo: 25%
- ✓ Tipo de armário: metal autoportante
- ✓ Compartimentalização: Não
- ✓ Modulável / expansível: não
- ✓ Grau de proteção: IP54
- ✓ Refrigeração: Ar
- ✓ Entrada / saída de cabo: Inferior

##### CARACTERÍSTICAS DO CONDENSADOR:

- ✓ Conexão dos capacitores: Triângulo
- ✓ Tipo de barco: Cilíndrico
- ✓ Material dielétrico: PP metalizado
- ✓ Impregnação sem PCB: Sim
- ✓ Tipo de impregnação: Seco
- ✓ Auto-cura: Sim
- ✓ Vida útil: 130000 aprox. h
- ✓ Tolerância de capacidade: -0.5%
- ✓ Sobre a tensão permitida: 1,1 A
- ✓ Sobrecorrente permitida: 1.8 In
- ✓ Reação de rejeição harmônica: Sim
- ✓ Frequência própria do filtro de rejeição: 189 Hz
- ✓ Tolerância L: 0%
- ✓ Intensidade de saturação do núcleo dos reatores: 1,2In

##### CARACTERÍSTICAS DO REGULADOR:

- ✓ Seletor de operação automático / manual e local / remoto
- ✓ Exibição de medidas e alarmes

- ✓ Indicação de conexão das etapas
- ✓ Indicador de alarme

#### MONTAGEM E PROTEÇÕES:

- ✓ Interruptor de entrada automática
- ✓ Indicador de presença de tensão (linha ativa)
- ✓ Transformador de tensão para controle
- ✓ Fusíveis de proteção de passo
- ✓ Contatores de conexão
- ✓ Seccionador de sobre pressão
- ✓ Resistência à descarga

#### COMUNICAÇÃO:

- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485
- ✓ Medição do fator de potência
- ✓ Alarme do fator de potência não atingido
- ✓ Alarme de temperatura excessiva
- ✓ Alarme de sobre pressão
- ✓ Alarme de atuação do fusível

#### 14.5.9.10. Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Energia AC de emergência
- ✓ No. de unidades iguais em operação: 2 (1 + 1)

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Humidade relativa: 85%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Tipo: Anti-sísmico
- ✓ Tensão de entrada nominal: 380Vac
- ✓ No. de fases de entrada: 3

- ✓ Faixa de tensão de entrada: -10% + 15%
- ✓ Frequência de alimentação: 60 Hz
- ✓ Variação da frequência de alimentação: 10%
- ✓ Tensão de saída: 380 Vac
- ✓ No. de fases de saída: 3
- ✓ Potência nominal: 30 kVA
- ✓ Autonomia com 100% da carga: 60 min
- ✓ Autonomia com 50% da carga: > 120 Min
- ✓ Eficiência a plena carga: 88%
- ✓ Corrente de curto circuito: 40 kA
- ✓ Distorção Harmônica (THDv) com carga linear: <3%
- ✓ Distorção Harmônica (THDV) com carga não linear: 3%
- ✓ Nível de ruído a 1m: 65 dBa
- ✓ Tipo de gabinete: autoportante
- ✓ Material do armário: Aço
- ✓ Grau de proteção: IP32
- ✓ Acesso ao gabinete: Frontal
- ✓ Entrada / saída de cabo: Inferior
- ✓ Regulação da temperatura: Sim
- ✓ Sistema de arrefecimento: Forçado

#### CARACTERÍSTICAS DO MÓDULO RETIFICADOR:

- ✓ Tecnologia de tipo / retificador: Tiristor
- ✓ Redundante: Sim
- ✓ Transformador de isolamento: Sim
- ✓ Tempo de carregamento: 8 h
- ✓ Tensão nominal de saída do retificador: 220 Vcc
- ✓ Corrente de retificação nominal: 45 A
- ✓ Tensão flutuante de carga flutuante: 240,80 Vcc
- ✓ Curling da tensão de saída: 2%
- ✓ Limite de carga da bateria: Capacidade / 10 A

#### CARACTERÍSTICAS DO MÓDULO DO INVERSOR:

- ✓ Tecnologia de tipo / inversor: IGBT



✓ Redundante:	Sim	
✓ Variação da tensão de saída (0-100% de carga):	2%	
✓ Variação da tensão de saída com variação da tensão de entrada:		1%
✓ Tempo suportado por sobrecarga:	150% 1 min	
✓ Tempo suportado por sobrecarga:	125% 1 min	
✓ Tempo suportado por sobrecarga:	120% 10 min	
✓ Tipo de bateria / tecnologia:	NiCd	
✓ Vida útil da bateria:	20 anos	
✓ Intervalo de enchimento:	5 anos	
✓ Número de elementos:	172	
✓ Banco redundante:	Sim	
✓ Tensão flutuante:	1,40 Vcc / elemento	
✓ Tensão de carga rápida:	1,45 Vcc / elemento	
✓ Tensão final da célula:	1,02 Vcc / elemento	
✓ Carga / descarga do ciclo:	60 min	
✓ Tipo / material do recipiente de eletrólito:	polipropileno	
✓ Tipo de alojamento da bateria:	Suporte anti-sísmico	
✓ Grau de proteção:	IP00	

#### CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA:

✓ Interruptor de bypass automático:	Sim	
✓ Controle por microprocessador:	Sim	
✓ Sobrecarga:	500% - 10 ms	
✓ Interruptor de by-pass manual:	Sim	
✓ Tipo de chave manual de by-pass:	Faça antes do intervalo	
✓ Bypass do transformador:	Sim	
✓ Tipo de transformador de by-pass:	Seco	
✓ Classe de isolamento do transformador de bypass:	H	

#### PROTEÇÕES:

- ✓ Sobre a tensão na CA
- ✓ Sobre tensão em DC
- ✓ Baixa voltagem em corrente alternada
- ✓ Baixa voltagem em DC

- ✓ Sobrecarga no investidor
- ✓ Curto circuito
- ✓ Máximo de baterias atuais
- ✓ Entrada máxima do carregador de corrente
- ✓ Falta de terra
- ✓ Falta de fase de alimentação

#### COMUNICAÇÃO:

- ✓ Painel de configuração integrado
- ✓ Contatos para alarme
- ✓ Interface de comunicação
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485

#### 14.5.9.11. Sistema de corrente contínua (DC)

##### DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Energia confiável e ininterrupta
- ✓ No. de unidades iguais em operação: 2

##### RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 °C
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Classificação do meio ambiente: Marinho
- ✓ Tipo: Anti-sísmico
- ✓ Tensão de entrada nominal: 3x380 V
- ✓ No. de fases de entrada: 3
- ✓ Faixa de tensão de entrada: ± 10%
- ✓ Frequência de alimentação: 60 Hz
- ✓ Variação da frequência de alimentação: 10%
- ✓ Tensão de saída: 127 Vcc
- ✓ Fator de potência de entrada: 0,8
- ✓ Autonomia com 100% da carga: 480 min

✓ Autonomia com 50% da carga:	960 min
✓ Eficiência a plena carga (AC / DC):	90%
✓ Corrente de curto circuito:	40 kA
✓ Nível de isolamento:	2500 V
✓ Sistema de aterramento neutro:	TI
✓ Nível de ruído:	65 dBa
✓ Tipo de gabinete:	autoportante
✓ Material do armário:	Aço
✓ Grau de proteção:	IP20
✓ Acesso ao gabinete:	Frontal
✓ Entrada / saída de cabo:	Inferior
✓ Regulação da temperatura:	Sim
✓ Sistema de arrefecimento:	Forçado
✓ Tecnologia de tipo / retificador:	Tiristores
✓ Redundante:	Sim
✓ Transformador de isolamento:	Sim
✓ Tensão nominal de saída do retificador:	127 Vcc
✓ Corrente de retificação nominal:	150 A
✓ Curling da tensão de saída:	1%
✓ Limite de carga da bateria:	Capacidade / 10 A

#### CARACTERÍSTICAS DO BANCO ACUMULADORES

✓ Tipo de bateria / tecnologia:	NiCd
✓ Capacidade:	550 Ah
✓ Vida útil da bateria:	20 anos
✓ Intervalo de enchimento:	5 anos
✓ Número de elementos:	94
✓ Banco redundante:	Sim
✓ Tensão de flutuação:	1,40 Vcc / elemento
✓ Tensão de equalização:	1,45 Vcc / elemento
✓ Corrente flutuante:	<1,5 A
✓ Corrente de equalização:	55 A
✓ Tensão final da célula:	1,13 Vcc

✓ Tipo de alojamento da bateria:	Suporte anti-sísmico
✓ Grau de proteção:	IP00

#### PROTEÇÕES:

- ✓ Sobre a tensão AC
- ✓ Sobre a tensão DC
- ✓ Baixa voltagem em corrente alternada
- ✓ Baixa voltagem em DC
- ✓ Sobrecarga
- ✓ Curto circuito
- ✓ Corrente limite da bateria
- ✓ Corrente limite de entrada do carregador
- ✓ falta de terra
- ✓ Falta de fase de alimentação

#### COMUNICAÇÃO

- ✓ Painel de configuração integrado
- ✓ Contatos para alarme
- ✓ Protocolo de Comunicação Profibus
- ✓ Porta de comunicação RS-232
- ✓ Porta de comunicação RS-485

#### 14.5.10. Bombas de Recirculação dos SIP

##### DADOSGERAIS

✓ Serviço:	Bombeamento de recirculação dos SIP
✓ Tipo de acionamento:	Motor Elétrico com VDF
✓ N° de bombas iguais em operação:	4
✓ N° de bombas iguais em reserva:	0

##### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m <sup>3</sup> /h	1.091
✓ TDH de design	m.c.l.	68,5
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg		57,5
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22

✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos
✓ Número de etapas	1
✓ Tipo de impulsor	Simple Aspiração
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado
✓ Tipo de carcaça	Em saliente
✓ Divisão da carcaça	Radial
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros
✓ Direção de rotação (vista desde o motor) Sentido horário	
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h. 60.000
✓ N° de RTD/Pt-100 por rolamento	1
✓ Tipo de acoplamento como motor	Flexível

#### CARACTERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	1.091
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	1.200
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	982
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	68,5
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	35
✓ Pressão em aspiração	bar	57,5
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	83
✓ Potência demandada pela bomba	kW	252
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	Superduplex PREN >40
✓ Impulsor	Superduplex PREN >40
✓ Eixo	Superduplex PREN >40
✓ Camisas do eixo	Superduplex PREN >40

#### 14.5.11. Bombas de Limpeza Química/Deslocamento

##### DADOS GERAIS

✓ Serviço:	Bombeamento de Limpeza Química/Deslocamento
✓ Tipo de acionamento	Soft starter
✓ N° de bombas iguais em operação:	2
✓ N° de bombas iguais em reserva	1

##### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m3/h	565
----------------------------	------	-----

279/305

✓ TDH de design	m.c.l.	64,06
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg		0,07
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	
✓ Número de etapas	1	
✓ Tipo de impulsor	Simple Aspiração	
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado	
✓ Tipo de carcaça	Em saliente	
✓ Divisão da carcaça	Radial	
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros	
✓ Direção de rotação (vista desde o motor) Sentido horário		
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h. 60.000	
✓ N° de RTD/Pt-100 por rolamento	1	
✓ Tipo de acoplamento como motor	Flexível	

#### CARACTERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	565
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	622
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	509
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	64,06
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	35
✓ Pressão em aspiração	bar	0,07
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	80
✓ Potência demandada pela bomba	kW	127
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	AISI 316
✓ Impulsor	AISI 316
✓ Eixo	AISI 316
✓ Camisas do eixo	AISI 316

#### 14.5.12. Bombas de Agitação de Limpeza Química

## DADOSGERAIS

✓ Serviço:	Bombeamento de Agitação Limpeza Química
✓ Tipo de acionamento	Soft starter
✓ Nº de bombas iguais em operação:	2
✓ Nº de bombas iguais em reserva	0

## CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m <sup>3</sup> /h	550
✓ TDH de design	m.c.l.	5,68
✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg		0,07
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	
✓ Número de etapas	1	
✓ Tipo de impulsor	Simples Aspiração	
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado	
✓ Tipo de carcaça	Em saliente	
✓ Divisão da carcaça	Radial	
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros	
✓ Direção de rotação (vista desde o motor)	Sentido horário	
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h.	60.000
✓ Nº de RTD/Pt-100 por rolamento	1	
✓ Tipo de acoplamento como motor	Flexível	

## CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m <sup>3</sup> /h	550
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m <sup>3</sup> /h	605
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m <sup>3</sup> /h	495
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	5,68
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	3
✓ Pressão em aspiração	bar	0,07
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	75
✓ Potência demandada pela bomba	kW	12
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)	dB	85

## MATERIAIS DA BOMBA

280/305

✓ Carcaça	AISI 316
✓ Impulsor	AISI 316
✓ Eixo	AISI 316
✓ Camisas do eixo	AISI 316

## 14.5.13. Bombas de Água Produto

### DADOSGERAIS

✓ Serviço:	Bombeamento de Água Produto
✓ Tipo de acionamento	Soft starter
✓ Nº de bombas iguais em operação:	4
✓ Nº de bombas iguais em reserva	1

### CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m <sup>3</sup> /h	900
✓ TDH de design	m.c.l.	76,20
✓ Pressão na aspiração no ponto de design bar		-0,01
✓ Temperatura ambiente	°C	40-20
✓ Temperatura máxima água de mar	°C	30
✓ Temperatura mínima água de mar	°C	22
✓ Forma construtiva	Horizontal, entre rolamentos	
✓ Número de etapas	1	
✓ Tipo de impulsor	Simples Aspiração	
✓ Forma construtiva do impulsor	Fechado	
✓ Tipo de carcaça	Em saliente	
✓ Divisão da carcaça	Radial	
✓ Montagem da carcaça	Linha de centros	
✓ Direção de rotação (vista desde o motor)	Sentido horário	
✓ Vida útil de design dos rolamentos	h.	60.000
✓ Nº de RTD/Pt-100 por rolamento	1	
✓ Tipo de acoplamento com o motor	Flexível	

### CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m <sup>3</sup> /h	900
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m <sup>3</sup> /h	990
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m <sup>3</sup> /h	810
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	76,20
✓ TDH mínimo a fluxo mínimo	m.c.l.	20

✓ TDH a fluxo máximo previsto em operação	m.c.l.	
✓ Pressão em aspiração	bar	0
✓ Rendimento da bomba a fluxo normal	%	85
✓ Potência demandada pela bomba	kW	295
✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor)dB		85

#### MATERIAIS DA BOMBA

✓ Carcaça	AISI 316
✓ Impulsor	AISI 316
✓ Eixo	AISI 316
✓ Camisas do eixo	AISI 316

#### 14.5.14. Bombas Dosificadoras de Reagentes

##### 14.5.14.1. Grupo 1: Dosagem de Hipoclorito Sódio ao Pré-tratamento

#### DADOS GERAIS DA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1) Unidades

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Hipoclorito Sódio
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Densidade	1,32 Kg/L

#### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	334 L/h
✓ Fluxo máximo	500 L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	50 L/h
✓ Pressão de descarga a fluxo máximo	8 barg
✓ Potência absorvida pela bomba	0,37 KW
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar

✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOS GERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de controle	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

##### 14.5.14.2. Grupo 2: Dosagem de Hipoclorito Sódio ao pós-tratamento

#### DADOS GERAIS DA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1) Unidades

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Hipoclorito Sódio
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Densidade	1,32 Kg/L

#### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA



✓ Fluxo nominal de operação	15	L/h
✓ Fluxo máximo	30	L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	3,0	L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica	bar
✓ Pressão de descarga a fluxo máximo	8	bar
✓ Potência absorvida pela bomba	0,37	KW
✓ Regulação	10-100	%
✓ Precisão da regulação	±2	%
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA	
✓ Sistema de lubrificação	Óleo	

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOS GERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim	
✓ Condições nominais de operação do motor		
✓ Tensão de alimentação	400	V.
✓ Frequência de alimentação	50	Hz.
✓ Alimentação	Trifásica	
✓ Potência nominal do motor	0,37	KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55	
✓ Tipo de isolamento	Classe F	
✓ Arranque	Direto	

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230	V.
✓ Frequência de alimentação	50	Hz.
✓ Alimentação	Monofase	

✓ Potência nominal	0,37	KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65	
✓ Sinal de control	4-20 mA	
✓ Sinal de feedback	4-20 mA	
✓ Indicador local de posição	Sim	

#### 14.5.14.3. Grupo 3: Dosagem de Ácido Sulfúrico ao pré-tratamento

##### DADOS GERAIS DA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1) Unidades

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Ácido sulfúrico	
✓ Temperatura máxima do fluído	25	°C
✓ Temperatura mínima do fluído	15	°C
✓ Densidade	1,84	Kg/L

##### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	18	L/h
✓ Fluxo máximo	40	L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	50	L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica	bar
✓ Pressão de descarga a fluxo máximo	8	bar
✓ Regulação	10-100	%
✓ Precisão da regulação	±2	%
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA	
✓ Sistema de lubrificação	Óleo	

##### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	AISI 316 L
✓ Guias Bola	AISI 316 L
✓ Assentos	AISI 316 L
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	AISI 316 L
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C



#### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor:	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.4. Grupo 4: Dosagem de Ácido Sulfúrico a neutralização/limpeza química

##### DADOSGERAISDA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ Nº de Bombas iguais	2 (1+1) Unidades

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Ácido sulfúrico
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Densidade	1,84 Kg/L

##### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	334 L/h
✓ Fluxo máximo	500 L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	50 L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica bar
✓ Pressão de descarga a fluxo máximo	8 bar

✓ Potência absorvida pela bomba	0,37 KW
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	AISI 316 L
✓ Guias Bola	AISI 316 L
✓ Assentos	AISI 316 L
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	AISI 316 L
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.5. Grupo 5: Dosagem de Metabissulfito, Sódio ao pré-tratamento

#### DADOS GERAIS DA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Metabissulfito Sódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 °C
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 °C
- ✓ Densidade 1,48 Kg/L

#### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

- ✓ Fluxo nominal de operação 119 L/h
- ✓ Fluxo máximo 150 L/h
- ✓ Fluxo mínimo (10% do máximo) 15 L/h
- ✓ Pressão de aspiração Atmosférica bar
- ✓ Pressão de descarga máxima 8 bar
- ✓ Potência absorvida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

#### MATERIAIS

- ✓ Corpo dosificador PVC ou similar
- ✓ Guias Bola PVC ou similar
- ✓ Assentos PVC ou similar
- ✓ Bolas Vidro, cerâmica
- ✓ Conexão PVC ou similar
- ✓ Membrana PTFE
- ✓ Juntas Viton
- ✓ Mola Bola descarga Hastelloy C

#### DADOS GERAIS DO MOTOR

- ✓ Equipado com servomotor Sim
- ✓ Condições nominais de operação do motor:
- ✓ Tensão de alimentação 400 V.
- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Trifásica

- ✓ Potência nominal do motor 0,37 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-55
- ✓ Tipo de isolamento Classe F
- ✓ Arranque Direto

#### SERVOMOTOR

- ✓ Tensão de alimentação 230 V.
- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Monofase
- ✓ Potência nominal 0,37 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-65
- ✓ Sinal de control 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

#### 14.5.14.6. Grupo 6: Dosagem de Cloreto Férrico

#### DADOS GERAIS DA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Cloreto férrico
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 °C
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 °C
- ✓ Densidade 1,42 Kg/L

#### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

- ✓ Fluxo nominal de operação 40 L/h
- ✓ Fluxo máximo 60 L/h
- ✓ Fluxo mínimo (10% do máximo) 6,0 L/h
- ✓ Pressão de aspiração Atmosférica bar
- ✓ Pressão de descarga máxima 8 bar
- ✓ Potência absorvida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.7. Grupo 7: Dosagem de Dispersante

#### DADOSGERAIS DA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1) Unidades

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Dispersante
------------------	-------------

285/305

✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Densidade	1,0 Kg/L

#### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	4 L/h
✓ Fluxo máximo	10 L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	1,0 L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica bar
✓ Pressão de descarga máxima	8 bar
✓ Potência absorvida pela bomba	0,37 KW
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.8. Grupo 8: Dosagem de Carvão Ativado em Pó ao pós-tratamento

### DADOSGERAISDA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ N° de Bombas iguais	3 (2+1) Unidades

### CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Carvão ativo
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Densidade	2,0 Kg/L

### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	80 L/h
✓ Fluxo máximo	160 L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	16,0 L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica bar
✓ Pressão de descarga máxima	8 bar
✓ Potência absorvida pela bomba	0,37 KW
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica

✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servo-motor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA
✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.9. Grupo 9: Dosagem de CO2 ao pós-tratamento

### DADOSGERAISDA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ N° de Bombas iguais	2 (1+1) Unidades

### CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Anidrido carbônico
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C
✓ Doses de produto puro	35 Kg/L

### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	126 kg/h
-----------------------------	----------

✓ Fluxo máximo	250 kg/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	25,0 L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica bar
✓ Pressão de descarga máxima	8 bar
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

#### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

#### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Trifásica
✓ Potência nominal do motor	3 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-55
✓ Tipo de isolamento	Classe F
✓ Arranque	Direto

#### SERVOMOTOR

✓ Tensão de alimentação	230 V.
✓ Frequência de alimentação	50 Hz.
✓ Alimentação	Monofase
✓ Potência nominal	0,37 KW
✓ Tipo de Proteção	IP-65
✓ Sinal de control	4-20 mA

✓ Sinal de feedback	4-20 mA
✓ Indicador local de posição	Sim

#### 14.5.14.10. Grupo 10: Dosagem de Hidróxido de Cálcio pós-tratamento

##### DADOSGERAIS DA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico
✓ N° de Bombas iguais	5 (4+1) Unidades

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Hidróxido de Cálcio (cal)
✓ Temperatura máxima do fluído	25 °C
✓ Temperatura mínima do fluído	15 °C

##### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

✓ Fluxo nominal de operação	8 L/h
✓ Fluxo máximo	351 L/h
✓ Fluxo mínimo (10% do máximo)	450 L/h
✓ Pressão de aspiração	Atmosférica bar
✓ Pressão de descarga máxima	120 bar
✓ Regulação	10-100 %
✓ Precisão da regulação	±2 %
✓ Tipo de regulação	Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
✓ Sistema de lubrificação	Óleo

##### MATERIAIS

✓ Corpo dosificador	PVC ou similar
✓ Guias Bola	PVC ou similar
✓ Assentos	PVC ou similar
✓ Bolas	Vidro, cerâmica
✓ Conexão	PVC ou similar
✓ Membrana	PTFE
✓ Juntas	Viton
✓ Mola Bola descarga	Hastelloy C

##### DADOSGERAIS DO MOTOR

✓ Equipado com servomotor	Sim
✓ Condições nominais de operação do motor	
✓ Tensão de alimentação	400 V.



- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Trifásica
- ✓ Potência nominal do motor 2,5 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-55
- ✓ Tipo de isolamento Classe F
- ✓ Arranque Direto

#### SERVOMOTOR

- ✓ Tensão de alimentação 230 V.
- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Monofase
- ✓ Potência nominal 0,37 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-65
- ✓ Sinal de control 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

#### 14.5.14.11. Grupo 11: Dosagem de Fluorossilicato Sódio

##### DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ N° de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

##### CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Fluorossilicato Sódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 °C
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 °C
- ✓ Densidade 1,00 Kg/L

##### CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA BOMBA

- ✓ Fluxo nominal de operação 18 L/h
- ✓ Fluxo máximo 40 L/h
- ✓ Fluxo mínimo (10% do máximo) 4,0 L/h
- ✓ Pressão de aspiração Atmosférica bar
- ✓ Pressão de descarga máxima 8 bar
- ✓ Potência absorvida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA

- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

##### MATERIAIS

- ✓ Corpo dosificador PVC ou similar
- ✓ Guias Bola PVC ou similar
- ✓ Assentos PVC ou similar
- ✓ Bolas Vidro, cerâmica
- ✓ Conexão PVC ou similar
- ✓ Membrana PTFE
- ✓ Juntas Viton
- ✓ Mola Bola descarga Hastelloy C

##### DADOS GERAIS DO MOTOR

- ✓ Equipado com servomotor Sim
- ✓ Condições nominais de operação do motor
- ✓ Tensão de alimentação 400 V.
- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Trifásica
- ✓ Potência nominal do motor 0,22 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-55
- ✓ Tipo de isolamento Classe F
- ✓ Arranque Direto

##### SERVOMOTOR

- ✓ Tensão de alimentação 230 V.
- ✓ Frequência de alimentação 50 Hz.
- ✓ Alimentação Monofase
- ✓ Potência nominal 0,37 KW
- ✓ Tipo de Proteção IP-65
- ✓ Sinal de control 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

#### 14.5.15. Tanques Metálicos

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Ácido sulfúrico
- ✓ N° de depósitos: 2

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluido: Ácido sulfúrico
- ✓ Concentração: % 98
- ✓ Densidade: kg/L 1,84 kg/l
- ✓ Temperatura máxima: °C 40

#### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura °C 20-40
- ✓ Humidade 75 %
- ✓ Chuvas anuais 133 mm

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design: ASME Secc. VIII, Div. 1 ou similar
- ✓ Pressão de design: barg Lleno + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg De acordo com código de design
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Sobre espessura por corrosão: Sim
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 6

#### CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico com fundos Korbogen (horizontal ou vertical, recomendado pelo fabricante)
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Placa de características: sim
- ✓ Sistema de aterramento: sim
- ✓ Pescante boca de homem: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim (se necessário)
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão: não
- ✓ Equipado com eletroagitador: não

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-10

- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-10
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-10

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: S 275
- ✓ Flanges: RSt 37.2
- ✓ Revestimento interior: não
- ✓ Pintura exterior: Limpeza com jato de areia ao grau Sa-2 ½, aplicação de uma capa de pintura de imprimação epoxy de 100 micra, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micra

#### 14.5.16. Tanques de PRFV

##### 14.5.16.1. Tanques de Hipoclorito Sódio ao pré-tratamento

#### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Hipoclorito sódio
- ✓ N° de depósitos: 2

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluido: Hipoclorito sódio
- ✓ Concentração: % 16
- ✓ Densidade: kg/L 1,24 kg/l
- ✓ Temperatura máxima: °C 40

#### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura °C 20-40
- ✓ Humidade 75 %
- ✓ Chuvas anuais 133 mm

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Vedação completa de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 1

#### CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não
- ✓ Equipado com eletroagitador não

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV sim

#### 14.5.16.2. Tanques de Cloreto Férrico

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Cloreto férrico
- ✓ Nº de depósitos: 2

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Cloreto Férrico
- ✓ Concentração: %
- ✓ Densidade: kg/L 1,42 kg/l

- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

##### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura ° C 20-40
- ✓ Humidade 75 %
- ✓ Chuvas anuais 133 mm

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheia de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m3 30

##### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

##### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não
- ✓ Equipado com eletroagitador não

##### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

##### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV: sim

#### 14.5.16.3. Tanques de MetabissulfitoSódio

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Preparação Metabissulfitosódio
- ✓ Nº de depósitos: 2

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Metabissulfitosódio
- ✓ Densidade: kg/L 1,2 kg/l
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

##### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura: ° C 20-40
- ✓ Humidade: 75 %
- ✓ Chuvas anuais: 133 mm

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheia de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 1

##### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura, para eletroagitador e plano
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

##### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão sim

- ✓ Equipado com eletroagitador: sim

##### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada de água de serviço (fundo superior): 1 ud. DN-50 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

##### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV: sim

#### 14.5.16.4. Tanques de Dispersante

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Preparação dispersante
- ✓ Nº de depósitos: 2
- ✓ Tag equipamentos:

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Dispersante
- ✓ Concentração: %
- ✓ Densidade: kg/L 1,4 kg/l
- ✓ Viscosidade: cps
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

##### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura: ° C 20-40
- ✓ Humidade: 75 %
- ✓ Chuvas anuais: 133 mm

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheia de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design

- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 0,5

#### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura, para eletroagitador e plano
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão sim
- ✓ Equipado com eletroagitador sim

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada de água de serviço (fundo superior): 1 ud. DN-50 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV sim

#### 14.5.16.5. Tanques de FluorossilicatoSódio

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Preparação Fluorossilicatosódio
- ✓ Nº de depósitos: 2
- ✓ Tag equipamentos:

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Fluorossilicatosódio
- ✓ Concentração: %
- ✓ Densidade: kg/L 1,2 kg/l
- ✓ Viscosidade: cps
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

#### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura ° C 20-40
- ✓ Humidade 75 %
- ✓ Chuvas anuais 133 mm

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheia de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 1

#### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura, para eletroagitador e plano
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão sim
- ✓ Equipado com eletroagitador sim

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada de água de serviço (fundo superior): 1 ud. DN-50 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6

- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

**MATERIAIS:**

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV: sim

**14.5.16.6. Tanques de Hipoclorito Sódio ao pós-tratamento**

**DADOSGERAIS:**

- ✓ Serviço: Armazenamento Hipoclorito sódio
- ✓ Nº de depósitos: 2
- ✓ Tag equipamentos:

**CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:**

- ✓ Tipo de fluído: Hipoclorito sódio
- ✓ Concentração: %
- ✓ Densidade: kg/L 1,24 kg/l
- ✓ Viscosidade: cps
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS:**

- ✓ Temperatura: ° C 20-40
- ✓ Humidade: 75 %
- ✓ Chuvas anuais: 133 mm

**CONDIÇÕES DE DESIGN:**

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheio de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 12

**CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO:**

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25

- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

**ACESSÓRIOS:**

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não
- ✓ Equipado com eletroagitador não

**CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)**

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

**MATERIAIS:**

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV: sim

**14.5.16.7. Tanques de Cal**

**DADOSGERAIS:**

- ✓ Serviço: Armazenamento de cal
- ✓ Nº de depósitos: 2
- ✓ CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:
- ✓ Tipo de fluído: Cal
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS:**

- ✓ Temperatura: ° C 20-40
- ✓ Humidade: 75 %
- ✓ Chuvas anuais: 133 mm

**CONDIÇÕES DE DESIGN:**

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl

- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheio de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 7,10

#### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não
- ✓ Equipado com eletroagitador sim

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV sim

### 14.5.17. Tanques de Água de Deslocamento

#### DADOSGERAIS:

294/305

- ✓ Serviço: Armazenamento Água de Deslocamento
- ✓ N° de depósitos: 1
- ✓ Tag equipamentos:

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Água permeada
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

#### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura ° C 20-40
- ✓ Humidade 75 %
- ✓ Chuvas anuais 133 mm
- ✓ Vento
- ✓ Coeficiente sísmico

#### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Código de design:
- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheio de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 200

#### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não
- ✓ Equipado com eletroagitador não

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10

- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV: sim

#### 14.5.18. Silos de Hidróxido de Cálcio

##### DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Hidróxido de Cálcio
- ✓ Nº de depósitos: 2

##### CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluido: Hidróxido de Cálcio
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

##### CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

- ✓ Temperatura: ° C 20-40
- ✓ Humidade: 75 %
- ✓ Chuvas anuais: 133 mm

##### CONDIÇÕES DE DESIGN:

- ✓ Pressão de design: barg Cheio de água + 0,5 mcl
- ✓ Pressão de prova: barg Estanqueidade cheio de água
- ✓ Pressão de trabalho: barg Atmosférica
- ✓ Espessura de corpo: mm De acordo com código de design
- ✓ Espessura de fundo: mm De acordo com código de design
- ✓ Capacidade unitária do depósito (volume útil): m<sup>3</sup> 100

##### CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura e bombeamento
- ✓ Instalação: Exterior

- ✓ Número de parafusos de dosagem: Uds 2
- ✓ Capacidade de cada parafuso de dosagem: Kg/h 138,86
- ✓ Design e construção para uma vida de: anos 25
- ✓ Design e construção para uma vida de operação contínua de: h/ano 8.600

#### ACESSÓRIOS:

- ✓ Olhais de levantamento(sim/não): sim
- ✓ Sistema de âncoras para o banco: sim
- ✓ Escadas, corrimãos, plataformas, etc.: sim
- ✓ Suporte metálico para agitador com pintura anticorrosão não

#### CONEXÕES (Tipo, DN e PN/Schedule)

- ✓ Entrada para carga reativa (fundo superior): 1 ud. DN-80 PN-10
- ✓ Aspiração comum bombas: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transmissor de nível (instalado perto do fundo do depósito, medida por coluna de água): 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Boca de homem: 1 ud. DN-600 PN-6
- ✓ Ventilação: 1 ud. DN-25 PN-6
- ✓ Transbordamento: 1 ud. DN-80 PN-6
- ✓ Drenagem: 1 ud. DN-80 PN-6

#### MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: Açocarbono
- ✓ Jato abrasivo: SA. 2.5
- ✓ Barreira química: Resina epóxi, 80 micra
- ✓ Acabado: Poliuretano 35 micr

## 14.6. Análises de Água Marinha

Resultados de análises realizadas em janeiro de 2020 em dez pontos de coleta, sendo cinco no entorno da área de captação e cinco no entorno da área de descarte (emissário), coletadas próximas à superfície e próximas ao fundo.

Parâmetros	Captação - Fundo			Captação - Superfície			Emissário - Fundo			Emissário - Superfície		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
pH	8,12	8,09	8,17	8,11	8,07	8,15	8,28	8,20	8,41	8,27	8,18	8,41
Temperatura (°C)	29,1	29,1	29,1	28,8	28,7	28,8	29,1	29,1	29,1	28,9	28,9	28,9
Salinidade (psu)	36,9	36,9	36,9	36,3	36,3	36,4	36,9	36,9	36,9	36,5	36,4	36,5
Condutividade (µS/cm)	60.174	60.121	60.213	58.954	58.890	59.064	60.146	60.094	60.186	59.282	59.232	59.365
Carbono Orgânico Total (mg/L)	1,3	1,1	1,4				1,1	1,0	1,2			
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,06	7,03	7,08	7,26	7,14	7,39	6,99	6,96	7,02	7,09	7,05	7,14
Clorofila – a (µg /L)	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2
Transparência (m)	9,7	7,0	14,0				12,4	10,0	14,0			
Materiais sedimentáveis (mL/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Substâncias Solúveis em Hexano -Óleos Minerais (mg/L)				<10,00	<10,00	<10,00				<10,00	<10,00	<10,00
Substâncias Solúveis em Hexano Óleos Vegetais e Gorduras Animais (mg/L)				2,0	0,7	6,4				0,5	<0,2	0,5
Cor aparente							<10	<10	<10			
Sólidos suspensos totais (mg/L)	11,4	9,3	14,3	11,3	9,6	13,1	13,1	11,0	14,5	11,1	10,3	11,7
Cálcio (mg/L)	520,2	489,7	533,4				528	506	575			
Magnésio (mg/L)	1.451	1.362	1.486				1.463	1.372	1.586			
Potássio (mg/L)	443,7	422,8	456,0				444	425	481			
Sódio (mg/L)	12.380	11.600	12.703				12.433	11.699	13.481			
Alcalinidade em bicarbonatos (mg/L HCO <sub>3</sub> )	93,0	85,0	101,0				83	60	93			
Cloretos (mg/L)	21.193	20.993	21.993				21.393	20.993	21.993			
Sílica Solúvel (mg/L)							ND	ND	ND			
SDI	6,5	6,3	6,5	6,1	5,9	6,2						
Alumínio Dissolvido (mg/L)	0,1	0,0	0,1				0,153	0,049	0,435			
Arsênio Total (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001				<0,0001	<0,0001	<0,0001			
Bário Total (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005				<0,0005	<0,0005	<0,0005			
Berílio Total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002				<0,0002	<0,0002	<0,0002			
Boro (mg/L)	5,5	5,1	5,8				5,6	5,0	6,1			
Cádmio Total (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005				<0,0005	<0,0005	<0,0005			
Chumbo Total (mg/L)	0,002	0,001	0,004				0,0012	0,0006	0,0024			
Cianeto Total (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Cianeto Livre (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Cobre Dissolvido (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Cromo Total (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005				<0,0005	<0,0005	<0,0005			
Cromo Hexavalente (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Cromo Trivalente (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1				<0,1	<0,1	<0,1			
Estanho Total (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001				<0,001	<0,001	<0,001			
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,1	0,0	0,2				0,0	0,0	0,1			
Fluoreto Total (mg/L)	3,5	2,2	8,5				3,4	2,1	5,2			
Fósforo Total (mg/L)	0,0	0,0	0,0				0,013	0,011	0,015			
Manganês Total (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001				<0,001	<0,001	<0,001			
Manganês Dissolvido (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Mercúrio Total (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Níquel Total (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001				<0,001	<0,001	<0,001			
Nitrato (mg/L)	0,008	0,002	0,011				0,002	<0,002	0,003			
Nitrito (mg/L)	0,005	<0,002	0,005				0,002	0,001	0,003			
Polifosfatos (mg/L)	<0,02	<0,02	<0,02				<0,02	<0,02	<0,02			
Prata Total (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Selênio Total (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005				<0,005	<0,005	<0,005			
Sulfeto (mg/L)	ND	ND	ND				ND	ND	ND			
Tálio Total (mg/L)	<0,0005	<0,0005	<0,0005				<0,0005	<0,0005	<0,0005			
Urânio Total (mg/L)	0,003	0,003	0,003				0,0033	0,0031	0,0035			
Zinco Total (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05				<0,05	<0,05	<0,05			
Índice de fenóis (µg/L)	ND	ND	ND				<0,1	<0,1	<0,1			
C. Termotolerantes (NMP)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8

ND: Não detectado pelo método.

## **14.7. Relatório de Topografia**

## **14.8. Relatório de Geotecnia**

## **14.9. Relatório Preliminar de Batimetria**

## 14.10. ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-CE**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº CE20190567707**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará**

INICIAL

**1. Responsável Técnico**

**LIDUINO DE ALBUQUERQUE MARQUES**

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **0608528960**

Registro: **45474D CE**

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **Companhia de Água e Esgoto do Ceará**

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

**AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES**

Nº: **1030**

Complemento:

Bairro: **AEROPORTO**

Cidade: **FORTALEZA**

UF: **CE**

CEP: **60422700**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **06/12/2017**

Valor: **R\$ 7.241,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

**3. Dados da Obra/Serviço**

**RUA JOAQUIM FLORIANO**

Nº: **913**

Complemento: **6º Andar**

Bairro: **ITAIM BIBI**

Cidade: **SÃO PAULO**

UF: **SP**

CEP: **04534013**

Data de Início: **06/07/2017**

Previsão de término: **31/12/2019**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **SEM DEFINIÇÃO**

Código: **Não especificado**

Proprietário: **Companhia de Água e Esgoto do Ceará**

CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**

**4. Atividade Técnica**

	Quantidade	Unidade
21 - ELABORAÇÃO		
4 - ANTEPROJETO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS -> #1401 - ADUÇÃO DE ÁGUA	1,00	un
4 - ANTEPROJETO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS -> #1411 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	1,00	un
4 - ANTEPROJETO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> SANEAMENTO -> #1607 - ADUTORA	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

**5. Observações**

Vinculada a ART28027230191471678-SP. Resp:Paulo Roberto de Oliveira/Título:Eng. Civil/RNP:1402093071/Emp:GSINIMA. Anteprojeto de Planta de Dessalinização com vazão de 1m3/s em Fortaleza-CE. Alterações realizadas devido a mudança do local da planta.

**6. Declarações**

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

**7. Entidade de Classe**

NENHUMA - NÃO OPTANTE

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Fortaleza*, 03 de *Dezembro* de 2019

Local

data

*Liduíno de Albuquerque Marques*  
LIDUINO DE ALBUQUERQUE MARQUES - CPF: 017.569.733-77

*Companhia de Água e Esgoto do Ceará*  
Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CNPJ: 07.040.108/0001-57

**9. Informações**

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

\* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

**10. Valor**

Valor da ART: **R\$ 85,96**

Registrada em: **14/11/2019**

Valor pago: **R\$ 85,96**

Nosso Número: **8213656579**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-ce.sitac.com.br/publico/>, com a chave: Bwd42  
Impresso em: 03/12/2019 às 15:26:21 por: ip: 189.84.115.124

www.creace.org.br  
Tel: (85) 3453-5800

faleconosco@creace.org.br  
Fax: (85) 3453-5804





Elaboração Anteprojeto Captação Superficial de 1,00000 unidade  
1

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

#### 5. Observações

ART referente aos serviços de Supervisão da Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Levantamentos, Investigações e/ou Pareceres referentes à Concepção, ao Financiamento, à Implantação/Construção e a Operação de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha com Capacidade de 1m<sup>3</sup>/s, para a Região Metropolitana de Fortaleza, objeto do Procedimento de Manifestação de Interesse - PMI nº 01/2017/CAGECE, divididos em 15 (quinze) estudos quais sejam: Diretrizes do Projeto; Diagnóstico e Estudos de Demanda; Estudos de Alternativas de Locação; Anteprojeto de Engenharia; Estudo de Demanda e de Fornecimento de Energia Elétrica; Estudo de Impacto Ambiental; Estudos de Viabilidade; Modelagem Financeira; Modelagem Operacional; Estrutura de Financiamento e Garantias; Critérios de Desempenho e Monitoramento; Análise de Riscos e Value for Money; Modelagem Jurídica; Avaliação Institucional e Plano de Comunicação.

#### 6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

#### 7. Entidade de Classe

68 - SEESP - SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DE SÃO PAULO - SEESP

#### 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local de data de

PAULO ROBERTO DE OLIVEIRA - CPF: 374.712.876-91

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE - CPF/CNPJ:  
07.040.108/0001-57

#### 9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.org.br)

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creasp.org.br](http://www.creasp.org.br)  
Tel: 0800 17 18 11  
E-mail: [acessarlink](mailto:acessarlink@creasp.org.br) Fale Conosco do site acima



Valor ART R\$ 214,82

Registrada em: 08/11/2019

Valor Pago R\$ 214,82

Nosso Numero: 28027230191471678

Versão do sistema

Impresso em: 11/11/2019 08:32:17

## 15. Equipe Participante do Estudo

### 15.1. Pela CAGECE

Abaixo é listada a equipe da Cagece participante da revisão e complementação do estudo.

<b>CAGECE</b>	
Engenharia Elétrica	Amanda Rodrigues Rangel
Geoprocessamento	Barbara Kelly Silva Lima Rodrigues
Engenharia Civil	Gabriella de Souza Mendonca
Engenharia Civil	Liduíno de Albuquerque Marques
Engenharia Elétrica	Raul Tigre de Arruda Leitão
Engenharia Civil	Ronner Braga Gondim
Orçamentação	Tiago Cavalcante Lima
Coordenação geral	Silvano Porto Pereira

### 15.2. Pela AUTORIZADA

Abaixo é listada a equipe indicada pela Autorizada como participante da execução do estudo.

<b>GS INIMA</b>	
Coordenador geral	Eduardo Berrettini
Engenheiro Eletricista	Raul Castaño
Engenheiro Eletricista	Carlos Carretero
Engenheiro de Automação	Albert Vazquez
Engenheiro Mecânico	Francisco Díez
Economista	Fernando Schlieper
Advogado	Rodrigo de Pinho Bertocelli
Desenhista	Alberto Barceló
Desenhista	Manuel Rodriguez
Desenhista	Lola López
Responsável pelo processo	David Gonzales
Responsável pelo pré-tratamento	Almudena Aparicio
Responsável Obras Costeiras e Marítimas	Alberto Casado
Responsável pelos Emissários e Emissários submarinos	Enrique de la Plata
Responsável por SQMA	Cristina San Miguel Avedillo
Responsável pela Eficiência Energética	Luis Miguel Garcia
Responsável pela Hidrodinâmica Marinha	Mario Sanchez
Coordenadora dos Estudos Técnicos Operacionais	Adriana Lucas Alcaraz Lopez
Engenheira de processo	Anna Gironés
Especialista em tubulação	Victor Juan

<b>FUJITA ENGENHARIA</b>	
Coordenador Setorial	Paulo Ayrton Cavalcante Araújo
<b>BF CAPITAL</b>	
Diretor Financeiro	Renato José Silveira Lins Sucupira
Diretor Financeiro	Jacy do Prado Barbosa
Diretor Financeiro	Felipe Guidi
Analista Financeiro	Otavio Fernandes
Analista Financeiro	André Veloso
Analista Financeiro	Gabriel Colturato
Analista Financeiro	Bruno Taveira
<b>MANESCO ADVOGADOS</b>	
Advogado	Florian Peixoto de Azevedo Marques Neto
Advogado	Wladimir Antônio Ribeiro
Advogado	Marcos Augusto Perez
Advogado	Raquel Lamboglia Guimarães
<b>TEIXEIRA ENGENHARIA</b>	
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Pinto
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Samuel Paim
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Daniele Cezarete
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Vitor Faria
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Carlos Fernandes Jorge
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Abílio Garcia Castro
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Martins
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Olivier Passos
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Vaz
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Mario Augusto
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Célia Tenente
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Nuno Abecassis
Arquiteto	Pedro Vicente
Arquiteto	Rui Nunes Santos
Arquiteta	Maria Inês Nogueira