Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia
GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Fortaleza - CE

Projeto de Dessalinização de Água Marinha - Projeto Referencial

Cagece

JANEIRO/2019

Sumário Geral

APRESENTAÇÃO 8

1. Justificativa da Área Escolhida 10

1.1. Interligação com o Sistema da CAGECE (Reservatório Mucuripe) 11

1.1.1. Interferências Possíveis 13

1.2. Trecho 2 de Interligação com o Sistema da CAGECE (Mucuripe-Aldeota) 13

1.2.1. Entre estaca 0+000m e 0+300m: 13

1.2.2. Entre estaca 0+300m e 1+000m: 15

1.2.3. Entre estaca 1+000m e 1+300m: 16

1.2.4. Entre estaca 1+300m e 3+500m: 16

1.2.5. Entre estaca 3+500m e 4+700m: 18

1.3. Estaca 4+700m à estaca 5+500m: 19

1.4. Considerações sobre a Alternativa 20

2. História do Processo de Dessalinização 21

3. Tecnologias de Dessalinização 21

3.1. Evaporação Instantânea Multietapa 22

3.2. Destilação Multiefeito 23

3.3. Compressão de Vapor 24

3.3.1. Compressão Mecânica de Vapor 24

3.3.2. Ejeto Compressão de Vapor 25

3.4. Destilação Solar 25

3.5. Osmose Inversa 26

3.6. Eletrodiálise 28

3.6.1. Eletrodiálise Reversível 29

3.6.2. Aspectos a destacar de ED e EDR 29

3.7. Nanofiltração 30

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4. Comparativo de Tecnologias 30

5. Visão global de uma planta de osmose inversa 31

5.1. Terminologia da osmose inversa 31

5.2. Condições para o projeto de uma planta de OI 33

6. Processos e sistemas de uma planta de OI 33

6.1. Captação 34

6.1.1. Tipos de Captação 34

6.2. Pré-tratamento químico 36

6.3. Pré-tratamento físico 36

6.3.1. Pré-filtragem 37

6.3.2. Coagulação 37

6.3.3. Mistura rápida, floculação 37

6.3.4. Decantação 37

6.3.5. Sistema de Flotação - DAF 37

6.3.6. Filtração 38

6.3.7. Ultrafiltração 38

6.3.8. Filtração por cartuchos 40

6.4. Processo de Osmose Inversa 40

6.4.1. Membranas de OI 40

6.4.2. Tubos de pressão 42

6.5. Bombas centrífugas de processo 43

6.6. Sistemas de recuperação de energia 45

6.6.1. Bomba Inversa e Turbina Pelton 45

6.6.2. Sistemas de Troca de Pressão 45

6.6.3. Turbocharger 46

6.7. Pós tratamento da água permeada 46

6.7.1. Processos de pós tratamento 46

6.7.2. Dosagem de CO2 e tratamento em leitos de calcites ou dolomites 47

6.8. Armazenamento e Impulsão de Água Produto 48

6.9. Descarga de salmoura 48

6.9.1. Estudos de dispersão de salmoura 49

6.9.2. Tipologia das descargas de salmoura 49

6.10. Serviços Auxiliares 49

6.10.1. Equipamento de limpeza química de membrana de OI 49

6.10.2. Equipamento de deslocamento 50

6.10.3. Equipamento de lavagem de filtros multimídia 50

6.10.4. Equipamento de vácuo para escorva da bomba 51

6.10.5. Equipamento de neutralização de efluentes de limpeza química 51

6.10.6. Equipamento de tratamento de água de lavagem de filtro 51

6.10.7. Equipamento de ar de instrumentos e serviços 51

6.10.8. Equipamento para água de serviço 51

6.10.9. Guindastes e elementos de elevação 51

6.10.10. Sistemas de segurança 52

6.10.11. Sistema contra incêndios 52

6.10.12. Sistemas de ventilação, aquecimento e ar condicionado 52

6.10.13. Oficinas, armazéns, escritórios, laboratórios 52

6.11. Instrumentação e controle 52

6.11.1. Instrumentação 52

6.11.2. Sistema de controle 52

6.12. Sistema Elétrico 53

7. Descrição da Usina de dessalinização de Fortaleza 54

7.1. Dados de partida 54

7.1.1. Capacidade da Planta 54

7.1.2. Disponibilidade da Planta 54

7.1.3. Condições ambientais 55

7.1.4. Características da Água a Tratar 55

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

7.1.5. Características dá água produto 56
7.1.6. Limites de bateria 56
7.2. Justificação da solução do Processo 56
7.2.1. Torre de Captação 57
7.2.2. Pré-tratamento 58
7.2.3. Descrição do sistema de osmose inversa 58
7.2.4. Descarga de salmoura 59
7.2.5. Serviços Auxiliares 59
7.3. Critérios de desenho 60
7.4. Descrição da solução proposta 60
7.4.1. Equipamentos eletromecânicos 60
7.4.2. Gestão de efluentes e resíduos 71
8. Construção Civil 72
8.1. Introdução 72
8.2. Condicionamentos 72
8.3. Trabalhos Preparatórios 73
8.3.1. Demolições 73
8.4. Infraestruturas da Plataforma 73
8.4.1. Terraplenagens 73
8.4.2. Drenagem 73
8.4.3. Pavimentação 73
8.4.4. Integração Paisagística 73
8.4.5. Vedação 73
8.4.6. Rede de Iluminação Exterior 74
8.5. Estruturas 74
8.5.1. Introdução 74
8.5.2. Solução Estrutural 74
8.5.3. Geotecnia e Fundações 75
8.5.4. Materiais 76
8.5.5. Ações de base de cálculo 76
8.5.6. Combinações de Ações 77
8.5.7. Metodologia de Cálculo 77
8.5.8. Verificação da segurança e dimensionamento 78
8.5.9. Regulamentos e normas 78
8.6. Redes Hidráulicas 78
8.6.1. Rede de Abastecimento de Água Potável 78
8.6.2. Rede de Recolha de Esgotos Domésticos 80
8.6.3. Rede de Recolha de Águas Pluviais 81
8.7. Instalações de AVAC 82
8.7.1. Introdução 82
8.7.2. Objetivo 82
8.7.3. Condições de Referência e Bases de Dimensionamento 83
8.7.4. Soluções adotadas 84
8.7.5. Rede de Dutos – Dimensionamento, Critérios e Acessórios 85
8.7.6. Rede de Tubulação – Dimensionamento e Critérios 85
8.7.7. Níveis de Ruído 86
8.8. Redes Elétricas Gerais 86
8.8.1. Edifício Administrativo 86
8.8.2. Edifício do Processo 87
8.8.3. Estação Elevatória 88
8.8.4. Câmara de Captação 88
8.9. Obras de Captação e Expulsão das Águas do Mar 89
8.9.1. Torre de Captação de Águas Marinhas 89
8.9.2. Condutas de Adução e Expulsão 89
8.9.3. Execução da Conduta de Adução / CA: 89
8.9.4. Execução da Conduta de Expulsão / CE: 91

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

9. Instalação elétrica 92
9.1. Códigos e Padrões 92
9.2. Critérios de design 92
9.3. Níveis de tensão 93
9.4. Condições ambientais e terremoto 93
9.5. Grau de proteção dos equipamentos 93
9.6. Margens de desenho e redundâncias 94
9.7. Descrição da instalação 94
9.7.1. Subestação elétrica 69/6.6 kV 94
9.7.2. Fornecimento elétrico para a planta dessalinização 94
9.7.3. Distribuição de potência 95
9.7.4. Células de média tensão 95
9.7.5. Transformadores 96
9.7.6. Motores de média tensão 97
9.7.7. Motores de baixa tensão 97
9.7.8. Quadros de distribuição de carga de baixa tensão 97
9.7.9. Centros de controle de motores 98
9.7.10. Variador de frequência MT 98
9.7.11. Inversores de frequência BT 99
9.7.12. Arrancador suave 99
9.7.13. Correção do fator de potência 99
9.7.14. Cabos 99
9.7.15. Dutos elétricos pré-fabricados (dutos de barras) 100
9.7.16. Botões locais 100
9.7.17. Sistema de corrente contínua 100
9.7.18. Sistema de alimentação ininterrupta (UPS) 100
9.7.19. Energia de backup (emergência) 100
9.7.20. Oleodutos: bandejas, canais, dutos e conduítes 101
9.7.21. Iluminação 101
9.7.22. Tomadas de energia 102
9.7.23. Rede de aterramento 102
9.7.24. Proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões 103
10. Solução Arquitetônica 104
10.1. Introdução 104
10.2. Edifício de Processo 104
10.2.1. Localização 104
10.2.2. Função 104
10.2.3. Solução Construtiva 104
10.3. Edifício Administrativo 104
10.3.1. Localização 104
10.3.2. Função 104
10.3.3. Solução construtiva 104
10.4. Edifício de captação 105
10.4.1. Localização 105
10.4.2. Função 105
10.4.3. Solução Construtiva 105
10.5. Depósito de produto final e estação elevatória 105
10.5.1. Localização 105
10.5.2. Função 105
10.5.3. Solução Construtiva 105
11. Instrumentação e Controle da Planta 105
11.1. Instrumentação pretendida e sua comunicação com o sistema de controle 105
11.2. Lista de instrumentos de campo 106
11.3. Sistema de controle 106
11.4. Rede de comunicações 107
11.5. Rede de vigilância por vídeo 107

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

12. Conexão com a Rede de Água Potável da CAGECE 110
12.1. Enquadramento geral 110
12.2. Configuração geral do sistema de adução 110
12.3. Estações elevatórias 111
12.3.1. Considerações gerais 111
12.3.2. Equipamento 111
12.4. Linhas adutoras 112
12.4.1. Dimensionamento hidráulico 112
12.4.2. Disposições construtivas 113
12.4.3. Equipamentos 113
12.4.4. Travamento das condutas 114
13. Cronograma da Obra e Orçamento Estimativo 115
14. Planta Piloto 116
14.1. Considerações iniciais 116
14.2. Objetivos da planta piloto de filtros de areia 116
14.2.1. Descrição da planta piloto de filtros de areia 116
14.3. Planta de verificação do processo de osmose inversa. 118
14.3.1. Descrição da proposta 118
14.3.2. Diagrama de fluxo 119
14.3.3. Esquemas elétricos 121
14.4. Fotografias 121
15. Relação de Desenhos 121
16. Anexos 123
Anexo 16.1 - Diagrama de Blocos e Fluxos da Planta 124
Anexo 16.2 - Balanço de Massa do Processo 125
Anexo 16.3 - Memória de Cálculo do Processo 126
Anexo 16.4 - Lista dos Equipamentos Elétricos 205
Anexo 16.5 - Especificações Técnicas dos Equipamentos-Hidromecânicos 209
16.1.1. Equipamentos Eletromecânicos 209
16.1.2. Filtros Fechados 210
16.1.3. Bombas Centrífugas lavagem de Filtros Fechados 212
16.1.4. Sopradores lavagem de Filtros Fechados 213
16.1.5. Filtros de Cartucho 214
16.1.6. Bombas de Alta Pressão 215
16.1.7. Bombas Booster de Alimentação às BAP 216
16.1.8. Caixas de Pressão 216
16.1.9. Equipamentos Elétricos 217
16.1.10. Bombas de Recirculação dos SIP 233
16.1.11. Bombas de Limpeza Química/Deslocamento 234
16.1.12. Bombas de Agitação de Limpeza Química 235
16.1.13. Bombas de Água-Produto 235
16.1.14. Bombas Dosadoras de Reagentes 236
16.1.15. Tanques Metálicos 244
16.1.16. Tanques de PRFV 245
16.1.17. Tanques de Água de Deslocamento 250
16.1.18. Silos de Hidróxido de Cálcio 251
Anexo 16.6 - Diagramas Unifilares da Planta Piloto Proposta 253
Anexo 16.7 - Relatório de Geotecnia 257
Anexo 16.8 - Relatório de Estudos Topográficos 265
Anexo 16.9 - Cálculos Elétricos 274
Anexo 16.10 - Diagramas Unifilares de Proteção Contra Incêndio 302
Anexo 16.11 - Morfodinâmica, elevação do nível do mar e pluma salina 305
17. Equipe participante do relatório 30653
18. Referências Bibliográficas 307

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Sumário de Quadros

Quadro 12.1 - Principais características do grupo motor-bomba proposto 111
Quadro 12.2 - Dimensionamento das condutas adutoras de recalque e gravidade..... 113

Sumário de Figuras

Figura 1.1 - Localização das Alternativas Propostas 10
Figura 1.2 - Localização da Área 03 – Sistema Leste (Praia Mansa) 11
Figura 1.3 - Localização do Reservatório do Mucuripe (Morro Santa Teresinha) 11
Figura 1.4 - Interligação da Usina Área 03 Sistema Leste – Planta Baixa e Perfil Longitudinal 12
Figura 1.5 - Foto da Avenida Dolor Barreira 13
Figura 1.6 - Interferências na Adutora de Interligação com Sistema Existente – Área 03 Leste 14
Figura 1.7 - Foto de PV da rede de esgoto na Av. Dolor Barreira 15
Figura 1.8 - Foto da Rua Areia Branca 15
Figura 1.9 - Foto da Rua Professor Luís Costa 15
Figura 1.10 - Foto da Avenida Jangadeiros 16
Figura 1.11 - Foto da Interferência com a linha férrea 16
Figura 1.12 - Foto da Interferência com bueiro na Avenida Almirante Henrique Sabóia 17
Figura 1.13 - Foto da Boca de Lobo da Rede de Drenagem Pluvial na Avenida Almirante Henrique Sabóia 17
Figura 1.14 - Foto do Cruzamento em nível com a avenida Engenheiro Alberto Sá 17
Figura 1.15 - Foto do Cruzamento em desnível sobre a Avenida Júlio Abreu 17
Figura 1.16 - Foto do Cruzamento em desnível com a Avenida Santos Dumont 18
Figura 1.17 - Foto do Cruzamento em nível com a linha férrea 18
Figura 1.18 - Foto da Caixa de via da avenida Padre Antônio Tomás 18
Figura 1.19 - Foto do Cruzamento em nível entre Avenidas Padre Antônio Tomás e Senador Virgílio Távora 19
Figura 1.20 - Foto do Cruzamento em nível entre Avenidas Padre Antônio Tomás e Desembargador Moreira 19
Figura 1.21 - Foto da Caixa de Via da Avenida Desembargador Moreira 19
Figura 1.22 - Foto do Cruzamento em nível ente as avenidas Desembargador Moreira e Antônio Sales 20
Figura 1.23 - Foto do Local do Ponto de Interligação da Adutora Interligando o Reservatório Mucuripe com o Reservatório Aldeota 20
Figura 1.24 - Foto da Caixa de Entrada do Reservatório Enterrado Aldeota de onde Parte a derivação para a rede do Setor Aldeota 20
Figura 1.25 - Foto do PV da rede de Esgoto na Avenida Desembargador Moreira 20
Figura 3.1 - Diagrama do processo de evaporação instantânea Multietapa 22
Figura 3.2 - Processo de destilação multiefeito 23
Figura 3.3 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor 24
Figura 3.4 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor (Multietapa) 25

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 3.5 - Ciclo de processo de ejeto de compressão de vapor 25
Figura 3.6 - Diagrama da planta de destilação solar direta 26
Figura 3.7 - Vasos de comunicação.....26
Figura 3.8 - Osmose Direta.....26
Figura 3.9 - Osmose Inversa.....27
Figura 3.10 - Diagrama geral de uma planta de OI 27
Figura 3.11 - Diagrama de uma planta de OI de duas etapas.....28
Figura 3.12 - Processo de Eletrodiálise 28
Figura 6.1 - Captação direta.....34
Figura 6.2 - Captação com quebra-mar 34
Figura 6.3 - Captação através da torre de coleta.....35
Figura 6.4 - Captação através do poço de Cântaro.....35
Figura 6.5 - Captação por Poço de Sondagem 36
Figura 6.6 - Estrutura da poliamida aromática 40
Figura 6.7 - Membrana Assimétrica.....41
Figura 6.8 - Membrana Composta 41
Figura 6.9 - Passo 1. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....41
Figura 6.10 - Passo 2. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....42
Figura 6.11 - Passo 3. Enrolamento em espiral (fonte o autor).....42
Figura 6.12 - Membrana de enrolamento em espiral (cortesia de Toray) 42
Figura 6.13 - Seção do tubo de pressão com membranas internamente 42
Figura 6.14 - Tubo de pressão de conexão frontal 43
Figura 6.15 - Tubo de pressão de conexões laterais (Fonte: Cortesia de CodeLine, Protec Arisawa) 43
Figura 6.16 - Tubo de pressão multiporta (Fonte: Cortesia de Bekaert).....43
Figura 6.17 - Tipos de bombas 44
Figura 6.18 - Esquema recuperação de energia de salmoura por turbina em uma planta de OI 45
Figura 6.19 - Esquema de recuperação de energia da salmoura mediante SIP 46
Figura 6.20 - Turbocharger (Cortesia de FEDCO).....46
Figura 6.21 - Curvas de equilíbrio carbônico (Cortesia de Dow Chemical) 47
Figura 12.1 - Configuração esquemática do Sistema de adução..... 111
Figura 12.2 - Curvas e pontos de funcionamento dos grupos motor-bomba a instalar na estação de bombeamento da Praia Mansa..... 112
Figura 14.1 - Vista das duas colunas de filtração..... 117
Figura 14.2 - Vista completa das duas colunas com os sistemas auxiliares. 117

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará e de outros órgãos públicos estaduais vinculados a área hídrica, vem implementando no território estadual diversas ações estruturais e não-estruturais no âmbito de programas voltados para a convivência com o semiárido. Tais ações objetivam criar condições políticas, legais, institucionais, técnicas e operacionais para a gestão apropriada dos recursos hídricos, de forma integral e integradora, garantindo o desenvolvimento social, econômico e ambientalmente sustentável do território estadual, em especial da Região Metropolitana de Fortaleza. Dentre as ações de caráter não-estrutural preconizadas figura a elaboração dos estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1,0 m3/s, que tem como principal objetivo garantir o suprimento hídrico para consumo humano desta região através do reforço d'água ao sistema integrado de abastecimento, diante das dificuldades hídricas que vem assolando o Estado nos últimos 5 anos.

O presente Estudo 4: Anteprojeto de Engenharia Revisão 02 foi elaborado em absoluta consonância com o solicitado no Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI 01/2017/CAGECE, cujo objeto é a Elaboração de Estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1 m³/s.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Justificativa da Área Escolhida

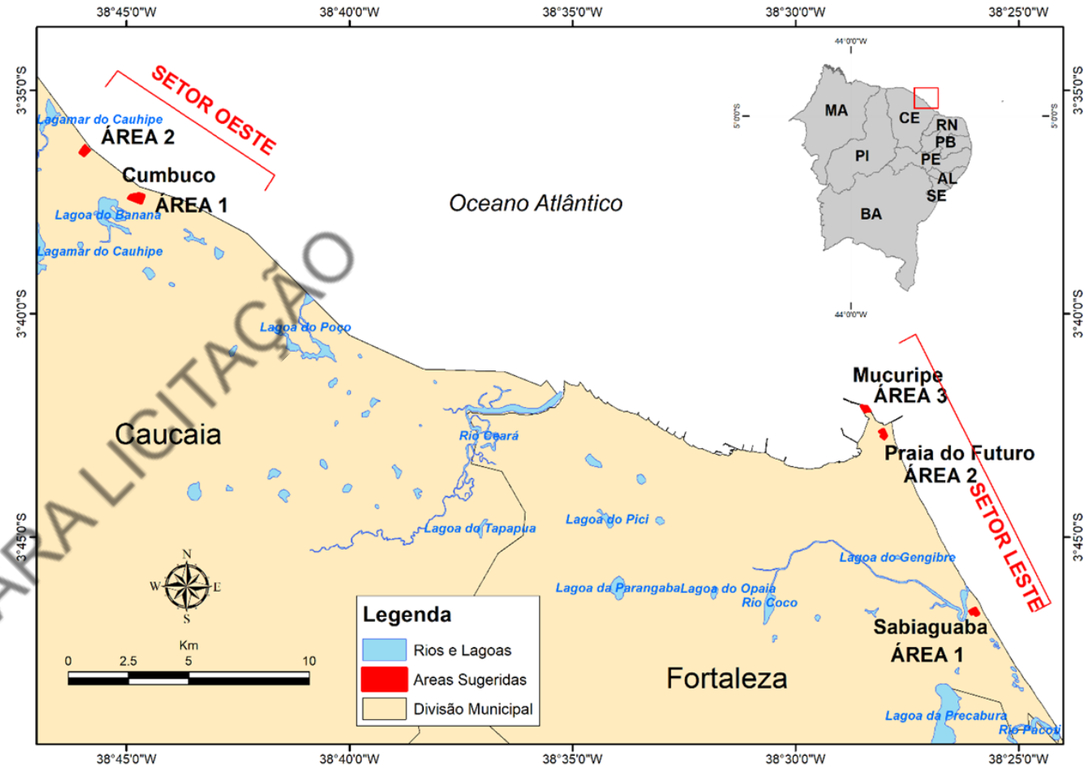
1. Justificativa da Área Escolhida

No relatório do Produto 02 – Estudo de Alternativas Locacionais – foram preconizadas as alternativas locacionais para implantação da Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza, abrangendo as zonas litorâneas dos municípios de Caucaia e Fortaleza, no Estado do Ceará. Esse estudo teve como objetivo o fornecimento de subsídios que permitam aos tomadores de decisão selecionar a melhor alternativa locacional para a planta da usina de dessalinização sob o ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

Foram estudadas 5 (cinco) alternativas locacionais para implantação da planta da usina de dessalinização; apresentando 3 (três) alternativas com coco na região da cidade de Fortaleza que tem seu suprimento hídrico efetuado através do Sistema Leste, o qual tem como principais infraestruturas a ETA Gavião, o sistema de reserva do Ancuri e o reservatório do Mucuripe, localizado no Morro de Santa Terezinha; e 2 (duas) alternativas situadas na região atendida pelo Sistema Oeste, que é abastecido pelo reservatório Taquarão.

A Figura 1.1 mostra a distribuição das alternativas locacionais preconizadas na área do estudo.

Figura 1.1 - Localização das Alternativas Propostas



Com base nos estudos realizados, foi selecionada como melhor alternativa para locação da usina de dessalinização a Alternativa Área 03 – Sistema Leste, localizada dentro da área do Porto do Mucuripe – Praia Mansa, que se encontra sob a administração da Companhia Docas do Ceará. O terreno com uma área de 4,0ha, encontra-se situado em região desabitada. As cartas náuticas indicam profundidade de 12,0m a uma distância de 1,6 km da costa. Na Figura 1.2 é apresentada a localização da referida área.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 1.2 - Localização da Área 03 – Sistema Leste (Praia Mansa)



1.1. Interligação com o Sistema da CAGECE (Reservatório Mucuripe)

A interligação da usina de dessalinização ao Sistema da CAGECE deverá ser feita por tubulação com diâmetro de 1000 mm. Preferencialmente buscou-se fazer a ligação ao sistema nos reservatórios existentes ao invés de injetar diretamente na rede a fim de não interferir na condição hidráulica atual do Sistema da CAGECE. Dessa forma, para a alternativa em questão, a interligação com o sistema será feita desde a produção até o Reservatório do Mucuripe, no Morro Santa Teresinha (Figura 1.3).

Figura 1.3 - Localização do Reservatório do Mucuripe (Morro Santa Teresinha)



A alternativa de interligação da usina de dessalinização com o Sistema da CAGECE é apresentada na Figura 1.4. Para a interligação serão necessários cerca de 3,9 km de tubulação em aço com 1200 mm de diâmetro. A tubulação de adução percorre inicialmente 1,4 km pela Av. Vicente de Castro, convergindo na Av. José Sabóia onde seguirá por 1,0 km até a Av. César Cals, prosseguindo nesta por mais 300,0m até entrar na Rua Ismael Pordeus, segue então por mais 1200,0m até chegar à Avenida Dolor Barreira, onde entra no Reservatório do Mucuripe.

O referido reservatório 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 Praias 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICENCIAMENTO



PLANTA BAIXA



PERFIL LONGITUDINAL

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

FIGURA 1.4 - INTERLIGAÇÃO DA USINA
ÁREA 3 - SISTEMA LESTE

1.1.1. Interferências Possíveis

Por se tratar de uma área urbana, extremamente adensada e de uso industrial, as interferências com as diversas redes possíveis (água, esgoto, drenagem, lógica e gás) é quase que total. Na Figura 6 são mostradas as interferências entre o sistema de interligação e as redes existentes na área.

A tubulação de distribuição de 600 mm que atende às praias do Futuro, Caça e Pesca, Cais do Porto e Vicente Pinzon, seguem a partir do Reservatório do Mucuripe pela rua Ismael Pordeus.

Na Rua José Sabóia existe uma linha férrea para trens de carga, não podendo ser interrompida para implantação da adutora. Nos pontos de cruzamento com a referida linha férrea será necessária a implantação da adutora através de método não destrutivo. Segundo dados coletados junto à SEINF, a adutora irá cruzar com ao menos duas galerias de drenagem na Av. Vicente de Castro. A tubulação de gás da CEGÁS está instalada ao longo de todo da Rua Ismael Pordeus, ocorrendo uma interferência no cruzamento com a Av. César Cals.

A fim de evitar um número ainda maior de interferências, optou-se por não utilizar a Rua Ismael Pordeus no caminhamento da adutora, pois além de possuir uma caixa de via muito estreita, já existem tubulações de gás, água e esgoto implantadas nesta via.

1.2. Trecho 2 de Interligação com o Sistema da CAGECE (Mucuripe-Aldeota)

O Trecho de interligação visa à alimentação do Centro de Reserva do Setor Aldeota a partir do Reservatório do Mucuripe. Depois de uma visita realizada pelo consórcio aos locais de entrega e ao CECOP que controla todo o sistema remotamente, foi identificada uma vazão de consumo perto de 350 L/s para o setor Mucuripe. Essa vazão de 350 L/s é muito aquém dos 1.000 L/s previstos para a Planta de Dessalinização e, dessa forma, seria necessária a interligação do Reservatório Mucuripe a outro Setor para que juntos consigam demandar toda a água produzida na usina.

Pela visita realizada ao CECOP, existem indicativos que apenas os setores Mucuripe e Aldeota já seriam capazes de absorver toda a produção da usina. Para isso, será necessária a construção de uma linha adutora capaz de fornecer uma pressão de no mínimo 12 mca no ponto de alimentação da rede do Setor Aldeota.

O excedente da vazão da adutora, em momentos de menores pressões, será direcionado para o para o barrilete Alves Teixeira, e daí para outros setores da cidade.

O traçado do trecho 2 para a interligação dos reservatórios Mucuripe e Aldeota se dará, em grande parte, por vias Expressas (Avenida Almirante Henrique Sabóia) e Arteriais (Avenida Padre Antônio Tomás e Avenida Desembargador Moreira).

Os reservatórios atendem a setores bastante adensados, com tráfego intenso e, quase que na sua totalidade, atendido pelas redes de água e esgoto da CAGECE.

O fato de a tubulação de interligação apresentar um diâmetro grande, que bloquearia quase que na sua totalidade vias de menor tamanho, e a busca por evitar desapropriações de população do entorno, direcionou a busca por um traçado em vias de maior capacidade, buscando minimizar os efeitos das obras no dia a dia da população. O caminhamento com utilização do menor número de vias poderia ser seguindo pela Avenida Almirante Henrique Sabóia até o cruzamento com a Avenida Antônio Sales, mas esse traçado foi descartado por ser a Avenida Antônio Sales uma avenida de sentido único, com via exclusiva de ônibus, ciclovia e duas vias para carro, e no seu funcionamento normal já apresenta um grande fluxo de veículos e engarrafamento em diversas horas do dia.

1.2.1. Entre estaca 0+000m e 0+300m:

Esse trecho se dará pela avenida Dolor Barreira (via com quatro faixas de rodagem e canteiro central) e terá interferência com rede de gás de 350mm da CEGÁS, rede coletora de esgoto e rede de distribuição de água da Cagece, e rede de drenagem pluvial da Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF).

Figura 1.5 - Foto da Avenida Dolor Barreira



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

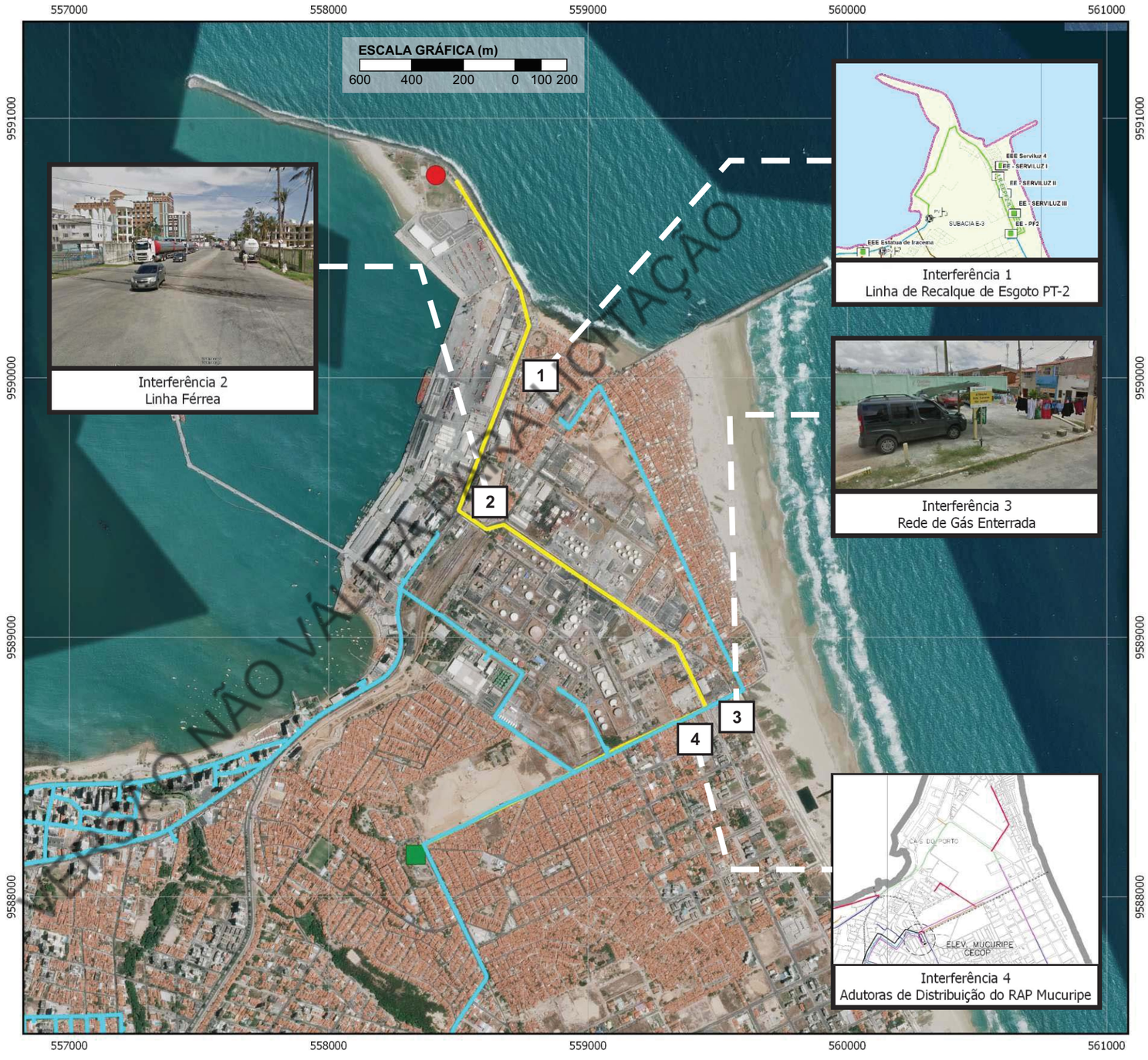


FIGURA 1.6 - INTERFERÊNCIAS NA ADUTORA DE INTERLIGAÇÃO
ÁREA 3 LESTE - SISTEMA EXISTENTE

Figura 1.7 - Foto de PV da rede de esgoto na Av. Dolor Barreira



1.2.2. Entre estaca 0+300m e 1+000m:

Esse trecho se dará pela avenida Areia Branca e Professor Luiz Costa (via com 2 faixas de rolagem e duas mãos) e terá interferência com rede coletora de esgoto, rede de distribuição de água da Cagece, e rede de drenagem pluvial da Prefeitura de Fortaleza. Nesse trecho praticamente não existe passeio na caixa da via. Será necessária mudança na rota da linha de ônibus 804 – Aldeota 1 e 905 Meireles/ Centro1.

Figura 1.8 - Foto da Rua Areia Branca



Figura 1.9 - Foto da Rua Professor Luís Costa



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.2.3. Entre estaca 1+000m e 1+300m:

Esse trecho se dará pela avenida Jangadeiros (via com 4 faixas e duas mãos e canteiro central) e terá interferência com rede coletora de esgoto e rede de distribuição de água da Cagece e drenagem Pluvial da Prefeitura de Fortaleza. No final da avenida, desce pela travessa jangadeiros onde se encontrará com a avenida Almirante Henrique Sabóia. Nesse ponto haverá interferência também com a linha férrea para trens de carga do Porto do Mucuripe.

Figura 1.10 - Foto da Avenida Jangadeiros



Figura 1.11 - Foto da Interferência com a linha férrea



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.2.4. Entre estaca 1+300m e 3+500m:

Esse trecho se dará pela avenida Almirante Henrique Sabóia até a avenida Padre Antônio Tomás em via com 4 faixas, duplo sentido e canteiro central. A avenida Henrique Sabóia possui rede de drenagem em toda a sua extensão, com sistema de galerias e bocas de lobo na sarjeta da via. Para o trecho em questão são previstas as seguintes interferências:

- ✓ Estaca 1+400m: bueiro da PMF de macrodrenagem do riacho Maceió
- ✓ Estaca 2+000m: cruzamento em nível com a avenida Alberto Sá
- ✓ Entre estaca 2+200m e estaca 3+000m: rede de 300 mm da CEGÁS
- ✓ Estaca 2+500m: cruzamento em desnível sobre a Avenida Júlio Abreu
- ✓ Estaca 3+000m: cruzamento em desnível sobre avenida Santos Dumont
- ✓ Estaca 3+100m: cruzamento em nível com linha férrea
- ✓ Estaca 3+500m: cruzamento em nível com a avenida Padre Antônio Tomás.

O caminhamento, nesse trecho, poderá impactar nas rotas de ônibus das linhas 16-Cuca Barra Papicu1; 92-Antônio Bezerra/ Papicu/ Praia de Iracema; 814- Papicu/ Castelo Encantado; 903- Varjota/1.

Fotos

Figura 1.12 - Foto da Interferência com bueiro na Avenida Almirante Henrique Sabóia



Figura 1.13 - Foto da Boca de Lobo da Rede de Drenagem Pluvial na Avenida Almirante Henrique Sabóia



Figura 1.14 - Foto do Cruzamento em nível com a avenida Engenheiro Alberto Sá



Figura 1.15 - Foto do Cruzamento em desnível sobre a Avenida Júlio Abreu



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 1.16 - Foto do Cruzamento em desnível com a Avenida Santos Dumont



Figura 1.17 - Foto do Cruzamento em nível com a linha férrea



1.2.5. Entre estaca 3+500m e 4+700m:

Esse trecho se dará pela avenida Padre Antônio Tomás e sofrerá interferência com as redes de esgoto e abastecimento de água da Cagece e Drenagem da PMF. A via possui 4 faixas, duplo sentido e canteiro central. Entre as estacas 3+500m e 4+300m também poderá sofrer interferência da rede da CEGÁS de 300mm. A rede de Drenagem está localizada na Avenida Desembargador Moreira nas proximidades da Praça das Flores. O trecho cruzará com as avenidas Senador Virgílio Távora (estaca 4+100) e av. Desembargador Moreira (estaca 4+700).

Nesse trecho o caminhamento poderá impactar nas rotas das linhas 28- Antônio Bezerra Papicu/1; 31-Avenida Borges de Melo I; 32-Avenida Borges de Melo II / 98- Expresso/ Antônio Bezerra Papicu; 702-Av. Antônio Sales/ Dionísio Torres; 816-Edson Queiroz/ Centro

Fotos

Figura 1.18 - Foto da Caixa de via da avenida Padre Antônio Tomás



VERSÃO PRELIMINAR VALIDADA PARA LICITAÇÃO

Figura 1.19 - Foto do Cruzamento em nível entre Avenidas Padre Antônio Tomás e Senador Virgílio Távora



Figura 1.20 - Foto do Cruzamento em nível entre Avenidas Padre Antônio Tomás e Desembargador Moreira



1.3. Estaca 4+700m à estaca 5+500m:

Esse trecho se dará pela avenida Desembargador Moreira, desde a Avenida Padre Antônio Tomás até o ponto de interligação na Praça da Imprensa, na rua Visconde de Mauá. A via possui 4 faixas de rolagem e duplo sentido com canteiro central. O ponto de interligação fica localizado imediatamente à montante do Reservatório Enterrado Aldeota de 30.000m³. Na estaca 4+900m, no cruzamento com a rua Vicente Linhares, terá interferência com a rede da CEGÁS de 300 mm. Também terá interferência com redes de distribuição do setor aldeota e rede coletora de esgoto.

Nesse trecho o caminhamento poderá impactar nas rotas das linhas 11- Circular I; 12-Circular II; 27-Siqueira/ Papicu/ Aeroporto; 29- Parangaba Náutico; 30-Siqueira/ Papicu/ 13 de Maio; 33-Circular I (Corujão); 87-Expresso/ Siqueira/ Papicu; 680-José Walter/ Papicu/ Cidade Jardim.

Fotos

Figura 1.21 - Foto da Caixa de Via da Avenida Desembargador Moreira



VERSÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 1.22 - Foto do Cruzamento em nível ente as avenidas Desembargador Moreira e Antônio Sales

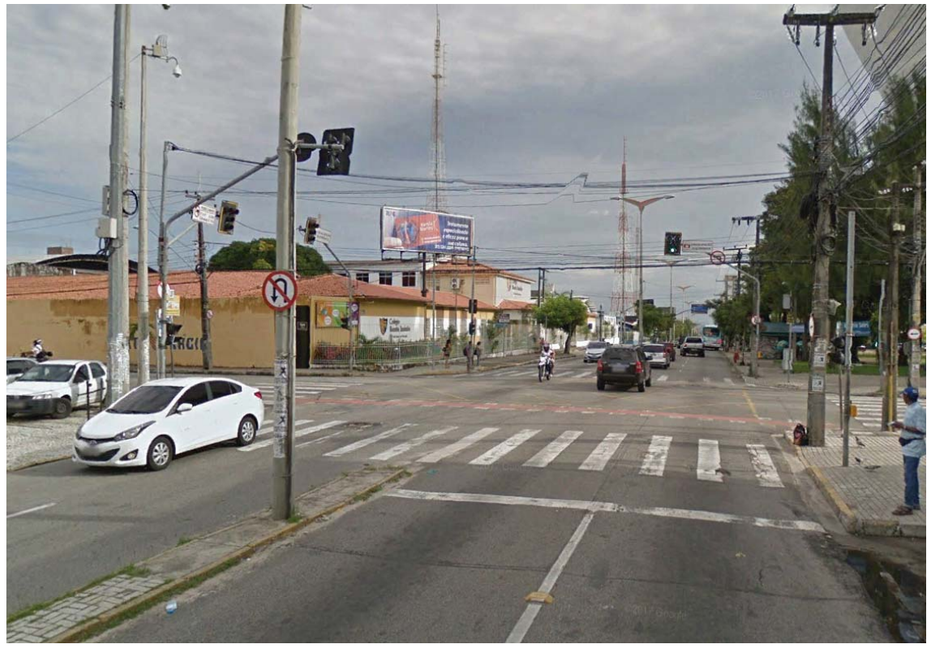


Figura 1.23 - Foto do Local do Ponto de Interligação da Adutora Interligando o Reservatório Mucuripe com o Reservatório Aldeota



Figura 1.24 - Foto da Caixa de Entrada do Reservatório Enterrado Aldeota de onde Parte a derivação para a rede do Setor Aldeota



Figura 1.25 - Foto do PV da rede de Esgoto na Avenida Desembargador Moreira



1.4. Considerações sobre a Alternativa

A escolha do ponto de interligação com o Reservatório do Mucuripe se deve ao fato deste reservatório ser o mais próximo do local de implantação da planta da usina de dessalinização. Além disso, não foram

VERSÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

identificados pontos de interligação capazes de se conectar à tubulação de adução por incompatibilidade de dimensão (diâmetro).

2. História do Processo de Dessalinização

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 não foi até 1872 que o engenheiro sueco Carlos Wilson construiu no Chile a primeira planta de dessalinização de tamanho industrial. Era um Solar de 4.757 m2, com capacidade de produção de 22,5 m3/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 multiestágio (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 e não foi até 1959, quando 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. Não é até nove anos depois, em 1974, que a primeira usina de dessalinização de OI para água do mar nas Bermudas entra em operação.

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, o uso de economias de escala e a otimização dos diferentes Processos de dessalinização.

Atualmente, a osmose inversa é a tecnologia mais utilizada na dessalinização devido ao seu menor consumo de energia. A melhoria das membranas e o constante apoio da indústria na melhoria do equipamento eletromecânico envolvido no processo, bem como as inovações introduzidas na recuperação de energia, significaram que o consumo de energia de uma planta de dessalinização diminuiu drasticamente 40 anos.

3. Tecnologias de Dessalinização

Atualmente, existem vários processos de dessalinização da água, todos baseados na observação de fenómenos 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.

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 e existem 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 Osmose Inversa, eletrodiálise reversível e nanofiltração.

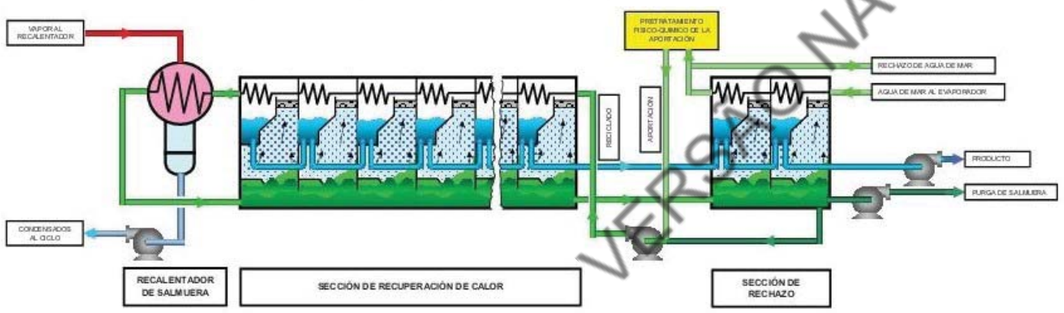
Em seguida, vamos explicar como cada um deles funciona.

3.1. Evaporação Instantânea Multietapa

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 fornece o aumento de temperatura necessário para iniciar o ciclo.

Figura 3.1 - Diagrama do processo de evaporação instantânea Multietapa



Olhando para o fluxograma na Figura 3.1, 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 superaquecedor. Neste ponto, a Reciclagem está na temperatura máxima admissível do ciclo e é introduzida no primeiro estágio do evaporador a partir do fundo. Ao entrar neste estágio, a reciclagem 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 aparece na etapa. O vapor liberado passa pelos equipamentos (*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 o feixe de tubos, onde é coletado. A Reciclagem que permanece na parte inferior do estágio sem evaporação, vai para a próxima etapa, sendo novamente com uma pressão menor que a saturação com a temperatura que conduz, repetindo o já explicado ciclo de evaporação e condensação, nela, e no restante das etapas seguintes até chegar ao último. A água do mar da captação de água do mar circula pelos tubos da seção de rejeição de calor. Na saída dos estágios de rejeição de calor, a água do mar aumentou sua temperatura e parte dela é devolvida ao mar como água do mar rejeitada e outra parte é adicionada ao ciclo após ser desgaseificada e quimicamente tratada. Para evitar a corrosão e incrustações, isso é chamado de Contribuição. O fluxo de Contribuição, mais uma parte da salmoura remanescente na última etapa são misturados formando a Reciclagem, que é introduzida, através da bomba de reciclagem, dentro dos tubos das etapas da seção de recuperação de calor, tornando fluido frio para condensar o vapor que é formado em cada estágio. Esta reciclagem 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, até atingir a temperatura máxima do ciclo, no reaquecedor, a condensação de um vapor externo sendo a fonte de calor para aquecer a reciclagem até a referida temperatura máxima. O condensado do superaquecedor é retornado ao ciclo térmico do qual vem o vapor.

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

Para manter o balanço de sal do evaporador, uma vez que está continuamente introduzindo uma quantidade de água com sais através da contribuição da água do mar, é necessário extrair a mesma quantidade de sais para evitar a sua acumulação no interior e que as correntes estão concentradas. Para isso, fazemos uma purga de salmoura no ponto de máxima concentração de sais, que é a salmoura da última etapa.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Devido ao conteúdo de ar e gases da água do mar, uma vez que estes não são completamente eliminados no pré-tratamento a que está submetido e, por outro lado, em que um grande número de etapas funciona sob condições de vácuo, normalmente existe ar a partir do exterior através dos poros, flanges, equipamento, etc., é necessário extrair os gases incondensáveis para evitar que se acumulem no interior do evaporador, fazendo com que perca desempenho. Para isso, um equipamento de vácuo e uma rede de estágios são instalados. Este equipamento é normalmente formado por ejetores com condensadores barométricos ou de superfície.

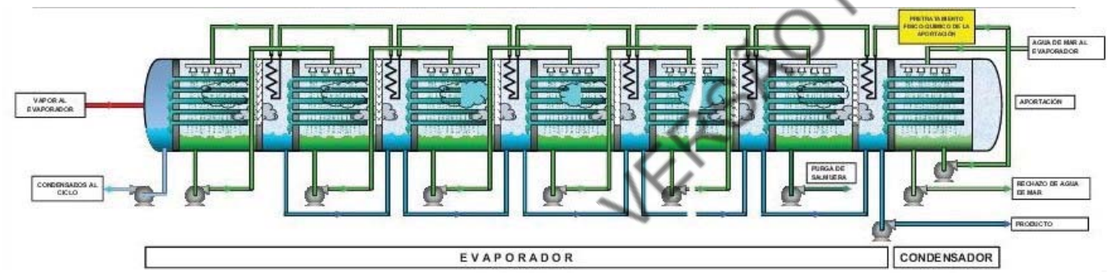
Os parâmetros característicos mais importantes relacionados a este processo são os seguintes:

- ✓ 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. Como essa definição vem do mundo anglo-saxão e não é uma unidade adimensional, suas unidades são lb-produto/1000 BTU. Estas unidades são difíceis de manusear, mas coincidem aproximadamente com kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 95 e 120 °C, o que é normal.
- ✓ Fator de concentração
  É o quociente de dividir a concentração de Reciclagem, entre a concentração de água do mar, ambas expressas em mg/L ou ppm.

3.2. Destilação Multiefeito

O processo de destilação multiefeito é também conhecido pelo seu acrônimo em inglês MED que corresponde ao nome de Destilação de Múltiplos Efeitos.

Figura 3.2 - Processo de destilação 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 do mar que evaporaremos novamente. Olhando para a Figura 2, 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, que é aquecido para atingir a temperatura máxima e evapora parcialmente. O vapor produzido neste primeiro efeito, passa por algumas desembocaduras, para remover o arrasto da 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 é encontrado 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 do sistema. Os tubos, que dão seu calor de condensação, evaporando a mesma quantidade de água. Em conclusão, o vapor produzido em cada efeito vem da evaporação devido ao desequilíbrio térmico entre os efeitos e pela condensação do vapor dentro dos tubos. Este processo está se repetindo, 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, apenas a água do mar é aquecida; é o foco frio do ciclo térmico. Na saída deste efeito/condensador, o fluxo de água do mar quente é dividido em dois, um que é a rejeição e é devolvido ao mar e outro, que é a contribuição e é aquele que é bombeado para os efeitos antes do capacitor em sentido ascendente, do penúltimo efeito ao primeiro. Esta contribuição de água é introduzida dentro de trocadores de calor, que são em cada efeito e que utilizam uma parte do vapor produzido para aquecer este fluxo de contribuição, 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 as seguintes finalidades, pulverizando a parte externa dos tubos.

O efeito antes do condensador é onde a água do mar é mais concentrada, uma vez que anteriormente foi parcialmente evaporada nos outros efeitos. É onde faremos a purga da salmoura para manter o equilíbrio de sal do evaporador.

O vapor condensado no primeiro efeito retorna ao ciclo externo de onde vem, pois é o condensamento do vapor condutor. O condensamento do segundo e do seguinte é o Produto, que está sendo circulado de um efeito para outro, contatando cada vez com uma pressão mais baixa, para que uma parte da água desse produto evapore para equilibrar as pressões e as temperaturas, este vapor é incorporado com o resto dos vapores produzidos no efeito e condensado no seguinte. Desta forma, quando o fluxo de

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 está 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. Portanto, existe um sistema de aberturas em cada efeito, sendo os incondensáveis extraídos por um equipamento a vácuo.

A água da Contribuição, antes de introduzi-la no evaporador, será 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. Como essa definição vem do mundo anglo-saxão e não é uma unidade adimensional, suas unidades são lb-produto/1000 BTU. Estas unidades são difíceis de manusear, mas coincidem aproximadamente com kg-produto/kg-vapor, quando este vapor está em condições de saturação e entre 80 e 120 °C, o que é normal.
- ✓ Fator de concentração
  É o quociente da divisão da concentração da purga da salmoura entre a concentração da água do mar. Ambos expressas em mg/L ou ppm.

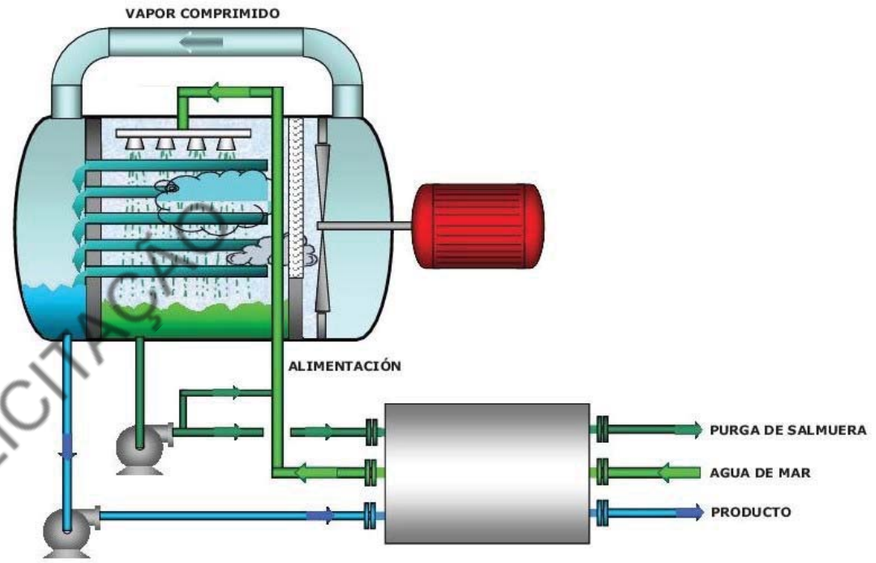
3.3. Compressão de Vapor

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, é conhecido como Compressão Mecânica de Vapor, ou por sua sigla em Inglês M.V.C. Compressão Mecânica de Vapor. O outro procedimento comprime o vapor por meio de um compressor ejetor, movido por um vapor de média pressão, é o procedimento conhecido como Ejeto Compressão de Vapor, ou por sua sigla em inglês T.V.C. que corresponde à Compressão de Vapor Térmico.

3.3.1. Compressão Mecânica de Vapor

Vamos começar explicando o processo de Compressão Mecânica a Vapor seguindo o diagrama da Figura 3.3. 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 3.3 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor

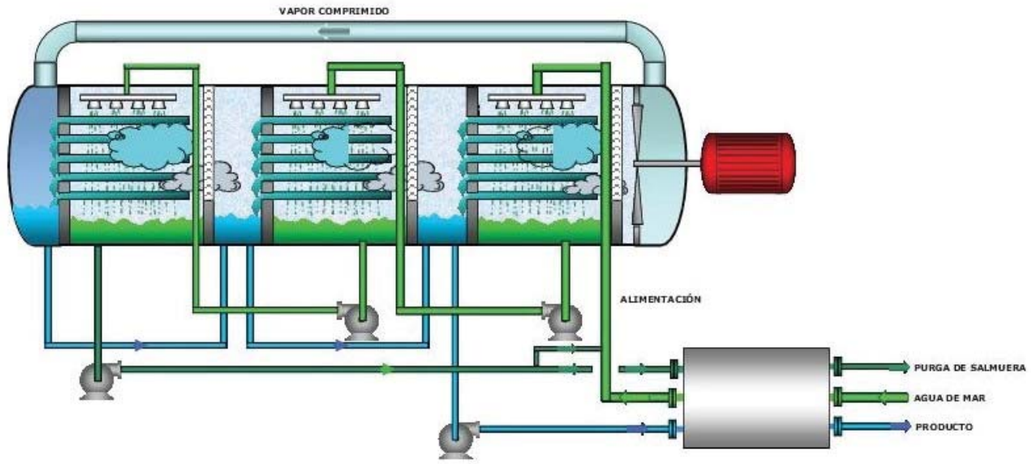


A água do mar é passada pelo trocador de calor, onde é aquecida. A água do mar é fornecida ao ciclo na sua totalidade, para a qual é misturada com uma parte da salmoura e forma a alimentação, que é bombeada para o evaporador, sendo pulverizada, através de bicos, nos tubos do condensador. Esta alimentação é aquecida 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 (desembaçadores), entra na sucção do compressor, que o comprime até atingir uma pressão mais alta, tornando-se um vapor superaquecido. Este vapor é introduzido dentro dos tubos do evaporador, onde primeiro perde seu calor sensível e depois se condensa, produzindo 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. A contribuição que não evaporou cai para o fundo do evaporador de onde é extraído por meio de uma bomba, dividindo-se em duas correntes; aquele que é o que se mistura com a água do mar de contribuição para formar a alimentação e, a outra, que é a purga de salmoura necessária para manter o equilíbrio de sal. Como a purga ainda tem calor sensível, ela é resfriada no trocador de placas, onde ela fornece calor à água do mar que entra no evaporador. A água do mar 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Neste processo é possível colocar até três evaporadores em série, deixando o diagrama como mostrado na Figura 3.4, abaixo.

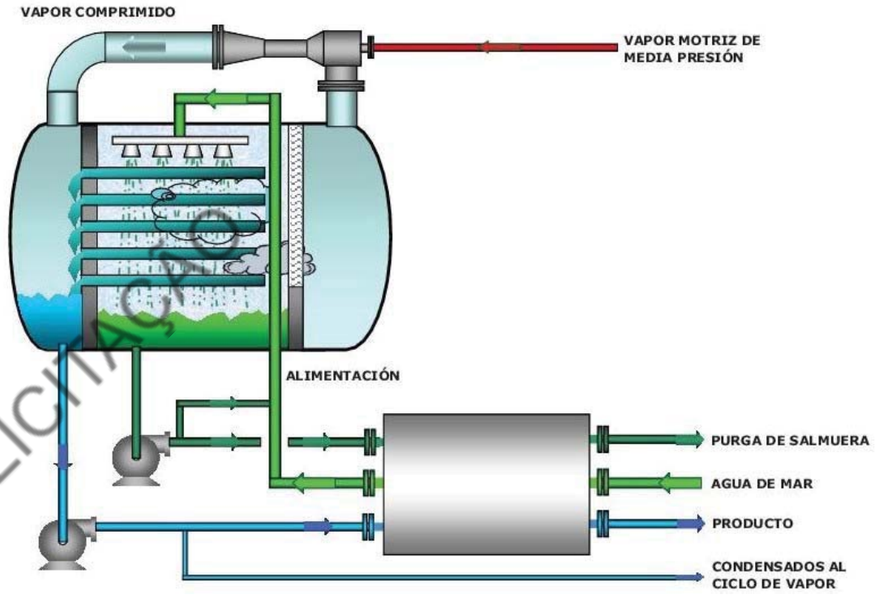
Figura 3.4 - Ciclo do processo de compressão mecânica do vapor (Multietapa)



3.3.2. Ejeto 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 externo, veja a Figura 3.5. A diferença mais importante é que no ejetor de vapor o vapor externo é misturado e o vapor é produzido dentro da câmara, portanto, o produto obtido deve ser dividido em duas correntes: uma que tenha o mesmo fluxo peso que o vapor do motor utilizado e que é devolvido para a caldeira de produção de vapor, esta corrente é chamada Condensado e a outra parte, que é o produto líquido obtido.

Figura 3.5 - Ciclo de processo de ejeto de compressão de vapor



Os parâmetros característicos da Compressão de Vapor são os seguintes:

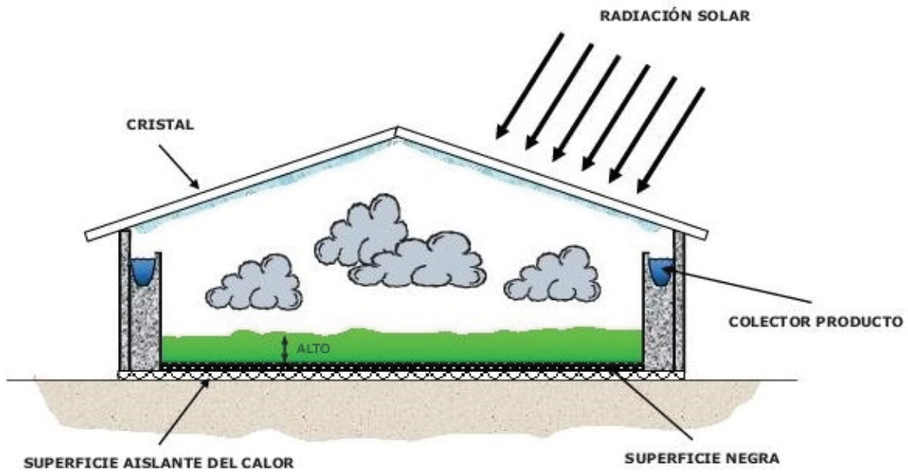
- ✓ Relação de compressão
  É a relação entre a pressão de saída do compressor e a do interior do evaporador ou a pressão na sucção. Neste tipo de plantas, a taxa de compressão é geralmente baixa de 1,25 a 1,35, aproximadamente.
- ✓ Fator de concentração
  É o número resultante da divisão da concentração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

3.4. 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 3.6 - 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, a superfície preta, que é aquecida, 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, a água condensada escorrega pelo plano inclinado do vidro, coletando em dos coletores localizados nas laterais do módulo de onde é extraído. Uma vez que o vapor tenha se condensado na superfície do vidro e resfriou 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 que perderia o desempenho do sistema.

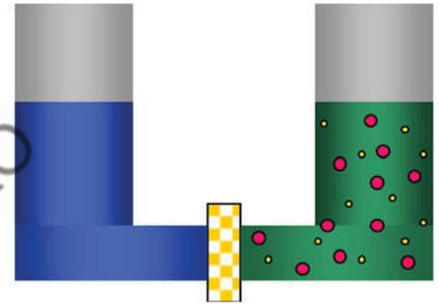
Este processo tem grande variabilidade na produção, dependendo da hora do dia, das estações do ano e das condições climáticas, isso evita o uso para resolver grandes necessidades de água. No entanto, pode ser adequado quando se trata de obter água potável em áreas onde não há fonte de energia e onde, 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.

3.5. Osmose Inversa

O processo de Osmose Inversa é explicado nas figuras abaixo.

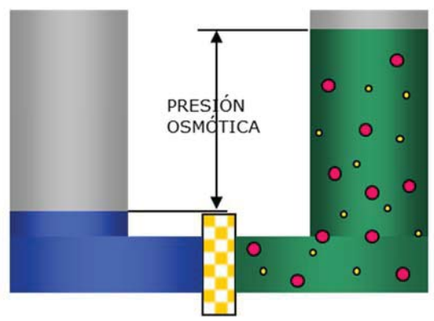
A Figura 3.7 mostra dois vasos comunicantes separados por uma membrana semipermeável, isto é, uma membrana que permite apenas a passagem de água, não sais.

Figura 3.7 - Vasos de comunicação



Se no copo à esquerda colocarmos água pura e na água à direita 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 pura 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 3.8, parece que o processo está paralisado.

Figura 3.8 - Osmose Direta

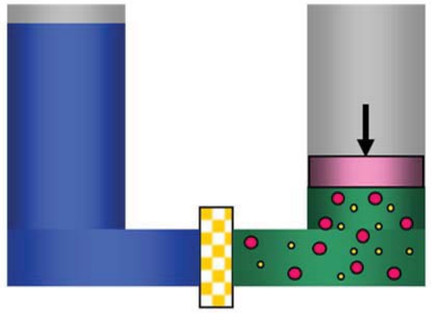


O que realmente acontece é que, uma vez que as pressões osmótica e hidrostática em ambos os lados da membrana são equalizadas, o número de moléculas de água que passam por ele em uma direção é igual ao número de moléculas que passam por ele na outra, permanecendo iguais, desta forma em equilíbrio.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Se neste mesmo processo de osmose, Figura 3.8, colocamos um êmbolo na superfície da solução salina e exercemos uma pressão mecânica sobre ela, quando chegamos 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 3.9 Ou seja, obteremos água pura de da solução salina. Este processo é conhecido como processo de osmose inversa e é aplicado para dessalinizar as águas salobras e marinhas.

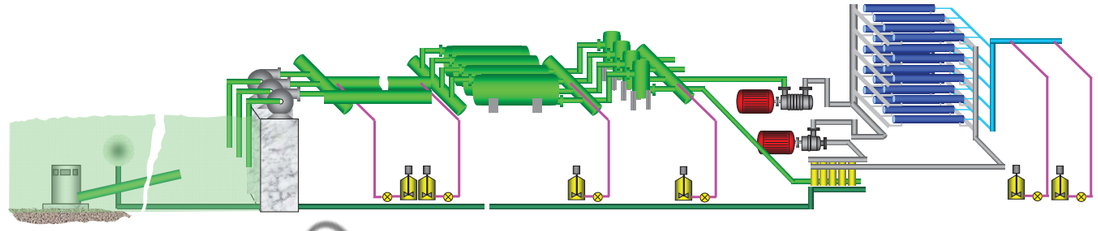
Figura 3.9 - Osmose Inversa



A figura 3.10 mostra o processo comercial de osmose inversa (RO). É um diagrama simplificado de uma planta de RO 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 mícrons 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 3.10 - 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) entre o 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 m3 de água do mar que é introduzida nas membranas, obtém-se entre 45 e 55 m3 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 atualmente 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.

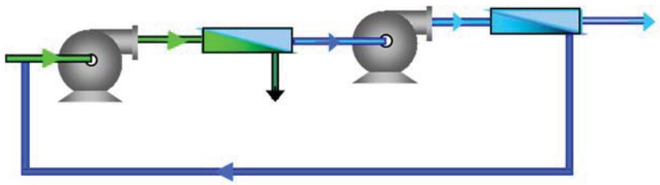
Os sistemas de recuperação de energia da salmoura das plantas de OR aproveitam o salto de pressão entre a pressão da salmoura na saída das membranas e a pressão de saída dos sistemas de recuperação. Usando esses sistemas de recuperação de energia, a energia necessária para realizar o processo de OI é 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

Figura 3.11 - Diagrama de uma planta de OI de duas etapas



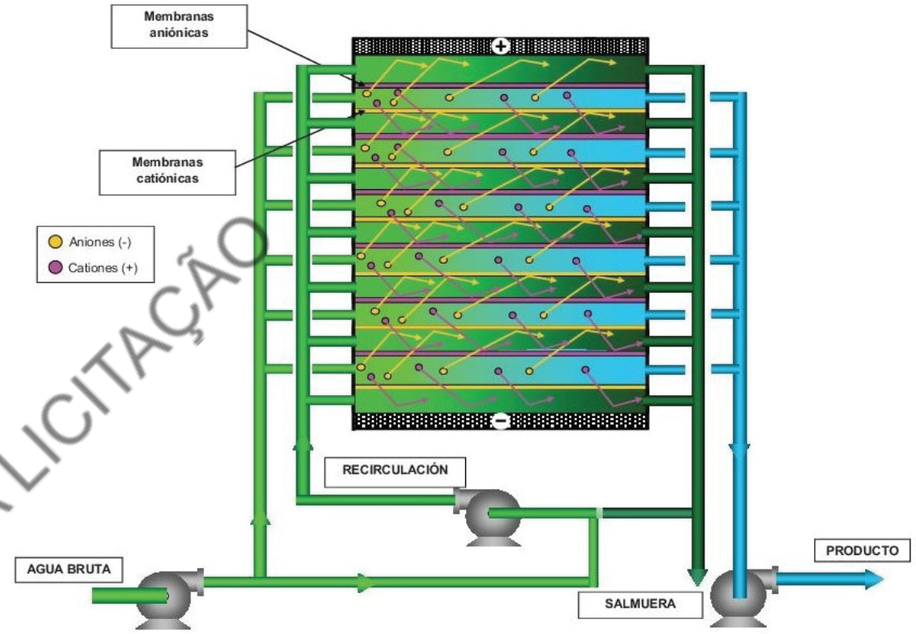
Na Figura 3.11 podemos ver um diagrama simplificado de uma planta de osmose inversa (OI) de dois passos. O permeado do primeiro passo é aumentado pela pressão da bomba, chegando a 6 ou 8 bar e é introduzido nas membranas OI do tipo de água salobra. O permeado desta segunda etapa terá um teor de sal inferior 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.

3.6. Eletrodiálise

Na eletrodiálise o que se move, diferentemente da OI em que o que se move é a água que atravessa as membranas deixando uma corrente concentrada em sais, são os íons dos sais dissolvidos, que através das membranas deixam uma corrente de água livre deles, Figura 3.12.

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+) carregados positivamente (cátion) e íon cloreto (Cl-) carregado negativamente (ânion).

Figura 3.12 - Processo de Eletrodiálise



Sob os efeitos de um campo elétrico formado por uma corrente contínua, os íons migrarão de tal forma que os cátions (Na+, Ca2+, Mg2+, etc.) positivamente carregados, eles se moverão em direção ao polo negativo ou cátodo, e os ânions (Cl-, SO42-, CO3H-, etc.) carregado negativamente vai fazê-lo para o polo positivo ou ânodo, Figura 6.

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 6) transferirão os cátions, por exemplo, Na+, Ca2+, Mg2+, mas não os ânions.

Reciprocamente, as membranas aniônicas (marcadas em rosa na Figura 6) têm em sua estrutura cargas positivas fixas (como íons de amônio quaternário) que repelem os cátions e permitem a transferência de ânions, por exemplo, Cl-, SO42-, HCO3-, mas não os cátions.

A Figura 6 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 eletrodiálise 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 eletrodiálise 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 Eletrodiálise 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.

3.6.1. Eletrodiálise Reversível

O mecanismo da Eletrodiálise Reversível difere do Eletrodiálise unidirecional (ED) num aspecto simples, mas muito significativo. Se operarmos um sistema de eletrodiálise unidirecional -como mostrado na Figura 6 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 Eletrodiálise Reversível (EDR).

Na Figura 6, pode ser visto que 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 Eletrodiálise 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 6.

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.

3.6.2. Aspectos a destacar de ED e EDR

A eletrodiálise 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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.

3.7. Nanofiltração

A nanofiltração (NF), um processo localizado entre a ultrafiltração (UF) e a osmose inversa, utiliza membranas semipermeáveis com um tamanho de poro aproximado entre 0,0001 e 0,001 mícrons, 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 pontos sólidos dissolvidos, turbidez e microrganismos são eliminados. UF é usado para remover partículas de 0,001 - 0,1 µm da água, também é usado 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 sais divalentes determinados.
- ✓ 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.

4. Comparativo de Tecnologias

Levando em conta o fluxo de produção necessário para a planta dessalinização de Fortaleza de 1 m3/s, as únicas tecnologias comerciais viáveis para essa produção são MSF, MED e OI. Entre o MSF e o MED é o último com o qual são obtidos menores custos de investimento e menor consumo de energia.

Para MSF e MED, é necessária uma fonte de calor externa, geralmente de uma usina termelétrica. Se esta fonte de calor não estiver disponível, essas tecnologias não podem ser usadas, em hipótese alguma, mesmo que o vapor d'água estivesse disponível, digamos a custo zero, a solução OI é a tecnologia de dessalinização com menores custos de investimento e menor consumo de energia elétrica, portanto, se uma planta OI for projetada para dessalinizar água do mar e este vapor de água se condensar por meio de uma turbina para produzir energia elétrica, esta última solução teria menores custos de investimento e exploração do que uma planta de destilação multiefeito, por esse motivo que atualmente a tecnologia escolhida para dessalinizar grandes volumes de água do mar em usinas de dessalinização instaladas em

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

todo o mundo é a osmose inversa. Hoje, essa tecnologia no nível comercial não tem concorrência em termos de garantir o menor investimento e custos operacionais para a produção de água potável, dessalinizando a água do mar.

5. Visão global de uma planta de osmose inversa

5.1. Terminologia da osmose inversa

Alguns dos conceitos mais importantes de uma planta de osmose inversa são definidos abaixo.

Pré-tratamento físico.

É o conjunto de operações que são aplicadas à água bruta para eliminar todas as substâncias em suspensão que contém.

Pré-tratamento químico.

É o conjunto de adições de reagentes químicos que são adicionados à água bruta a ser tratada, a fim de ajudar a remoção de matéria em suspensão antes dos pré-tratamentos físicos, ou a eliminação de matéria viva presente na água bruta ou a adequação das características químicas da água bruta para evitar a precipitação de determinados sais durante o processo de dessalinização.

Pós tratamento.

É o conjunto de adições de reagentes químicos que são adicionados à água permeada, a fim de ajustar suas características para a qualidade da água necessária ao produto.

Tipos de Água.

A água pode ser classificada em diferentes tipos, dependendo do total de sólidos dissolvidos que contém, em inglês *Total Dissolved Solids* (TDS):

- ✓ Água pura: TDS menor a 500 mg/L
- ✓ Água salobra: TDS de 500 a 30,000 mg/L
- ✓ Água de mar: TDS de 30,000 a 40,000 mg/L
- ✓ Hipersalina: TDS maior que 40,000 mg/L

Água Bruta.

É a corrente de água que é usada para dessalinizar e obter a água do produto. Pode ser água salobra ou água do mar.

Salmoura.

É a corrente de água que na saída dos Bastidores de membrana foi deixada com todos os sais que a água bruta tinha na entrada. É a corrente concentrada em sais.

Permeado.

Água Permeada ou Permeada é o fluxo de água de baixa concentração de sais, proveniente das estruturas da membrana. Dependendo da concentração da água bruta, o tipo de sais que contém, o tipo de membrana utilizada, a temperatura da água e outros fatores, a água permeada irá conter uma certa quantidade de sais, devido à rejeição de sais por das membranas nunca é 100%.

Produto.

Produto ou Produto da Água é a água obtida após a passagem da Água Permeada pelo Pós-tratamento para adaptar a água dessalinizada à qualidade de uso requerida. A água permeada obtida da OI é uma água muito agressiva de baixo índice de Langelier.

Fator de conversão.

É o quociente obtido pela divisão do fluxo de água permeado obtido na unidade de tempo entre o fluxo de água do mar ou a água salobra fornecida na mesma unidade de tempo. Este fator é expresso como uma porcentagem.

Membrana de OI.

É assim que o elemento isolado é definido, o que constitui uma unidade de vendas para o fabricante, bem como uma peça de reposição, garantia etc.

Tubo de pressão.

É o recipiente que é usado para conter as membranas OI. É feito de PRFV e normalmente contém 6 a 8 membranas de OI, funciona sob pressão.

Módulo de membranas.

É assim definido para o conjunto de membranas OI montadas em um único tubo de pressão.

Bastidor de membranas.

Isso é definido como o conjunto de módulos dispostos no número de estágios que foram projetados, mas todos eles são alimentados por uma única bomba de alta pressão.

Passo de Osmose.

É o conjunto de módulos OI que são alimentados por uma corrente de água da qual são obtidas água e salmoura permeadas e cuja salmoura não é introduzida em um novo conjunto de módulos OI. Diz-se que o processo OI é um passo, quando o permeado obtido nas membranas é usado diretamente sem passar por "outro passo" de OI e a salmoura não é mais usada para outro processo de OI.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Se o permeado obtido a partir de um primeiro passo de OI, é bombeado para outras membranas para submetê-lo novamente ao processo de OI, a fim de reduzir o seu teor final de sal, diz-se que o OI é de dois passos. Se este permeado é reenviado para o processo OI, seria dito que são três etapas e assim por diante.

Etapas de OI.

Quando a rejeição de um conjunto de módulos de membrana OI é usada como fonte de alimentação para outro conjunto de módulos, o primeiro conjunto é o primeiro estágio e o segundo é o segundo estágio. Em uma planta pode haver um, dois, três ou mais estágios. O número de etapas é uma função de: o equilíbrio hidráulico das membranas, as características das membranas, o tipo de água bruta, o fator de conversão, etc.

Rejeição de Sais.

É assim denominado por cento de sais que são rejeitados pelas membranas da osmose inversa. Este valor é geralmente da ordem de 99,5% para as membranas de água do mar, isto é, a passagem de sais para a água permeável é de 0,5% das contidas na água bruta.

Fluxo ou Fluxo específico.

É o fluxo de permeado que passa através de uma unidade de superfície de membrana. É medido em L/m2/h ou em gfd, que são galões por pé quadrado por dia. É um parâmetro que os fabricantes de membranas limitam para o projeto, dependendo das características da água de alimentação para as membranas.

Bombas de água do mar, água salobra ou de captação.

São as bombas responsáveis pelo envio da água bruta coletada para a usina de dessalinização. Eles estão localizados no ponto onde a água bruta a ser dessalinizada.

Bombas Intermediárias.

Quando o bombeamento de coleta envia a água bruta capturada para um tanque intermediário, ou quando, devido ao pré-tratamento físico, é necessário quebrar a carga na impulsão da água bruta desde a captação, é necessário a instalação de uma bomba intermediária que conduza a água bruta até a sucção das bombas de alta pressão. Estas bombas são chamadas Bombas Intermediárias.

Bombas de Alta Pressão.

São as bombas que dão a energia necessária à água bruta para que o fenômeno da osmose inversa possa ocorrer dentro das membranas. Estas bombas fornecem a pressão necessária para superar a pressão osmótica máxima dentro do tubo de pressão, mais as perdas de carga do sistema.

Bombas Booster.

São as bombas instaladas entre dois estágios de osmose e são aquelas que aumentam a pressão da salmoura desde o primeiro estágio, para levá-la à alimentação do segundo estágio. Também conhecidas como Bombas Booster aquelas usadas para alimentar bombas de alta pressão e para alimentar sistemas de troca de pressão.

Bombas do Segundo Passo.

São as bombas instaladas entre duas etapas de osmose. As bombas são responsáveis por aumentar a pressão do produto desde o primeiro passo para impulsioná-lo para alimentar o segundo passo. Esta pressão é necessária para superar a pressão osmótica máxima no segundo passo, mais as perdas de carga do sistema.

Bombas de Recirculação.

Existem sistemas de recuperação de energia que aproveitam a pressão da salmoura na saída das membranas para transmitir essa energia a uma parte do fluxo de água bruta das membranas, como os sistemas de troca de pressão (SIP) ou os TurboCharger. Neste caso, é necessário instalar bombas entre o sistema de recuperação de energia e o suprimento de estrutura que fornece o diferencial de pressão que a água bruta está faltando para permitir o processo de OI, essas bombas são chamadas de Recirculação e também são conhecidas como *Booster Pumps*, embora para diferenciá-las dos Boosters anteriores, a denominação de Bombas de Recirculação é preferida.

Sistemas de recuperação de energia.

São aqueles sistemas instalados na saída da salmoura dos bastidores de OI, para recuperar a energia desta corrente e aproveitar para reduzir a energia consumida pela instalação. Estes sistemas são de vários tipos e estão listados abaixo.

Bomba Invertida.

Este é um dos mais antigos sistemas de recuperação de energia. Consiste em passar a salmoura através de uma bomba que funciona ao contrário, é como uma turbina Francis, de modo que na saída da bomba a salmoura tem muito pouca pressão, a energia recuperada no eixo da bomba é usada diretamente conectando-a ao Motor de bomba de alta pressão, reduzindo assim o trabalho a ser feito pelo motor.

Turbina Pelton.

É o sistema de recuperação de energia que surgiu após a bomba invertida e que veio melhorar o desempenho de recuperação e melhorar o sistema global. Assim como a bomba invertida, o eixo da Turbina Pelton é conectado diretamente ao motor da bomba de alta pressão, reduzindo assim o trabalho a ser feito pelo motor.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Sistemas de troca de pressão.

É o mais moderno dos sistemas de recuperação de energia, consistindo na pressurização de um fluxo de água bruta através do fluxo da salmoura de pressão, usando o princípio de Pascal (se uma pressão externa é aplicada a um fluido incompressível confinado, a pressão em cada ponto do fluido aumenta nessa quantidade). Existem vários fabricantes de equipamentos baseados nesse princípio. O desempenho de recuperação de energia é superior ao da Turbina Pelton.

Turbocharger.

É o sistema de recuperação de energia da salmoura composta de uma turbina do tipo Francis e uma bomba diretamente acionada por ela, direta e rigidamente unida, formando um corpo único.

5.2. Condições para o projeto de uma planta de OI

Os fatores determinantes a serem levados em consideração ao definir o local e projeto de uma planta de OI são:

- ✓ A coleta de água bruta
- ✓ A evacuação da salmoura gerada
- ✓ A impulsão da água produzida
- ✓ O fornecimento de energia elétrica

Estes quatro aspectos são definitivos na operação da planta de dessalinização, nos custos de investimento e exploração e no cumprimento da quantidade e qualidade do produto esperado, bem como na confiabilidade e disponibilidade da instalação.

Captação:

É importante ter certeza sobre a qualidade da água bruta na área onde é potencialmente planejada a instalação da bacia de dessalinização. Se análises preliminares suficientes não forem feitas, podemos descobrir que na área escolhida para a coleta, a água bruta contém substâncias que tornam o pré-tratamento e/ou o investimento da usina de dessalinização mais caro. A presença de hidrocarbonetos, óleos ou gorduras é muito prejudicial à operação, tornando-a cara e forçando a instalação de equipamentos de pré-tratamento adicionais. Também a presença de microalgas, bactérias e vida em geral, em quantidade importante, pode dificultar o design e a operação. A existência de uma área de proteção ambiental especial não seria a zona mais adequada para instalar a coleta de água do mar. Também é necessário evitar áreas onde haja atividades industriais ou recreativas, bem como descargas de descargas de água industrial ou de águas residuais.

Descarga de salmoura:

Deve-se verificar que a zona prevista para a descarga de salmoura não é uma área de proteção ambiental especial, nem que há fauna ou flora bentônica a ser protegida ou muito sensível. Também é necessário evitar áreas onde existam atividades industriais que possuam captação de água do mar a qual a descarga possa afetar. As melhores áreas para proceder com uma descarga de salmoura são aquelas que, naturalmente ou devido à ação antiga do homem, são degradadas, áreas de rocha com pouca ou nenhuma atividade biológica ou quantidade muito baixa de ecossistemas. Se houver descarga de água de outra instalação, deve-se considerar a possibilidade de descarga conjunta de ambos, analisando se os efeitos adversos de cada um podem ser mitigados. Exemplo de duas descargas que, quando tomadas em conjunto, produzem uma sinergia, são a salmoura proveniente de uma usina dessalinizadora de água do mar com água do mar para resfriamento de uma Usina Térmica, quando ambas as descargas se juntam, antes de serem enviadas ao mar, a salmoura diminui sua salinidade e a água de resfriamento reduz seu nível térmica.

Fluxo de água produzido:

É necessário: avaliar o ponto de entrega da água produzida a fim de garantir a melhor entrega do produto água da usina de dessalinização, para verificar se a rede de distribuição da água produzida tem capacidade para todo o novo fluxo que vai enviar, verificar se os materiais das tubulações da rede de distribuição e dos tanques de armazenamento são adequados às características da água produzida e que a qualidade da mistura com a água existente proporciona uma água que atenda às condições de fornecimento e regulamentos correspondentes.

Fornecimento de energia elétrica:

Deve ser verificado que um ponto de energia elétrica com capacidade suficiente para fornecer a energia necessária para a operação da instalação existe nas proximidades da Usina de Dessalinização.

6. 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Armazenamento e impulsão de produtos.
- ✓ Descarga de salmoura
- ✓ Serviços auxiliares
- ✓ Instrumentação e controle
- ✓ Sistema Elétrico

6.1. 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 de destilação, este é praticamente o único objetivo, uma vez que os processos de destilação são quase insensíveis às diferenças na qualidade da água bruta capturada. 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.

6.1.1. 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 absorção 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.

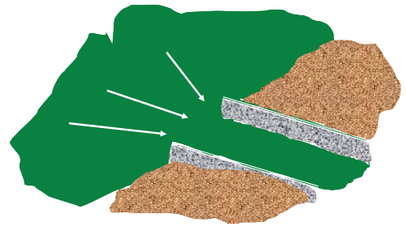
As possíveis soluções para a captura da água do mar podem ser amplamente divididas em “Captação aberta” ou “Captação por poços”. De ambos, tipicamente a melhor opção em termos de qualidade da água é a "Captação de Poço", já que a água captada nos poços sofre filtração natural através da terra, porém, 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.

6.1.1.1. *Captação aberta:*

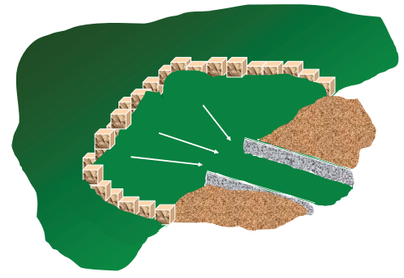
Captação direta: Uma captação é feita diretamente quando um canal é construído na costa que permite a entrada direta do mar na área onde as bombas de captação estão localizadas. A principal vantagem desta aquisição é que é um trabalho de construção barato, mas a principal desvantagem é que a qualidade 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 6.1 - Captação direta



Captação através do quebra-mar: é uma captura direta na qual 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, resolver algumas dessas complicações, 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.

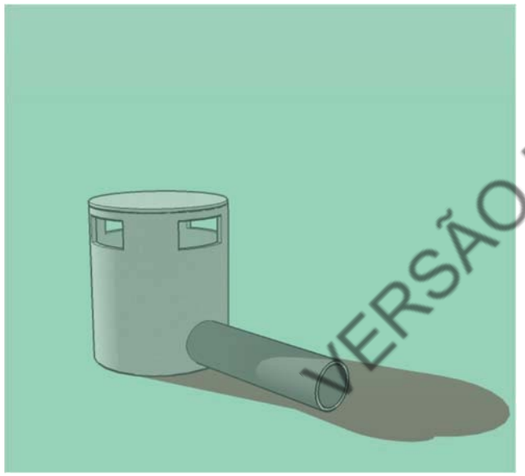
Figura 6.2 - Captação com quebra-mar



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Captação profunda. A captação profundida, 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 capturada 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: o primeiro que a velocidade de captura não é muito alta e evita uma corrente forte que atrai peixes e moluscos e em qualquer caso se houver a entrada de peixes que podem virar e os segundos têm diâmetro suficiente para que os mergulhadores possam passar e realizar a limpeza e manutenção do dito duto. 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 6.3, 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 janelas laterais, a entrada de matéria que pode ser jogado 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. Por outro lado, se alguém entrar, devido à falta de luz dentro da torre e a tubulação dirigindo de volta para fora. Este sistema não resolve todos os problemas, mas os minimiza e é o mais utilizado nas capturas abertas atuais. O principal problema é o custo e as dificuldades das obras marítimas.

Figura 6.3 - Captação através da torre de coleta

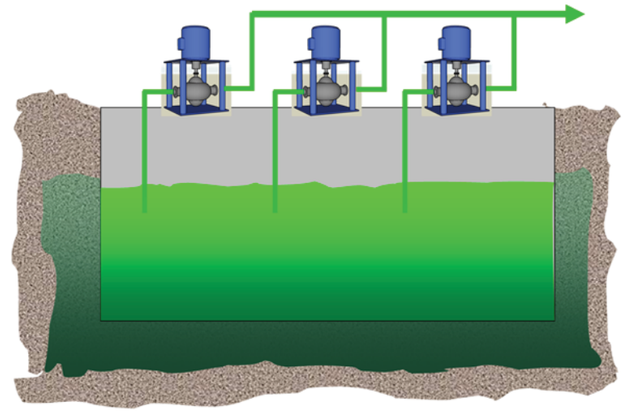


6.1.1.2. *Captação por poços.*

Esse tipo de captura dependerá exclusivamente das características geológicas do terreno, ou o que é o mesmo do coeficiente de transmissividade das camadas que compõem a estrutura geológica da costa, no ponto em que você deseja fazer a ingestão 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 jarro. A água é de grande qualidade, sem matéria suspensa e construção muito barata. O problema é que essa solução geralmente não é possível.

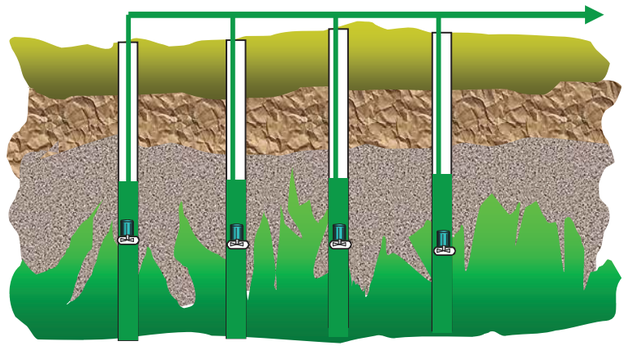
Figura 6.4 - Captação através do poço de Cântaro



Poço de sondagem. Esse tipo de captura pode ser feito 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.5 - Captação por Poço de Sondagem



Poços melhorados. Quando se trata de capturar grandes quantidades de água do mar para uma grande usina, a solução dos poços sonoros 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, consequentemente, 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.

6.2. 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 capturada, 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.

6.3. Pré-tratamento físico

Pré-tratamento físico significa aqueles tratamentos que estão incluídos no projeto para eliminar todas as substâncias não dissolvidas em água bruta, como colóides, hidrocarbonetos, microalgas, matéria em suspensão ou materiais flutuantes, por processos físicos. Às vezes, o pré-tratamento físico é combinado com o produto químico para atingir seu objetivo, por exemplo, na filtração, coagulantes são adicionados para coagular a matéria em suspensão e podem 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 câmeras, a gravidade geralmente acontece:

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ A queda de matéria trazida pelo vento: areias, papel, plásticos, etc. ou devido à ação do homem
- ✓ Aeração da água capturada 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 vida do que a água bruta captada inicialmente e isso vai produzir problemas de incrustação por bioincrustação nas membranas de OI.

6.3.1. 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.

6.3.2. 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 câmeras 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 no tubo é preferível, já que este tipo de coagulação é um processo fechado.

6.3.3. 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 online. No caso de ter que instalar mistura rápida e floculação em câmaras atmosféricas, 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 atmosféricas 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 inútil da mistura e/ou floculação.

6.3.4. 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 atmosféricas 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.

6.3.5. Sistema de Flotação - DAF

Este processo de separação é realizado por flotação aérea 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 filtragem, 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 que envia o material flutuante para um recipiente de onde é extraído por algumas bombas de parafuso. O ar é introduzido através da recirculação de uma parte da água flutuada 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 a boia por meio de um bocal especial, despressurizando e liberando as bolhas de ar que flutuam os flocos, hidrocarbonetos, óleos e/ou gorduras presentes na água bruta. A água de flutuação 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 eles 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. 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.

6.3.6. Filtração

Os fabricantes de membrana de OI solicitam uma taxa de entupimento na entrada de suas membranas, *Silt Density Index* (SDI) 15 minutos a menos de 5, 100% do tempo e recomendo 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 capturada 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 a SDI da água bruta seja baixa e, mesmo neste caso, a filtragem é normalmente instalada por segurança e caso os poços evoluam com o tempo e então é necessário usar a filtragem.

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 filtragem, 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% dos quilos de matéria aportados.

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 ou 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 carbono ativo 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 carbono 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 e complicada, por isso não conhecemos grandes instalações de dessalinização de água do mar onde seu uso é viável, como já mencionado, a mudança é recomendada 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 mícrons ou que a quantidade de partículas nessa faixa, você pode estudar a instalação de um filtro de pré-camada, a fim de poder eliminar essa questão de uma forma seguro 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 mícrons. Este tipo de filtro não é usado atualmente nas grandes usinas de dessalinização de OI.

6.3.7. 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 criptosporidium 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 mícrons, embora a forma mais comum de expressar o tamanho de exclusão em ultrafiltração seja referida como corte molecular, expresso em Daltons. A

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 mícrons, que elimina macromoléculas, proteínas, vírus e sílica coloidal, bem como protozoários, como criptosporidium 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 na 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 desconcentração. 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 entupimento dos mesmos, devido à alta redução de coloides inorgânicos e orgânicos, responsáveis, na maior parte, pela SDI15 das águas a serem tratadas e cuja faixa de tamanho está entre 0,1 e 10 mícrons.

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 mícrons.

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 SDI15 geralmente inferior a 3.

A Tabela 6.1 resume os resultados de um estudo de eliminação de diferentes microrganismos por ultrafiltração.

Tabela 6.1 - Desempenho na eliminação de partículas de Ultrafiltração

Microrganismo	Concentração em água de contribuição	Concentração na filtragem	Eliminação (Log)
Giárdia, (cistos/L)	2 E + 09	<1	>9
Cryptosporidium,(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 mícrons, 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 nas partículas em suspensão, à adsorção nas membranas ou à filtração secundária devido à

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 muito estendida no projeto da Ultrafiltração está online, 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.

6.3.8. 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, na ocasião, 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 e, 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 mícrons absolutos, com uma proporção Beta de 5.000. O Beta Ratio é a razão entre o número de partículas maiores que um determinado tamanho e por unidade de volume na água que entra, dividido pelo número de partículas maiores que um determinado tamanho e por unidade de volume na água. água da saída do filtro. É uma medida da eficácia da filtragem, portanto, uma Beta Ratio de 5.000 significa uma eficiência de 100 x (1-1/5000) = 99,98%.

6.4. Processo de Osmose Inversa

6.4.1. Membranas de OI

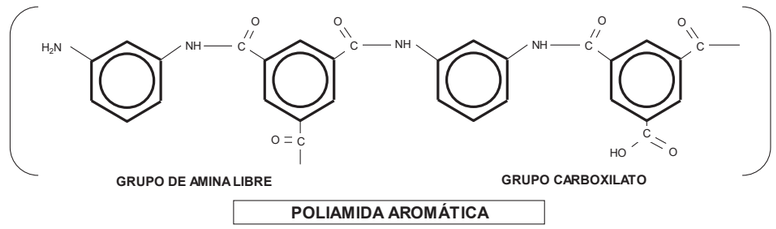
As membranas de OI são classificadas de acordo com vários aspectos delas. Esses aspectos são:

- ✓ 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 e onde ocorre o fenômeno de osmose inversa, é muito fina, o resto da membrana é estrutural. A maneira de se juntar 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.

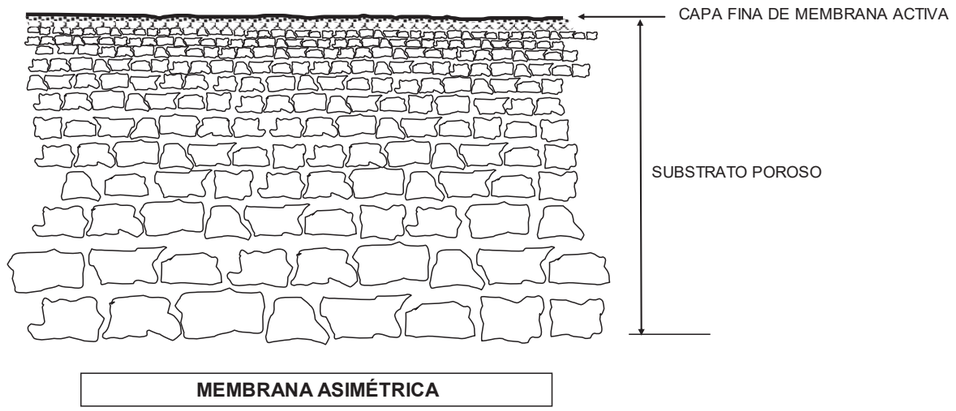
Figura 6.6 - Estrutura da poliamida aromática



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 através dela com a menor perda de carga possível, veja figura abaixo.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.7 - Membrana Assimétrica



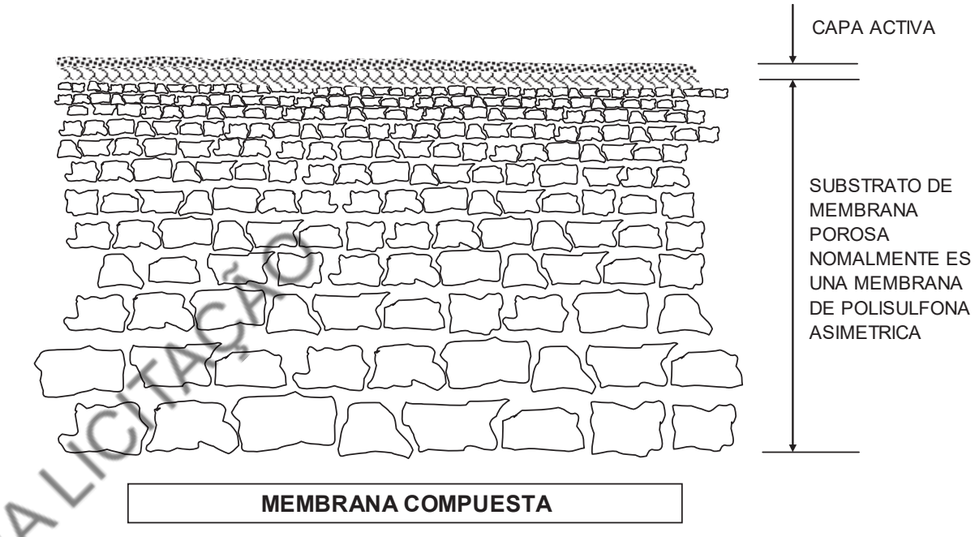
Este tipo de estrutura é muito conveniente, porque a espessura da camada ativa é pequena na ordem de 1.000 a 2.000 Å, então o fluxo, que é inversamente proporcional à espessura, pode ser muito grande. O resto da membrana é o substrato que funciona como suporte físico e também, os grandes poros dessa 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/m2. Veja a figura abaixo.

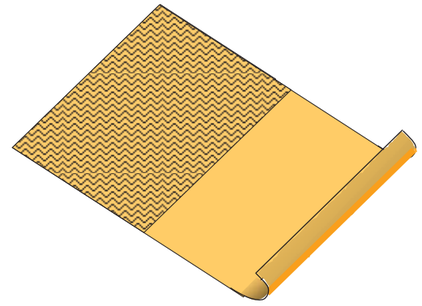
Figura 6.8 - Membrana Composta



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.

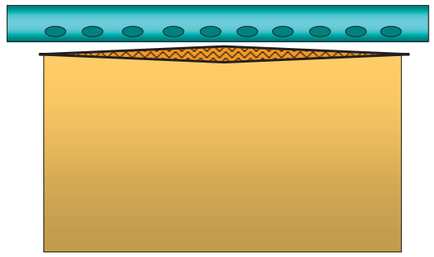
Figura 6.9 - Passo 1. Enrolamento em espiral (fonte o autor)



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

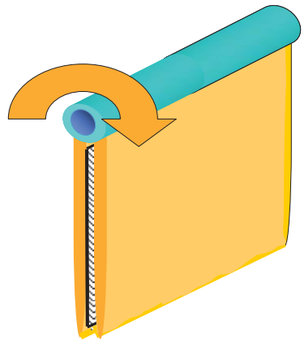
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.10 - Passo 2. Enrolamento em espiral (fonte o autor)



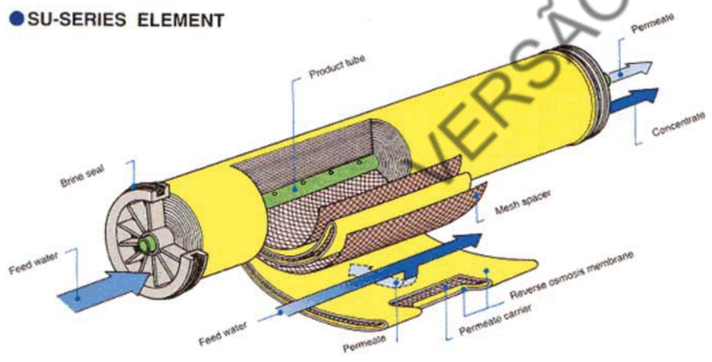
✓ O lado aberto do envelope gruda no tubo perfurado deixando os orifícios no envelope.

Figura 6.11 - 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 6.12 - 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 m2 de superfície ativa por m3 de volume de membranas é alta. Além disso, todos os fabricantes adotaram dimensões iguais para a membrana, o que permite fácil intercambialidade.

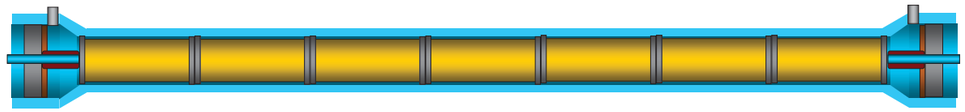
As membranas de enrolamento em espiral têm dimensões padrão com um diâmetro entre: 2,5", 4" e 8" e um comprimento de 1 metro. Atualmente existem também membranas de OI de 16 "de diâmetro e com um comprimento de um metro, ainda que instaladas comercialmente estão em poucas plantas.

6.4.2. Tubos de pressão

Em uma planta de dessalinização, todas as membranas estão instaladas dentro de um recipiente contendo o que é capaz de suportar a pressão e que também tem portas de entrada e de saída 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, 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 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 6.13 - Seção do tubo de pressão com membranas internamente

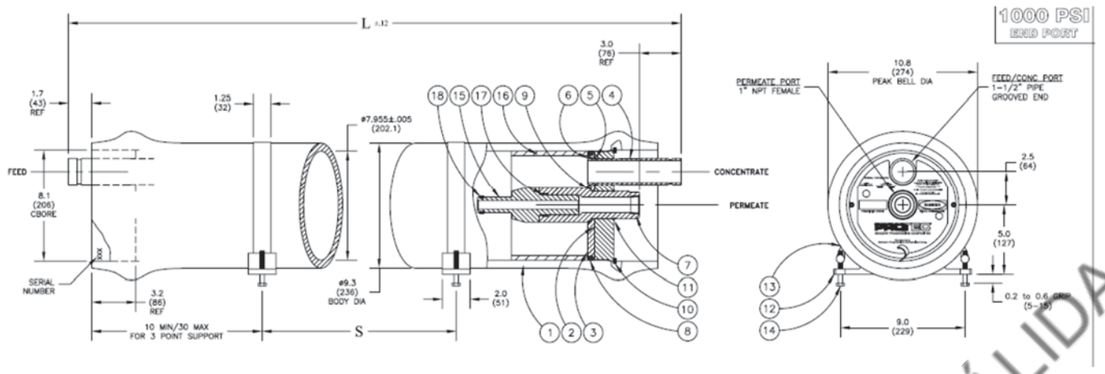


VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 sai 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.

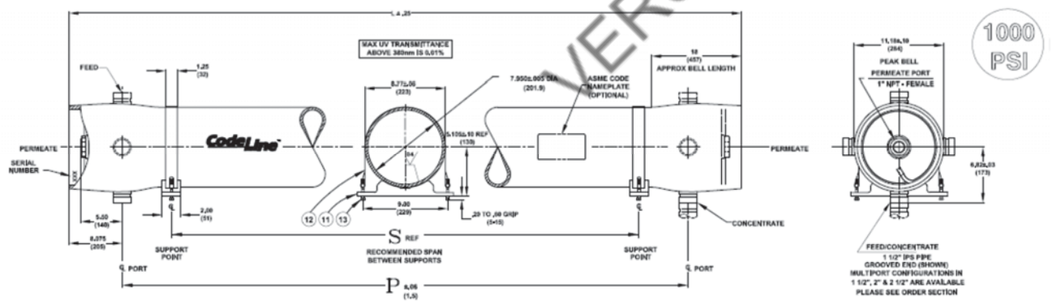
Figura 6.14 - Tubo de pressão de conexão frontal



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 com os tubos.

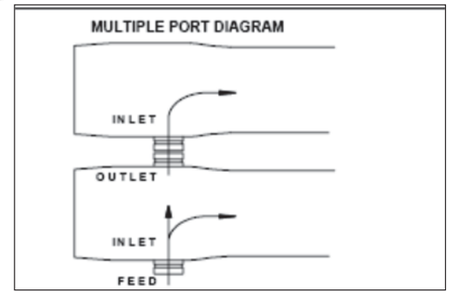
Figura 6.15 - Tubo de pressão de conexões laterais (Fonte: Cortesia de CodeLine, Protec Arisawa)



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 6.16 - Tubo de pressão multiporta (Fonte: Cortesia de Bekaert)



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

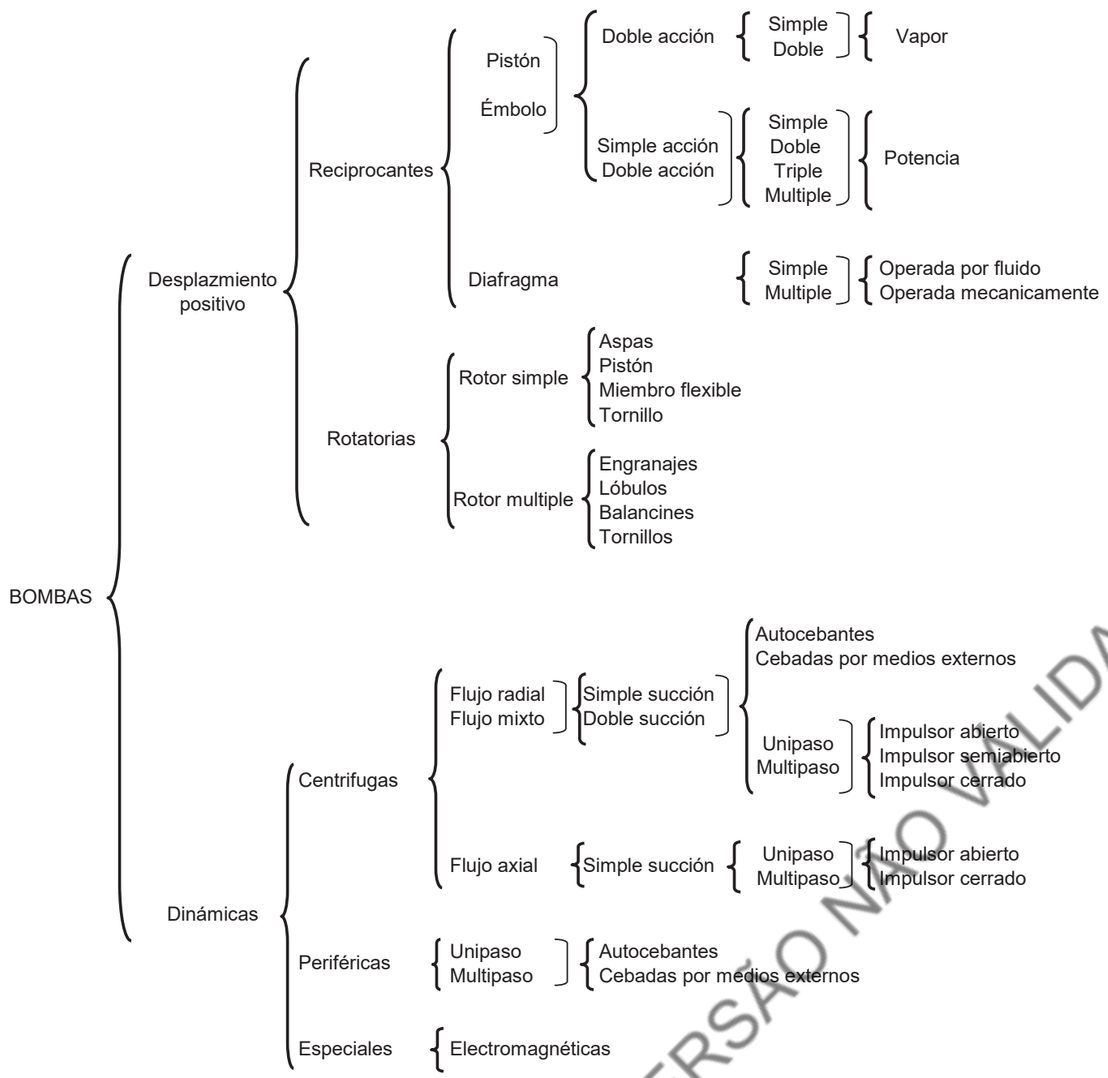
6.5. Bombas centrífugas de processo

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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.17 - 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 6.2 - 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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.
- ✓ 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.

6.6. 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

6.6.1. 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 esse cavite 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 Erro! Fonte de referência não encontrada.

Figura 6.18 - 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.

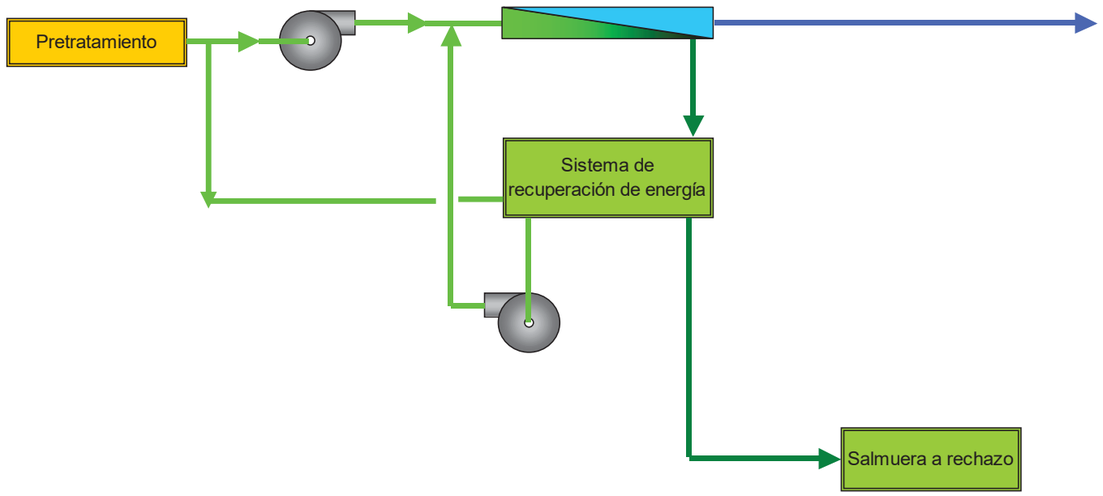
6.6.2. Sistemas de Troca de Pressão

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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.19 - Esquema de recuperação de energia da salmoura mediante SIP

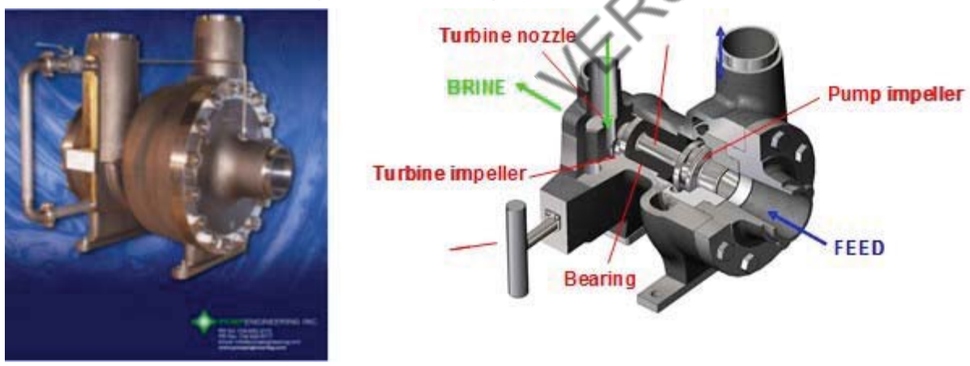


Como se pode ver na figura anterior, uma parte da água do mar para as membranas é bombeada pela bomba de alta pressão, enquanto a outra parte é enviada para o STP, onde é colocada em contato com a salmoura que sai das membranas, que é o que comunica a energia. A água do mar na saída do STP tem uma alta 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.

6.6.3. 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 6.20 - Turbocharger (Cortesia de FEDCO)



6.7. 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 você tem que tratar a água permeada depois 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

6.7.1. 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 CO2 e Cal ou hidróxido cálcico
- ✓ Dosagem de CO2 e tratamento em leitos de calcita ou dolomita
- ✓ Desinfecção
- ✓ Dosagem de flúor

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

6.7.1.1. *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 m3 de água permeada com 1 m3 de água salobra, teremos 6 m3 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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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. Outras coisas 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, embora se o produto da água da planta de OI for para um serviço de abastecimento de água onde haja água de outras fontes, se a mistura puder ser realizada, ter um conhecimento adequado da qualidade das outras fontes.

Se pretender usar a mistura como uns pós tratamento, também se deve prever os mecanismos adequados para realizar uma homogeneização adequada e, assim, garantir uma mistura de qualidade uniforme.

6.7.1.2. *Dosagem de CO2 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.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + calor$$

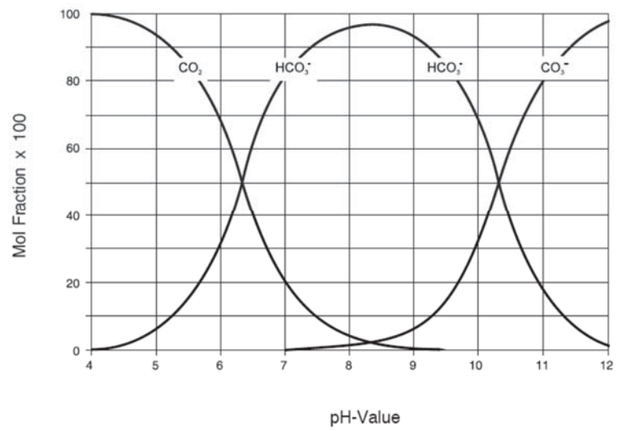
A vantagem de usar o hidróxido de cálcio contra o cal é que o primeiro evita a sua dissolução com a consequente liberação de calor.

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

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow (CO_3H)_2Ca$$

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 CO2 e o Ca(OH)2 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 CO2. Os cálculos de equilíbrio químico e espécies devem ser realizados para determinar as doses de CO2, de acordo com a curva apresentada na Figura 6.21 a seguir.

Figura 6.21 - Curvas de equilíbrio carbônico (Cortesia de Dow Chemical)



6.7.2. Dosagem de CO2 e tratamento em leitos de calcites ou dolomites

A diferença entre calcita e dolomita está no teor de sais de carbonato de cálcio de cada um deles. Em dolomita, o teor de carbonato de cálcio situa-se entre 50% e 60%, sendo o restante o carbonato de magnésio. Em 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:

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca(CO_3H)_2$$

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

A reação da dolomita é a seguinte:

$$2CO_2 + CaCO_3 + MgCO_3 + 2H_2O \rightarrow Ca(CO_3H)_2 + Mg(CO_3H)_2$$

Em ambos os casos, você pode ver que precisa de uma molécula de CO2 para cada molécula de bicarbonato (cálcio ou magnésio) formada, enquanto se observarmos a reação com o hidróxido de cálcio na seção anterior, duas moléculas de CO2 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 se você usar dolomitas ou calcitas.

Como no caso da cal, com o uso de calcita ou dolomita junto com CO2, o teor de cálcio e magnésio aumenta (para dolomitas), portanto, a dureza, o teor de bicarbonato e a alcalinidade da água resultando 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, mas 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, é necessário adicionar uma quantidade de hidróxido de sódio à água após o tratamento, após a dosagem de CO2 e a passagem pelos leitos para alcançá-lo.

6.7.2.1. *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 e regulamentos sanitários estabelecem a dosagem de um desinfetante na água, antes de serem enviados para fornecer.

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.

6.7.2.2. *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, a dosagem de um reagente químico contendo flúor, como o fluoreto de cálcio produto de água para consumo humano.

6.8. Armazenamento e Impulsão de Água Produto

Em uma planta de dessalinização, um tanque de armazenamento de água de produto deve ser fornecido em suas instalações e um 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 produto são geralmente bombas centrífugas horizontais com regulagem de fluxo por variador de frequência ou com válvula de controle no acionamento. Se forem projetados 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.

6.9. Descarga de salmoura

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

O impacto produzido pela 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 o impacto ambiental da salmoura no mar e evitar a recirculação da salmoura para o consumo de água da dessalinização.

Deve-se ter um bom conhecimento da área onde a descarga é estimada. 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 elevar a linha de base, ou seja, identificar as espécies marinhas existentes, abundância, tendência, espécies bentônicas, etc. Todas essas informações serão usadas para projetar o download 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

6.9.1. 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, fluxo de descarga, salinidade de salmoura, temperatura, corrente, etc. e ainda assim eles preveem o que o nível de salmoura será 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.

6.9.2. 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 da água do mar, uma diluição da 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 bacia, que é outro objetivo a ser levado em consideração no projeto de ambos.

6.10. Serviços Auxiliares

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

6.10.1. 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 ao 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

superfície ativa e, consequentemente, a necessidade de maior pressão de alimentação para manter a conversão, ou o que é o mesmo fluxo de produto. 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 consequências 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 produzido 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 6.3 - 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 marcado
Sílica Polimerizada	Últimos elementos	De normal a aumentado	Aumentado	De normal a Aumentado
Sujeira biológica	Normalmente primeiros elementos	Aumento marcado	Aumento marcado	De normal a Aumentado
Sujeira orgânica	Todos os elementos	Aumento gradual	Aumentado	Diminui
Dano por oxidante (ex: Cl2, ozono, KMnO4)	Todos os elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Dano por hidrólise (fora da gama de pH)	Todos os elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Dano por abrasão (finos de carbono, etc.)	Todos os elementos	De normal a diminuído	Diminui	Aumentado
Perdas nos interconectores	Aleatório	De normal a diminuído	De normal a diminuído	Aumentado

6.10.2. 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 canos podem sofrer corrosão e nas membranas podem ocorrer precipitações que podem danificá-los 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.

6.10.3. 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, uma fase de deslocamento da água do mar da salmoura dos filtros e tubulações após a lavagem é necessária.

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Bombas centrífugas de lavagem, o caudal destas bombas dependerá da velocidade de lavagem que precisamos e 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.

6.10.4. 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, o que garante que não entre ar que possa causar a cavitação do mesmo. Existe também a possibilidade de comprar bombas autoaspirantes, cada uma com um pequeno equipamento de vácuo.

6.10.5. 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 embarque para o 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

6.10.6. 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

6.10.7. Equipamento de ar de 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
- ✓ Pó-filtros com purga eletrônica
- ✓ Depósito de ar comprimido com purga eletrônica
- ✓ Cabine não 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.

6.10.8. 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.

6.10.9. 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 coleta e outro para a manutenção das bombas de água do produto, com potência suficiente para elevar a parte mais pesada do grupo, que é o motor.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

6.10.10. 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, o equipamento necessário deve estar disponível para a segurança da operação na planta.

6.10.11. 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 a qualidade 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.

6.10.12. 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.

6.10.13. 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, cassino, 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.

6.11. Instrumentação e controle

6.11.1. Instrumentação

Nas usinas de dessalinização, são instalados instrumentos de medição de campo, que são precisos para poder executar o startup, operação, desligamento, controle, supervisão do equipamento e processos da planta de dessalinização, e também é necessário instalar os instrumentos que permitem conhecer o estado do equipamento para a manutenção dos mesmos e assegurar que está sendo cumprido com a regulação 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.

6.11.2. 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:

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

6.12. 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 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 dividi-lo 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: secções, 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,

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.

7. Descrição da Usina de dessalinização de Fortaleza

Os critérios de projeto e os parâmetros de dimensionamento fazem parte do know-how da GS INIMA e sua experiência adquirida no projeto e operação de plantas similares ao redor do mundo.

A adoção do sistema de pré-tratamento com duplo estágio de filtração foi proposta levando-se em conta os dados analíticos disponíveis e extraídos do documento "Informações para o EDAM Fortaleza\Monitoramento das Águas.pdf. 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 16.3 – Memorial de Cálculo do Processo.

7.1. 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 e em nossa experiência em usinas de dessalinização, os dados de partida são descritos nas seções abaixo.

7.1.1. Capacidade da Planta

A capacidade de produção da planta de dessalinização é de 1 m3 / s em quatro linhas. A capacidade unitária por linha é de 0,25 m3/s.

Para o projeto 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 m3/dia
- ✓ Número de linhas: 4
- ✓ Produção por linha: 21.600 m3/dia
- ✓ A capacidade de produção, incluindo o fator de segurança, é:

- ✓ Produção do projeto: 86.659 m3/dia
- ✓ Número de linhas: 4
- ✓ Produção por linha: 21.664,8 m3/dia

Os fluxos de água do mar a serem capturados:

- ✓ Fluxo nominal de água a captar: 192.576 m3/dia
- ✓ Fluxo máximo durante deslocamento de filtros: 207.388,8 m3/dia

Conversões da planta:

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

7.1.2. 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% ao ano é adequada para uma exploração correta da usina. Este valor de 95% ao ano é o que foi considerado para o design. Se você quiser aumentar essa disponibilidade, deve incluir uma linha de OI

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.

7.1.3. Condições ambientais

As condições ambientais da cidade de Fortaleza estão detalhadas abaixo:

- ✓ Temperatura ambiente máxima anual: 40 °C
- ✓ Temperatura ambiente mínima anual: 20 °C
- ✓ Umidade: 75 %
- ✓ Precipitação média anual: 133 mm

7.1.4. Características da Água a Tratar

A água do mar bruta virá do litoral de Fortaleza.

A corrida de maré considerada é de 3,625 metros, o mar baixo -1,729 m. e maré alta 1,896 m. com referência no nível médio do mar.

Para a água do mar projetada, a análise mostrada abaixo foi feita, quimicamente balanceada para que a concentração de ânions expressa em mg/L seja igual à dos cátions. Na Tabela 7.1 são mostrados os parâmetros físico-químicos da água do mar de desenhos considerados.

Tabela 7.1 - Análise físico-química de água do mar projetada

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 FISICO-QUIMICO					
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	ºC	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
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
TOTAL	**14.290,00**	**665,59**	**TOTAL**	**24.756,85**	**665,59**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	2,00
Cádmo	0,00	DQO	5,00
Bário	5,00	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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, as temperaturas máximas e mínimas da informação disponível anterior foram consideradas.

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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

7.1.5. Características dá água produto

A água produto produzida na planta de osmose inversa será de qualidade potável e cumprirá a legislação brasileira de água potável, de acordo os padrões de potabilidade especificados nos Anexos XX e XXI da Portaria de Consolidação no 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministro de Estado da Saúde (que revogou a Portaria 2914/2011).

O fator limitante desta legislação é o teor de concentração de cloretos de 250 mg/L.

7.1.6. Limites de bateria

Os limites de bateria (incluídos) deste projeto são os seguintes:

- ✓ Água do mar: torre de coleta de água do mar.
- ✓ Água produto: produto do tanque de água de 5.000 m3 de capacidade da planta de dessalinização e flange de sucção para a conexão das bombas de água do produto (por outros).
- ✓ Alimentação elétrica: Subestação elétrica da usina de dessalinização para a chegada da fonte de média tensão (linha de energia por outros).
- ✓ Salmoura: emissor de descarga de salmoura no mar.

7.2. 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.

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 selecionadas 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 escolha e o projeto corretos da captura e pré-tratamento da água do mar são fundamentais para garantir o projeto e a operação corretos das usinas de dessalinização de água do mar da OI. É necessário capturar a água da melhor qualidade possível (sem matéria suspensa, substâncias orgânicas, metais pesados e elementos pouco solúveis) e condicioná-lo adequadamente, a fim de evitar o entupimento e garantir a integridade das membranas de OR, para este efeito, a matéria orgânica suspensa e inorgânica deve ser eliminada e os sais não devem ser incrustados, concentrando os sais contidos na água. do mar, através da osmose inversa. Com este objetivo, a captura e o pré-tratamento químico e físico foram projetados.

A água do mar na costa de Fortaleza é uma água cujo conteúdo em algas não é alto, se contiver areias finas encontradas por toda a coluna de água, devido à agitação sofrida pelas fortes correntes 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 à qualidade da água disponível, que por sua vez está diretamente relacionada com o tipo e a localização da captação adotada.

O anteprojeto foi elaborado conforme as diretrizes estabelecidas no edital de chamamento da PMI. O detalhamento dos processos será feito quando da elaboração dos projetos básicos e executivos.

Os principias 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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 do mar

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

7.2.1. Torre de Captação

A entrada de água do mar será, portanto, realizada por meio de uma torre de coleta submersa a aproximadamente 2.000 metros da costa. A água capturada será conduzida através de vasos comunicantes para um tanque de água do mar localizado em terra. Na câmara de água do mar 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 coleta, dentro da mesma e em um trecho de cerca de cinco metros do emissor, será baixa para não produzir correntes fortes que arrastem os peixes e que se eles nadarem dentro da torre de captação, eles podem sair.

O diâmetro do emissário de 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 do emissário e da torre de captação, a limpeza do primeiro por meio do sistema de raspagem do tubo (Pig).

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Para fazer isso, a torre de captação deverá permitir a adoção desse sistema.

No sistema de bombeamento de água do mar serão instaladas bombas para água de mar do tipo vertical, que irão bombear a água capturada no processo. 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.

7.2.2. 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 de 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, quando a água do mar estiver concentrada nas membranas, dos sais de sulfato de cálcio, sulfato de estrôncio, fluoreto de cálcio e outros sais, será aplicado um dispersante cuja ação é impedir a formação de redes cristalinas de os 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 ao 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 mídia de pressão de areia e antracito.
- ✓ Segunda etapa de filtração em filtros multimídia de pressão de areia.
- ✓ Filtros de cartucho com 5 mícrons 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 m3/dia) 12-14 m/h;
- ✓ Cap d'Jinet (100.000 m3/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 m3/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 m3/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.

7.2.3. Descrição do sistema de osmose inversa

A osmose inversa será 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 de linha foi selecionado porque você tem flexibilidade na produção, você pode trabalhar produzindo: 0,25 m3/s, 0,5 m3/s, 0,75 m3/s ou 1

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

m3/s e os bastidores são 21.150 m3/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 m3 de água dessalinizada produzida.

Os sistemas de troca de pressão (SIP) são com aqueles que obtêm consumos específicos de energia elétrica mais baixos em 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.

A bomba de alta pressão será formada por uma bomba de alta pressão e na sucção da mesma, uma bomba de reforço equipada com variador 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 RO devido ao grau de incrustação e idade das membranas.

A água permeável de osmose inversa tem um índice de Langelier muito negativo, e é por isso que é muito corrosivo. O pós-tratamento foi projetado para obter um índice de Langelier entre 0 e 0,4 para evitar que a água seja corrosiva ou incrustante e, assim, preservar a integridade dos tubos de distribuição de água do produto. Além disso, o flúor e o hipoclorito de sódio serão dosados para condicionar a água à qualidade necessária para a água potável no 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 remineralizarão, como torres de calcita ou dolomita. Bem, você tem ampla experiência com este pós-tratamento e seu investimento é menor do que o necessário para a solução com torres de calcita ou dolomita.

O uso de CO2, 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 m3, que permite um tempo de permanência de 30 minutos.

7.2.4. Descarga de salmoura

A descarga da salmoura será realizada por meio de uma saída submarina a 500 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 o menor possível. O número de difusores e seu ângulo e velocidade de descarga também serão escolhidos para minimizar a área de impacto da descarga.

A situação da recolha de água do mar e da descarga de salmoura foi escolhida tendo em conta o sentido das correntes para evitar a recirculação da salmoura da descarga para a captação.

7.2.5. 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 vindo 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 a velocidade zero podem causar corrosão nesses elementos. A salmoura também pode produzir precipitações de sal, porque 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Peças de reposição.

7.3. 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.

7.4. Descrição da solução proposta

7.4.1. Equipamentos eletromecânicos

7.4.1.1. *Captação de Água de Mar*

A coleta é feita por uma torre de coleta localizada na batimetria 14 m, a fim de capturar 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 do mar assim capturada é conduzida por meio de um tubo de polietileno de alta densidade (HDPE) para uma câmara de aspiração, a jarra de água do mar, localizada na costa. 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 do mesmo e do emissário da água do mar.

Na entrada do jarro de água do mar, a água será conduzida através de um labirinto em velocidade muito baixa, para aumentar o tempo de permanência no jarro e produzir a decantação das possíveis areias finas capturadas, esta areia será devolvida à costa.

7.4.1.2. *Bombeamento de Água de Mar*

A unidade de bombeamento de água do mar pode abastecer a planta com até 8.641 m³ / h, é composta de 5 (4 + 1) bombas centrífugas, com capacidade unitária 2.293 m³/h e TDH de 70 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 cantara para as câmaras de mistura. O coletor de descarga para a Usina será 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 y 5.000 N/m².

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.

7.4.1.3. *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 (HDPE) com um diâmetro de 1.200 mm.

7.4.1.4. *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 m³, cada um com capacidade, construídos em GRP, e

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

equipados com medição de nível, chaves de nível alto e baixo, drenagem, tubos de interconexão e outros acessórios, foram fornecidos.

A injeção de hipoclorito na coleção 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 m3/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 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 m³, 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 m3/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 dentro de uma panela 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 os 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 um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 m³ 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 m³/h de fluxo.

O sistema de dosagem de cloreto férrico estará localizado dentro de um tanque 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 doseado 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 dos quais aspirará as bombas de dosagem.

Haverá três bombas doseadoras (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 um tanque com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

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

Dosagem de pó de carvão ativado

A dosagem de pó de carvão ativado é fornecida. O carvão ativado será armazenado em um silo de 1 m3 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 carbono ativo 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. Os materiais da bomba serão seguidos por: caixas de PVC, polietileno assentos, membranas de PTFE adicionadas ao elastômero, gaxetas de viton e leito de ferro fundido. Estes serão ajustados de 10% a 100%, dada a sua capacidade máxima AISI 316.

O sistema de dosagem de carbono ativo 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 carbono ativo serão feitos de polipropileno.

O sistema de dosagem de carbono ativo estará localizado dentro de um balde com capacidade suficiente para armazenar todo o seu conteúdo mais 10%.

Os tubos de dosagem de carbono ativo serão de PVC-U.

7.4.1.5. *Pré tratamento físico*

Filtros Fechados

Para a eliminação de partículas presentes na água bruta, a água do mar será filtrada através de dois

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 de filtro de silício 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 cai 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho através dos outros filtros em serviço.

Os filtros são 4 m. de diâmetro e 22 m de comprimento cilíndrico, o que equivale a uma superfície de filtragem eficaz de 88,43 m2 por filtro. A velocidade máxima de filtração é de 6,5 m/h, durante a lavagem do filtro a velocidade será de 7 m/h. Os filtros serão equipados com os bueiros necessários 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. Você também pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação, alterar o sistema de lavagem.

Os bicos do filtro são estudados de tal forma que a fuga do filtro é evitada e a perda de carga é mínima. Existem instalados no total de 50 bicos por metro quadrado de superfície filtrante. Os bicos são feitos de material plástico resistente à água do mar e não degradáveis por este.

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

✓ 1ª capa: Material da camada superior	Antracito
Altura da camada superior	0,7 m
Altura efetiva da camada superior	1,9 mm
Coeficiente de uniformidade	1,4
Poder de corte do material	226 micras
✓ 2ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,4 m
Altura efetiva da camada superior	0,6 mm
Coeficiente de uniformidade	1,45
Poder de corte do material	93 micras
✓ 3ª camada: Material da camada superior	Silex
Altura da camada superior	0,2 m
Altura efetiva da camada superior	2,0 mm
Coeficiente de uniformidade	1,7
Poder de corte do material	309 mícrons

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 bicos correspondentes nos quais o leito de filtro de silício 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 cai 80% do fluxo normal de trabalho, ele será lavado passando o fluxo de trabalho através dos outros filtros em serviço.

Os filtros são 4 m. de diâmetro e 22 m de comprimento cilíndrico, equivalente a uma superfície de filtragem eficaz de 88,43 m2 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 os poços de visita necessários 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. Você também pode alterar os tempos de cada uma das fases de lavagem e entrar no nível de programação, alterar o sistema de lavagem.

Os bicos do filtro são estudados de tal forma que a fuga do filtro é evitada e a perda de carga é mínima.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Há um total de 52 bicos instalados por metro quadrado de superfície filtrante. Os bicos são 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 da camada superior — Silex
  - Altura da camada superior — 0,5 m
  - Altura efetiva da camada superior — 0,3 mm
  - Coeficiente de uniformidade — 1,4
  - Poder de corte do material — 46 mícrons
- ✓ 2ª camada: Material da camada superior — Silex
  - Altura da camada superior — 0,2 m
  - Altura efetiva da camada superior — 2,0 mm
  - Coeficiente de uniformidade — 1,7
  - Poder de corte do material — 309 mícrons

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 m³/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 ventiladores (2+1R) de 2.211 Nm³ / 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 sopro 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 por uma válvula de controle localizada no coletor de água de lavagem para os filtros, apenas na descarga das bombas de água de lavagem. 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 filtragem 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 mícrons 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 filtragem 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.

7.4.1.6. *Osmose Inversa*

O projeto projetado 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 m3/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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ANALISE DA AGUA BRUTA PARA DESENHO DAS MEMBRANAS

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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 CO3Ca
TEMPERATURA	27	ºC	DUREZAE	6.583,44	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
ELEMENTO	**mg/L**	**meq/l**	**ELEMENTO**	**mg/L**	**meq/l**
Ca++	518,72	25,88	SO4=	4.283,64	89,19
Mg++	1.284,51	105,67	Cl-	21.002,11	592,39
Na+	12.450,74	541,55	CO3H-	148,43	2,43
K+	431,80	11,04	F-	0,31	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,24	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,31	0,02	NO3-	11,00	0,18
Ag+	0,00	0,00	CO3=	2,26	0,08
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)	8,43	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	5,99	0,14
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	**14.691,34**	**684,28**	**TOTAL**	**25.456,18**	**684,28**

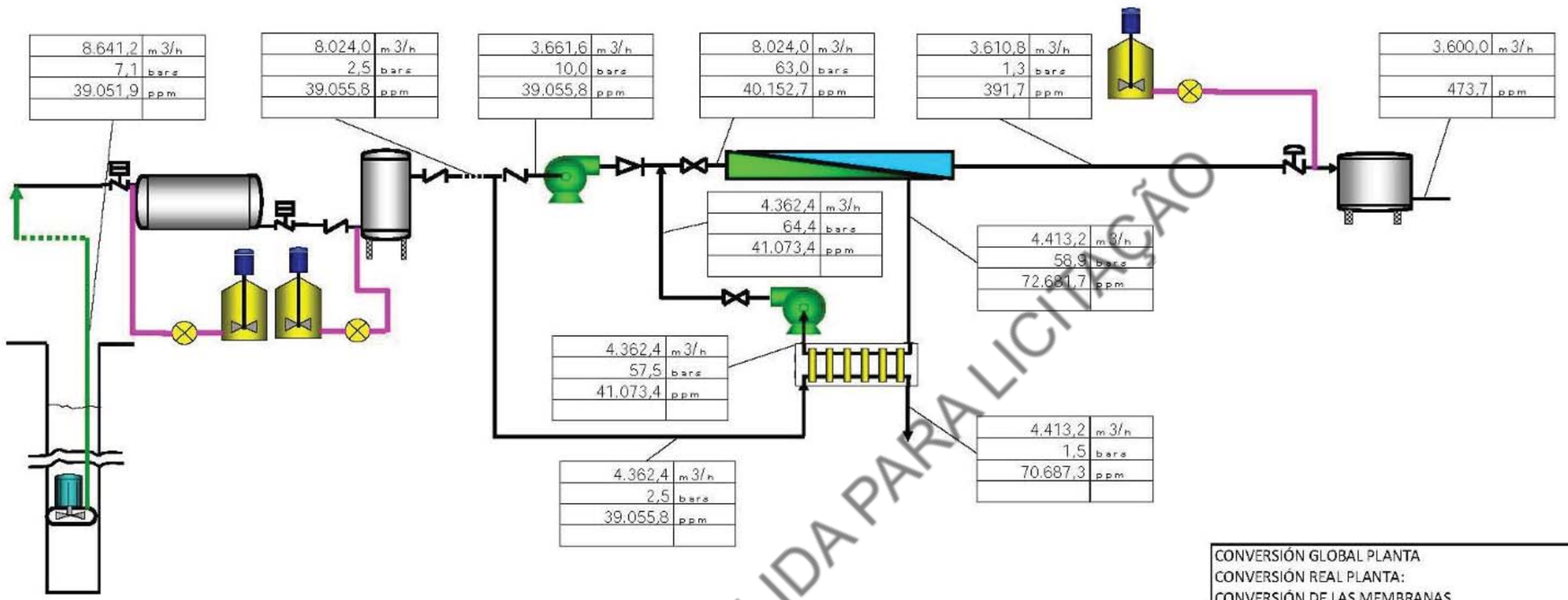
OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmo	0,00	DQO	0,10
Bário	5,14	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	0,00
Chumbo	0,00	Detergentes	0,00
Selênio	0,00	Oleos e graxas	0,00
Cromo total	0,00	Hidrocarbonetos	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 (22ºC e 30ºC), com membranas limpas e sujas para ambas as temperaturas, as projeções de membrana estão anexadas no Anexo 16.3. 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 do saldo de fluxos e salinidades é mostrado a seguir.

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO



CONVERSIÓN GLOBAL PLANTA	41,66%
CONVERSIÓN REAL PLANTA:	41,79%
CONVERSIÓN DE LAS MEMBRANAS	45,00%

NÚMERO DE LÍNEAS	4

BALANCE DE ENERGÍA	POTENCIA Kw	ENERGÍA ANUAL Kwh/año
Bombas de agua de mar	2.055,16	17.263.312
Bombas de alta presión	1.694,55	56.936.926
Bombas de recirculación	1.097,15	9.216.100
Bomba Booster Para Bomba De Alta Presión	1.162,64	9.766.181
Otros consumos y perdidas		9.161.515,07
TOTAL		102.344.033
CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGÍA (Kwh/m3)		3,38

Ingeniería Consultora: ECOAGUA	PLANTA DESALADORA DE FORTALEZA	
	28-Dec-17	BALANCE GENERAL
	Rev: 0	Base

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 m³/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 m3/h e TDH = 83,37 mcl, sendo a qualidade dos materiais utilizados na bomba de reforço igual à dos a bomba 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 m³/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 de sistemas de recuperação de energia e a eficiência da 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 por 1582. 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 m³ 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 concretas e os produtos de concreto 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 em: as bombas de alta pressão, as bombas de recirculação, os sistemas de troca pressão, tubulações, tubulações de pressão e membranas.

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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 m3 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 a válvula que dá acesso à linha principal aberta 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 2000 ohms/cm.

7.4.1.7. *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 CO2, dosagem de hidróxido de cálcio, dosagem de fluorossilicato de sódio e dosagem de hipoclorito de sódio.

Dosagem de CO2

O equipamento de dosagem de CO2 consiste em dois tanques de armazenamento com capacidade de 40 toneladas. O CO2 é armazenado em forma líquida em tanques isolados, a –20 ºC/ 20 Kg/cm². O tanque de armazenamento será equipado com todos os controles de nível, regulagem de pressão e dispositivos de segurança.

Desde o tanque, o CO2 é decantado na forma líquida, vaporizado e trazido à temperatura ambiente por um evaporador elétrico. O tanque de armazenamento de CO2 e a montagem do vaporizador estarão localizados em um compartimento aberto e cercado.

O CO2 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 CO2 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 CO2. O CO2 será injetado no tubo de água permeado 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 m³, com quebra-abóbadas, para o armazenamento de hidróxido de cálcio.
- ✓ Dois (2) parafusos de dosagem de hidróxido de cálcio, com variador 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 m3 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 m³, 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 m3 de PRFV serão instalados para a dosagem de hipoclorito no pós-tratamento, com

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.

7.4.1.8. *Serviços Auxiliares*

Sistema de ar de instrumentos e serviços

Ambas as válvulas de controle e de tudo 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 / cm2 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 de 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 m3 com as partes em contato com a água de aço AISI 316 L e dois (1+1) será instalado.) bombas multicelulares. O fluxo de água de cada bomba será de 10 m3/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 e com uma trajetória de 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 e manter os pés em ambos os lados nos lugares que exigem isso. 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 exigem. 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 permitem 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,

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 emissor.

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.

7.4.2. 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 descarte foi filtrada e a salmoura utilizada na lavagem também é isente 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 no mar através de um salmoroduto. 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 necessário um tratamento adicional para as águas de lavagem.

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Importante destacar que em nenhuma das plantas de dessalinização operadas pela GS INIMA, foi solicitado 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 classificadas e levadas a empresas autorizadas para coleta e tratamento.
- ✓ 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 m3/dia de águas residuais tratáveis. As águas residuais da usina de dessalinização serão coletadas por um sistema de esgoto e, em seguida, tratadas em uma estação de tratamento modular do tipo lodo ativado (PTAS), que terá capacidade suficiente e será mantida periodicamente por uma empresa autorizada a fazê-lo.

8. Construção Civil

8.1. Introdução

O presente documento apresenta os pressupostos de cálculos e as premissas consideradas para o Projeto de Concurso de Construção Civil da nova Central de Dessalinização de Fortaleza, Brasil.

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 11);
- ✓ 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 12.00m 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 Fases – composta por tanques cilíndricos elevados 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 remineralizarão;
- ✓ Edifício Administrativo – lateral ao Edifício do Processo, este edifício serve de apoio e controlo 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 1800 m³ 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 a rede de distribuição.

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

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

8.2. Condicionamentos

Existem no local de implantação da nova Central algumas estruturas que deverão ser tidas em conta

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

neste projeto, nomeadamente algumas casas de pescadores e três torres eólicas com o respetivo caminho de acesso.

As casas dos pescadores deverão ser todas demolidas devendo os estes ser realojados.

8.3. Trabalhos Preparatórios

8.3.1. Demolições

Existem atualmente, no local de implantação da nova Central, algumas habitações de pescadores cujos moradores terão de ser realojados.

Este projeto irá prever a demolição das estruturas existentes, a construção de novas habitações e a reformulação das vias existentes de acesso.

8.4. Infraestruturas da Plataforma

8.4.1. Terraplenagens

Para a implantação da plataforma de terraplenagens da Central foi tomada a cota de referência + 5.00m, tendo sido adoptadas pendentes 0.50% no sentido longitudinal da mesma em que os pontos baixos foram colocados nas vias de circulação interna.

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).

Os taludes de aterro que estão do lado mar serão revestidos enrocamento de pedra de mão arrumada, para a sua proteção em face das marés.

8.4.2. Drenagem

A rede de drenagem de águas pluviais destina-se a drenar as águas provenientes da plataforma da central, das via 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 chuvada 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 órgãos de drenagem para o escoamento dos caudais gerados:

- ✓ 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.

8.4.3. 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.

Será feita a interligação com a via existente de ligação ao porto comercial de Fortaleza.

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.

8.4.4. Integração Paisagística

Será previsto o plantio de grama em placas e a plantação de árvores na zona da entrada e uma hidrossemeadura em toda a área de taludes que não sejam revestidos com enrocamento.

8.4.5. Vedação

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

8.4.6. 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 de filtro. 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 1020kVA. 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 da 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.

8.5. Estruturas

8.5.1. Introdução

O presente capítulo refere-se ao Projeto de Concurso de Estruturas da nova Central de Dessalinização de Fortaleza, Brasil.

As estruturas consideradas neste projeto são:

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

Este Projeto de Estruturas teve por base o Projeto de Estudo Prévio de Arquitetura.

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.

8.5.2. Solução Estrutural

Pretendeu-se, na concessão estrutural, obter uma estrutura resistente e o mais económica possível que, indo inteiramente de encontro aos 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.

8.5.2.1. *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 0.80 m.

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.

8.5.2.2. *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.

8.5.2.3. *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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

8.5.2.4. *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.

8.5.2.5. *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 plintos em concreto armado, fixados em estacas. Um maciço de encabeçamento faz a ligação entre a estaca e o plinto. Serão previstas ainda vigas baldrame a 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.

8.5.2.6. *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.

8.5.3. Geotecnia e Fundações

Na ausência de Relatório Geotécnico para a nova Central, consideraram-se as sondagens já realizadas no local da obra e Prospecção Geotécnica realizada para o Terminal de Passageiros construído perto da nova Central.

Com base nestes elementos consideraram-se dois tipos de fundações para as estruturas da nova Central:

- ✓ 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 susceptíveis a assentamentos diferenciais como as fundações das estruturas da Subestação e as fundações dos equipamentos mais leves consideraram-se fundações diretas no solo de aterro com tensões de contato não superiores a 150 kPa;

Estas premissas deverão ser confirmadas por meio de Prospecção Geotécnica com elaboração de um Relatório Geotécnico antes da realização do Projeto Executivo.

Para a situação específica da câmara de captação prevê-se a execução duma cortina de estacas secantes com um diâmetro de 800mm, em que parte destas estacas funcionarão apenas em fase de contenção lateral provisória (com uma profundidade aproximada de 20 m) e parte funcionará em fase definitiva (profundidade de aproximadamente 30m). Esta cortina de estacas será travada por escoras metálicas que garantirão a segurança em fase de escavação. Prevê-se ainda a execução dum tampão de fundo através de colunas de *jet-grouting* justapostas e com uma espessura de 4,0 m. O diâmetro e

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

8.5.4. Materiais

8.5.4.1. *Concreto*

O concreto estrutural a utilizar em todos os elementos estruturais deverá ser do tipo C30 (fck = 30 MPa) de acordo com a NBR 6118:2007 – 8.2, considerando uma classe de agressividade ambiental III – Forte – Ambiente Marinho de acordo com a NBR 6118:2007 – Tabela 6.1.

O concreto magro a utilizar deverá ter uma resistência fck = 9 MPa, considerando uma classe de agressividade ambiental I – Fraca – de acordo com a NBR 6118:2007 – Tabela 6.1.

Os cobrimentos a considerar no concreto estrutural serão 35 mm em lajes, 40 mm em vigas e pilares e 40 mm nos elementos em contato com o solo.

8.5.4.2. *Acabamento e Proteção do Concreto*

Para todos os elementos de concreto à vista deverão ser utilizadas formas metálicas próprias para concreto à vista.

Elementos em contato com o solo:

- ✓ Pintura com duas demãos cruzadas de Inertol da Sika ou equivalente;

Elementos em contato com a água:

- ✓ Pintura com duas demãos cruzadas de Icosit K 101 TW da Sika ou equivalente sobre primário de preparação SikaGard 720 EpoCem da Sika ou equivalente;

Elementos exteriores de concreto à vista:

- ✓ Pintura com três demãos de Igolflex Fachada da Sika ou equivalente;

Pavimentos interiores:

- ✓ Acabado a talocha mecânica com endurecedor de superfície tipo SikaFloor 3 QuartzTop da Sika ou equivalente com pintura epóxi tipo Sikafloor 390 da Sika ou equivalente;

8.5.4.3. *Aço*

O aço em varão será do tipo CA-50 (fsyd = 435 MPa e fsyk = 500 MPa) de acordo com a ABNT 7480:2007 – Tabela B.3.

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

- ✓ ASTM A 572 Grau 50 em Perfis e Chapas
  (fy = 345 MPa e fu = 450 MPa)
- ✓ ASTM A500 Grau A em Perfis Tubulares
  (fy = 274 MPa e fu = 320 MPa)
- ✓ S350GD + Z275 (EN 10346) em Terças
  (fy = 350 MPa e fu = 420 MPa)

O aço dos parafusos será do tipo ASTM A325 Tipo 1 (fy = 635 MPa e fu = 825 MPa).

O aço dos chumbadores será do tipo ASTM A193 Grau B7 (fy = 725 MPa e fu = 860 MPa)

8.5.4.4. *Proteção do Aço*

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 60 µm de primário epoxídico rico em zinco e esferas de vidro tipo Hempadur AvantGard 750 ou equivalente;
- ✓ Aplicação de uma demão de 150 µm de intermédio epoxídico tipo MIO Hempadur 47300 ou equivalente;
- ✓ Aplicação de uma demão de 50 µm de acabamento em poliuretano tipo Hempathane 55930 ou equivalente na cor final de projeto;

8.5.5. 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.

8.5.5.1. *Cargas Permanentes*

- ✓ Peso Próprio do Aço estrutural 77.00 kN/m³
- ✓ Peso Próprio do Concreto 25.00 kN/m³

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Peso Próprio do Vidro 25.00 kN/m³
- ✓ Revestimento do piso 1.00 kN/m²
- ✓ Revestimento (cobertura) 2.50 kN/m²
- ✓ Revestimento (sanitários e escritórios) 2.50 kN/m²

8.5.5.2. *Sobrecargas Móveis:*

- ✓ SC Lajes (Escadas) 3.00 kN/m²
- ✓ SC Lajes (Escritórios e W.C) 2.00 kN/m²
- ✓ SC Terraços acessíveis 1.00 kN/m²
- ✓ SC Coberturas não acessíveis 0.25 kN/m²
- ✓ SC Lajes 5.00 kN/m²

8.5.5.3. *Retração*

A ação da retração foi simplificadamente assimilada a uma variação uniforme de temperatura de –20ºC.

8.5.5.4. *Variação de Temperatura*

Para a consideração desta ação indireta nos elementos de concreto tomou-se um valor uniforme de +/- 15 ºC, 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.

8.5.5.5. *Vento*

A ação do vento foi determinada de acordo com a NBR 6123:1988, considerando uma velocidade básica V0=30m/s, um fator estatístico de S3=0.95, um fator topográfico de S1=1.0 e uma rugosidade do terreno da categoria II para uma edificação da classe C.

8.5.5.6. *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;

8.5.6. 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.

	γ_f	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Peso Próprio	1.30/ 1.00*	---	---	---
Permanentes	1.40/ 1.00*	---	---	---
Retração	1.40/ 0.00*	---	---	---
SC $_{\text{Pisos e Escadas}}$	1.40/ 0.00*	0.6	0.4	0.3
SC $_{\text{Cobertura}}$	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 – NBR 8800 (4.7.7.2)

- ✓ Comb. 1= γ_{gi} . Ações permanentes + γ_q . [Ação variável principal + Ψ_0 . Demais ações variáveis]

Combinações de Serviço das Ações – NBR 8800 (4.7.7.3)

Quase Permanentes

- ✓ Comb. 2 = Ações permanentes + Ψ_2 . Ações variáveis

Frequente

- ✓ Comb. 3 = Ações permanentes + Ψ_1 . Ação variável principal + Ψ_2 . Demais ações variáveis Rara
- ✓ Comb. 4 = Ações permanentes + Ação variável principal + Ψ_1 . Demais ações variáveis

8.5.7. 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:

$$\mathrm{Ku} = \mathrm{R}$$

Sendo:

- ✓ K - matriz de rigidez

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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
- ✓ $\ddot{u}, \dot{u}$ e 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.

8.5.8. 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 específica no capítulo seguinte.

8.5.9. Regulamentos e normas

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

- ✓ [1] NBR 6118-2007: Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimento.
- ✓ [2] NBR 12655-2006: 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 6123-1988: Forças devidas ao vento em edificações

8.6. Redes Hidráulicas

8.6.1. 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, os seus caudais 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 (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;
- ✓ **∑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 legislada 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 percentagem do comprimento real da tubulação como o comprimento equivalente necessário para cobrir as perdas de carga em todas as conexões. Essa percentagem 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 de troços, 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.

8.6.1.1. *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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Ref.: DECA, FABRIMAR, DOCOL.

Hidrômetros

Para as Lojas Mega 110 e Mega 109 deverão ser previstos medidores de vazão máxima de 30.00 m3/h do tipo multijato magnético.

Para as Lojas Mega e Âncora deverão ser previstos medidores de vazão máxima de 20.00 m3/h do tipo multijato magnético.

Ref.: Niagara, Woltmann – LAO, ou equivalente.

Equipamentos

Antes de se instalar qualquer equipamento o fornecedor deverá ser consultado por forma a fornecer todos os manuais necessários do equipamento para o instalador fazer o controlo correto de toda automação.

8.6.2. 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, assumindo que existe cota até à rede pública. 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 púbica, 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 ventilador 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 consoante 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.

8.6.2.1. *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 m3/s;
- ✓ A - área da seção molhada, em m2;
- ✓ R - raio hidráulico da seção molhada, em m;

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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.

8.6.2.2. *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.

8.6.2.3. *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.

8.6.2.4. *Regulamentos*

Na realização deste memorial, e em todos os casos omissos, serão respeitadas as normas técnicas em vigor, inclusivamente 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.

8.6.3. 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.

8.6.3.1. *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^3/s);
- ✓ C é o coeficiente de escoamento superficial;
- ✓ i é a intensidade de chuva considerada ($m^3/s.ha$);
- ✓ 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 chuvada (t) de 5 min.

Os dispositivos de escoamento do sistema de drenagem de águas pluviais foram dimensionados com

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

base na fórmula de Manning. Strickler, associada a equação da continuidade, através da expressão:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot S$$

Onde:

- ✓ Q é a vazão a escoar (m³/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 secção molhada (m2).

8.6.3.2. *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.

8.6.3.3. *Regulamentos*

Na realização deste estudo e em todo o caso omisso serão respeitadas as normas técnicas em vigor, inclusivamente 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.

8.7. Instalações de AVAC

8.7.1. 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.

8.7.2. 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 8.1 - Requisitos de AVAC por espaço

Espaço	Necessidades AVAC				
	A	B	C	D	E
Edifício de Processo					
Sala de Produção				✓	✓
Edifício do Reservatório e Estação Elevatória					
Sala das Bombas				✓	✓
Sala dos Quadros Elétricos	✓				
Câmara de Manobras					✓
Reservatório					✓
Edifício Administrativo					
Armazém/Arquivo				✓	✓
Oficina	✓		✓		
Oficina elétrica	✓		✓		
Sala de Quadros Elétricos	✓				
Laboratório	✓		✓		
Copa	✓		✓		
Instalações Sanitárias/Balneário/Vestiário			✓		
Entrada	✓				
Corredor					✓
Gabinete/Sala de Controlo/Sala de Observação	✓	✓	✓		

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Espaço	Necessidades AVAC				
	A	B	C	D	E
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.

8.7.3. Condições de Referência e Bases de Dimensionamento

8.7.3.1. *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.

8.7.3.2. *Dados Climáticos*

Os dados climáticos considerados basearam-se nos valores fornecidos pela ASHRAE de 2017 para a estação climatérica 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

8.7.3.3. *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 controlo 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.

8.7.3.4. *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 8.2 - Ocupação, Iluminação e Equipamento

Espaço	# Ocupantes	Iluminação [W/m²]	Equipamento [W/m²]
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 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

8.7.3.5. *Vazão de Ar Novo/Extração*

A vazão mínima de ar novo considerada foi a seguinte:

Tabela 8.3 - Vazão de Ar Novo/Extração por espaço

Espaço	Vazão Ar Novo		
	$m^3/h/p$	$m^3/h/m^2$	Por unidade
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	

8.7.4. Soluções adotadas

8.7.4.1. *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 controlo 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 controlo 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 8.4 - Potência de arrefecimento por espaço

Espaço	Potência de arrefecimento (kW)
Edifício do Reservatório e Estação Elevatória	
Sala dos Quadros Elétricos	9.3
Edifício Administrativo	
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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

8.7.4.2. *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 com o facto 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 restantes espaços 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.

8.7.4.3. *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 controlo, equipamento de campo e respetivas ligações aos equipamentos de AVAC serão asseguradas pela especialidade de AVAC.

Cumpre, 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.

8.7.5. Rede de Dutos – Dimensionamento, Critérios e Acessórios

8.7.5.1. *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 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).

8.7.5.2. *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

8.7.6. Rede de Tubulação – Dimensionamento e Critérios

8.7.6.1. *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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

8.7.7. 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.

8.8. Redes Elétricas Gerais

8.8.1. Edifício Administrativo

8.8.1.1. *Alimentação e Distribuição de energia*

Todos os quadros elétricos devem possuir dupla isolação (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).

8.8.1.2. *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.

8.8.1.3. *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.

8.8.1.4. *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 autónomos, permanentes e não permanentes, consoantes as áreas em que estão inseridos. Na respetiva peça desenhada, encontra-se representada a localização dos blocos autônomos.

A iluminação de segurança será constituída por blocos autónomos, 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).

8.8.1.5. *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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

8.8.1.6. *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 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 heliaço 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.

8.8.1.7. *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.

8.8.1.8. *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.

8.8.1.9. *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.

8.8.1.10. *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.

8.8.2. Edifício do Processo

8.8.2.1. *Alimentação e Distribuição de energia*

Todos os quadros elétricos devem possuir dupla isolação (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).

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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.

8.8.2.2. *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.

8.8.2.3. *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.

8.8.2.4. *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 autónomos, mantidos e não mantidos, consoantes às áreas em que estão inseridos. Na respetiva peça desenhada, encontram-se representadas a localização dos blocos autônomos.

A iluminação de segurança será constituída por blocos autónomos, 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).

8.8.2.5. *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.

8.8.2.6. *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.

8.8.3. 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

8.8.4. 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- Alimentações a quadros

✓ Caminhos de Cabos
✓ Iluminação normal
✓ Iluminação de segurança
✓ Tomadas de usos gerais
✓ Rede de terras

8.9. Obras de Captação e Expulsão das Águas do Mar

8.9.1. 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 m2 de cofragens e 8500 quilogramas de aço em varão.

Antes da base da estrutura ser colocada no fundo do mar, a uma cota aproximada de -14 metros e a uma distância aproximada da costa próxima dos 2000 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 tubagem de captação submarina, devendo essa escavação final terminar com o formato dum 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 encimada por uma estrutura protetora em forma de círculo. Na zona superior do cilindro serão deixadas oito pequenas janelas com dimensão conjunta superior a 8 m2 para a passagem de água com boas caraterísticas 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 realmente a captar seja 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 equipa 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 troço terminal da tubagem de captação das águas do mar, sendo efetuadas as ligações finais, quando chegar ao seu termo a tubagem off-shore de captação prevista, recorrendo a um sistema 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.

8.9.2. Condutas de Adução e Expulsão

✓ CA: Conduta de Adução de captação da água do mar: 2000 ml de extensão, diâmetro 1600 mm, espessura 61,2 mm; material PEAD; peso linear: 306 Kgf/ml.
✓ CE: Conduta de Expulsão da salmoura: 500 ml de extensão, diâmetro 1200 mm, espessura 57,2 mm; material PEAD; peso linear: 207 Kgf/ml.

8.9.3. Execução da Conduta de Adução / CA:

Nota Prévia: O terreno natural de onde partirá o poço de captação situa-se fora do Edifício do Processo da Planta e possui a cota aproximada de +2,50 m em relação ao NMAM (nível médio das águas do mar) numa zona protegida das ondas da costa por um paredão de um molhe de rochas disformes de dimensão média de cerca de 1 m3 por cada elemento. A cota de coroamento do molhe do paredão situa-se ao nível dos 2,00 a 2,50 m de altura do nível médio do mar. O arranque da CA será feito próximo da cota -4,28m relativa ao NMAM. As perdas de carga previstas foram calculadas de acordo com os seguintes parâmetros de referência:

✓ Velocidade de escoamento: 1,5 m/s;
✓ Vazão de captação da água do mar: 9170 m3/h ou 2,55 m3/s;

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Perda de carga na torre de captação: 0,75m;
- ✓ Perda de carga linear contínua: 1,30m;
- ✓ Perda de carga na admissão da câmara de entrada em terra: 0,50m;
- ✓ Perdas de carga totais: 2,55m;
- ✓ Cota BMAV (Baixa Mar de Águas Vivas): -1,73m NMAM;
- ✓ Cota PMAV (Preia Mar de Águas Vivas): +1,90m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica na entrada da câmara em terra em BMAV: -1,73-2,55 = -4,28m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica na entrada da câmara em terra em PMAV: +1,90-2,55 = -0,65m NMAM;

Fase 1 – Execução de um molhe provisório adicional (MPA) em forma de meia-lua na frente do arranque da CA no sentido oceânico, com uma extensão de uma pequena baía artificial a criar temporariamente que permita a subida da parte final do primeiro troço a ficar em espera no topo do MPA.

Fase 2 - Necessário adquirir em pedreira na região material de rocha idêntico ao molhe para obter um volume aproximado no novo molhe exterior MPA de [extensão, altura, perfil transversal] com perfil trapezoidal médio em cima e em baixo com as dimensões previstas indicadas, afastado cerca de 50 metros no topo do atual molhe do seu ponto mais distante: 120 m x 4m x (3m + 11m) / 2 = 3360 m3.

Fase 3 - Escavar a zona da plataforma de arranque do CA numa vala que em baixo do nível de água terá uma largura de cerca de 3m e paredes laterais com ângulo de arranque horizontal de 30º, ou seja, em cima teremos uma largura de escavação da vala na seguinte ordem de grandeza: 3m + 2 x (2,50m + 4,30m) = 16,60 m.

Fase 4 - A vala será aberta num comprimento de cerca de 50 metros de extensão (Volume aproximado de: (3,00m + 16,60m) / 2 x 6,80 m x 50m = 3.332 m3, que tenha de passar até além da zona do molhe de proteção atual, mas resguardada pela nova muralha de proteção adicional, entretanto já executada. Ou seja, a escavação da vala implica escavar o terreno natural da plataforma protegida e ainda a frente de abertura da muralha atual de proteção, cujas rochas serão deixadas em espera num depósito local próximo da área escavada.

Fase 5 - A Conduta de Adução CA será montada em terra no seu troço inicial de 100 metros e trasladada para a vala na zona de arranque. A tubagem será depois envolvida nos seus primeiros 50 metros de extensão por concreto simples submerso, entre a vertical do futuro poço de captação até à zona de entrada no mar, que se encontra protegida contra as ondas pela nova muralha adicional de proteção MPA. Os 50 metros restantes não revestidos em concreto entrarão na zona da proteção do novo molhe provisório adicional, subindo no seu troço final e terminando em espera no coroamento do molhe em causa, para mais tarde ser ligado por soldadura aos troços do emissário submarino da conduta de adução, que serão executados com recurso a meios marítimos.

Fase 6 - Seguidamente em terra executa-se o aterro da vala que foi aberta para passar a tubagem nos seus primeiros 50 metros de extensão, incluindo a reposição da muralha de proteção inicial MPI, deixando debaixo de água a conduta de adução revestida em concreto e os restantes 50 metros adjacentes farão a sua continuação debaixo de água mas com a sua zona terminal a emergir para ficar em espera sobre o coroamento da muralha de proteção provisória adicional MPA.

Fase 7 - Em terra serão executados os restantes trechos da conduta de adução em troços já soldados de topo, cujo comprimento em cada troço poderá variar dos 100 aos 150 metros, consoante a capacidade da força e elevação das gruas marítimas que equiparão o meio naval principal (barco ou batelão) que levará o conjunto dos troços para o local oceânico de destino ou os puxará ou arrastará por cabos um a um para o mar em sequência, que inclua ligações soldadas ou recorrendo a flanges nos extremos dos troços grandes de 100 a 150 metros completos, a que serão ainda adicionados os anéis abaixo indicados antes de se iniciarem as operações no mar.

Fase 8 - Ainda em terra serão pré-fabricados em formas preparadas para o efeito, sobre plataformas adequadas, os anéis de contrapeso que rodearão a tubagem de adução na forma de 2 meios anéis ligados por chapas metálicas laterais para ligação circunferencial da tubagem PEAD diâmetro 1600 mm.

Em princípio os anéis deverão pesar no conjunto cerca de metade do valor dos tubos.

Admitindo que os tubos PEAD diâmetro 1600 comportem a densidade de 0.956, se usarmos espaçamentos de 7,5 metros entre os eixos de cada anel o seu peso por unidade completa de 2 meios anéis de concreto e dotados com uma pequena armadura de pele interior e exterior (aprox. 40 Kg aço / m3 de concreto), deverá ser aproximadamente de:

1 / 2 x 3,14 x 1,60m x 0,0612m x 7,50m x 956 kgf/m3 = 1102 kgf

Adotando uma largura para cada anel de 0,40m, a sua espessura será aproximadamente calculada recorrendo à seguinte fórmula, sendo e (m) = espessura média do anel:

1102 kgf = Volume x 2450 Kgf/m3; Volume de cada anel completo = 0,45 m3

0,45 m3 = 0,40m x 3,14 x (1,60m + e/2) x e; 0,45 / (0,40 x 3,14) = 1,6 . e + 0,5 . e . e

Da fórmula acima extraímos o valor aproximado de e = 0,20 metros de espessura aproximada para cada anel.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Fase 9 - Uma draga abrirá em profundidade na areia uma caixa para colocação da tubagem em vala aberta com dimensões próximas de 3 metros de largura por 2,5 metros de altura, para encaixar a conduta de adução de captação numa extensão próxima que poderá estender-se dos 1400 metros aos 2000 metros de extensão, consoante a opinião final do projetista na fase de detalhamento. Na fase atual foi considerado um volume de dragagem de cerca de 10500 m3, considerando provisoriamente que cerca de 90% deste volume será em areia e 10% em derrocagem, ou seja, escavação submarina de rocha recorrendo a explosivo. A regra geral será a de abrir uma vala submarina na maioria da extensão da tubagem adutora prevista, em particular na vertical da área de circulação naval, sendo excetuada de dragagem a zona próxima do molhe de proteção da costa nos primeiros 50 a 100 metros a contar de terra, uma vez que aí o emissário será protegido pelo envolvimento em concreto submerso.

Fase 10 - Quando estiver concluída em terra a execução dos troços isolados de 100 ml a 150 ml de tubagem PEAD, providos dos seus anéis de contrapeso, serão os mesmos transportados e carregados para um navio ou meio marítimo ou arrastados ao mar por cabos pelos meios marítimos, dispondo o barco principal de uma grua de elevada capacidade. Os trechos grandes de tubos serão descarregados no mar ou transportados por um arrasto controlado para o mar em zonas verticais flutuantes próximas da sua futura implantação submarina.

Fase 11 - Sempre no sentido de terra até ao local submarino mais longínquo cada troço é lançado ou arrastado parcialmente ao mar com o topo vedado para o mar de uma forma estanque para permitir a flutuação do conjunto da tubagem e anéis, soldando-se de topo ou apertando-se a flange de ligação no barco ou em terra o troço seguinte de tubagem preparada.

Fase 12 - O primeiro trecho lançado ao mar é puxado em terra por cabos, para fazer a junção ao troço em espera, cujo topo se encontrará sobre o coroamento do molhe provisório adicional, após se retirar o tampão protetor de topo no troço flutuante.

Fase 13 - Seguidamente os troços seguintes vão sendo lançados ao mar soldando ou flangeando sucessivamente de topo cada novo troço, tendo o cuidado da primeira ligação no mar ser o correspondente ao troço com conexão em flanges que interliga o emissário de adução com a torre submarina pré-montada no seu local definitivo conforme se indica nas fases 15 e 16.

Fase 14 - Se o trabalho marítimo tiver de ser interrompido deverá providenciar-se uma sinalização apropriada provisória no mar para impedir a passagem de meios marítimos na linha da superfície ocupada pela linha sequencial da tubagem ligada.

Interrompendo o trabalho marítimo no final de cada dia deverá ser lançado ao mar o último troço soldado e tamponado na ponta para que toda a tubagem se mantenha a flutuar.

Fase 15 - Terminando o último troço soldado, devidamente controlado pela topografia para que as suas coordenadas de assentamento no fundo sejam as corretas, este será descarregado para o mar com o tampão protetor para manter todo o conjunto a flutuar.

Fase 16 - No fundo submarino, nas coordenadas previstas para a zona de adução do projeto, estará, entretanto, já colocada uma estrutura submarina, composta pela torre de concreto armado já referida pesando com pouco mais de 215 toneladas e situada à cota de cerca de -14m de profundidade que disporá, na zona próxima da sua base, de uma junção para encaixar com flanges e parafusos de elevada resistência a parte terminal da tubagem de adução com diâmetro de 1600 mm.

Fase 17 - À parte terminal da tubagem flutuante será retirado o tampão protetor de topo que providenciava a flutuação do conjunto, obrigando o conjunto da tubagem com anéis a submergir para o local do fundo no seu leito previamente aberto, com a ajuda de cabos e mergulhadores.

Fase 18 - A restante tubagem será revista para certificação submarina para verificar que se encontra devidamente apoiada e alinhada na vala dragada previamente aberta.

Fase 19 - O material dos blocos de rocha do molhe provisório adicional, onde se encontra ainda por submergir a parte da conduta de adução próximo da marca de extensão dos 100m, será então retirado com uma retroescavadeira desde o topo para as traseiras, podendo em princípio ser colocado na frente do molhe definitivo, frente ao layout da futura Planta, protegendo a estrutura face a possíveis futuras ocorrências de marés violentas de ressaca.

Fase 20 - O material da tubagem em causa com cerca de 50 metros de extensão à vista, sendo o único trecho que não dispõe de anéis, poderá ser reforçado no fundo do leito por 2 pequenas estruturas em concreto funcionando como contrapesos superiores, que poderão ser: ou através de blocos betonados em concreto submerso lançado “in situ” ou através de dois cavaleiros equiparados situados nos terços desta extensão de 50 metros, para compensar eventuais forças de emersão da tubagem naquela zona específica. Para atuarem de forma idêntica aos anéis na restante tubagem mar adentro, assegurando a submersão de toda a extensão da tubagem, bastará que cada uma dessas duas estruturas de concreto auxiliares possua um peso na ordem de cada anel multiplicado por 3.5, ou seja, com um volume de concreto por estrutura de contrapeso ou cavaleiro na ordem dos 0,45 m3 x 3,5 = 1,58 m3.

8.9.4. Execução da Conduta de Expulsão / CE:

Fase 1 - A Conduta de Expulsão das águas não aproveitáveis, a que também se convencionou chamar de

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

forma simplificada a conduta 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 perto de 500 metros numa primeira parte em terra ao longo do molhe protetor, com os seus troços de diâmetro 1200 mm soldados de topo e possuindo diluidores de distribuição da salmoura nos seus cerca de 200 metros finais, e seguindo, na sua parte terminal de extensão dos seus 500 metros, para o mar.

Os seus parâmetros de cálculo foram arbitrados de acordo com os seguintes valores de referência:

- ✓ Velocidade de escoamento: 1,94 m/s;
- ✓ Vazão de expulsão da água do mar: 6470 m3/h ou 1,80 m3/s;
- ✓ Perda de carga linear contínua: 1,05m;
- ✓ Perda de carga nos difusores: 1,10m;
- ✓ Perdas de carga totais: 2,15m;
- ✓ Cota BMAV (Baixa Mar de Águas Vivas): -1,73m NMAM;
- ✓ Cota PMAV (Preia Mar de Águas Vivas): +1,90m NMAM;
- ✓ Cota Piezométrica no tanque da salmoura em BMAV: -1,73+2,15 = +0,42m 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: +1,90+2,15 = +4,05m NMAM (situação que indica que a cota do tanque de salmoura deverá ser superior à indicada).

Com a introdução dos difusores junto à muralha protetora de rochas batidas pela ondulação se assegura que o produto de salmoura se dilui muito rapidamente no oceano. 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.

Na sua zona terminal em que a tubagem termina no mar o emissário de expulsão terá de ser complementado no seu dorso dos ductos de diâmetro 1.200 mm soldados com algumas estruturas de contrapesos de anéis, para obrigar a que a densidade do conjunto seja superior à densidade da água.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

9. Instalação elétrica

9.1. Códigos e Padrões

A instalação elétrica está 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.
- ✓ 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 controle and reactive compensation of static power converters.

9.2. Critérios de design

O sistema elétrico foi projetado para atender as seguintes condições:

- ✓ Flexibilidade e continuidade de operação.
  - O projeto contempla 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.

✓ Facilidade de operação 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 é 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 foram padronizados para cobrir uma ampla gama de aplicações e reduzir estoques.
- Na seleção de equipamentos e materiais, foi dada prioridade à redução das perdas de aquecimento, à redução do consumo de energia e à baixa emissão de CO2.

9.3. 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, 50 Hz, 3 fases desde a subestação elétrica da usina 69/6.6kV.

✓ Motores de média tensão:

- Bombas de alta pressão, 1800 kW, são alimentadas com tensão de 6,6 kV, 3P+PE, aterramento por resistência de baixo valor ôhmico.
- Bombas de água do mar em coleta, 710 kW com inversor de frequência, são alimentadas com tensão de 6,6 V, 3F+PE, aterramento por resistência de baixo valor ôhmico.

✓ Motores de baixa tensão:

- O restante dos 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.

9.4. Condições ambientais e terremoto

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 ºC
Temperatura máxima de projeto para equipamentos instalados em ambientes internos em salas com sistema	40 ºC
Temperatura mínima de projeto	- 5 ºC
Tipo de ambiente	Salino

9.5. 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Transformadores tipo seco	IP23
Sistema DC e UPS	IP32
Equipamentos sujeitos a mergulhos ocasionais (bombas submersas, etc.)	IP68
Luminárias y projetores	IP65
Bandejas perfuradas com tampa no interior de edifícios	IP25
Bandejas lisas com tampa para exterior	IP33

9.6. Margens de desenho e redundâncias

As seguintes margens de reserva e redundância estão previstas:

- ✓ Linha de ligação subterrânea 6.6 kV Subestação Usina de Dessalinização. Cada uma das conexões de média tensão da subestação é dimensionada para 100% da potência total demandada pela usina (20 MW cada uma).
- ✓ As cabines de média tensão podem ser alimentadas por duas fontes diferentes e são equipados com sistemas de transferência automática. Em geral, as cargas foram 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%.
- ✓ Os MCC e quadros de distribuição de carga de baixa tensão podem ser alimentados a partir de duas fontes diferentes. Em geral, as cargas foram 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%. Sistemas de transferência automática são fornecidos nas tabelas principais e manual no resto.
- ✓ Transformadores em todos os casos, os transformadores redundantes estão disponíveis, com 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).
- ✓ Barras de alta intensidade. 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.

9.7. Descrição da instalação

9.7.1. 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 69/6,6kV que fornecerá a fonte de energia em MT 6,6kV para a usina de dessalinização. A subestação será tipo convencional, barra simples e duas posições para transformador de capacidade 20 MVA (ONAN/ONAF).

9.7.2. 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

As telas dos cabos serão solidamente conectadas ao terra em cada extremidade.

9.7.3. 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:

9.7.3.1. *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, 3500 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 (1800kW) 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 água do mar em captação (710kW).
- ✓ Os transformadores T2A e T2B, 6,6 / 0,4 kV, 60 Hz, 3500 kVA. Os dois transformadores serão instalados ao lado da sala elétrica, em instalações independentes adaptadas às características desses equipamentos.
- ✓ MCC4, centro de controle de motores para bombas de água produto.
- ✓ MCC5, 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.

9.7.3.2. *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, 3500kVA, servindo as bombas de recirculação e impulsionador alimentando a bomba de alta pressão, ambas acionadas por variadores 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.
- ✓ MCC2, centro de controle de motor de baixa tensão 380V para limpeza dos filtros MM.
- ✓ MCC3, centro de controle do motor da baixa tensão 380V para as bombas da recirculação e de reforço.
- ✓ MCC6, 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.

9.7.3.3. *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.
- ✓ MCC1, 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. Sistemas automáticos de transferência de carga são fornecidos nas tabelas principais e manuais no restante.

9.7.4. Células de média tensão

Um conjunto de células de média tensão é projetado, com a seguinte configuração de células:

DESCRIÇÃO	UNIDADES IDÊNTICAS INSTALADAS
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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

9.7.5. Transformadores

De acordo com o indicado nas seções anteriores, os seguintes transformadores estão instalados:

- ✓ T1-A e T1-B: 69/6.6kV, 60Hz, 20MVA, 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 MCC3.

Os transformadores de alta tensão 69/6.6kV, 20MW, serão do tipo óleo, classe F, temperatura de projeto 50ºC, refrigeração ONAN/ONAF, YNn0, para instalação em instalação externa.

O transformador 69/6.6kV terá um regulador de tensão de carga, com 21 tomas (± 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 ºC, 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 1.4 Condições Ambientais.

Os transformadores MT/BT terão um regulador de tensão manual no vácuo, com cinco taps (± 2,5%; 0; ± 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, alimente o mesmo transformador em um circuito

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

9.7.6. Motores de média tensão

Os motores de média tensão são aqueles correspondentes a:

- ✓ As bombas de alta pressão 1800 kW
- ✓ As bombas de água de mar 710 kW

Os motores serão gaiola de esquilo trifásica, 6,6 V, 60 Hz, classe F e temperatura de projeto 40ºC. 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.

Está previsto o arranque dos motores das bombas de alta pressão ao vivo (Doll), com uma limitação de corrente inicial de 5 In. Bombas de água do mar têm variadores 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.

9.7.7. Motores de baixa tensão

Os motores serão gaiola de esquilo trifásica, 400 V, 60 Hz, classe F e temperatura de projeto 40ºC. 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.

9.7.8. 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

9.7.9. Centros de controle de motores

Um total de 6 centros de controle de motores (MCC) estão localizados nas diferentes salas elétricas. São os seguintes:

- ✓ MCC1, 380V, 60Hz, para dosagem química antes do pré-tratamento.
- ✓ MCC2, 380V, 60Hz, para a lavagem de filtros MM.
- ✓ MCC3, 380V, 60Hz, para bombas de recirculação e booster
- ✓ MCC-04, 380V, 60Hz, para o bombeamento de água do produto.
- ✓ MCC-05, 380V, 60Hz, para limpeza química.
- ✓ MCC-06, 380V, 60Hz, dosagem de reagentes químicos.

Os MCCs 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 MCCs 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 MCCs, 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 a posição aberta, seletor de posição de comando: local, remoto e teste; e lâmpadas de sinalização.

Os tipos de início esperados são os seguintes:

- ✓ Arranque direto até 5.5 kW.
- ✓ Starter com inversão de rotação.
- ✓ Arrancadores suaves. Serão instalados nos motores com potência nominal superior a 5,5kW 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.

9.7.10. Variador de frequência MT

Os inversores de frequência de média tensão para operação das bombas de água do mar serão de 710kW, 6600V, 60Hz, 24 pulsos, operarão em dois quadrantes com modulação de largura de banda (PWM) com controle vetorial.

Cada VDF será montado em um gabinete 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 VDF 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 VDF será 0,97 entre 30% e 100% da potência nominal e será projetado para uma disponibilidade de 99,9%.

O conjunto VDF deve estar em conformidade com os requisitos de compatibilidade eletromagnética

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

(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.

9.7.11. Inversores de frequência BT

Os variadores 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 velocidade variável para motores com potência igual ou superior a 50 kW terão by-pass e serão montados em gabinetes autoportantes independentes com acesso frontal. O grau de proteção será de IP 42.

Os motores das seguintes bombas serão alimentados por VDFs:

- ✓ Bombas de recirculação, 380V, 250 kW
- ✓ Bombas booster, 380V, 400kW
- ✓ Bombas de água de mar, 690V, 630kW
- ✓ Bomba de limpeza química e deslocamento, 380V, 315kW
- ✓ Bomba de produto tipo nº1 e nº2, 380V, 200kW

O conjunto VDF 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.

9.7.12. Arrancador suave

Motores com potência superior a 5,5 kW que não são acionados por um inversor de frequência terão partidas eletrônicas.

Os starters suaves terão by-pass e serão montados em gabinetes autoportantes independentes, com acesso frontal. O grau de proteção será de IP 54.

9.7.13. 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 MCCs e o TBT-SA serão conectados à rede de serviços comuns e essenciais.

As capacidades do equipamento são detalhadas no documento de cálculo. Estes 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.

9.7.14. 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 90ºC e curto-circuito a 250ºC, 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- 4% máx. circuitos terminais (iluminação e força)

As seções mínimas estabelecidas são as seguintes:

- ✓ Potência 4 mm2
- ✓ Comando e sinalização 1,5 mm2

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.

9.7.15. 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.

9.7.16. 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.

9.7.17. 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.

9.7.18. 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.

9.7.19. 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

9.7.20. Oleodutos: bandejas, canais, dutos e conduítes

Foram fornecidos conduítes de cabos separados para linhas de média tensão, baixa tensão, controle e instrumentação.

Dentro dos edifícios, a fiação será instalada em bandejas de cabos ou escadas de aço galvanizado. Do lado de fora dos edifícios, será realizado em canais de obras civis ou enterrados diretamente no solo.

As conexões internas e externas, de bandejas ou canais a receptores, serão feitas sob tubos de aço galvanizado a quente, especialmente nos locais onde seria conveniente proteger os cabos contra possíveis choques e/ou vibrações.

9.7.20.1. *Bandejas*

As bandejas serão feitas de PVC, perfuradas e com tampa. As bandejas serão fixadas pelo suporte tipo suporte. Eles serão projetados para uma temperatura de serviço de -25ºC a 60ºC e uma resistência ao impacto muito forte (20J), eles serão retardadores de chama e não inflamáveis e terão boa resistência à corrosão e a agentes químicos.

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 se mover ou deformá-las.

Os cabos serão sinalizados dentro das bandejas a cada 5 metros, com o circuito correspondente.

9.7.20.2. *Canal ventilado no chão*

Haverá uma série de canais de obras civis para a passagem e conexão da fiação nas diferentes áreas. Evite mudanças repentinas de direção, aspereza dentro dos furos, assim como vazamentos ou condensação de água podem ocorrer.

Em todos os casos, os canais serão graváveis com invólucro removível que permite acesso aos cabos e ventilação dos orifícios. O gabinete será do tipo tramex ou semelhante dentro dos edifícios e topos de concreto do lado de fora.

9.7.20.3. *Canalizações externas em vala*

Os cabos serão alojados em valas sob um tubo com o solo 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 (telhas 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.

9.7.20.4. *Tubulação de superfície sob o tubo (conduítes)*

A fiação será alojada em tubo de aço galvanizado para montagem em superfície com acabamento anticorrosivo, classificação C4. As caixas de registro serão instaladas a cada 15 m no máximo. Os condutores não preencherão mais de 40% da seção transversal do tubo.

9.7.21. 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 seguintes valores de iluminação média:

Localização	Nível de iluminação (lux)
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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

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.

9.7.21.1. *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 autónomas com lâmpadas LED de 3,5 W, alimentadas a 230 V, com bateria de níquel-cádmio com uma autonomia mínima de 1 hora.

9.7.21.2. *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.

9.7.22. 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.

9.7.23. Rede de aterramento

Os principais objetivos da instalação da rede de aterramento são:

- ✓ Garantir a segurança das pessoas para que elas não sejam expostas a estresses perigosos em regime permanente ou em condições de falta.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 da rede da rede terrestre 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 piques enterrados, aço-cobre com 2 m de comprimento, unidos por um cabo de cobre macio e nu de 50 mm2 (seção de 95 mm2 na subestação 69/6.6kV), formando uma grade enterrada diretamente em contato com o solo. Ele terá câmeras de gravação e verificar pontes para revisão do sistema.

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 mm2 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 mm², 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.

9.7.24. Proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões

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.

No Anexo 16.9 do presente estudo, são apresentados os Cálculos Elétricos, em quanto que no Anexo 16.10 são apresentados os Diagramas Unifilares.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

10. Solução Arquitetônica

10.1. Introdução

A planta de dessalinização de água marinha está situada em Fortaleza, Ceará, na ponta do Mucuripe. A sua localização está estreitamente relacionada com o Terminal Marítimo de Passageiros, sendo o acesso a este terreno feito através da Avenida Vicente de Castro.

O complexo é composto 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.

10.2. Edifício de Processo

10.2.1. Localização

O Edifício de processo está localizado no centro do terreno e posicionado de forma a destacar a relação com o terminal de Marítimo de Passageiros de Fortaleza.

10.2.2. 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.

10.2.3. 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.

As fachadas são também revestidas no mesmo sistema de painéis metálicos a formar sanduiche, com tratamento adequado à proximidade do mar 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 afagado com resinas epóxicas.

10.3. Edifício Administrativo

10.3.1. Localização

Acoplado ao edifício de processo, no lado sudeste, a sua orientação permite que os espaços de trabalho estejam orientados visualmente para a marginal de Fortaleza.

10.3.2. 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 Controlo
- ✓ 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.

10.3.3. 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

opacos de ACM de forma a opacizar as áreas técnicas.

O telhado é em laje de concreto revestida com telas impermeabilizantes e isolamento térmico.

10.4. Edifício de captação

10.4.1. Localização

Localizado no lado mais a Noroeste do lote.

10.4.2. Função

Edifício de captação, sala eléctrica, sala de bombas.

10.4.3. 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 um telheiro em chapa trapezoidal com tratamento adequado à proximidade do mar.

10.5. Depósito de produto final e estação elevatória

10.5.1. Localização

Localizado junto à entrada do lote, mais a sudeste.

10.5.2. Função

Depósito do produto final e estação elevatória.

10.5.3. Solução Construtiva

Estrutura em concreto armado, pintada cor cinza concreto. Telhado em laje de concreto revestida com telas impermeabilizantes e isolamento térmico.

11. Instrumentação e Controle da Planta

11.1. Instrumentação pretendida e sua comunicação com o sistema de controle

Serão instalados os instrumentos de campo necessários para realizar o startup, operação, desligamento, controle e supervisão da instalação e conhecer o estado do equipamento para a manutenção do mesmo, todos da sala de controle. a usina de dessalinização. 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 instalaremos 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.

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.

A rede de comunicação de dados do processo entre os controladores, os gabinetes I/O remotos e os instrumentos de campo será mediante Bus 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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.

11.2. 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
- ✓ 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
- ✓ 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
  - 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
  - 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
  - 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
  - Outros: medidores de hidrocarbonetos, medidores de dureza, medidores do conteúdo em sílica, medidores de SDI, etc.

11.3. 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 PCUs 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 regulagem

  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 você pode:
  - Visualizar todos os elementos do campo (estados, valores analógicos, …)
  - Visualizar dados históricos (tendências, alarmes, ...)
  - Mudar dados, slogans 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 Usina 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.

11.4. Rede de comunicações

Haverá uma central telefônica e uma rede interna de telefones que permitem a comunicação entre as diferentes salas e áreas da fábrica 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 da nave de processo, vários telefones serão distribuídos de forma a facilitar a comunicação.

11.5. Rede de vigilância por vídeo

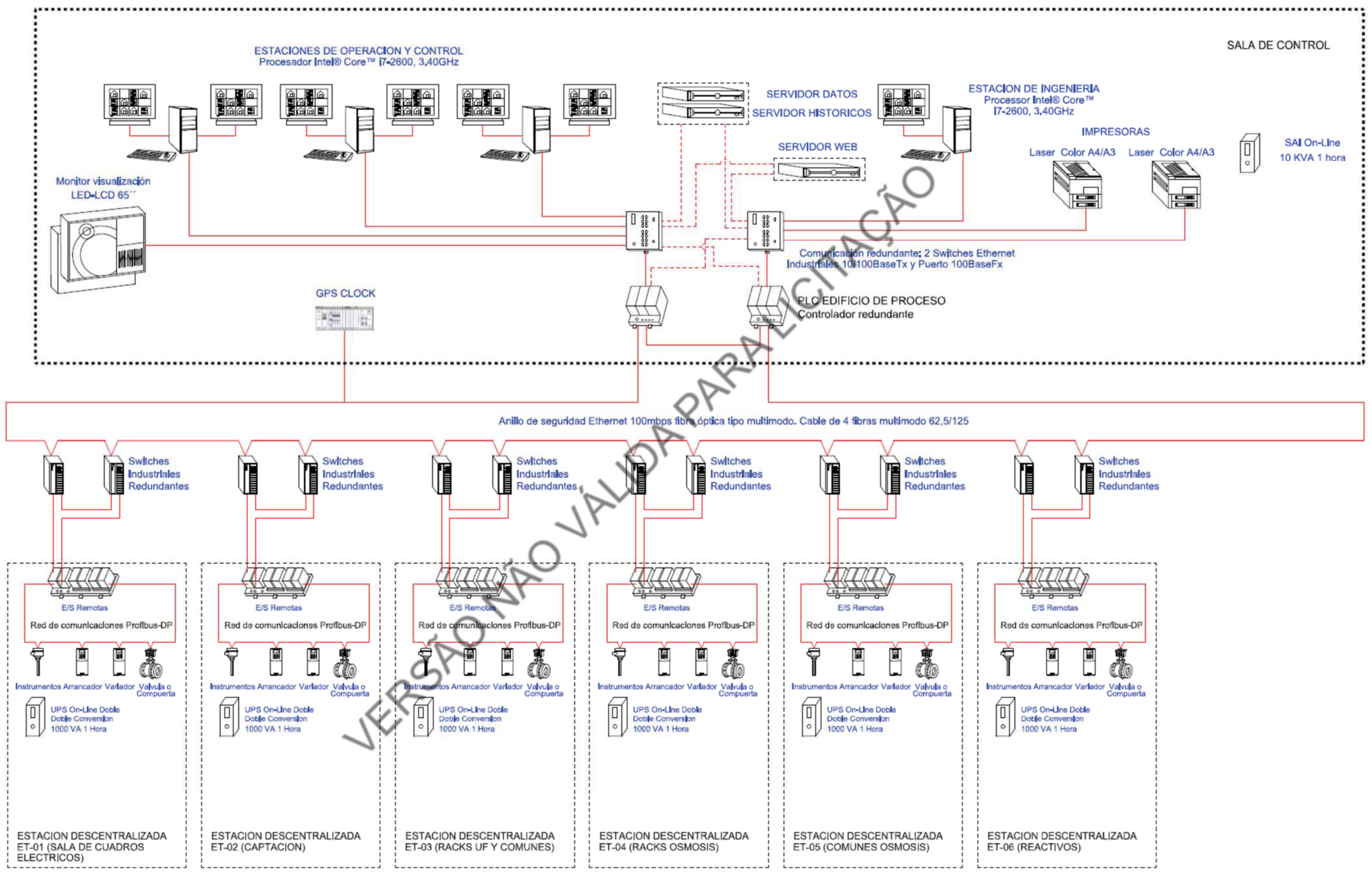
Será instalada uma rede de vigilância por vídeo perimetral nas dependências da fábrica de dessalinização e seus interiores, com possibilidades de gravação (DVR). Também a porta de acesso principal terá um interfone com sala de controle e abertura automática da referida porta da sala de controle.

Também leva em conta a instalação de um sistema de segurança perimetral que evita a intrusão de pessoas fora da usina.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

A seguir é apresentado o DIAGRAMA DE SISTEMA DE CONTROLE.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

12. Conexão com a Rede de Água Potável da CAGECE

12.1. 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 usina 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 ressalvar que a nova origem de água, que vai colocar a disponibilidade da CAGECE um volume diário muito importante (1 m³/s), vai localizar-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.

12.2. Configuração geral do sistema de adução

Na configuração geral do sistema de injeção considerou-se que toda a água produzida na usina de dessalinização terá como finalidade satisfazer a demanda dos setores de Mucuripe e Aldeota, além de atender parcialmente as demandas do barrilete Alves Teixeira, atualmente abastecidos a partir do reservatório do Ancuri.

A interligação base da dessalinizadora ao sistema da CAGECE, nomeadamente aos setores de Mucuripe, Aldeota e barrilete Alves Teixeira, é efetuada através do reservatório de Mucuripe, localizado no Morro de Santa Teresinha.

Para tal, será construído a estação elevatória 01 dotada de quatro grupos moto-bomba, mais um de reserva/substituição, e uma tubulação de recalque, em PEAD, diâmetro de 1200 mm, com uma extensão de 3887 m, que tem início na dessalinizadora, localizada na Praia Mansa, e termino no reservatório de Mucuripe.

O reservatório Mucuripe atenderá, de forma gravitária, uma demanda de aproximadamente 250l/s. O excedente produzido (750l/s) deverá ser recalcado para o atendimento das localidades Fanor, Dunas, Aldeota e barrilete Alves Teixeira.

Para o volume excedente, será construída uma estação elevatória, denominada de Estação Elevatória 02, com dois grupos moto-bombas, mais um de reserva/substituição, que deverá recalcar a água para as localidades Fanor e Dunas, através de um injetamento em uma rede existente nas proximidades do reservatório Mucuripe; Unidade Operacional Aldeota, através de uma adutora projetada em PEAD e DN 900mm com uma extensão aproximada de 5.300m; e Barrilete Alves Teixeira, através de adutora existente em aço e DN 1000mm com uma extensão de aproximadamente 2300m.

A estação elevatória – 02, assim como a adutora projetada em PEAD DN 900mm, foram dimensionadas para o atendimento de 1,0m³/s no barrilete Alves Teixeira, o que poderá ocorrer em uma situação atípica.

Para o abastecimento das localidades Dunas e Fanor será necessário realizar injetamento em uma tubulação existente em PVC DEFFoFo de 200mm localizado nas proximidades do reservatório Mucuripe.

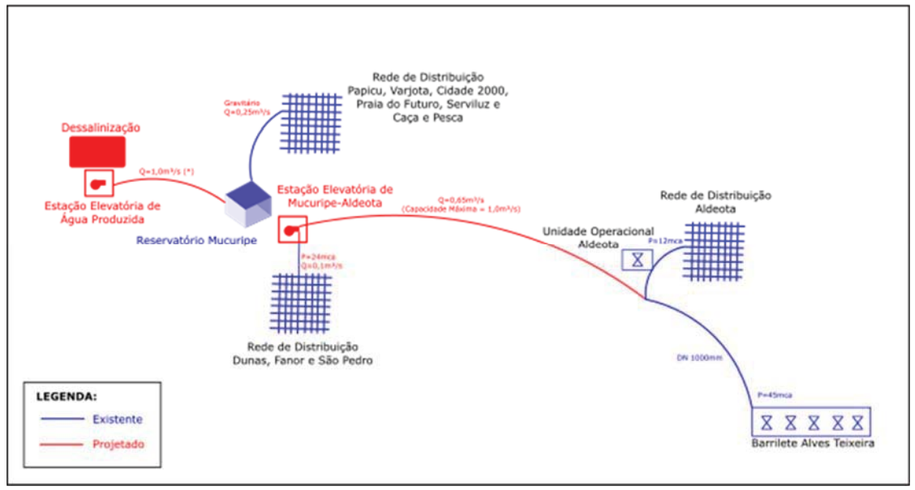
Para o abastecimento total do setor atendido pela Unidade Operacional Aldeota será necessária uma demanda de aproximadamente 500 l/s, além de pressão superior a 12 mca. Será necessário ainda a execução de injetamento em uma tubulação existente de 700mm, localizada nas dependências da unidade, e a instalação de uma válvula controladora de pressão.

No Barrilete Alves Teixeira, será efetuado o abastecimento da oferta restante (em torno de 150l/s). A pressão necessária deverá ser em torno de 45mca, possibilitando o atendimento dos setores Expedicionários, Benfica, Floresta e Pici.

Na Figura 12.1 apresenta-se a configuração esquemática do sistema de adução proposto.

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 12.1 - Configuração esquemática do Sistema de adução



A seguir é apresentada a segregação dos custos das condutas elevatórias e a interligação com o sistema CAGECE.

Item	Descrição		Valor Global
	PMI DESAL FORTALEZA		
1	**CONDUTAS ELEVATÓRIAS - TRECHO 1:PLANTA/MUCURIPE**		**R$ 37.734.855,59**
1.1	MOVIMENTO DE TERRAS		R$ 5.332.895,28
1.2	OBRAS CIVIS		R$ 11.570.314,48
1.3	TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS		R$ 20.831.645,83
2	**CONDUTAS ELEVATÓRIAS - TRECHO 2:MUCURIPE / ALDEOTA / ALVES TEIXEIRA**		**R$ 33.774.250,00**
2.1	MOVIMENTO DE TERRAS		R$ 6.545.850,00
2.2	OBRAS CIVIS		R$ 10.416.800,00
2.3	TUBULAÇÕES E EQUIPAMENTOS		R$ 16.811.600,00
3	**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA**		**R$ 8.000.000,00**
3.1	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA		R$ 8.000.000,00
		VALOR TOTAL	**R$ 79.509.105,59**

12.3. Estações elevatórias

12.3.1. Considerações gerais

De acordo com a configuração geral do sistema de transporte apresentado no ponto anterior será construída a estação elevatória-01 localizada anexa ao reservatório de água produzida na usina de dessalinização. Esta infraestrutura será instalada no interior do perímetro da usina, sendo responsável pelo recalque da água até ao reservatório apoiado de Mucuripe.

A estação elevatória-01 é dimensionada para elevação da vazão de 1000 l/s a uma altura manométrica de 58,2 m, correspondente ao desnível geométrico entre a estação elevatória e o reservatório (53m) e as perdas de carga totais do sistema.

Em peça desenhada integrante da usina apresenta-se a configuração geral da estação elevatória proposta.

A estação elevatória-02, localizada anexa ao reservatório Mucuripe, será responsável por recalcar a água produzida pela planta para o setor de abastecimento Aldeota e barrilete Alves Teixeira. O dimensionamento da estação elevatória-02 foi realizado para elevação de vazão de 1000 l/s a altura manométrica de 36 mca, correspondente ao desnível geométrico entre a estação elevatória e a unidade operacional Aldeota e as perdas de carga totais.

12.3.2. Equipamento

12.3.2.1. *Grupos motor-bomba*

A estação elevatória - 01 será equipada com quatro grupos moto-bomba de eixo horizontal, iguais entre si, mais um grupo auxiliar, com capacidade de elevação de 58.2 mca, para a vazão de 1000 l/s.

Para efeito de cálculo e obtenção das curvas do sistema apresentadas na Figura 2, foi selecionado um modelo de bomba que atende às condições do ponto de trabalho, podendo, posteriormente, ser substituído por outro que atenda satisfatoriamente às especificações do projeto.

As principais características técnicas dos conjuntos moto-bomba proposto são descritas no Quadro 12.1.

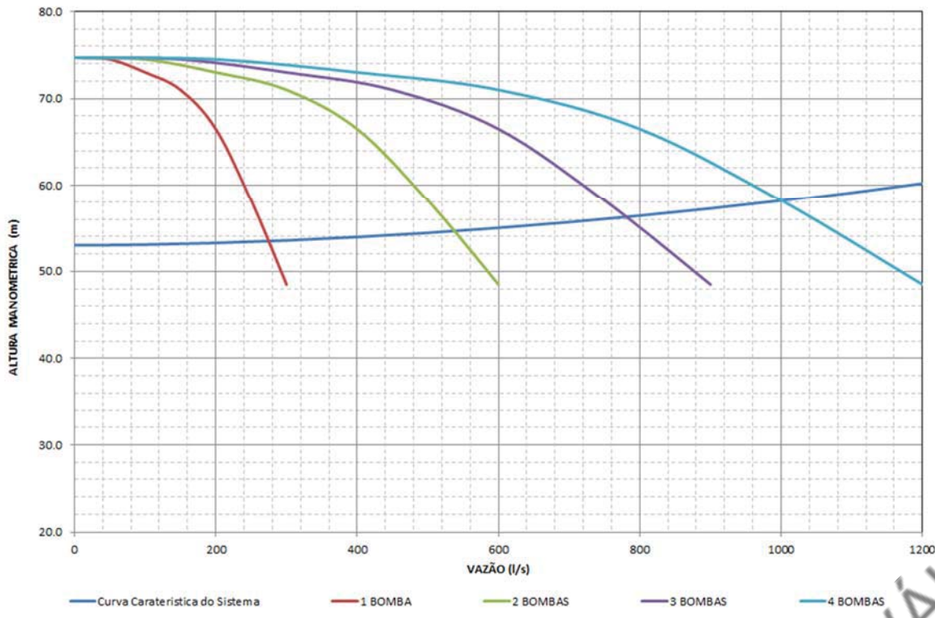
Quadro 12.1 - Principais características do grupo motor-bomba proposto EEA-01

Marca	KSB
Modelo	Etanorm RM 250-500-KDW
Vazão total (m^3/h)	3600 m^3/h
Vazão unitária (m^3/h)	900 m^3/h
Altura manométrica (mca)	58,2 mca
Nº Total de conjuntos	5
Nº de conjuntos em operação	4
Diâmetro do recalque (mm)	1200
Diâmetro da sucção (mm)	1000
Potência do motor (cv)	216
Rotação (rpm)	1489
Eficiência (%)	80,0

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

A curva de consumo e do sistema, com indicação do respectivo ponto de funcionamento dos grupos moto-bomba a serem instalados na estação elevatória anexa à usina de dessalinização, é apresentada na Figura 12.2.

Figura 12.2 - Curvas e pontos de funcionamento dos grupos motor-bomba a instalar na estação de bombeamento da Praia Mansa



A estação elevatória – 02 será equipada com dois conjuntos moto-bomba de eixo horizontal, iguais entre si, mais um reserva, com capacidade de elevação de 36,0mca, para a vazão de 1000l/s.

As principais características técnicas dos conjuntos moto-bomba proposto são descritas no Quadro 12.2.

Quadro 12.2 - Principais características do grupo motor-bomba proposto EEA-01

Marca	KSB
Modelo	Megaflow
Vazão total (m^3/h)	3600 m^3/h
Altura manométrica (mca)	36,0 mca
Nº Total de conjuntos	2
Nº de conjuntos em operação	1
Diâmetro do recalque (mm)	1000
Diâmetro da sucção (mm)	900
Potência do motor (cv)	300
Rotação (rpm)	1160

12.3.2.2. *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 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 tubagem geral de compressão será equipada com derivações para as bombas, reservatório hidropneumático e espera para um medidor de pressão.

12.3.2.3. *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 a instalar serão do tipo borboleta e serão instaladas nas tubulações de sucção e compressão das bombas, conforme peças desenhadas.

12.4. Linhas adutoras

12.4.1. Dimensionamento hidráulico

O dimensionamento da linha de recalque entre a dessalinizadora e o reservatório apoiado de Mucuripe é efetuado para a vazão de projeto de 1000 l/s.

A tubulação de recalque entre o RAP Mucuripe e a unidade operacional Aldeota é dimensionada para a vazão de 1000l/s e de forma a garantir uma pressão mínima de 45mca no barrilete Alves Teixeira.

Para aproveitamento da tubulação existente, que interliga a unidade operacional Aldeota ao barrilete Alves Teixeira, foi verificado o atendimento da vazão de 1000l/s.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Quadro 12.3 - Dimensionamento das condutas adutoras de recalque e gravidade

		Conduta de recalque		
		Dessalinizadora – RAP Mucuripe	**RAP Mucuripe/Aldeota**	**Aldeota/BAT**
Material		PEAD	PEAD	Aço
PN		10	10	10
DN (mm)		1200	900	1000
DI (mm)		1006	793,4	970
Q_{dim} (l/s)		1000	1000	1000
V (m/s)		1.26	2,02	1,35
L (m)		3887	5563	2300
Perda contínua	Unitária (m/m)	0.00111	0.00284	0,00107
	Totais (m)	4.3	15,8	2,46
Perdas Localizadas (m)		0.9	0.3	0,4
Perdas Totais (m)		5.2	16,1	2,86

12.4.2. Disposições construtivas

A implantação da tubulação foi efetuada com base num levantamento topográfico à escala 1/10 000, apoiado pelas fotografias aéreas disponibilizadas pelo GoogleEarth.

Nas peças desenhadas são apresentados os traçados em planta e em perfil longitudinal, às escalas 1/5 000 (horizontal) e 1/500 (vertical), das condutas 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 tubagens 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.

12.4.3. Equipamentos

Para o bom funcionamento do sistema de adução é necessária a instalação de equipamentos, nomeadamente válvulas de seccionamento, descargas de fundo e ventosas.

12.4.3.1. *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.

Na peça desenhada CONDUTAS-006 é apresentado o desenho tipo das caixas de seccionamento e descarga.

12.4.3.2. *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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

As ventosas a instalar nos "pontos altos" das condutas 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 condutas, não se verificando assim depressões exageradas nas mesmas;
- ✓ Saída de grandes volumes de ar quando se procede ao enchimento das condutas, seja após a sua instalação, seja na sequência de reparações.

As ventosas serão instaladas em caixas enterradas conforme peça desenhada CONDUTAS-005.

12.4.4. Travamento das condutas

O travamento das condutas 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 condutas 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

13. Cronograma da Obra e Orçamento Estimativo

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	R$	MESES														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO	GL	1,00	8.391.689,03	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%									
					1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84									
2	CONDUTAS ELEVATÓRIAS (INTERLIGAÇÃO COM REDE CAGECE)	GL	1,00	79.509.105,59							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25
3	TORRE DE CAPTAÇÃO	GL	1,00	4.281.703,92							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91
4	CONDUTA DE ADUÇÃO	GL	1,00	23.788.141,20							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15
5	CONDUTA DE EXPULSÃO	GL	1,00	6.984.676,19							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28
6	PLANTA/LAYOUT	GL	1,00	134.131.493,06							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05
7	ACABAMENTOS FINAIS	GL	1,00	8.126.550,48															
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	EQUIPAMENTOS, MMONTAGEM, TREINAMENTO E START-UP	GB	1,00	207.273.442,07							4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
					-	-	-	-	-	-	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09
9	FORNECIMENTO DE ENERGIA	GB	1,00	11.400.000,00	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%
					-	-	-	-	-	-	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82
TOTAL GERAL				**483.886.801,54**	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	1.398.614,84	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55
					0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%
					1.398.614,84	2.797.229,68	4.195.844,52	5.594.459,35	6.993.074,19	8.391.689,03	29.635.714,58	50.879.740,12	72.123.765,67	93.367.791,22	114.611.816,76	135.855.842,31	157.099.867,86	178.343.893,40	199.587.918,95
					0,3%	0,6%	0,9%	1,2%	1,4%	1,7%	6,1%	10,5%	14,9%	19,3%	23,7%	28,1%	32,5%	36,9%	41,2%

ITEM	SERVIÇOS	UNID	QUANT	R$	MESES														
					16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO	GL	1,00	8.391.689,03															
2	CONDUTAS ELEVATÓRIAS (INTERLIGAÇÃO COM REDE CAGECE)	GL	1,00	79.509.105,59	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%		
					3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	3.614.050,25	-	-
3	TORRE DE CAPTAÇÃO	GL	1,00	4.281.703,92	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%		
					194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	194.622,91	-	-
4	CONDUTA DE ADUÇÃO	GL	1,00	23.788.141,20	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%		
					1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	1.081.279,15	-	-
5	CONDUTA DE EXPULSÃO	GL	1,00	6.984.676,19	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%		
					317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	317.485,28	-	-
6	PLANTA/LAYOUT	GL	1,00	134.131.493,06	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%		
					6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	6.096.886,05	-	-
7	ACABAMENTOS FINAIS	GL	1,00	8.126.550,48														50,0%	50,0%
					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.063.275,24	4.063.275,24
8	EQUIPAMENTOS, MMONTAGEM, TREINAMENTO E START-UP	GB	1,00	207.273.442,07	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%		
					9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	9.421.520,09	-	-
9	FORNECIMENTO DE ENERGIA	GB	1,00	11.400.000,00	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%		
					518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	518.181,82	-	-
TOTAL GERAL				**483.886.801,54**	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	21.244.025,55	4.063.275,24	4.063.275,24
					4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	4,4%	0,8%	0,8%
					220.831.944,50	242.075.970,05	263.319.995,59	284.564.021,14	305.808.046,69	327.052.072,23	348.296.097,78	369.540.123,33	390.784.148,87	412.028.174,42	433.272.199,97	454.516.225,51	475.760.251,06	479.823.526,30	483.886.801,54
					45,6%	50,0%	54,4%	58,8%	63,2%	67,6%	72,0%	76,4%	80,8%	85,1%	89,5%	93,9%	98,3%	99,2%	100,0%

Item	Resumo do CAPEX		
1	Usina de Dessalinização	R$ 392.957.695,93	78%
2	Interligação com rede CAGECE	R$ 79.509.105,59	20%
3	Interligação com rede de energia	R$ 11.400.000,00	2%
	TOTAL	**R$ 483.866.801,52**	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

14. Planta Piloto

Os programas de simulação dos sistemas de membranas comerciais de osmose reversa desenvolvidos por diferentes fornecedores proporcionam grande confiabilidade em termos de vazões e qualidade da água osmotizada produzida, por isso não é considerado necessária a realização de ensaios/testes piloto na fase de osmose. Os fabricantes de membranas oferecem garantias de qualidade e vazão da água.

No entanto, é importante verificar a qualidade e eficiência do sistema de pre-tratamento 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 pre-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 pre-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 pre-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 da planta piloto projetada para o presente projeto.

Os custos para desenvolvimento da planta piloto estão considerados nos valores para o desenvolvimento dos projetos básicos e executivos.

14.1. 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

14.2. Objetivos da planta piloto de filtros de areia

Com o objetivo de otimizar a linha de pré-tratamento prevista para a planta dessalinizadora de Fortaleza, o Consórcio prevê 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 camadas 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.

14.2.1. Descrição da planta piloto de filtros de areia

GS INIMA dispõe de uma planta piloto que 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 floculantes.

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 14.1 - Vista das duas colunas de filtração



Figura 14.2 - Vista completa das duas colunas com os sistemas auxiliares.



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

14.3. 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.

14.3.1. Descrição da proposta

A planta piloto inclui uma estrutura compacta construída com perfis de aço e com os seguintes elementos:

14.3.1.1. *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 m3/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.

14.3.1.2. *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.

14.3.1.3. *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.

14.3.1.4. *Fluxometros*

Serão instalados dois rotâmetros, um para a medida da água permeada, e outro para medida do rejeito da salmoura,

Os rotâmetros serão da marca Stübbe ou similar, no material PVC, DN50, com capacidade de medida entre 1000 a 10.000 l/h.

14.3.1.5. *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 micras de passo.

As carcaças serão construídas em PP, e levarão um sistema manual de ventilação superior.

14.3.1.6. *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 estilo77, em aço inoxidável AISI 316.

14.3.1.7. *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

14.3.1.8. *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.

14.3.1.9. *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.

14.3.1.10. *Bomba de impulsão de alta pressão*

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 oxido 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 m3/h a uma pressão máxima de 65 bar com motor de potência 30 CV.

14.3.1.11. *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 manómetro a mais antes da válvula, para verificar a pressão real da bomba.

14.3.1.12. *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.

14.3.1.13. *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.

14.3.1.14. *Termômetro de controle da temperatura fluido*

No coletor de entrada ao tubo de pressão, será incluído um termômetro de agulha, insertado na tubulação, na faixa de medida entre 0-50ºC.

14.3.1.15. *Sensor de condutividade do permeado*

Na linha de água permeada, será incluído um sensor de condutividade do tipo indutivo com transmissor digital compacto.

14.3.2. Diagrama de fluxo

A seguir é apresentado o diagrama de fluxo de uma planta piloto construída por BLUE GOLD.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece

Nº rev.	Nota de revisión	Data	Firma	Comprobado
V1.2		13-09-2008	J.V.	J.V.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

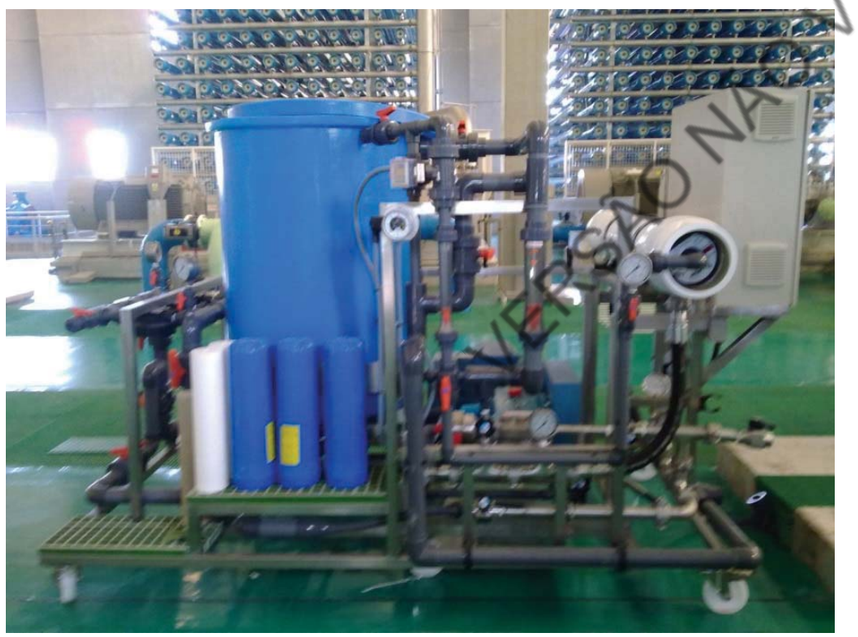
BLUE GOLD DESALACION S.L.	
CLIENTE: INIMA	
Planta Piloto Alicante II	
PLANO: Diagrama de Flujo	
SUPERVISÓ DTIL	FECHA 13.09.2008 · ESCALA n/a · PLANO 1.2

14.3.3. Esquemas elétricos

No anexo 16.6 são apresentados os diagramas unifilares da planta piloto proposta.

14.4. Fotografias





15. Relação de Desenhos

PEÇAS ESCRITAS	
LISTA DE PEÇAS	USI-LP-001
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	USI-MD-001
MAPA DE QUANTIDADES	USI-MQ-001
PEÇAS DESENHADAS	
PLATAFORMA	
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO GERAL	USI-PLT-101
PLANTA DE DEMOLIÇÕES	USI-PLT-102
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO GERAL DOS EDIFÍCIOS	USI-PLT-201
INFOGRAFIA	USI-PLT-202
AXONOMETRIAS CONJUNTO	USI-PLT-203
TERRAPLENAGENS - PLANTA GERAL	USI-PLT-301
TERRAPLENAGENS - CORTES TRANSVERSAIS	USI-PLT-302
TERRAPLENAGENS - CORTES LONGITUDINAIS	USI-PLT-303
DRENAGEM - PLANTA GERAL	USI-PLT-401
PAVIMENTAÇÃO - PLANTA GERAL E CORTE TIPO	USI-PLT-402
REDE DE ILUMINAÇÃO EXTERIOR	USI-PLT-501
TUBAGEM ENTERRADA E LOCALIZAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA	USI-PLT-502
1 - EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO E DEPÓSITO DE SALMOURA	
ARQUITETURA - EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO - PLANTA PISO 0	USI-ADM-101
ARQUITETURA - EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO - PLANTA PISO 1	USI-ADM-102
ARQUITETURA - EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO - PLANTA DE TELHADO	USI-ADM-103
ARQUITETURA - EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO - CORTES E ALÇADOS	USI-ADM-104
ARQUITETURA - EDIFÍCIO DE PROCESSO & ADMINISTRATIVO - CORTES E ALÇADOS	USI-ADM-105
ESTRUTURAS - PLANTAS	USI-ADM-201
ESTRUTURAS - PLANTAS E SEÇÕES	USI-ADM-202
HIDRÁULICAS - REDE DE ÁGUAS E ESGOTOS - PLANTA DE IMPLANTAÇÃO	USI-ADM-301
HIDRÁULICAS - REDE DE ÁGUA - PLANTA DO PISO 0 E DO PISO 1	USI-ADM-302
HIDRÁULICAS - REDE DE ESGOTOS - PLANTA DO PISO 0 E DO PISO 1	USI-ADM-303
ACV - PLANTA PISO 00	USI-ADM-401
ACV - PLANTA PISO 01	USI-ADM-402
ACV - PLANTA DA COBERTURA	USI-ADM-403

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ACV - PLANTA PISO 00	USI-ADM-401
ACV - PLANTA PISO 01	USI-ADM-402
ACV - PLANTA DA COBERTURA	USI-ADM-403
IEG - ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	USI-ADM-501
IEG - CAMINHOS DE CABOS, CALHAS TÉCNICAS E CAIXAS PAVIMENTO	USI-ADM-502
IEG - ILUMINAÇÃO NORMAL	USI-ADM-503
IEG - ILUMINAÇÃO SEGURANÇA E ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	USI-ADM-504
IEG - TOMADAS DE USOS GERAIS E ALIMENTAÇÕES ESPECÍFICAS	USI-ADM-505
IEG - REDE DE TERRAS	USI-ADM-506
IEG - INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES	USI-ADM-507
IEG - SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIO - SADI	USI-ADM-508
IEG - SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO E ROUBO - SADIR	USI-ADM-509
EQUIPAMENTO MECÂNICO – FILTRAÇÃO	USI-FIL-601
EQUIPAMENTO MECÂNICO – PLANTA E DETALHES	USI-FIL-602
EQUIPAMENTO MECÂNICO – OSMOSE INVERSA PLANTA	USI-PRO-601
EQUIPAMENTO MECÂNICO – TUBULAÇÃO DE ENTRADA DE ÁGUA DO MAR - ALTA PRESSÃO - SEÇÕES	USI-PRO-602
EQUIPAMENTO MECÂNICO – REJEITO SALMOURA – ALTA PRESSÃO – SEÇÕES	USI-PRO-603
EQUIPAMENTO MECÂNICO – TUBULAÇÃO DE PERMEADO – SEÇÕES	USI-PRO-604
EQUIPAMENTO MECÂNICO – OSMOSE INVERSA – SEÇÕES	USI-PRO-605
EQUIPAMENTO MECÂNICO – MICROFILTROS – PLANTA E SEÇÕES	USI-PRO-606
EQUIPAMENTO MECÂNICO – OSMOSE INVERSA – SEÇÕES	USI-PRO-607
EQUIPAMENTO MECÂNICO – ERI – PLANTA E SEÇÕES	USI-PRO-608
EQUIPAMENTO MECÂNICO – ERI – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO E MONTAGEM	USI-PRO-609

2 - EDIFÍCIO DO PROCESSO	
ESTRUTURAS - PLANTAS E SEÇÕES	USI-PRO-201
HIDRÁULICAS - REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS - PLANTA DA COBERTURA	USI-PRO-301
HIDRÁULICAS - REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS - PLANTA DO PISO 0	USI-PRO-302
IEG - ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	USI-PRO-501
IEG - CAMINHOS DE CABOS	USI-PRO-502
IEG - ILUMINAÇÃO NORMAL	USI-PRO-503
IEG - ILUMINAÇÃO SEGURANÇA	USI-PRO-504
IEG - TOMADAS DE USOS GERAIS	USI-PRO-505
IEG - REDE DE TERRAS	USI-PRO-506

3 - CÂMARA DE CAPTAÇÃO	
ARQUITETURA - PLANTAS, CORTES E FACHADAS	USI-CCAPT-101
ESTRUTURAS - PLANTAS E SEÇÕES	USI-CCAPT-201
ESTRUTURAS - SEÇÕES	USI-CCAPT-202

4 - DEPÓSITO DE PRODUTO FINAL E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
ARQUITETURA - PLANTAS, CORTES E FACHADAS	USI-DPF-101
ESTRUTURAS - PLANTAS	USI-DPF-201
ESTRUTURAS - PLANTAS E SEÇÕES	USI-DPF-202
HIDRÁULICAS - REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS - PLANTA DA COBERTURA	USI-DPF-301

5 - ESTRUTURA DE APOIO DOS EQUIPAMENTOS	
ESTRUTURA DE APOIOS DOS FILTROS	USI-ESTAP-201
ESTRUTURA DE APOIO DOS DEPÓSITOS DE REAGENTES	USI-ESTAP-202

6 - SUBESTAÇÃO ELÉTRICA	
IMPLANTAÇÃO GERAL DE MACIÇOS E CALEIRAS	USI-SUBS-101
MACIÇO TIPO PARA EQUIPAMENTOS	USI-SUBS-102
MACIÇO DO TRANSFORMADOR	USI-SUBS-103
ESTRUTURA METÁLICA TIPO PARA EQUIPAMENTOS	USI-SUBS-104

7 - CONDUTAS ADUTORAS	
CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE ADUÇÃO	CONDUTAS-001
CONDUTA DE ADUÇÃO POR RECALQUE. TRECHO 1. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL	CONDUTAS-002
CONDUTA DE ADUÇÃO POR GRAVIDADE. TRECHO 2A. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL	CONDUTAS-003
CONDUTA DE ADUÇÃO POR GRAVIDADE. TRECHO 2B. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL	CONDUTAS-004
CAIXAS DE VENTOSAS	CONDUTAS-005
CAIXAS DE SECCIONAMENTO E DESCARGA	CONDUTAS-006

8 - CONDUTAS DE CAPTAÇÃO E DESCARGA	
CONDUTAS DE CAPTAÇÃO E DESCARGA - PLANTA	USI-CADES-001
CONDUTAS DE CAPTAÇÃO E DESCARGA - PERFIS LONGITUDINAIS	USI-CADES-002
CONDUTAS DE CAPTAÇÃO E DESCARGA - DETALHES	USI-CADES-003

Os desenhos relacionados acima, encontram-se encartados no Anexo – Caderno de Projetos, que complementa esse estudo.

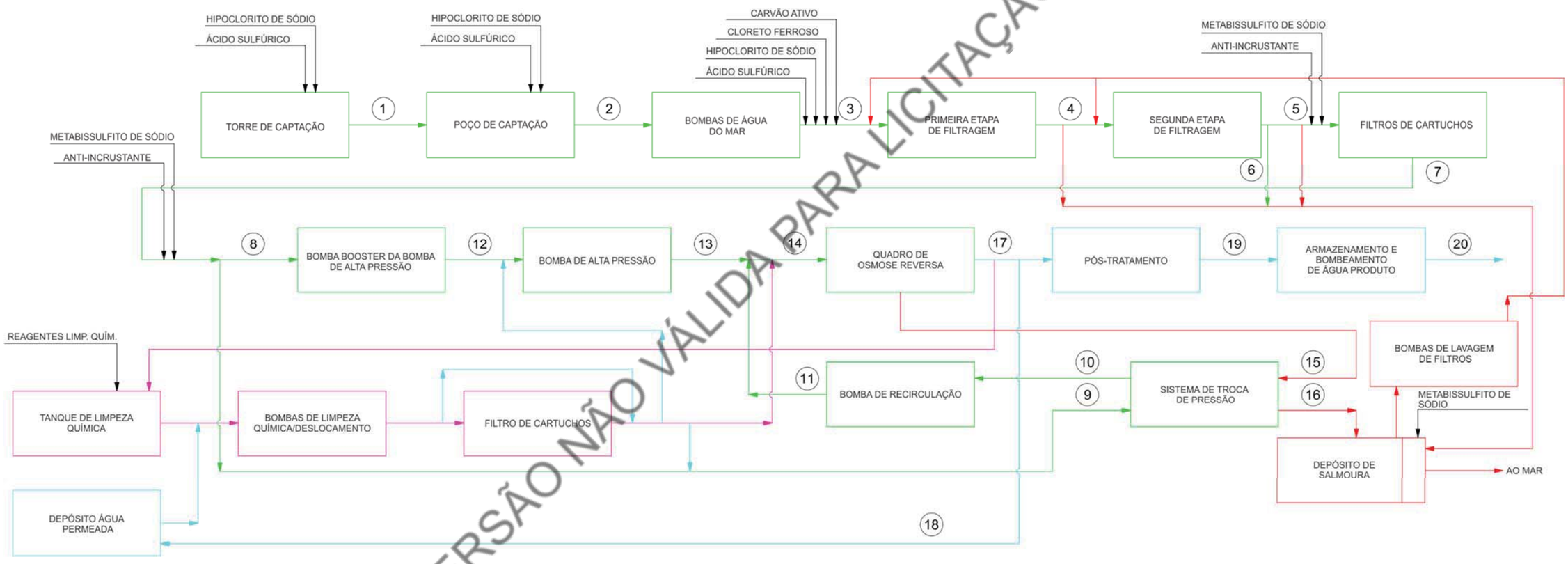
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA APROVAÇÃO

16. Anexos

A seguir estão encartados todos os anexos que complementam este estudo.

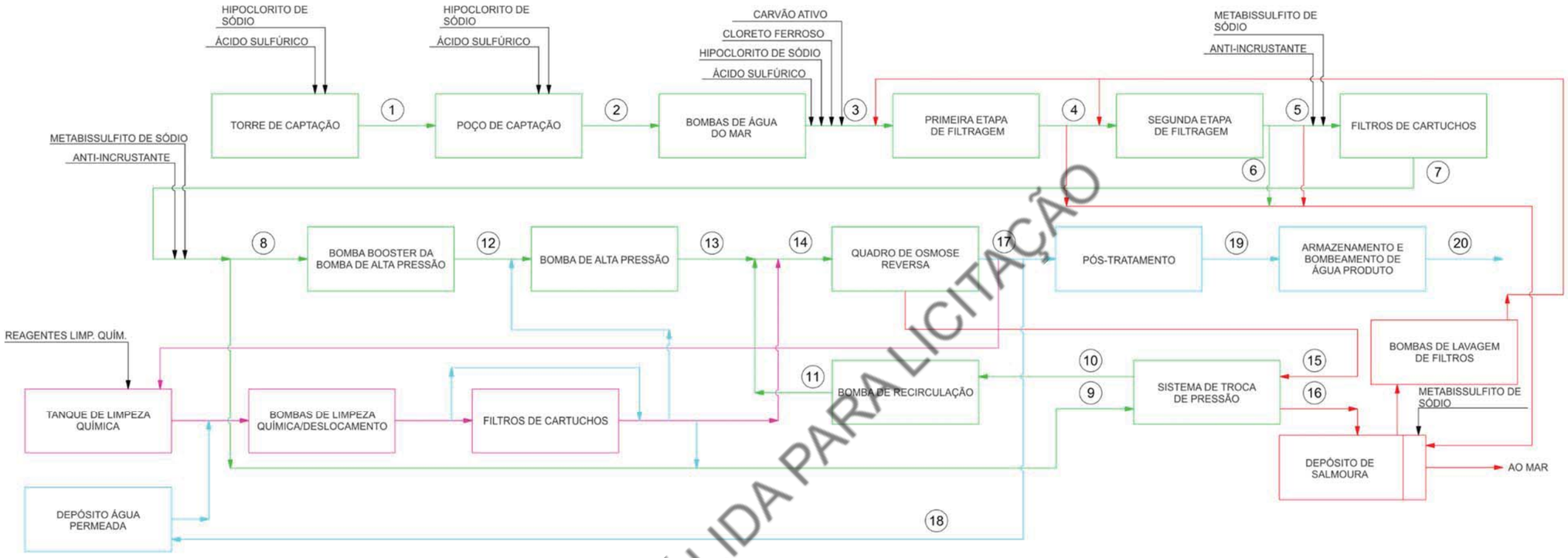
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Anexo 16.1 - Diagrama de Blocos e Fluxos da Planta



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Anexo 16.2 - Balanço de Massa do Processo



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 BAM	Água do mar a partir de BAM	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 producto
Fluxo nominal, uma linha de OI	m3/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	m3/h	3,152.3	3,152.3	3,152.3	3,152.3	2,006.0	1,146.3	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	m3/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	m3/h	9,170.3	9,170.3	9,170.3	9,170.3	8,024.0	1,146.3	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	barg	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 Sais 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

Planta de Fortaleza

CALCULOS DE DESENHO DA PLANTA DESSALINIZADORA

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

DADOS DO DESENHO

Produção final da planta	86.400 m3/d
Fator de conversão da planta	45,0%
Horas de funcionamento diárias	24 horas
Dias de funcionamento ao ano	350 dias
Tipo de agua bruta a tratar	Do Mar
Temperatura maxima da agua bruta	30 ºC
Temperatura minima da agua bruta	22 ºC
Curso da maré	3,625 m
Cota da instalação	5 m
Cota maxima de bombeamento do produto	40,5 m
Cota de referência zero	Nivel 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 Anhidrido Carbônico Hidroxido De Calcio Fluorosilicato De Sodio Hipoclorito De Sódio
QUALIDADE FINAL DO PRODUTO	
TDS (max.)	474 mg/L
Alcalinidade como CO3Ca	50,5 mg/L
Dureza como CO3Ca	65,1 mg/L
pH	8,6
LSI	0,1
Cloretos	227 mg/L

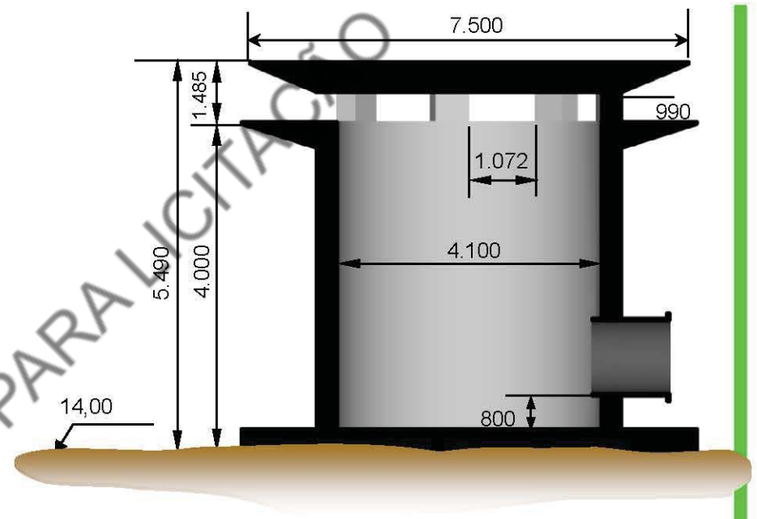
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.1.- TORRE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

Produção nominal do desenho	86.400	m3/d
Vazão total de agua do mar para o desenho	9.170	m3/h
Número de torres a instalar:	1	Uds.
Velocidade máxima nas janelas da torre	0,3	m/seg.
Área minima janelas de entrada da torre	8,49	m2
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.



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.2.- EMISSÁRIO DE CAPTAÇÃO E DESCARGA

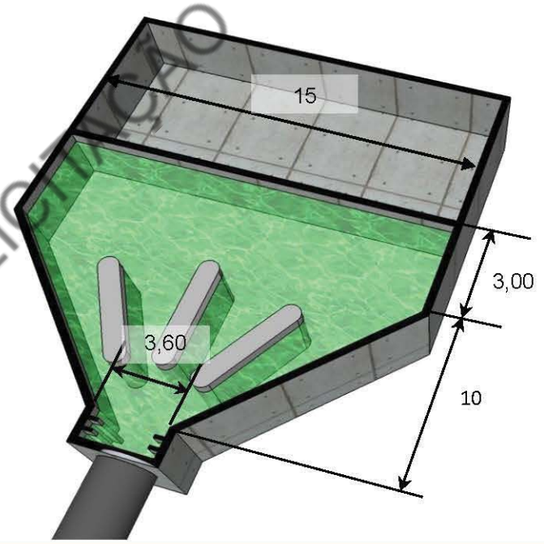
Critérios do desenho	Para o total da produção	
Produção nominal do desenho	86.400	m3/d
Vazão total de agua do mar para o desenho	9.170	m3/h
Tipo de captação	Aberta	
Número de tubulações de captação	1	Uds.
Nomprimento do emissário de captação	2.000	m.
Diametro do emissário de captação	1.600	mm.
Perda de carga no emissário de captação	3,551	m.c.a.
Curso da maré	3,625	m.
Número de tubulações de descarga	1	
Diâmetro da tubulação de descarga	1.200	mm.
Comprimento da tubulação de descarga	800	m.
vazão máximo de rejeito	6.470	m3/h
Perda de carga no emissário de descarga	2,942	m.c.a.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.3.- CÂMARA DE BOMBEAMENTO DE CAPTAÇÃO

Critérios do desenho	Para o total da produção
Produção nominal do desenho	86.400 m3/d
Vazão total de agua do mar para o desenho	9.170 m3/h
Altura max.admisel de subida da agua:	1,5 m
Superficie mínima da câmara:	24,95 m2
largura da câmara:	15 m
comprimento da câmara:	3,00 m
largura na entrada do emissário:	3,60 m
comprimento do cone de entrada:	10 m
Coluna de agua na camara:	10,9 m
Superficie real da câmara:	138,00 m2
Tempo de inundação	384,80 seg.
Cota maxima da agua do mar na câmara:	1,90 m.s.n.m.



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.4.- SISTEMA DE BOMBEAMENTO AO PROCESSO DESDE A CAPTAÇÃO

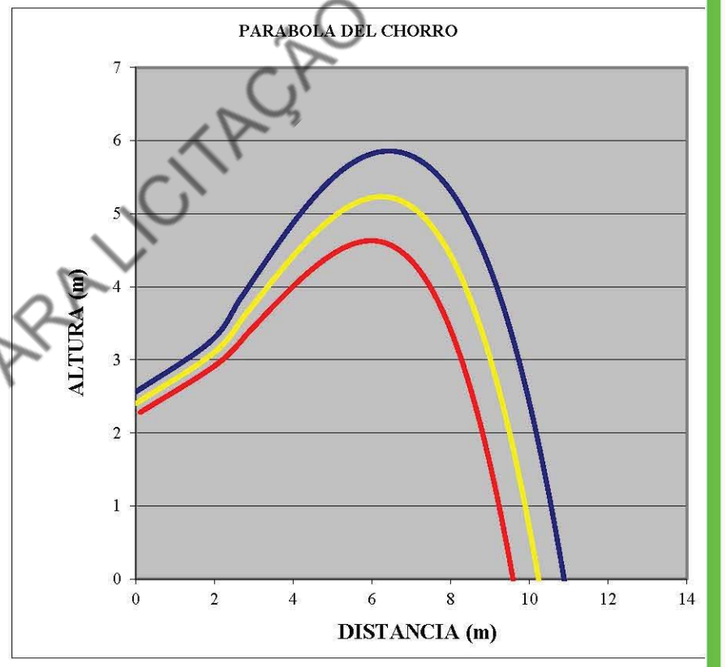
	UNIDADES	
Produção nominal	m3/d	86.400
Vazão total de agua do mar para o desenho	m3/h	9.170
Temperatura maxima da agua do mar	ºC	30
Temperatura minima da agua do mar	ºC	22
Temperatura do desenho	ºC	27
Número total de bombas instaladas	Uds.	5
Número total de bombas em operação	Uds.	4
Vazão nominal das bombas	m3/h	2.293
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perda de carga em f. multimedia	m.c.a.	13,24
Perdas de carga nos filtros do cartucho	m.c.a.	6,56
Perdas de carga em tanque intermediário	m.c.a.	12,3
Pressão de impulsão	m.c.a.	25,5
Altura geométrica de impulsão	m.c.a.	14,5
Pressão de descarga a vazão nominal	bars	7,1
Pressão na impulsão da bomba	m.c.a.	2,6
Pressão diferencial dinâmica total	m.c.l.	67,73
pressão de descarga a vazão zero	bars	7
Rendimento da bomba	%	83,8
Rendimento do motor	%	97
Potência absorvida pelo motor	Kw	533,76

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.- CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO MAR

1.5.- SISTEMA DE DESCARGA DE SALMORA

Critérios do desenho	Para o total da produção
Produção nominal do desenho	86.400 m3/d
vazão de salmora do desenho	6.470,29 m3/h
Pressão diferencial disponivel nas toberas:	0,13 bars
Número de toberas de difusão	8 Uds.
vazão por cada bocal	808,79 m3/h
Área de cada boca de saida:	885,19 cm2
Diametro da bocal de saida:	33,57 cm
Velocidade de saida pelo bocal:	2,54 m/seg
Angulo de bocal com a horizontal:	45 º
Altura sobre o fundo marinho da saida:	2,4 m.
Altura maxima alcançada sobre o fundo marinho:	5,85 m
Distância do centro da impressão aos bocais:	11,24 m
Seção da impressão no fundo marinho:	1,22 m2
Diametro da impressão	1,24 m
Concentração no fundo marinho:	39.938 ppm
Número de Froude:	9,26



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CALCULOS HIDRAULICOS

1.4.- SISTEMA DE BOMBEAMENTO AO PROCESSO DESDE A CAPTAÇÃO

Pressão de impulsão	2,5	bars	Tipo de água a bombear	do mar	
Cota geométrica da aspiração	6,4	m.s.n.m.	Temperatura do fluido bombeado	27	ºC
Cota da descarga da bomba	5,00	m.s.n.m.	Densidade do fluido bombeado	1,0254	Kg/l
Cota de impulsão da bomba	-7,69	m.s.n.m.	Viscosidade do fluido bombeado	0,9260	cp.
Vazão unitária da bomba	2.293	m3/h			
Vazão total da água do mar no coletor	9.170	m3/h	Vazão total da água do mar na planta	9.170	m3/h
Vazão entrada/saida dos filtros de areia	611	m3/h	Numero de coletoras de impulsão	1	
Vazão entrada/saida dos filtros do cartucho	1.003	m3/h	Tipo de bomba a instalar	Vertical	

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total
	DN	D interior	Material							
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	----------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
Impulsão da bo	600,0	600,0	PRFV	2.293	2,25	1.496.492	6,99	0	0,00	0,0
Sessão da impulsão da bomba	600,0	600,0	PRFV	2.293	2,25	1.496.492	6,99	142	0,35	1,3
	1.200,0	1.200,0	PRFV	9.170	2,25	2.992.985	3,12	1.274	0,40	4,4
	350,0	350,0	PRFV	611	1,77	684.111	8,34	167	0,24	1,6
	1.200,0	1.200,0	PRFV	8.024	1,97	2.618.861	2,43	152	0,00	0,4
	400,0	400,0	PRFV	1.003	2,22	982.073	10,89	116	0,39	1,6
	1.200,0	1.200,0	PRFV	8.024	1,97	2.618.861	2,43	270	0,00	0,7
	400,0	400,0	PRFV	915	2,02	896.301	9,20	46	0,13	0,6
			PERDA DE CARGA POR ATRITO EM TUBULAÇÕES							10,6
			FATOR DE SEGURANÇA DE PERDAS POR ATRITO							15%
			PERDAS TOTAIS CONSIDERANDO O FATOR DE SEGURANÇA							**12,15**

SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA			IMPULSÃO DA BOMBA		
Pressão de impulsão	25,5	m.c.a.	Submergencia da bomba para evitar vortices:	2,5	m.
Perda de carga no misturador estático:	0,1	m.c.a.	NPSH recomendado:	9,49	m.c.l.
Altura geométrica de impulsão	14,45	m.c.a.	Altura geométrica do nivel do fluido a impulsão	2,56	m.c.a.
Perdas de carga em tanque intermediário	12,2	m.c.a.	Perdas de carga em tanque intermediário	0,00	m.c.a.
Perda de carga em f. multimedia	13,244	m.c.a.	Tensão de vapor a tempertaura do mar	0,36	m.c.a.
Perdas de carga nos filtros do cartucho	6,565	m.c.a.	N.P.S.H. disponivel	12,23	m.c.l.
T.D.H. a vazão normal da bomba	67,73	m.c.l.	Pressão relativa na aspiração	2,56	m.c.a.
pressão de descarga a vazão normal	7,06	bars	Velocidade de giro:	1000	r.p.m.
Pressão na boca de saida da bomba	5,78	bars	Velocidade específica:	33,8	

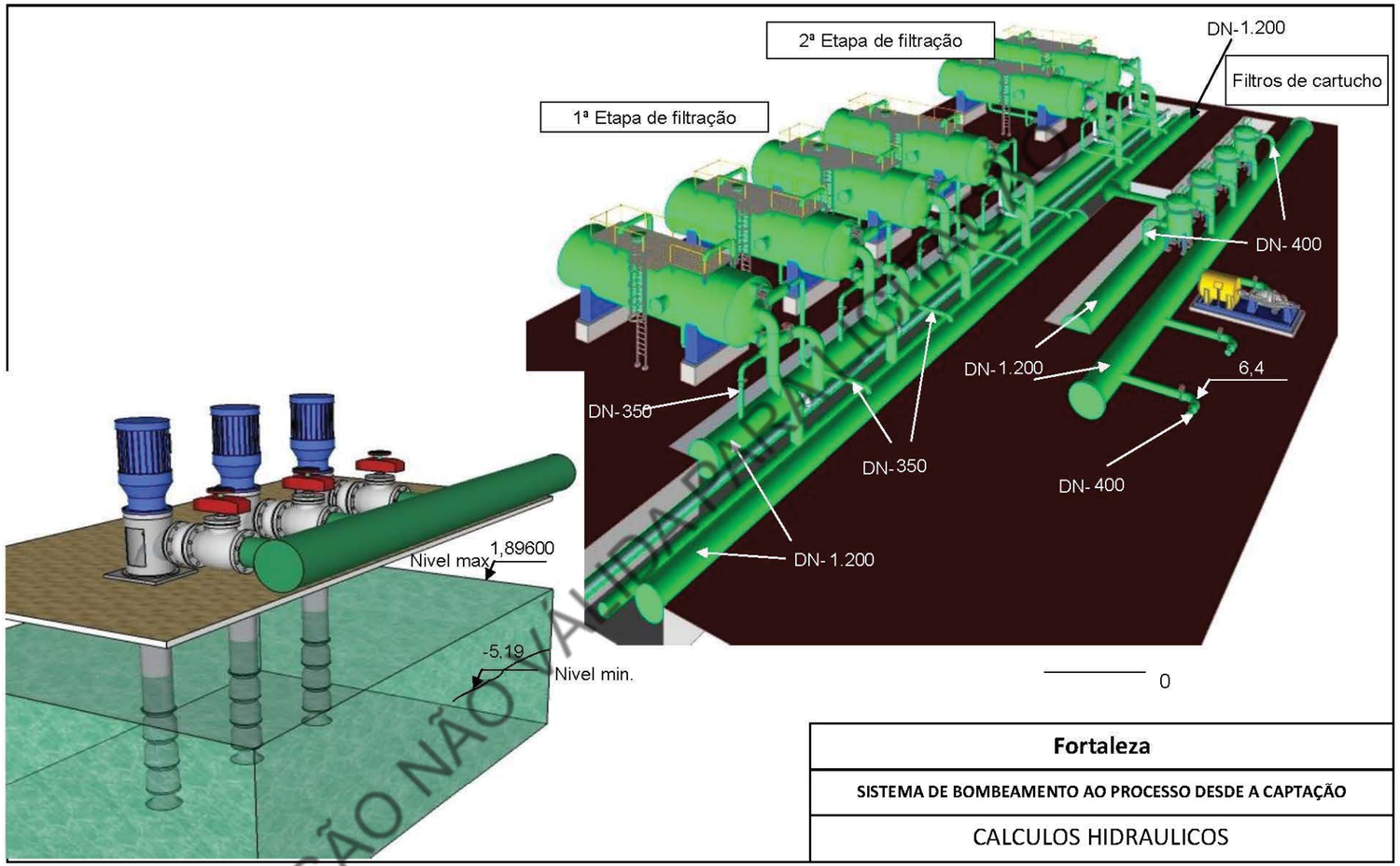
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.4.- SISTEMA DE BOMBEAMENTO AO PROCESSO DESDE A CAPTAÇÃO: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	IMPULSÃO DA BOM	SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA							
DIAMETRO	600	600	1.200	350	1.200	400	1.200	400	800
SERVIÇO	IMPULSÃO DA BOMBA ÁGUA DO MAR	SAIDA DE IMPULSÃO BOMBA	COLETOR DE IMPULSÃO DA PLANTA	ENTRADA/SAIDA DE FILTROS DE AREIA	COLETOR DOS FILTROS CARTUCHOS	ENTRADA/SAIDA DE FILTROS CARTUCHO	COLETOR DA IMPULSÃO	IMPULSÃO BOMBA ALTA PRESSÃO	DESCARGA BOMBAS DE LAVAGEM DOS FILTROS
COMPRIMENTO RETO	0	10	1000	30	80	15	150	10	51
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)									
CURVA 90º (STANDARD)		1	6	4	2	2	2	1	4
CURVA 45º (STANDARD)			3	2		2			1
CURVA 45º (RAIO CURTO)									
TE				2		1	2	1	4
TE				2		1			
VÁLVULA BORBOLETA		1		2		2		1	3
V. RETENÇÃO		1							1
V. GLOBO									
V. COMPOERTA									
V. ANGULO									
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	0,0	142,0	1273,6	167,2	152,0	115,8	270,0	46,0	439,8
ENTRADA		1	1	1		1			1
SAIDA			1	1		1		1	1
REDUÇÃO								300	
ALARGAMENTO		400							700
SOMA DO COEFICIENTE K	0,0	1,3	1,5	1,5	0,0	1,5	0,0	0,6	1,6

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza



Fortaleza
SISTEMA DE BOMBEAMENTO AO PROCESSO DESDE A CAPTAÇÃO
CALCULOS HIDRAULICOS

VERSÃO NÃO VÁLIDA

FOLHA DE ANÁLISE

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

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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	ºC	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
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
TOTAL	**14.290,00**	**665,59**	**TOTAL**	**24.756,85**	**665,59**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	2,00
Cádmo	0,00	DQO	5,00
Bário	5,00	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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 analises da agua do mar pude diferir ligeramente do entregue, devido ao equilibrio desde o ponto de vista químico

DATA REALIZADO POR ASSINATURA

PROPRIEDADES FISICO-QUIMICO

TIPO DE ÁGUA	DO MAR	
TEMPERATURA	27	ºC
SOLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	39.052	mg/L
CONDUTIBILIDADE A 25ºC	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	ºC
CALOR ESPECIFICO	0,951	Kcal/KgxºC
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	581,7	mW/mxºC
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 IONICA DA ÁGUA	0,77352	
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	32,92	bars

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.- PRÉ TRATAMENTO DA ÁGUA DO MAR

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

CÁLCULO DAS DOSAGENS

2.1.1.- DOSAGEM DE ACIDO SULFÚRICO

SO_4H_2	+	$2CO_3H^-$	--------	$SO_4^=$	+	$2CO_2$	+	$2H_2O$
98		122		96		88		36
7,03		Y3		Y1		Y5		

Y1 = 6,89 mg/L

Y3 = 8,75 mg/L

Y5 = 6,31 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO_3^=$ =	4,09 mg/L
Ca^{++} =	504,55 mg/L	$SO_4^=$ =	4.166,62 mg/L
Mg^{++} =	1.249,42 mg/L	Cl^- =	20.425,10 mg/L
Na^+ =	12.110,61 mg/L	CO_3H^- =	146,16 mg/L
K^+ =	420,00 mg/L	$PO_4^=$ =	0,00 mg/L
Fe^{++} =	0,00 mg/L	CO_2 =	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)

ClONa	+	H2O	-------	ClOH	+	NaOH
74,4		18		52,5		40
103,33				Y2		X3

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

Y2 = 0,00 mg/L

X3(Na+) = 0,00 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO_3^{=}$ =	4,09 mg/L
Ca^{++} =	504,55 mg/L	$SO_4^{=}$ =	4.166,62 mg/L
Mg^{++} =	1.249,42 mg/L	Cl^{-} =	20.425,10 mg/L
Na^{+} =	12.110,61 mg/L	CO_3H^{-} =	146,16 mg/L
K^{+} =	420,00 mg/L	$PO_4^{=}$ =	0,00 mg/L
Fe^{+++} =	0,00 mg/L	CO_2 =	3,15 mg/L
pH(inicial)=	7,50	pH(final)=	7,50

Planta de Fortaleza

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

CÁLCULO DAS DOSAGENS

2.1.3.- DOSAGEM METABISULFITO DE SODIO (FORA DE LINHA)

$S_2O_5Na_2$	+	$2ClOH$	+	$6CO_3H$	- -----	$2SO_4^{=}$	+	$2NaOH$	+	$2Cl^{-}$	+	$6CO_2$	+	$3H_2O$
190		105		366		192		80		71		264		54
A				Y3		Y1		X3		Y2		Y5		

Por segurança suponharemos que queixam 1 ppm de cloro residual

A = 0 mg/L

Y1 = 0,00 mg/L

Y2 = 0,00 mg/L

X3(Na+) = 0,00 mg/L Y3 = 0,00 mg/L

Y5 = 0,00 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO_3^{=}$ =	4,09 mg/L
Ca^{++} =	504,55 mg/L	$SO_4^{=}$ =	4.166,62 mg/L
Mg^{++} =	1.249,42 mg/L	Cl^{-} =	20.425,10 mg/L
Na^{+} =	12.110,61 mg/L	CO_3H^{-} =	146,16 mg/L
K^{+} =	420,00 mg/L	$PO_4^{=}$ =	0,00 mg/L
Fe^{+++} =	0,00 mg/L	CO_2 =	3,15 mg/L
pH(inicial)=	7,50	pH(final)=	7,50

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

CÁLCULO DAS DOSAGENS

2.1.4.- DOSAGEM CLORETO FERRICO

Cl3Fe	+	3(CO3H)-	----------	Fe(OH)3	+	3CO2	+	3Cl-
162,4		183		106,9		132		106,5
5,00		Y3		X5(precipita)		Y5		Y2

A quantidade do produto a dosar dependerá a quantidade de sólidos em suspesão 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

Y2 = 3,28 mg/L

Y3 = 5,64 mg/L

X5 = 3,29 mg/L

Y5 = 4,07 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO_3^{=}$ =	2,17 mg/L
Ca^{++} =	504,55 mg/L	$SO_4^{=}$ =	4.166,62 mg/L
Mg^{++} =	1.249,42 mg/L	Cl^{-} =	20.428,38 mg/L
Na^{+} =	12.110,61 mg/L	$CO3H^{-}$ =	144,43 mg/L
K^{+} =	420,00 mg/L	$PO4^{=}$ =	0,00 mg/L
Fe^{+++} =	0,00 mg/L	CO2 =	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			
		$CO_3^{=}$ =	2,17 mg/L
Ca^{++} =	504,55 mg/L	$SO_4^{=}$ =	4.166,62 mg/L
Mg^{++} =	1.249,42 mg/L	Cl^{-} =	20.428,38 mg/L
Na^{+} =	12.110,61 mg/L	$CO3H^{-}$ =	144,43 mg/L
K^{+} =	420,00 mg/L	$PO4^{=}$ =	0,00 mg/L
Fe^{+++} =	0,00 mg/L	CO2 =	5,81 mg/L
pH(inicial)=	7,23	pH(final)=	7,23

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3/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	m3	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	28,6
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	555,5

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3/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	m3	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	47,5
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	26,1

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3/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 disponivel	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3/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	m3	30
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	32,3
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	947,8

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

2.1.5.- DOSAGEM DE DISPERSANTE

Vazão de agua do mar a tratar	m3/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 minimo da dissolução disponível	horas	24
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	500
Tempo real de dissolução disponivel	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.1.- PRÉ TRATAMENTO QUIMICO DA ÁGUA DO MAR

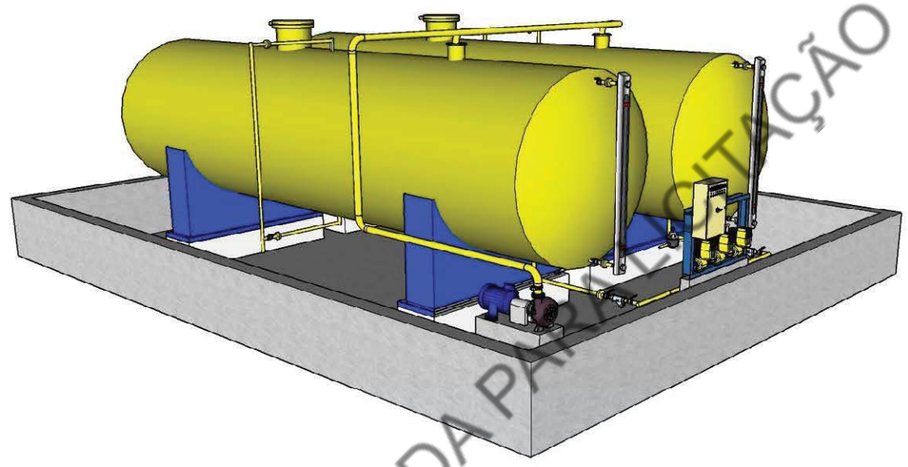
DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2.1- PRETRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE MAR

DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM



PRODUTOS QUIMICOS

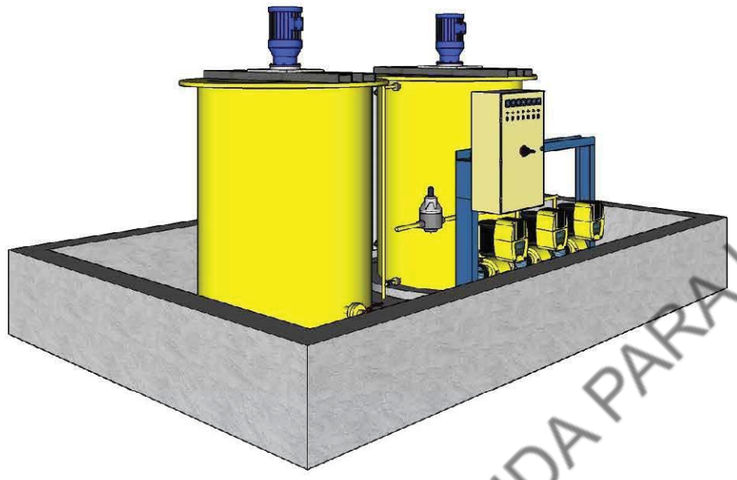
ACIDO SULFURICO	2 x 12 m3
HIPOCLORITO SÓDICO	#N/A
CLORURO FÉRRICO	#N/A

Fortaleza
QUIPAMENTOS DE DOSAGEM (LÍQUIDO)
Planta de Fortaleza

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA COTAÇÃO

2.1- PRETRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE MAR

DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM



PRODUTOS QUIMICOS

DISPERSANTE	2 x 500 L
METABISULFITO SODICO	2 x 1000 L
HIDROXIDO CALCICO	
FLUOROSILICATO DE SODIO	2 x 1000 L

Fortaleza
QUIPAMENTOS DE DOSAGEM (SÓLIDO)
Planta de Fortaleza

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ANÁLISE DA AGUA DO MAR DEPOIS DO PRÉ TRATAMENTO

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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	ºC	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
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
TOTAL	**14.290,00**	**665,59**	**TOTAL**	**24.760,80**	**665,59**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmo	0,00	DQO	0,10
Bário	5,00	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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

Análise da agua do mar em impulsão de bombas de alta pressão

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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	ºC	DUREZAE	6.403,60	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
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
TOTAL	**14.290,00**	**665,59**	**TOTAL**	**24.760,80**	**665,59**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmo	0,00	DQO	0,10
Bário	5,00	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

ANALISE DA AGUA BRUTA PARA DISENHO DAS MEMBRANAS

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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 CO3Ca
TEMPERATURA	27	ºC	DUREZAE	6.583,44	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
ELEMENTO	**mg/L**	**meq/l**	**ELEMENTO**	**mg/L**	**meq/l**
Ca++	518,72	25,88	SO4=	4.283,64	89,19
Mg++	1.284,51	105,67	Cl-	21.002,11	592,39
Na+	12.450,74	541,55	CO3H-	148,43	2,43
K+	431,80	11,04	F-	0,31	0,02
Ba++	0,02	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	5,24	0,12	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,31	0,02	NO3-	11,00	0,18
Ag+	0,00	0,00	CO3=	2,26	0,08
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)	8,43	0,14
Fe+++	0,00	0,00	CO2	5,99	0,14
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	**14.691,34**	**684,28**	**TOTAL**	**25.456,18**	**684,28**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	**mg/L**	**Matéria orgânica e outros**	**mg/L**
Arsênio	0,00	DBO5	0,04
Cádmo	0,00	DQO	0,10
Bário	5,14	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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
Superficie 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
Coeficiente 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
Coeficiente 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
Coeficiente de uniformidade		1,7
Poder de corte do material	micras	309

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3/h	8.024
Tipo de filtros		De pressão
Posição dos filtros		Horizontal
Velocidade nominal de filtração	m/h	12
Superficie util de filtração de cada filtro	m2	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./m2	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
Coeficiente 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
Coeficiente de uniformidade		1,7
Poder de corte do material	micras	309

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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
Diametro 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 en operação para lavagem:	Uds.	2
Número de bombas em reserva:	Uds.	1
Velocidade recomendada de lavagem	m/h	43
Vazão da bomba de lavagem	m3/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:	m3/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	Nm3/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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 disponivel	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 agua do mar a bombear	m3/h	3.662
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m3/h	915
Temperatura do desenho	ºC	27
Densidade da agua do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da agua 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
Pressão total na descarga da bomba	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%
Potencia absorbida por cada bomba	Kw	1.633
Potencia total absorvida pelos motores:	Kw	6.698

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3.2.- BOMBA BOOSTER EM ALIMENTAÇÃO B.A.P.

Vazão total de agua do mar a bombear	m3/h	3.662
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m3/h	915
Temperatura do desenho	ºC	27
Densidade da agua do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da agua 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
Pressão total na descarga da bomba	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%
Potencia absorbida por cada bomba	Kw	254
Potencia total absorvida pelos motores:	Kw	1.055

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 saida da membranas	59,6 bars		
Cota geometrica de aspiração da bomba	6,4 m	Temperatura do fluido bombeado	27 ºC
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 salmora	1,0509 Kg/l
Vazão de agua por fila de estrutura	44,4 m3/h	Viscosidade da salmora	1,0067 cp.
Vazão de rejeito salmora por fila de estrutura	24,4 m3/h		
vazão de rejeito da salmora a S.I.P.:	1.103 m3/h	Fator de segurança perda atrtito	20 %

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total	Perda por seção
	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	---------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
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 salmora	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	

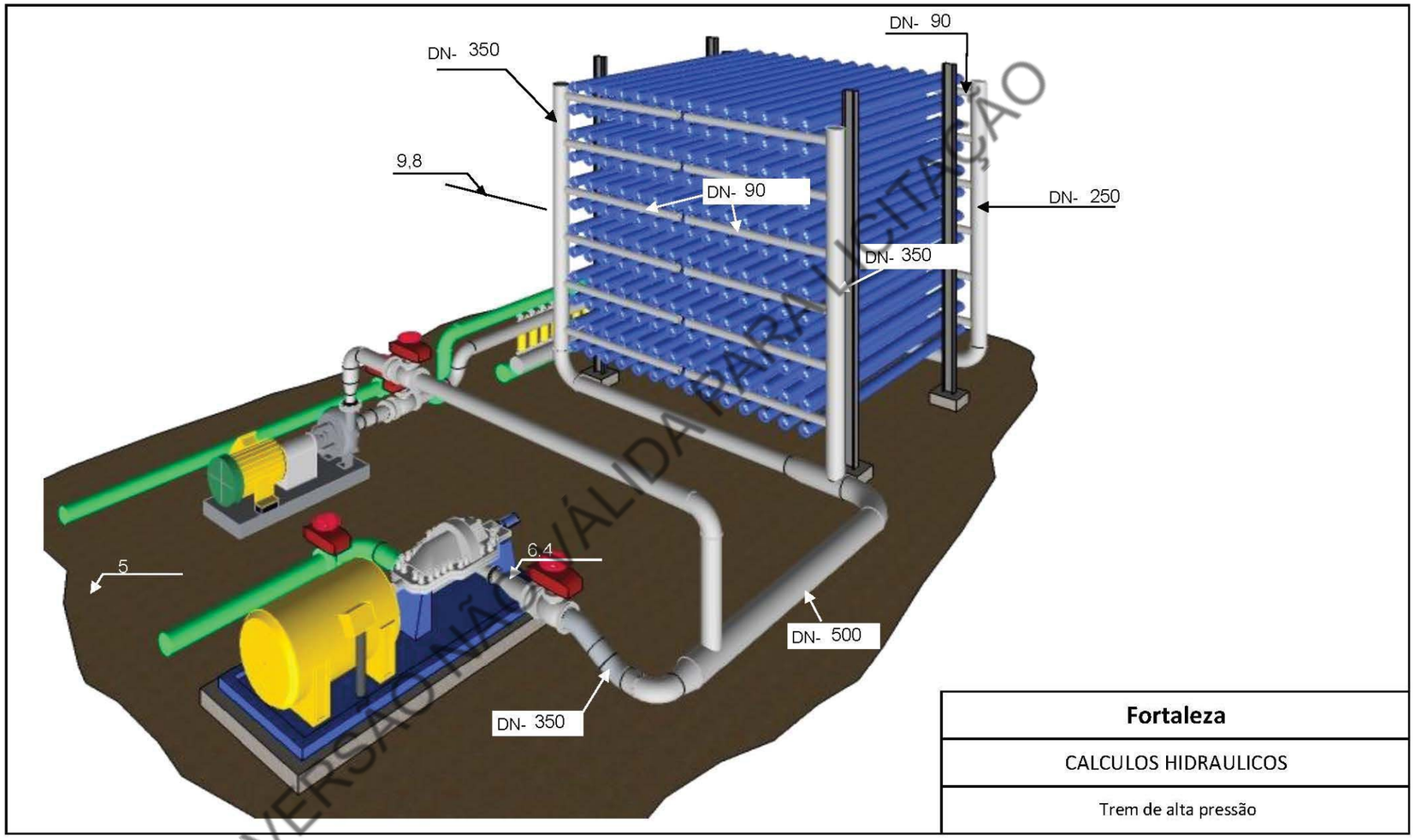
Bomba de alta pressão			S.I.P.		
Diferença de pressão no ponto de saida/entrada	540,6	m.c.a.	Perda de carga nas tubulações de aspiração	11,1	m.c.a.
Altura geométrica de impulsão	3,44	m.c.a.	Altura geométrica entre saida estrutura	4,47	m.c.a.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	12,33	m.c.a.	Pressão de saida 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 tempertaura do mar	0,37	m.c.a.	Velocidade específica:	30,67	
	109,18	m.c.l.	NPSH recomendado:	24,83	m.c.l.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3.1.- Trem de alta pressão: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	SEÇÃO IMPULSÃO BOMBA					SEÇÃO DE REJEITO DA SALMORA				
DIAMETRO	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



Fortaleza
CALCULOS HIDRAULICOS
Trem de alta pressão

VERSÃO PARA LICITAÇÃO
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA OBRA

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 ºC
		Densidade do fluido bombeado	1,0255 Kg/l
		Viscosidade do fluido bombeado	0,9260 cp.
vazão da bomba booster de alta pressão	915 m3/h	Densidade da salmora	1,0509 Kg/l
		Viscosidade da salmora	1,0067 cp.
		Fator de segurança perda atrtito	20 %

	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/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	
											9,0

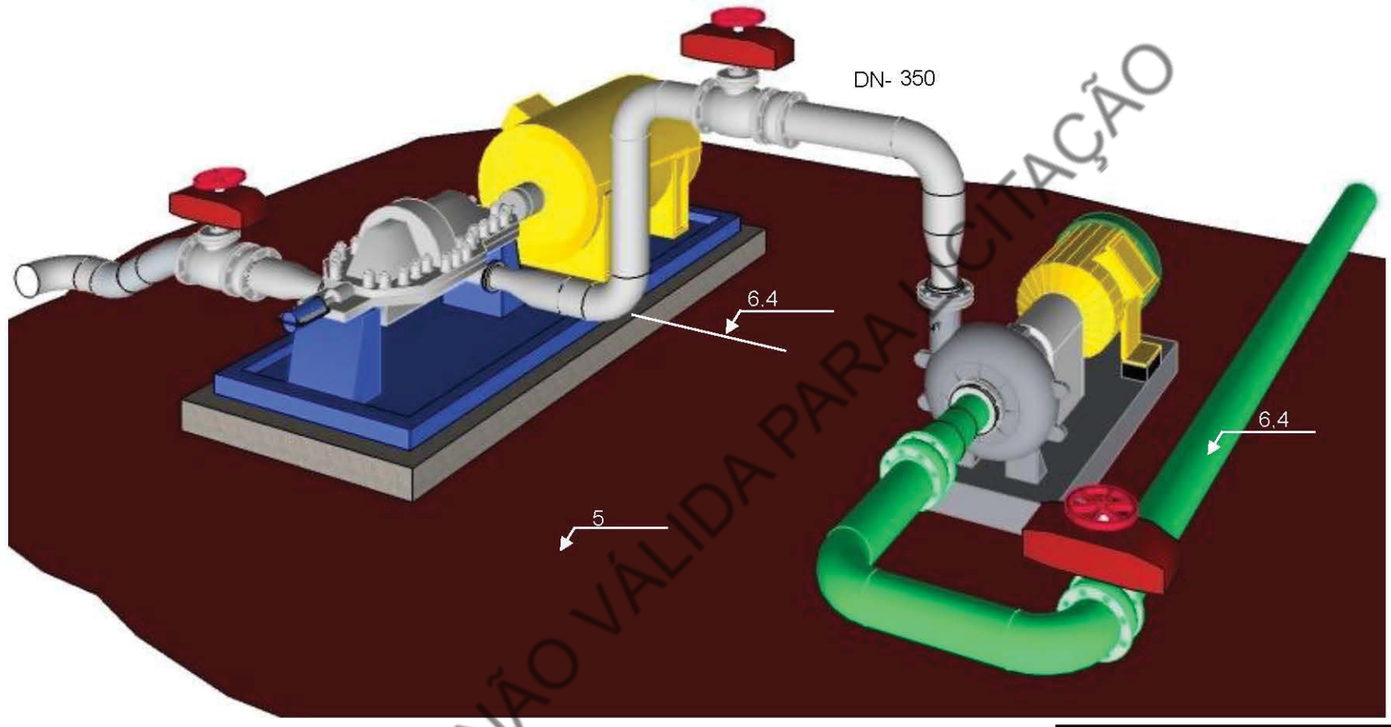
Diferença de pressão no ponto de saida/entrada	76,5 m.c.a.		
Altura geométrica de impulsão	0,00 m.c.a.		
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	8,99 m.c.a.		
T.D.H. a vazão normal da bomba:	83,37 m.c.l.		
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	10,88 bars	Número de rodetes da bomba:	1 Uds.
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
N			

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3.2.- BOMBA BOOSTER PARA BOMBA DE ALTA P ESSÃO: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	SEÇÃO DE IMPULSÃO BOMBA BOOSTER									
DIAMETRO	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								

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Fortaleza
CALCULOS HIDRAULICOS
BOMBA BOOSTER PARA BOMBA DE ALTA PRESSÃO

3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

DESENHO DA RECUPERAÇÃO DE ENERGÍA POR SISTEMAS DE INTERCAMBIO DE PRESSÃO (S.I.P.)

3.3.- SISTEMA DE INTERCAMBIO DE PRESSÃO (S.I.P.)		
Tipo de S.I.P. a utilizar:		ERI
Modelo de S.I.P.:		PX-Q300
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 saida 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
Eficiencia	%	97,20
Número de elementos en 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 saida da agua do mar:	bars	58,18
Salinidade de entrada salmora:	ppm	72.681,67
Salinidade de saida salmora:	ppm	70.687,35
Salinidade saida 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3.- PROCESSO DE OSMOSE INVERSA

DESENHO DA BOMBA DE RECIRCULAÇÃO

3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.

Vazão total de agua do mar a bombear	m3/h	4.362
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	0
Vazão nominal da bomba:	m3/h	1.090,6
Temperatura do desenho	ºC	27
Densidade da agua do mar	Kg/l	1,0255
Viscosidade da agua do mar	cp.	0,9260
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perdas de carga em tanque intermediário	bars	0,4
Presão na tububação de alimentação de racks:	bars	64,00
Altura geométrica	bars	0,00
Pressão total na descarga da bomba	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 absorbida por cada bomba	Kw	252
Potencia total absorvida pelos motores:	Kw	1.097

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CALCULOS HIDRAULICOS

3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.

Pressão agua do mar saida S.I.P.:	58,18 bars	Tipo de água a bombear	Do Mar
Presão na tububação de alimentação de racks:	64,0 bars	Tipo de fluido alta pressão a S.I.P.:	salmuera
Pressão de saida da membranas	59,6 bars	Cota de saida da salmora de S.I.P.:	5,50 m
Cota de la aspiração b. Recirculação	6,4 m	Temperatura do fluido bombeado	27 ºC
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 atrtito	20 %

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total	Perda por seção
	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	---------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
Impulsão da bomba	100,0	90,1	904hMo	60,6	2,64	263.313	130,56	15	0,00	2,0	
	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	6,0
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	
	400,0	381,0	904hMo	1.090,6	2,66	1.121.089	24,61	0	0,00	0,0	4,0

SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA			IMPULSÃO DA BOMBA		
Diferença de pressão no ponto de saida/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 tempertaura do mar	0,36	m.c.a.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	3,97	m.c.a.	N.P.S.H. disponivel	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.

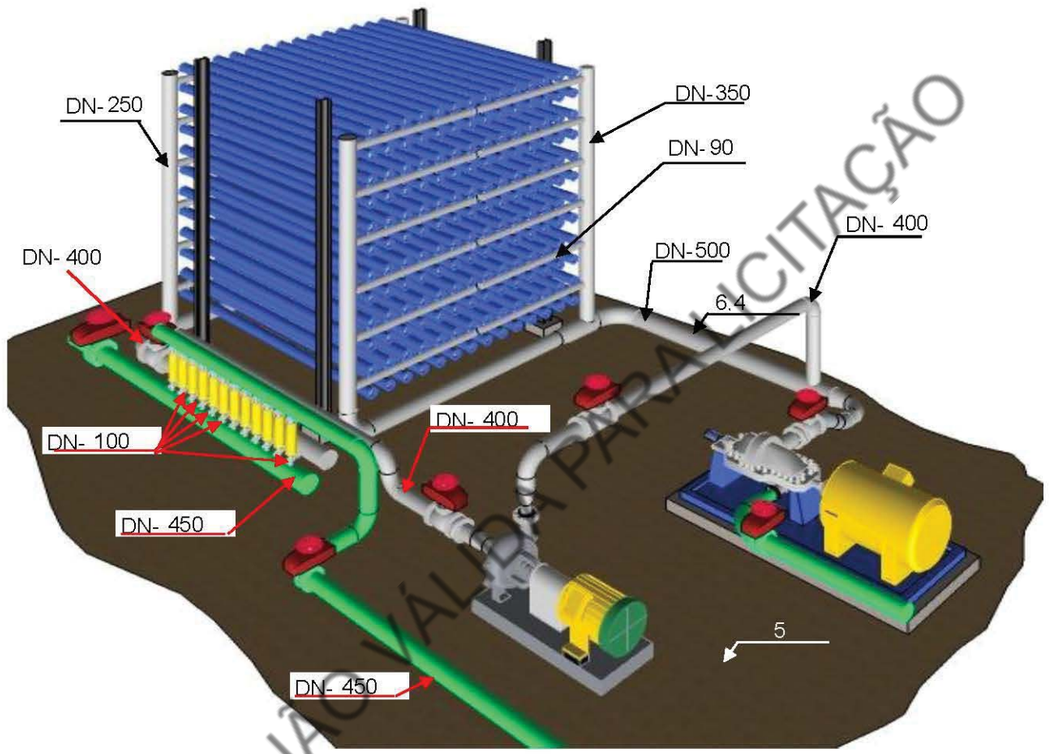
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3.4.- BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	IMPULSÃO DA BOMBA				SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA			
DIAMETRO	100	400	400		400	400		
SERVIÇO	tubulação de saida	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Fortaleza
Planta de Fortaleza
BOMBA DE RECIRCULAÇÃO DOS S.I.P.

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):	ºC	22
Temperatura de desenho (máxima):	ºC	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 especifico 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 sujias	bars	63

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 distribução e forma do Estrutura

Número de coletores verticais de alimentação e de saida salmora:	Uds.	2
Forma de distribução na estrutura		Multiport
Número de coletores verticais de permeado na estrutura	Uds.	2

NOTA.- ver desenho das membranas nas folhas do computador anexas

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	58,0	bar	Element age	0,0	years
Feed temperature	22,0	°C(71,6°F)	Flux decline %, per year	7,0	
Feed water pH	7,22		Fouling factor	1,00	
Chem dose, mg/l, -	None		SP increase, per year	10,0	%
Specific energy	4,69	kwh/m3			
Pass NDP	17,3	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	901,8	8,9	4,9	13,9	1,3	30,2	1,05	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
TDS	**40171,71**	**40171,71**	**206,79**	**72811,64**
pH	**7,22**	**7,22**	**5,71**	**7,47**

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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:53:49

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	58,0	bar	Element age	0,0	years
Feed temperature	22,0	°C(71,6°F)	Flux decline %, per year	7,0	
Feed water pH	7,22		Fouling factor	1,00	
Chem dose, mg/l, -	None		SP increase, per year	10,0	%
Specific energy	4,69	kwh/m3			
Pass NDP	17,3	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	901,8	8,9	4,9	13,9	1,3	30,2	1,05	1,1	0	56,6	206,8	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	Permeate (Passwise cumulative) TDS	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	86,628
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

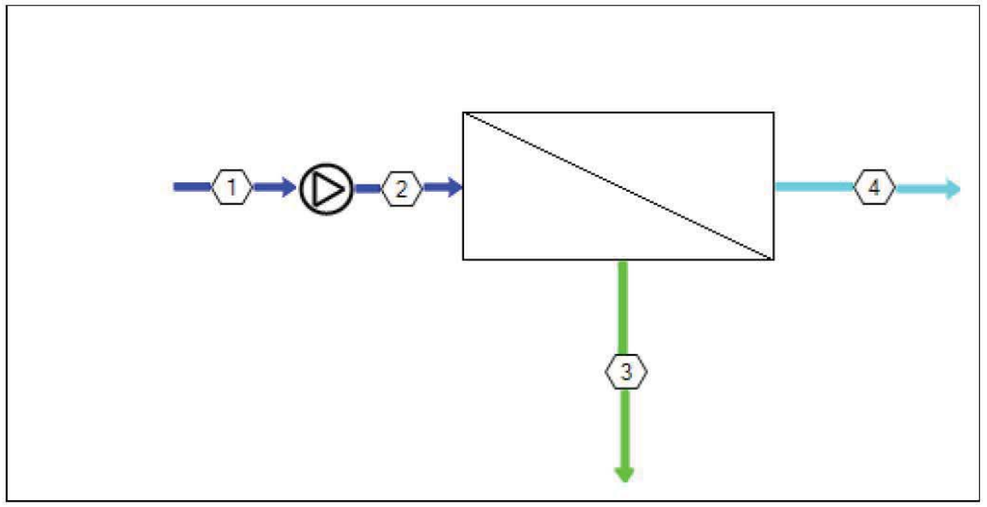
VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

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 +760-901-2500

Permeate Throttling (Variable)

Project name FORTALEZA
Temperature : 22,0 °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	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

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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:49:03

Permeate Throttling (Variable)

Project name	FORTALEZA		
Calculated by	nsc		
HP Pump flow	2006,00 m3/h	Permeate flow	902,70 m3/h
Feed pressure	60,9 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	3,5 years
Chem dose, mg/l, -	None	Flux decline %, per year	7,0
Specific energy	4,92 kwh/m3	Fouling factor	0,78
Pass NDP	20,3 bar	SP increase, per year	10,0 %
Average flux rate	14,0 lmh		
		Feed type	Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	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
TDS	**40171,71**	**40171,71**	**273,74**	**72793,15**
pH	**7,22**	**7,22**	**5,82**	**7,47**

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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 +760-901-2500

Permeate Throttling (Variable)

Project name	FORTALEZA		
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 - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	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

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	Permeate (Passwise cumulative) TDS	Ca	Mg	Na	Cl
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

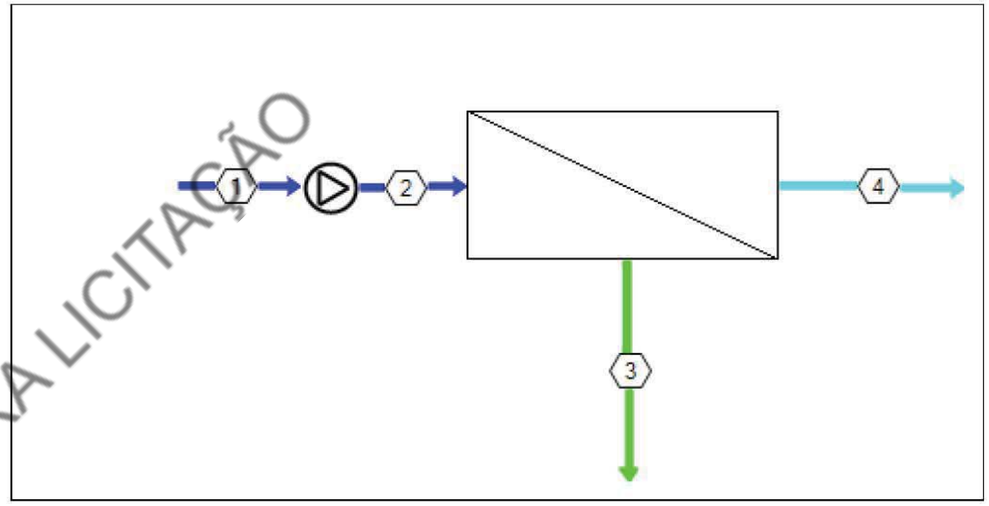
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless 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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:49:03

Permeate Throttling (Variable)

Project name FORTALEZA
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 www.membranes.com +760-901-2500

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	57,7	bar	Element age	0,0	years
Feed temperature	27,0	°C(80,6°F)	Flux decline %, per year	7,0	
Feed water pH	7,22		Fouling factor	1,00	
Chem dose, mg/l, -	None		SP increase, per year	10,0	%
Specific energy	4,66	kwh/m3			
Pass NDP	16,2	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	32,9	1,06	1,1	0	56,4	255,9	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Ion (mg/l)	Raw Water	Feed Water	Permeate Water	Concentrate 1
Hardness, as CaCO3	6586,89	6586,89	10,151	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
TDS	**40172,25**	**40172,25**	**255,94**	**72809,70**
pH	**7,22**	**7,22**	**5,81**	**7,47**

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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:53:19

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	57,7	bar	Element age	0,0	years
Feed temperature	27,0	°C(80,6°F)	Flux decline %, per year	7,0	
Feed water pH	7,22		Fouling factor	1,00	
Chem dose, mg/l, -	None		SP increase, per year	10,0	%
Specific energy	4,66	kwh/m3			
Pass NDP	16,2	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	32,9	1,06	1,1	0	56,4	255,9	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	Permeate (Passwise cumulative) TDS	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

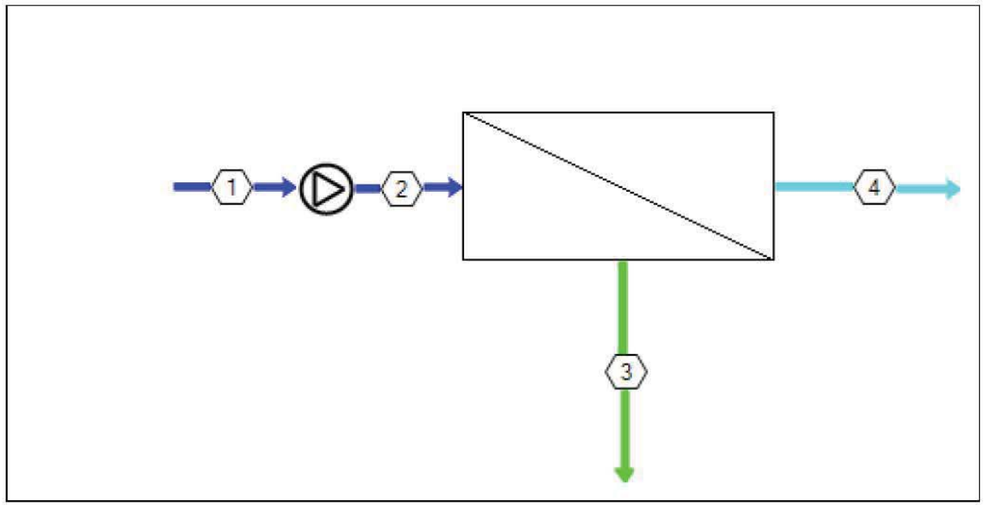
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 compostition. 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 +760-901-2500

Permeate Throttling (Variable)

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

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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015

Permeate Throttling (Variable)

Project name	FORTALEZA			
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 - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x 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	11961,4
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
TDS	**40172,25**	**40172,25**	**338,07**	**72740,93**
pH	**7,22**	**7,22**	**5,93**	**7,47**

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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 +760-901-2500

Permeate Throttling (Variable)

Project name	FORTALEZA		
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	60,0 bar	Permeate recovery	45,00 %
Feed temperature	27,0 °C(80,6°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	4,85 kwh/m3	SP increase, per year	10,0 %
Pass NDP	18,8 bar		
Average flux rate	14,0 lmh		

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x 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

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	Permeate (Passwise cumulative) TDS	Ca	Mg	Na	Cl
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	192,495

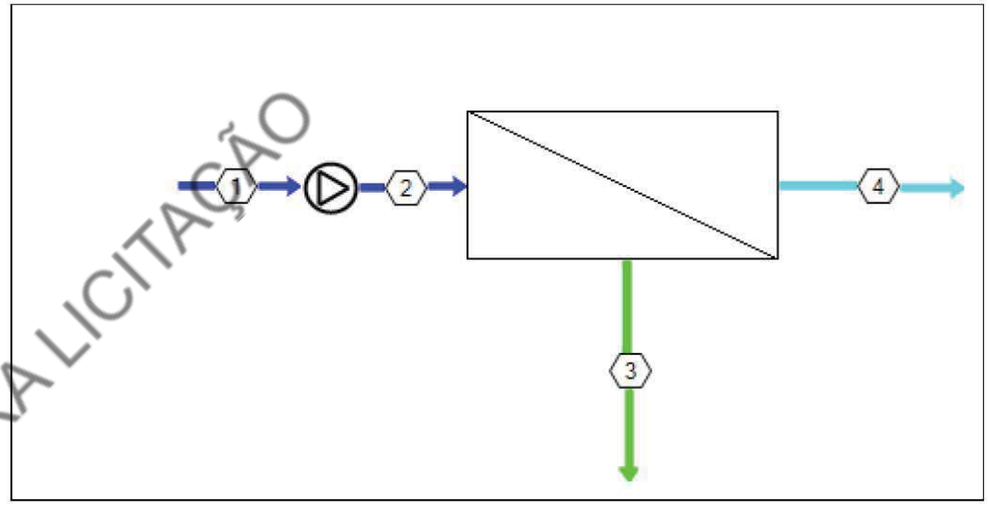
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless 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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:48:14

Permeate Throttling (Variable)

Project name	FORTALEZA		
Temperature :	27,0 °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	60,0	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 +760-901-2500

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	59,6	bar	Element age	3,5	years
Feed temperature	30,0	°C(86,0°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	4,82	kwh/m3			
Pass NDP	18,0	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	30,4	1,05	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	6586,89	6586,89	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	11,146	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
TDS	**40172,61**	**40172,61**	**382,49**	**72706,32**
pH	**7,22**	**7,22**	**5,99**	**7,47**

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	

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 +760-901-2500

Integrated Membranes Solutions Design Software, 2015
Created on: 08/01/2018 07:52:04

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	59,6	bar	Element age	3,5	years
Feed temperature	30,0	°C(86,0°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	4,82	kwh/m3			
Pass NDP	18,0	bar			
Average flux rate	14,0	lmh			

Feed type: Sea Surface Conventional

Pass - Stage	Perm. Flow m3/h	Flow / Vessel Feed m3/h	Flow / Vessel Conc m3/h	Flux lmh	DP bar	Flux Max lmh	Beta	Stagewise Pressure Perm. bar	Boost bar	Conc bar	Perm. TDS mg/l	Element Type	Element Quantity	PV# x Elem #
1-1	902,4	8,9	4,9	13,9	1,3	30,4	1,05	1,1	0	58,3	382,5	SWC5 MAX	1582	226 x 7

Pass - Stage	Element no.	Feed Pressure bar	Pressure Drop bar	Conc Osmo. bar	NDP bar	Permeate Water Flow m3/h	Permeate Water Flux lmh	Beta	Permeate (Passwise cumulative) 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

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

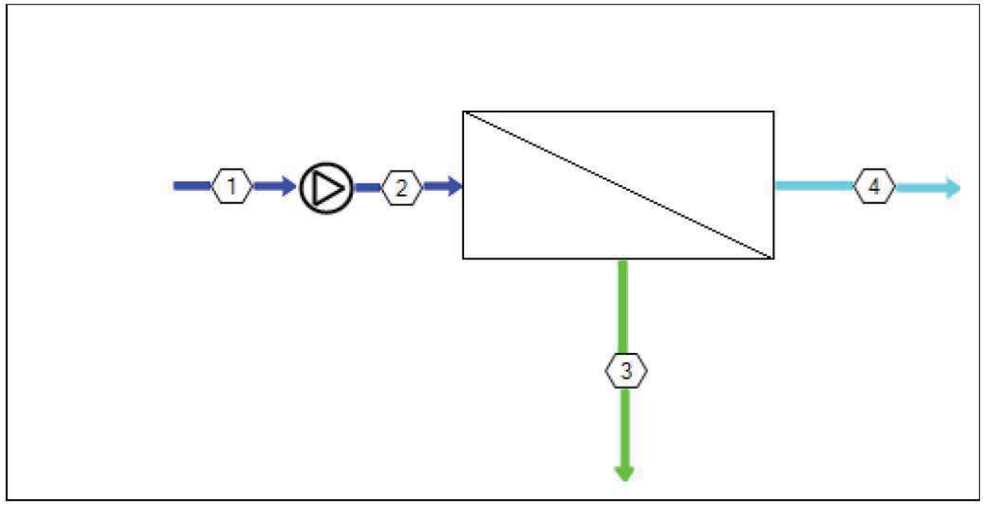
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless 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 compostition. 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 +760-901-2500

Permeate Throttling (Variable)

Project name FORTALEZA
Temperature : 30,0 °C

Element age, P1 : 3,5 years



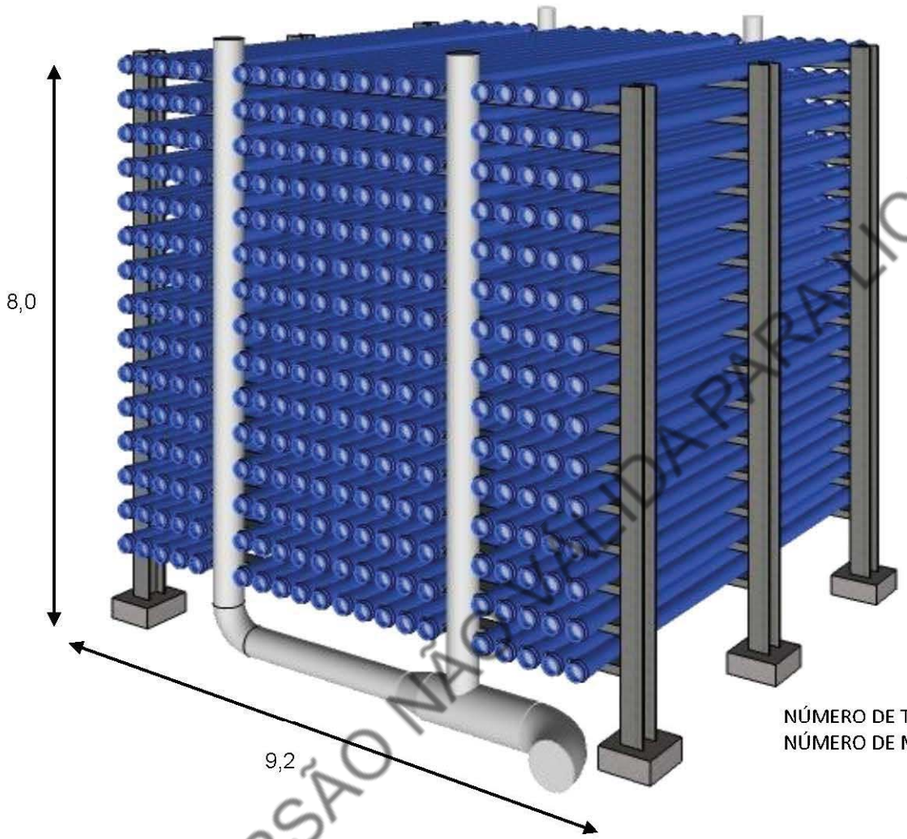
Stream No.	Flow (m3/h)	Pressure (bar)	TDS	pH	B
1	2006	0	40173	7,22	5,00
2	2006	59,6	40173	7,22	5,00
3	1104	58,3	72706	7,47	7,31
4	902	1,10	382	5,99	2,17

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 +760-901-2500

Planta de Fortaleza



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

NÚMERO DE TUBOS DE PRESSÃO/LINHA	226
NÚMERO DE MEMBRANAS/TUBO PRESSÃO	7

Fortaleza
ESTRUTURA MULTIPORT

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 minima em tanque aspir:	5,5	m			
Cota geometrica ponto médio da estrutura	9,75	m	Temperatura do fluido bombeado:	27	ºC
			Densidade do fluido bombeado:	0,9967	Kg/l
vazão de produto:	3.610,8	m3/h	Viscosidade do fluido bombeado:	0,8538	cp.
			Fator de segurança perda atrtito	20	%
vazão total de agua de produto por linha	902,7	m3/h			
			Altura del tanque de armazenamento	4,0	m
vazão total de água de produto a bombear:	3.600,0	m3/h	Volume do tanque de armazenamento	1.800	m3

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total	Perda por seção
	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	---------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
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 saida estrutura 1º passo:	1,30	bars	Pressão do produto a saida 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

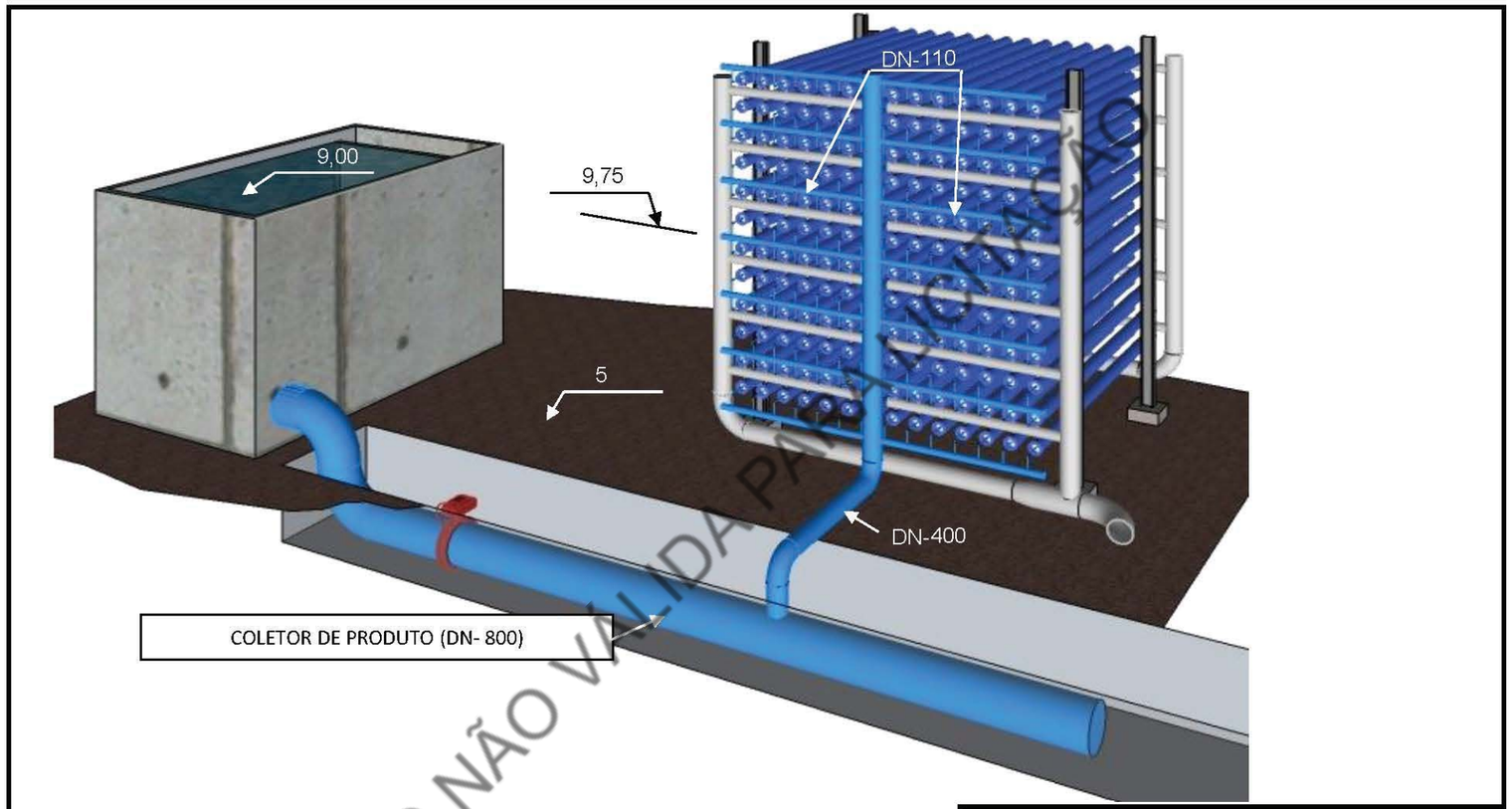
Planta de Fortaleza

SAIDA DO PRODUTO DA ESTRUTURA: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	SEÇÃO DA ESTRUTURA A TANQUE DE PLANTA									
DIAMETRO	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					

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza



VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

Fortaleza
CALCULOS HIDRAULICOS
SAIDA DO PRODUTO DA ESTRUTURA

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

4.0.- COMPOSIÇÃO DO PRODUTO DA SAIDA DAS MEMBRANAS

Calcio	2,20 mg/L	Bicarbonato	2,80 mg/L
Magnesio	3,00 mg/L	Sulfato	11,50 mg/L
Sodio	140,00 mg/L	cloro	224,00 mg/L
Potassio	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 ºC	pH	5,83

4.1.- DOSAGEM DE ANHIDRIDO CARBÓNICO

CO2 + H2O ---------- CO2 dissolvido
44 44
35,00 Y5

Y5 = -35,00 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO3^{=}$ =	0,00 mg/L
Ca^{++} =	2,20 mg/L	$SO4^{=}$ =	11,50 mg/L
Mg^{++} =	3,00 mg/L	Cl^{-} =	224,00 mg/L
Na^{+} =	140,00 mg/L	$CO3H^{-}$ =	3,25 mg/L
K^{+} =	6,00 mg/L	TDS =	392,17 mg/L
Sr^{++} =	0,01 mg/L	CO2 =	40,48 mg/L
alcalinidade	2,67	Condu(25ºC)=	791,44 µmhos/cm.
pH(inicial)=	5,83	pH(final)=	5,05
Dureza como carbonato de calcio		17,84 mg/L	
Indice de Langelier=		-5,66	

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

DOSAGEM DE HIDROXIDO DE CALCIO

$Ca(OH)_2$	+	$2CO_2$	----------	$2(CO_3H)^-$	+	Ca^{++}
74		88		122		40
35,00		Y5		Y3		X1

X1 = 18,93 mg/L

Y3 = 57,64 mg/L

Y5 = 41,58 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
		$CO_3^{=}$ =	1,32 mg/L
Ca^{++} =	21,13 mg/L	$SO_4^{=}$ =	11,50 mg/L
Mg^{++} =	3,00 mg/L	Cl^- =	224,00 mg/L
Na^+ =	140,00 mg/L	CO_3H^- =	57,53 mg/L
K^+ =	6,00 mg/L	TDS =	466,70 mg/L
Sr^{++} =	0,01 mg/L	CO_2 =	0,36 mg/L
alcalinidade	49,39	Condu(25ºC)=	878,74 µmhos/cm.
pH(inicial)=	5,05	pH(final)=	8,35
Dureza como carbonato de calcio		65,12 mg/L	
Indice de Langelier=		-0,15	

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

DOSAGEM DE FLOURSILICATO DE SODIO

	F_6SiNa_2	----------	6F-	+	2Na+	+ Si4+
	188		114		46	28
	1,00		Y2		X3	

Y2 = 0,61 mg/L

X3(Na+) = 0,24 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
Fluor=	0,61 mg/L	$CO_3^{=}$ =	0,64 mg/L
Ca^{++} =	21,13 mg/L	$SO_4^{=}$ =	11,50 mg/L
Mg^{++} =	3,00 mg/L	Cl^- =	224,00 mg/L
Na^+ =	140,24 mg/L	CO_3H^- =	57,69 mg/L
K^+ =	6,00 mg/L	TDS =	466,42 mg/L
Sr^{++} =	0,01 mg/L	CO_2 =	0,74 mg/L
alcalinidade	48,38	Condu(25ºC)=	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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

CÁLCULO DAS DOSAGENS

DOSAGEM HIPOCLORITO DE SODIO

ClONa	+	H2O	--------	ClOH	+ NaOH
74,4		18		52,5	40
10,33				Y2	X3

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 mg/L como cloro livre, é suficiente em geral

Y2 = 4,92 mg/L

X3 = 3,19 mg/L

COMPOSIÇÃO IONICA ATRAVES DA DOSAGEM			
Fluor=	0,61 mg/L	$CO_3^{=}$ =	2,40 mg/L
Ca^{++} =	21,13 mg/L	$SO_4^{=}$ =	11,50 mg/L
Mg^{++} =	3,00 mg/L	Cl^{-} =	227,33 mg/L
Na^{+} =	143,44 mg/L	CO_3H^{-} =	56,66 mg/L
K^{+} =	6,00 mg/L	TDS =	473,67 mg/L
Sr^{++} =	0,01 mg/L	CO2 =	0,19 mg/L
alcalinidade	50,48	Condu(25ºC)=	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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

DESENHO DOS EQUIPAMENTOS DE DOSAGEM

4.1.- DOSAGEM DE ANHIDRIDO CARBÓNICO

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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 disponivel 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

DOSAGEM DE FLOURSILICATO DE SODIO

vazão de agua a tratar:	m3/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 minimo da dissolução disponivel	horas	24
Numero de tanques de dissolução	Uds.	2
Volume de cada tanque	litros	1.000
Tempo real de dissolução disponivel	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

DOSAGEM HIPOCLORITO DE SODIO

vazão de agua a tratar:	m3/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	m3	12
Tempo real de reserva no armazenamento	dias	31,6
Consumo anual de produto por este conceito	Ton	313,4

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4.- PÓS TRATAMENTO E BOMBEAMENTO DO PRODUTO

desenho do bombeamento do produto

4.5.- bombeamento de agua de produto

vazão total a bombear:	m3/d	86.400
Número de bombas em operação	Uds.	4
Número de bombas em reserva	Uds.	1
Vazão nominal da bomba:	m3/h	900
Temperatura do desenho	ºC	27
Densidade do fluido bombeado:	Kg/l	0,9968
Viscosidade do fluido bombeado:	cp	0,8539
Pressão de descarga a vazão nominal		
Perdas de carga em tanque intermediário	m.c.a.	10,68
Altura geométrica de impulsão	m.c.a.	33,89
Presssão no ponto de descarga:	m.c.a.	0,00
Pressão total na descarga da bomba	bars	4,37
Pressão na impulsão da bomba	m.c.a.	-0,14
Pressão diferencial dinâmica total	m.c.l.	44,86
pressão de descarga a vazão zero	bars	5
Rendimento da bomba		85%
Rendimento do motor		96%
Potencia absorbida por cada bomba	Kw	134,67

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CONFIDENCIAL/CONFIDENTIAL

CALCULOS HIDRAULICOS

4.5.- bombeamento de agua de produto

		Tipo de fluido a bombear:	agua de producto
Cota geométrica da altura minima em tanque aspir:	6,5 m		
Cota geométrica da aspiração da b. produto:	6 m	Temperatura do fluido bombeado:	27 ºC
Cota geométrica da descarga da b. produto:	6 m	Densidade do fluido bombeado:	0,9968 Kg/l
Cota geométrica da entrada tanque de descarga:	40,5 m	Viscosidade do fluido bombeado:	0,8539 cp.
vazão de produto a bombear:	3.600 m3/h	Fator de segurança perda atrito	10 %
Número de bombas em operação	4 Uds.		
Vazão nominal da bomba:	900 m3/h		
vazão total de água de produto a bombear:	3.600 m3/h		

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total	Perda por seção
	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	---------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
Impulsão da bomba	900,0	900,0	PRFV	3.600,0	1,57	1.651.405	2,10	21	0,06	0,1	0,6
	900,0	900,0	PRFV	3.600,0	1,57	1.651.405	2,10	64	0,00	0,1	
	500,0	500,0	PRFV	900,0	1,27	743.132	2,82	77	0,12	0,3	
Seção de impulssão ao exterior	400,0	400,0	PRFV	900,0	1,99	928.916	8,37	91	0,20	1,0	10,7
	1.000,0	1.009,0	fundição	3.600	1,25	1.473.008	1,40	6.210	0,08	8,7	

SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA		IMPULSÃO DA BOMBA	
Altura geométrica de impulsão	33,9 m.c.a.	Número de rodetes da bomba:	1 Uds.
Perda de carga nas tubulações de impulsão bomba	10,7 m.c.a.	Perdas de carga em tanque intermediário	0,64 m.c.a.
T.D.H. a vazão normal da bomba:	44,9 m.c.l.	Velocidade de giro:	1500 r.p.m.
Pressão de descarga de bomba a vazão normal:	4,37 bars	Velocidade específica:	43,27
Pressão na aspiração	-0,14 m.c.a.	NPSH recomendado:	8,67 m.c.l.
Tensão de vapor produc. a temper. agua do mar:	0,37 m.c.a.		
N.P.S.H. disponivel	9,85 m.c.l.		
Presssão no ponto de descarga:	0 bars		

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CONFIDENCIAL/CONFIDENTIAL

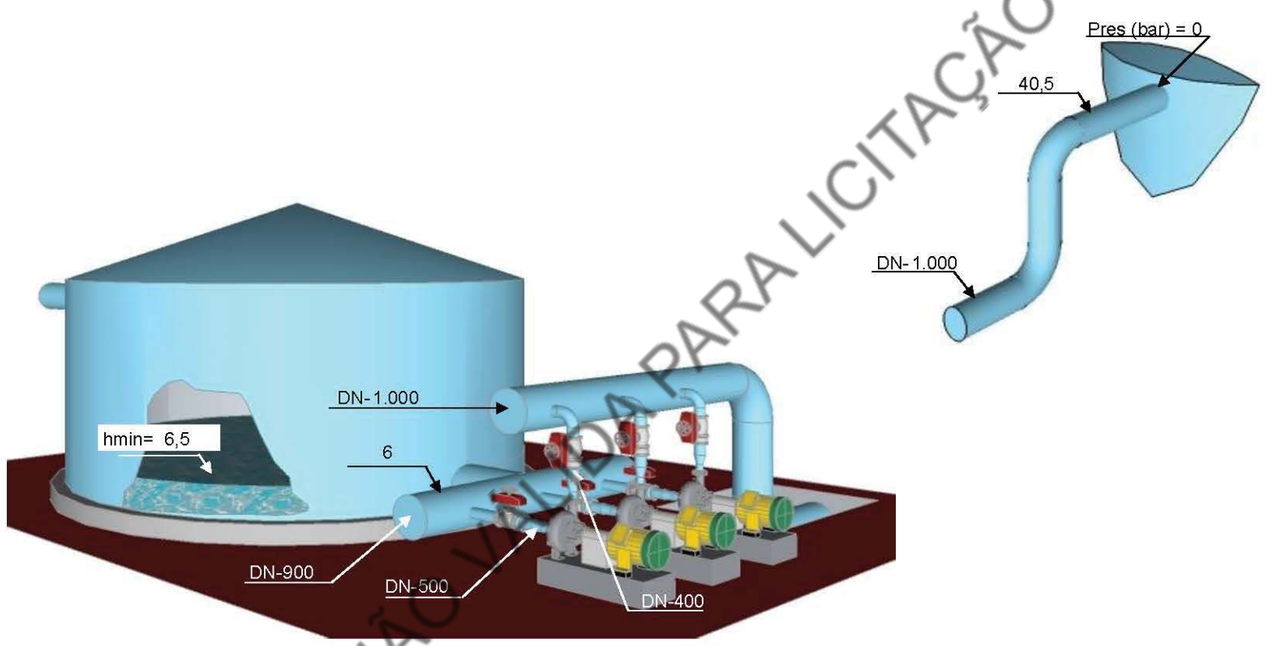
4.5.- bombeamento de agua de produto Nº: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	IMPULSÃO DA BOMBA			SEÇÃO DE IMPULSSÃO AO EXTERIOR						
DIAMETRO	900	900	500	400	1.000					
SERVIÇO	COLETOR SAIDA TANQUE ARMAZ	COLETOR ASPIRAÇÃO BOMBAS	ASPIRAÇÃO BOMBAS DE PRODUTO	IMPULSÃO BOMBAS PRODUTO	COLETOR IMPULSÃO BOMBEAMENTO					
COMPRIMENTO RETO	3	10	2	3	5000					
CURVA 90º (RAIO COMPRIDO)										
CURVA 90º (STANDARD)			1	1	6					
CURVA 45º (STANDARD)					5					
CURVA 45º (RAIO CURTO)										
TE	1		1							
TE		1	1							
VÁLVULA BORBOLETA			1	1	5					
V. RETENÇÃO				1	5					
V. GLOBO										
V. COMPOERTA										
V. ANGULO										
COMPRIMENTO EQUIVALENTE	21	64	77	91	6210					
ENTRADA			1	1	1					
SAIDA	1		1							
REDUÇÃO										
ALARGAMENTO										
SOMA DO COEFICIENTE K	0,5	0	1,5	1	1					

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CONFIDENCIAL/CONFIDENTIAL

Planta de Fortaleza



Fortaleza
CALCULOS HIDRAULICOS
bombeamento de agua de produto

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

CONFIDENCIAL/CONFIDENTIAL

5.- SISTEMAS AUXILIARES

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.1.- BOMBAS E TANQUES DE LIMPEZA QUÍMICA		
o equipamento está desenhado para lavar:	Toda a linha	
Número de tubos a lavar simultaneamente:	226	Uds.
vazão por tubo de pressão	5	m3/h
Perda de carga máxima no Tubo de Pressão	3,45	bars
Volume adicional nas tubulações de conexão	41,9	m3
Número de bombas de lavagem em operação	2	Uds.
Número de bombas de lavagem em reserva:	0	Uds.
vazão da bomba:	565,00	m3/h
Volume para encher antes de retornar ao tanque:	74,93	m3
Volume mínimo de seguridade no tanque:	29,7	m3
Volume mínimo do tanque de lavagem	105	m3
Volume do tanque selecionado:	110	m3
Tempo de retenção	5,8	minutos
Tempo estimado entre duas limpezas químicas:	51	dias
Tempo de aquecimento	8,0	horas
Potencia total das resistencias de aquecimento	208	Kw

5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.2.- FILTROS DE CARTUCHO

vazão de agua de lavagem a filtrar:	1.130,00	m3/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	m3/h
Vazão real por cartucho:	3,25	m3/h
Diametro del cartucho:	61	mm.
Comprimento do cartucho	1.270	mm
Superficie filtrante do cartucho	0,2425	m2
Perda de carga	1,6	m.c.a.
Perda de carga maxima admissivel	2	bars
Perda de carga maxima desenho	15	m.c.a.
Número de filtros:	1	Uds.
Diâmetro 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.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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	m3
qualidade da agua armazenada	água permeada	

5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.4.- BOMBEAMENTO DE DESLOCAMENTO DA SALMORA

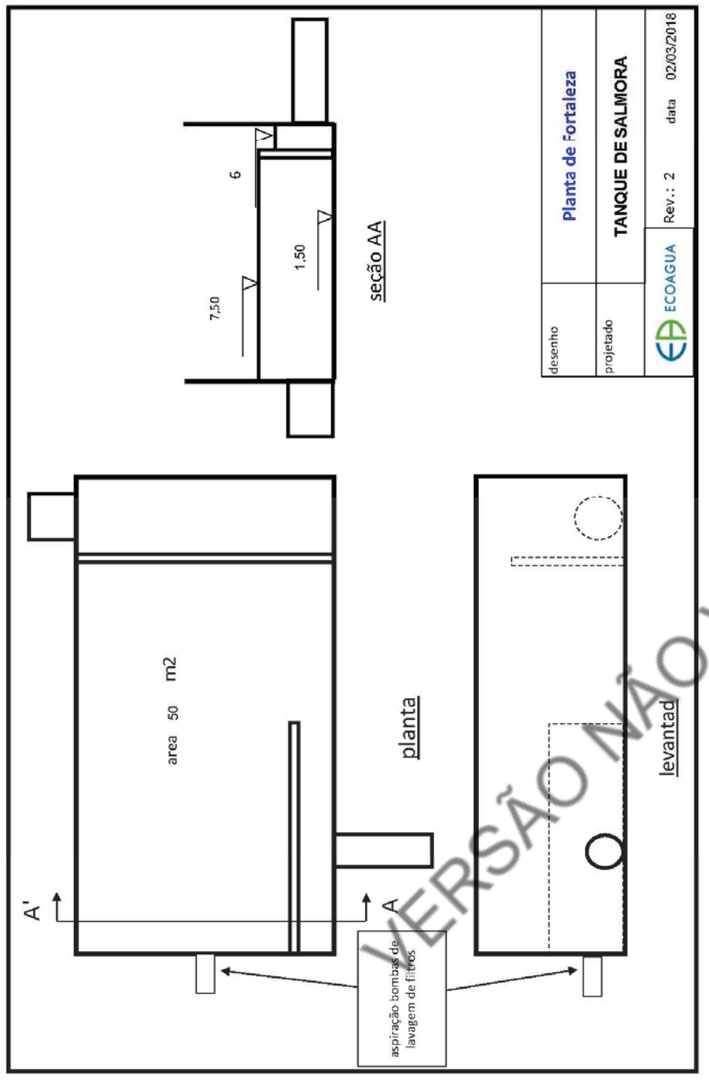
Número bombas de deslocamento em operac.:	1	Uds.
Número bombas de deslocamento em reserv.:	0	Uds.
vazão de cada bomba:	565,00	m3/h
Pressão de descarga	6,52	bars
Volume de salmora a deslocar:	112,40	m3
Tempo para realizar o deslocamento	11,9	minutos

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5.- SISTEMAS AUXILIARES

5.5.- TANQUE DE SALMORA

vazão total de salmora ao tanque:	4.413	m3/h
Vazão total de agua para lavagem dos filtros:	3.828	m3/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	m3
Diametro da tubulação de aspiração bombas lavagem	800	mm.
Área da planta do tanque:	50	m2
Cota do fundo do tanque de salmora:	1,50	m.s.n.m.
Diametro de coletor de salmora de SIP a tanque:	1100	mm.
Velocidade no coletor de salmora:	1,29	m/s
Cota lámina de agua para descarga por gravedad:	6	m.s.n.m.
Drenajes y vaciados bombeados a sección de descarga:	SI	



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CALCULOS HIDRAULICOS

5.1.- BOMBAS DE LIMPEZA QUÍMICA

Cota geometrica do nivel do liquido no tanque (min):	6,25	m	Tipo de fluido a bombear: Solução química
Perda de carga máxima nas membranas:	3,45	bars	
Altura cilindrica do tanque de limpeza:	4,0	m	
Cota geométrica da aspiração das bombas:	5,525	m	Temperatura do fluido bombeado 27 ºC
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 atrtito 20 %

	Tubulação			Vazão	Velocidade	Número de Reynolds	Perda de carga unitária	Comprimento equivalente	Outras perdas de carga	Perda de carga total	Perda por seção
	DN	D interior	Material								
	(mm.)	(mm.)	----------	(m3/h)	(m/s)	----------	(m.c.a./Km.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
Impulsão da bomba	450,0	450,0	PRFV	1.130,0	1,97	1.068.017	7,19	3	0,00	0,0	
	450,0	450,0	PRFV	565,0	0,99	534.008	1,99	1	0,00	0,0	0,03
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 saida 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 tempertaura do mar	0,37	m.c.a.	Velocidade específica:	26,24	
N.P.S.H. disponivel	10,43	m.c.l.	NPSH recomendado:	6,21	m.c.l.

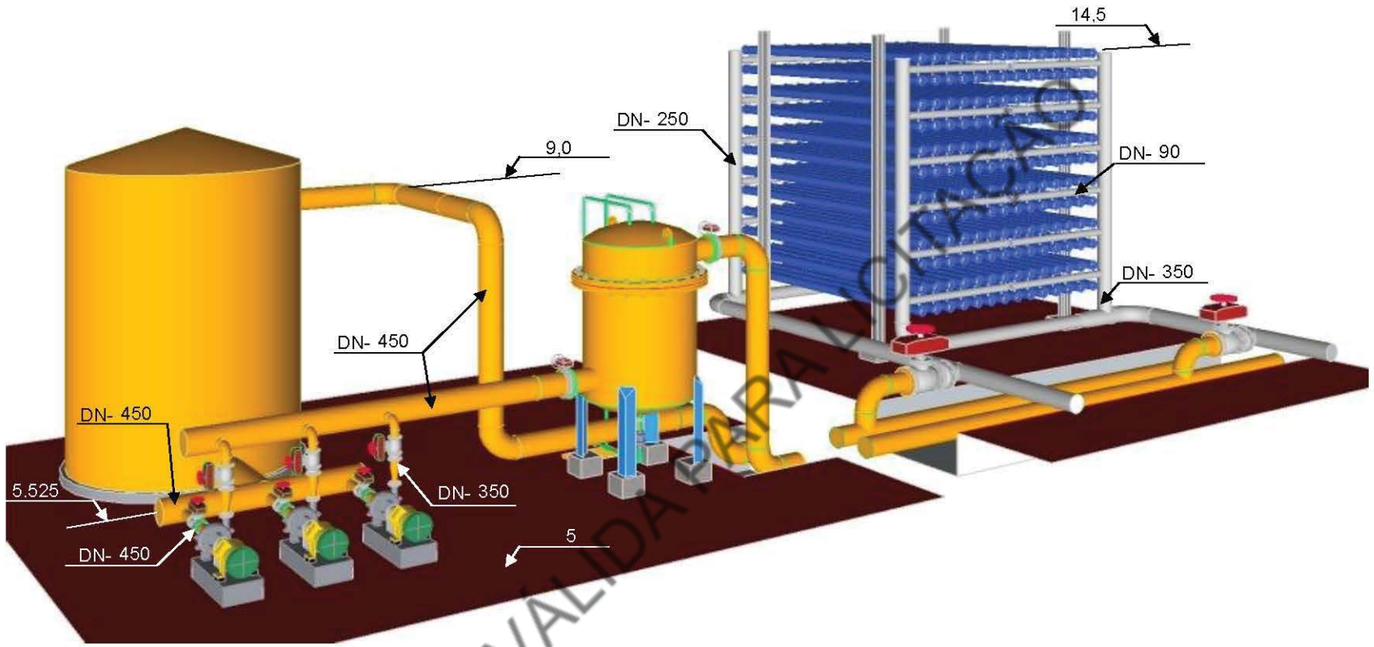
VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

5.1.- BOMBAS DE LIMPEZA QUÍMICA: CÁLCULO DO COMPRIMENTO EQUIVALENTES

	IMPULSÃO DA BOMBA		SESSÃO DA IMPULSÃO DA BOMBA									
DIAMETRO	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	0	1	0	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza



Fortaleza
CALCULOS HIDRAULICOS
BOMBAS DE LIMPEZA QUÍMICA

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

COMPOSIÇÃO DA SALMORA A SAIDA DE MEMBRANAS

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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 CO3Ca
TEMPERATURA	27	ºC	DUREZAE	11.955,30	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
ELEMENTO	**mg/L**	**meq/l**	**ELEMENTO**	**mg/L**	**meq/l**
Ca++	941,32	46,97	SO4=	7.779,03	161,96
Mg++	2.333,02	191,92	Cl-	38.002,38	1.071,91
Na+	22.523,16	979,65	CO3H-	262,18	4,30
K+	780,17	19,95	F-	0,56	0,03
Ba++	0,04	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	9,52	0,22	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,56	0,03	NO3-	20,00	0,32
Ag+	0,00	0,00	CO3=	6,86	0,23
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)	0,07	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	15,33	0,26
Fe+++	0,00	0,00	CO2	8,02	0,18
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	**26.587,80**	**1.238,75**	**TOTAL**	**46.086,34**	**1.238,75**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,08
Cádmo	0,00	DQO	0,19
Bário	7,55	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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

PROPRIEDADES DA SALMORA

DENSIDADE	1,051	Kg/l
VISCOSIDADE CINEMATICA	0,010	stokes
VISCOSIDADE DINAMICA	1,007	cp.
PRESSÃO DO VAPOR	0,015	bars
PONTO DE EBULIÇÃO	0,762	ºC
CALOR ESPECIFICO	0,926	Kcal/KgxºC
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	569,6	mW/mxºC
ENTALPIA	24,53	Kcal/Kg
INDICE DE LANGELIER:	0,88	
INDICE DE STIFF & DAVIS:	-0,19	corrosiva
INDICE DE SAL	89,64	
MAXIMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO	4,4	ppm.
MAXIMO NITROGÊNIO DISSOLVIDO	6,0	ppm.
CO2 DISSOLVIDO	8,02	ppm.
FORÇA IONICA DA ÁGUA	1,43859	
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	55,87	bars

CALCULO DE INCRUSTAÇÕES

há que dosar um dispersante, se não haver incrustações

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Planta de Fortaleza

SALMORA DE DESCARGA

ANÁLISE FISICO-QUIMICO					
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 CO3Ca
TEMPERATURA	27	ºC	DUREZAE	11.628,31	ppm CO3Ca
COMPOSIÇÃO IONICA					
ELEMENTO	**mg/L**	**meq/l**	**ELEMENTO**	**mg/L**	**meq/l**
Ca++	915,56	45,69	SO4=	7.566,27	157,53
Mg++	2.269,22	186,68	Cl-	36.959,23	1.042,49
Na+	21.904,75	952,75	CO3H-	254,78	4,18
K+	758,73	19,40	F-	0,54	0,03
Ba++	0,04	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	9,26	0,21	I-	0,00	0,00
Fe++	0,00	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,55	0,03	NO3-	19,45	0,31
Ag+	0,00	0,00	CO3=	6,77	0,23
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)	0,07	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	14,91	0,25
Fe+++	0,00	0,00	CO2	7,73	0,18
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	**25.858,10**	**1.204,76**	**TOTAL**	**44.821,95**	**1.204,76**

OUTRAS DETERMINAÇÕES			
SUBSTÂNCIAS TOXICAS	mg/L	Matéria orgânica e outros	mg/L
Arsênio	0,00	DBO5	0,07
Cádmo	0,00	DQO	0,17
Bário	7,29	Nitrogêno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compostos fenólicose	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	ºC
CALOR ESPECIFICO	0,928	Kcal/KgxºC
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	569,9	mW/mxºC
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.
CO2 DISSOLVIDO	7,73	ppm.
FORÇA IONICA DA ÁGUA	1,39914	
PRESSÃO OSMÓTICA DA ÁGUA	61,22	bars

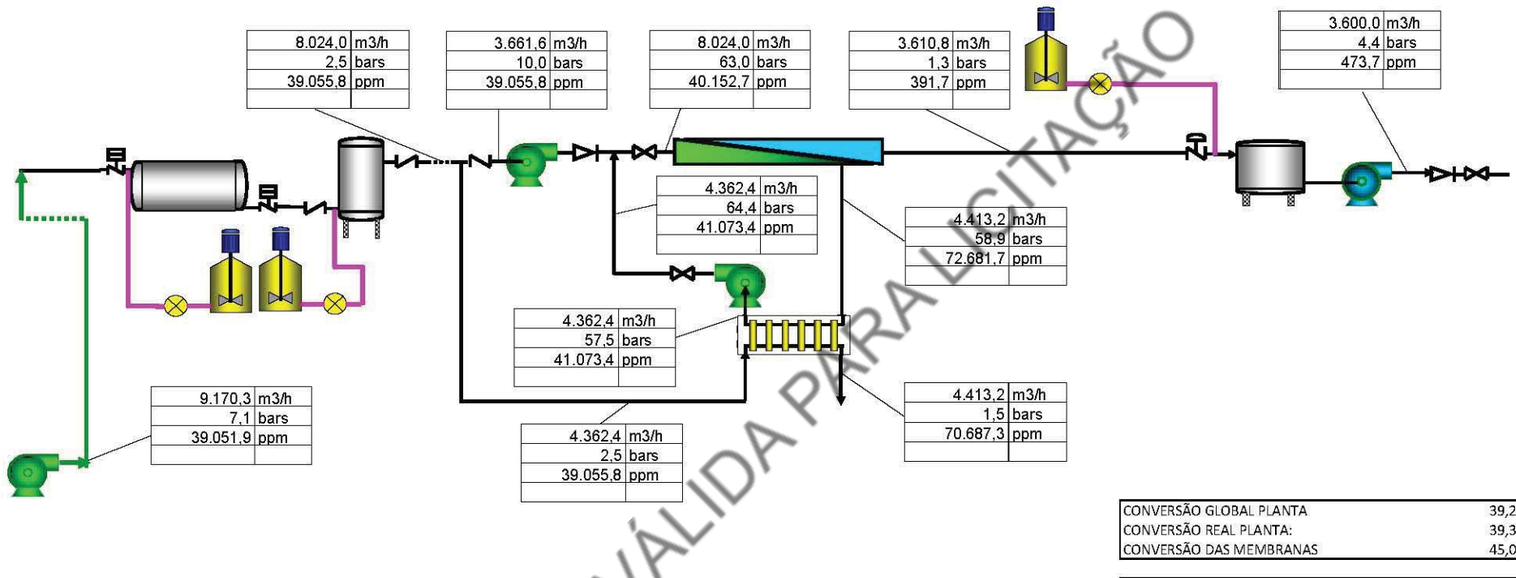
CALCULO DE INCRUSTAÇÕES

há que dosar um dispersante, se não haver incrustações

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

6.- BALANÇOS E DIAGRAMAS



CONVERSÃO GLOBAL PLANTA	39,26%
CONVERSÃO REAL PLANTA:	39,38%
CONVERSÃO DAS MEMBRANAS	45,00%

NÚMERO DE LINHAS	4

BALANÇO DE ENERGIA	POTENCIA Kw	ENERGIA ANUAL Kwh/ano
Bombas de agua do mar	560,45	18.831.129
Bombas de alta pressão	1.674,62	56.267.079
Bombas de recirculação	1.097,15	9.216.100
Bomba Booster Para Bomba De Alta Pressão	1.107,28	9.301.125
Bombas de produto	538,68	4.524.936
Outros consumos e perdas		6.452.511,93
TOTAL		104.592.881
CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGÍA (Kwh/m3)		3,46

engenharia Consultiva	**PLANTA DESSALINIZAÇÃO DE FORTALEZA**	
	02-Mar-18	**balanço geral**
	Rev: 2	**Base**

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ECOAGUA

LISTA DE BOMBAS E SOPRADORES

SOLUÇÃO: Base — **FOLHA**

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		VAZÃO	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	PRESSÃO IMPLUSÃO	DENSIDADE	T.D.H.	BOMBA		MOTOR		POTÊNCIA NOM. MOTOR	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						RENDIMENTO	POTÊNCIA ABSORVID	RENDIMENT	POTÊNCIA ABSORVID		
				m3/h	bars	bars	kg/l	m.c.l.	%	kW	%	kW	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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

21/03/2018 — CE_rev1_PORT.xlsm

ECOAGUA

Cagece

LISTA DE BOMBAS E SOPRADORES

SOLUÇÃO: Base **FOLHA**

Nº ITEM	DESCRIÇÃO	NÚMERO UNIDADE		VAZÃO	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	PRESSÃO IMPLUSÃO	DENSIDADE	T.D.H.	BOMBA		MOTOR		POTÊNCIA NOM. MOTOR	NOTAS
		TOTAL	OPERAÇÃO						RENDIMENTO	POTÊNCIA ABSORVID	RENDIMENTO	POTÊNCIA ABSORVID		
				m3/h	bars	bars	kg/l	m.c.l.	%	kW	%	kW	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	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ECOAGUA

Cagece

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.	%	%			
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 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 SERVIÇO	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		

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 FERRICO	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 SODI	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 FÉRRICO	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		
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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

PLANTA..... **Fortaleza** DATA 02-Mar-18
CLIENTE..... CAGECE
SOLUÇÃO..... Base ()

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, DISTRIBUÇÃO E Y FATOR DE SEGURANÇA						3.137.103,93

CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA (KWH)	104.570.131,16
PRODUÇÃO GARANTIDA (M^3/D)	86.400,00
PRODUÇÃO TOTAL ANUAL (M^3)	30.240.000,00
CONSUMO ESPECIFICO ENERGIA (KWH/M^3)	3,46

ECOAGUA

[illegible]_rev1_PORT.xlsm

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Anexo 16.5 - Especificações Técnicas dos Equipamentos-Hidromecânicos

16.1.1. Equipamentos Eletromecânicos

16.1.1.1. *Bombas de Água do Mar*

DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Captação de Bombeamento
- ✓ Tipo de acionamento Motor Elétrico com VDF
- ✓ Nº de bombas iguais em operação: 4
- ✓ Nº de bombas iguais em reserva 1

CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓ Fluxo no ponto de design	m3/h	2.293
✓ TDH de design	m.c.l.	70
✓ Pressão na aspiração no ponto de design	barg	0,48
✓ Temperatura ambiente	ºC	40-20
✓ Temperatura máxima água do mar	ºC	30
✓ Temperatura mínima água do mar	ºC	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
✓ Nº de RTD/Pt-100 por rolamento		1
✓ Tipo de acoplamento com o motor		Flexível

CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

✓ Fluxo normal em operação	m3/h	2.293
✓ Fluxo máximo previsto em operação	m3/h	2.522
✓ Fluxo mínimo previsto em operação	m3/h	2.064
✓ TDH a fluxo normal	m.c.l.	70
✓ 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 535
- ✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor) dB 85

MATERIAIS DA BOMBA

- ✓ Carcaça Super duplex PREN >40
- ✓ Impulsor Super duplex PREN >40
- ✓ Eixo Super duplex PREN >40
- ✓ Camisas doeixo Super duplex PREN >40

16.1.2. Filtros Fechados

Primeira Etapa de Filtração

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Filtros de primeira etapa
- ✓ Nº 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 Divisão1 ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: ° C 40
- ✓ Pressão de design: barg 4,5
- ✓ Pressão de prova: barg 6,75

- ✓ Fluxo de trabalho: m3/h 8.024
- ✓ Pressão diferencial máxima da placa suporte: barg 1,5
- ✓ Superfície útil de filtração por filtro: m2 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, antracito de tamanho efetivo 1,90 mm e coeficiente de uniformidade1,4
- ✓ Altura e tipo de segundo leito filtrante:400 mm, areia sílica de tamanho efetivo 0,6 mm e coeficiente de uniformidade1,45
- ✓ 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 fundos: S 275 JR

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 auto cabo 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 micras, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micras
- ✓ Proteção exterior: Com proteção frente a raios uva
- ✓ Juntas: Neoprene
- ✓ 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 22
- ✓ <u>Segunda Etapa de Filtração</u>
- ✓ DADOSGERAIS:
  - 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 Divisão1ou similar
- ✓ Instalação: Intempérie
- ✓ Temperatura de design: ° C 40
- ✓ Pressão de design: barg 4,5
- ✓ Pressão de prova: barg 6,75
- ✓ Fluxo de trabalho: m3/h 8.024
- ✓ Pressão diferencial máxima placa suporte: barg 1,5
- ✓ Superfície útil de filtração por filtro: m2 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 uniformidade1,4
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 efundos: 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 auto cabo 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 micras, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micras
- ✓ Proteção exterior: Com proteção frente a raios uva
- ✓ Juntas: Neoprene
- ✓ Parafusos: Aço-inox

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 22

16.1.3. Bombas Centrífugas lavagem de Filtros Fechados

DADOSGERAIS

- ✓ 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 m3/h 1.914
- ✓ TDH de design m.c.l. 21,60
- ✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg 0,05
- ✓ Temperatura ambiente ºC 40-20
- ✓ Temperatura máxima água de mar ºC 30
- ✓ Temperatura mínima água de mar ºC 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 do 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 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

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça Super duplex PREN >40
- ✓ Impulsor Super duplex PREN >40
- ✓ Eixo Super duplex PREN >40
- ✓ Camisas do eixo Super duplex PREN >40

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.4. Sopradores lavagem de Filtros Fechados

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Lavagem de filtros de areia y antracito
- ✓ Nº de sopradores: Uds. 3 (2+1)

CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: ° C 40
- ✓ Temperatura mínima: ° C 20

CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de Fluído: 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 absorbida: % ± 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.5. Filtros de Cartucho

16.1.5.1. *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 fluído: 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: Aço-inox
- ✓ Nº de cartuchos por filtro: Ud. Recomendado pelo fabricante
- ✓ Comprimento: mm 1270
- ✓ Diâmetros: mm 61
- ✓ Poro absoluto: micras 10
- ✓ Poro nominal: micras
- ✓ Beta ratio: 5.000
- ✓ Superfície filtrante por cartucho: m2 0,24
- ✓ Material: Polipropileno

16.1.5.2. *De Limpeza Química*

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Filtros de segurança prévios a limpeza química
- ✓ Nº de filtros: 1
- ✓ Tag equipamentos:

CLIMA:

- ✓ Temperatura máxima: ° C 40
- ✓ Temperatura mínima: ° C 20

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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. 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 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: Aço-inox

CARTUCHOS:

- ✓ Nº de cartuchos por filtro: Ud. Recomendado pelo fabricante
- ✓ Comprimento: mm 1270
- ✓ Diâmetros: mm 61
- ✓ Poro absoluto: micras 10
- ✓ Superfície filtrante por cartucho: m2 0,24
- ✓ Material: Polipropileno

16.1.6. Bombas de Alta Pressão

DADOSGERAIS

- ✓ Serviço: Bombeamento de alta pressão
- ✓ Tipo de acionamento Soft starter
- ✓ 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. 543
- ✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg 10
- ✓ Temperatura ambiente ºC 40-20
- ✓ Temperatura máxima água de mar ºC 30
- ✓ Temperatura mínima água de mar ºC 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 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

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça Super duplex PREN >40
- ✓ Impulsor Super duplex PREN >40
- ✓ Eixo Super duplex PREN >40
- ✓ Camisas do eixo Super duplex PREN >40

16.1.7. Bombas Booster de Alimentação às BAP

DADOSGERAIS

- ✓ Serviço: Bomba Booster de alimentação a BAP
- ✓ Tipo de acionamento Motor Elétrico com VDF
- ✓ Nº de bombas iguais sem 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 ºC 40-20
- ✓ Temperatura máxima água de mar ºC 30
- ✓ Temperatura mínima água de mar ºC 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 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

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça Super duplex PREN >40
- ✓ Impulsor Super duplex PREN >40
- ✓ Eixo Super duplex PREN >40
- ✓ Camisas do eixo Super duplex PREN >40

16.1.8. Caixas de Pressão

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Conteúdo membranas de osmose inversa de água de mar
- ✓ Nº de caixas/linha: 226
- ✓ Nº de linhas: 4
- ✓ Nº total de caixas: 904

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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

CARACTERÍSTICASDOS 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 Super duplex PREN>40
- ✓ Porta saída de permeado: Polipropileno
- ✓ Adaptadores de membrana: Termoplástico
- ✓ Elementos de fechamento: EPDM
- ✓ Elementos de retenção e apoio: Aço-inox 316L ou similar
- ✓ Suporte de tubo: Poliuretano ou similar
- ✓ Braçadeira: Aço-inox 316L ou similar
- ✓ Acabado: Poliuretano ou similar

16.1.9. Equipamentos Elétricos

16.1.9.1. *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 proteções do motor
  - 4 proteções 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 ºC
- ✓ Temperatura de projeto para os equipamentos: 40 ºC
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Condições de instalação: Sala de aquecimento elétrico interior

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 kVef / s
- ✓ Corrente nominal das barras principais: 2500A
- ✓ Corrente nominal das barras de ramificação: A 630A
- ✓ Aquecimento máximo permitido: IEC 60694. Fit 4.4.2
- ✓ Corrente nominal de curto prazo nas barras principais: 25 kAeff / s
- ✓ Valor máximo da corrente nominal admissível: 80 kAcr
- ✓ Sistema de aterramento: A terra
- ✓ Comando de tensão auxiliar e manobra: 127 Vcc
- ✓ Tensão auxiliar de iluminação e Resistência de aquecimento: 220 Vac
- ✓ 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.
- ✓ Desconector 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 Fs <= 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

16.1.9.2. *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 ºC
- ✓ Temperatura de projeto: 40 ºC
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Tipo de instalação: ao ar livre
- ✓ Classificação do meio ambiente: Alto grau de contaminação marinha (IV) (IEC 60815),

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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): 20.000 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 90º
- ✓ 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

16.1.9.3. *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 ºC
- ✓ Temperatura de projeto: 40 ºC
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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: ± 5%, ± 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 90º
- ✓ 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

16.1.9.4. *Centro de controle de motor*

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 ºC
- ✓ Temperatura de projeto dos componentes: 40 ºC
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 SAIDA À VARIÁVEL DE FREQÜÊNCIA:

- ✓ 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 SAIDA 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Tabla A

MCC	INSTALAÇÃO MCC	SALIDAS MCC								
		Nº ITEM	DESCRIPCION	UDS. INSTALADAS		TENSIÓN	POT.	Calibre proteção	TIPO DE ARRANQUE	NOTAS
	Calibre / Capacidade corte			STAND-BY	OPER.					
	A / kA					V.	kW	A		
MCC3	5000 A 80kA	3.01	B. BOOSTER ALIMENTACIÓN B.A.P.	0	4	380	315,00	400	VDF	
		3.02	MOTO-VALVULA DE ASPIR Y DESCARGA	0	8	380	0,55	2	INVERSION DE GIRO	
		4.02	MOTO-VALVULA DE ASPIR Y 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 ASPIR Y DESCARGA	0	8	380	0,55	2	INVERSION DE GIRO	
MCC4	5000 A 80kA	7.01	BOMBAS IMPULSÃOPRODUTO	1	4	380	160,00	400	ARRANCADOR SUAVE	
			Circuito CTB-SA1	1	1	380	-	1600		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
			Circuito MCC2	1	1	380	-	800		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
			Circuito MCC5	1	1	380	-	800		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
			Circuito MCC6	1	1	380	-	100		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
MCC5	800 A 50 kA	9.01	MOTOBOMBA LIMPIEZA QUÍMICA	0	2	380	160,00	400	ARRANCADOR SUAVE	
		9.05	RESISTENCIA DE CALDEO L. Q.	0	1	380	280,00	630		SALIDA A QUADRO 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	ARRANCADOR SUAVE	
		8.02	SOPLANTE LAVADO DE FILTROS	1	2	380	75,00	250	ARRANCADOR 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	QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	0	1	250	8,50	25		SALIDA A QUADRO 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	1	2	380	0,37	2	DIRECTO	

Tabla A

MCC	INSTALAÇÃO MCC	SALIDAS MCC								
		Nº ITEM	DESCRIPCION	UDS. INSTALADAS		TENSIÓN	POT.	Calibre proteção	TIPO DE ARRANQUE	NOTAS
	Calibre / Capacidade corte			STAND-BY	OPER.					
	A / kA					V.	kW	A		
			HIPOCLORITO SÓDICO							
		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	
		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	QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	0	1	250	5,00	16		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
		13.03	TORNILLO DE DOSIFICACIÓN POLVO	1	1	380	0,37	2	DIRECTO	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.9.5. *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 ºC
- ✓ Temperatura de projeto dos componentes: 40 ºC
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Identificação do módulo na porta

EQUIPAMENTO DE SAÍDA TETRAPOLAR, TRIPOLAR OU 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

MEDIDAS

- ✓ Medidas
- ✓ Intensidade
- ✓ tensão
- ✓ Frequência
- ✓ temperatura do motor
- ✓ Potência ativa
- ✓ Potência reativa
- ✓ Fator de Potência

- ✓ Energia ativa
- ✓ -Energia reativa

Tabela B

CGBT / MCC	INSTALAÇÃO MCC	SAÍDAS MCC								
		Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	Calibre proteção	TIPO DE ARRANQUE	NOTAS
	Calibre / Capacidade corte			STAND-BY	OPER.					
	A / kA					V.	kW	A		
CTB-SA2	160 A 40 kA		BOMBA DE DRENAGEM	1	1	380	45,00	100	ARRANCADOR SUAVE	
		1.03	MOTOVALVULA DE DESCARGA	2	4	380	0,37	2	INVERSÃO DE GIRO	
			ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA CAPTAÇÃO	0	1	380	0,90	2		SALIDA A QUADRO 3F+N+PE
			RESISTÊNCIAS CALEFATORAS BOMBAS	0	1	380	0,50	1		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			SERVCIOS AUXILIARES QUADROS	0	1	380	4,41	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO	0	1	380	3,00	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR CAPTAÇÃO	0	1	380	0,90	2		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR CAPTAÇÃO	0	1	380	10,40	20		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS CAPTAÇÃO	0	1	380	29,00	50		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			HVAC CAPTAÇÃO	0	1	380	10,00	20		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			Circuito MCC1	0	1	-	-	32		
		14.01	PONTE GRUA CAPTAÇÃO	0	1	380	4,00	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
CTB-SA1	1600A 50kA		UPS	1	1	380	30,00	50		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
		9.03	MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	0	1	380	160,00	400	ARRANCADOR SUAVE	
			SISTEMA DC	1	1	380	15,00	25		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. SUBESTAÇÃO	0	1	380	0,72	2		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. ADMINISTRAÇÃO	0	1	380	1,69	3		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	0	1	380	11,40	20		SAÍDA A

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Tabela B

CGBT / MCC	INSTALAÇÃO MCC	SAÍDAS MCC								
	Calibre / Capacidade corte	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	Calibre proteção	TIPO DE ARRANQUE	NOTAS
				STAND-BY	OPER.					
	A / kA					V.	kW	A		
			EDIF. OSMOSE							QUADRO 3F+N+PE
			RESISTÊNCIAS CALEFATORAS BOMBAS	0	1	380	28,50	50		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			SERVIÇOS AUXILIARES QUADROS	0	1	380	81,94	125		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA BT	0	1	380	3,00	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA MT	0	1	380	3,00	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. OSMOSE	0	1	380	11,40	20		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	0	1	380	0,72	2		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. ADMINISTRAÇÃO	0	1	380	1,69	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. PRODUTO	0	1	380	3,30	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR	0	1	380	19,80	40		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR PÁTIO DE FILTROS	0	1	380	12,00	20		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR PRODUTO	0	1	380	4,80	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	0	1	380	3,20	6		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. OSMOSE	0	1	380	57,00	100		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. SUBESTAÇÃO	0	1	380	57,00	100		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. ADMINISTRATIVO	0	1	380	127,00	250		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. PRODUTO	0	1	380	29,00	50		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			HVAC SALA ELÉTRICA B.T	0	1	380	15,00	32		SAÍDA A QUADRO

Tabela B

CGBT / MCC	INSTALAÇÃO MCC	SAÍDAS MCC								
	Calibre / Capacidade corte	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UDS. INSTALADAS		TENSÃO	POT.	Calibre proteção	TIPO DE ARRANQUE	NOTAS
				STAND-BY	OPER.					
	A / kA					V.	kW	A		
										3F+N+PE
			HVAC SALA ELÉTRICA M.T	0	1	380	30,00	63		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
		14.03	PONTE GRUA BOMBEO A. P.	0	1	380	5,50	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
		11.02	HIDROCOMPRESSORHIDROCOMPRESSOR ÁGUA SERVIC.	1	1	380	4,00	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
		14.02	PONTE GRUA BOMBAS IMPULSÃOIMPULSÃOPRODUTO	0	1	380	4,00	10		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE
			Circuito CTB-SA2					160		SAÍDA A QUADRO 3F+N+PE

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.9.6. *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 ºC
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: sala aquecida elétrica
- ✓ Temperatura de projeto do equipamento: 40 ºC
- ✓ 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 contatores: 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: Tipo seco, integrado, 60 Hz, tensão primária 6,6 kV, tensão secundária 6,6 kV
- ✓ Grau de proteção VDF: IP42
- ✓ Acesso ao gabinete: Frontal
- ✓ Entrada de cabo: Inferior
- ✓ Tomada de cabo: Inferior

PROTEÇÕES DO VARIADOR:

- ✓ 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)

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.9.7. *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.
- ✓ Nº de unidades iguais em operação: 8

RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Max. Faixa de temperatura / min Fora: 30/0 ºC
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Temperatura de projeto do equipamento: 40 ºC
- ✓ 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 contatores: 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 VARIADOR:

- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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)

16.1.9.8. *Arranque Suave BT*

DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: arranque do motor
- ✓ Nº de partidas iguais em operação:

Equipo	Uds.	Potência (kW)
BOMBA DE DRENAGEM	1	45,00
MOTOBOMBA LIMPEZA QUÍMICA	2	160,00
MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	1	160,00
BOMBAS IMPULSÃOPRODUTO	5	160,00
MOTOBOMBA DE LAVAGEM DE FILTR.	3	200,00
VENTILADOR LAVAGEM DE FILTROS	3	75,00
EVAPORADOR DE ANHÍDRIDO CARBÔNICO	1	15,00

RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <= 1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 ºC
- ✓ 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: Continuo 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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

16.1.9.9. *Banco de capacitores BT*

DADOS GERAIS

- ✓ Serviço: Compensação reativa em baixa tensão
- ✓ No. de equipamentos iguais em operação:

QUADRO BT		CAPACIDADE SELECCIONADA
Item	DESCRIÇÃO	kVAr
CTB-SA2	SERVIÇOS AUXILIARES ÁGUA DE MAR	25,00
CTB-SA1	SERVIÇOS AUXILIARES OSMOSE	50,00
MCC2	LAVAGEM FILTROS MM	220,00
MCC5	LIMPEZA QUÍMICA	50,00
MCC6	DOSAGEM QUÍMICA	16,00
MCC4	BOMBEAMENTO DE ÁGUA PRODUTO	200,00

RECURSOS DE DESIGN

- ✓ Altitude: <1000 m.s.n.m.
- ✓ Temperatura Máxima / min Fora: 30/0 ºC
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Reação de rejeição harmónica: 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

16.1.9.10. *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 ºC
- ✓ Humidade relativa: 85%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Tipo: Antissísmico
- ✓ 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: 380Vac
- ✓ 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 antissísmico
- ✓ Grau de proteção: IP00

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA:

- ✓ Interruptor de by-pass 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
- ✓ By-pass do transformador: Sim
- ✓ Tipo de transformador de by-pass: Seco
- ✓ Classe de isolamento do transformador de by-pass: 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

16.1.9.11. *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 ºC
- ✓ Umidade relativa: 75%
- ✓ Local de instalação: Sala aquecida elétrica
- ✓ Classificação do meio ambiente: Marinho

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Tipo: Antissísmico
- ✓ 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 antissísmico
- ✓ 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

16.1.10. Bombas de Recirculação dos SIP

DADOSGERAIS

- ✓ Serviço: Bombeamento de recirculação dos SIP
- ✓ Tipo de acionamento Motor Elétrico com VDF
- ✓ Nº de bombas iguais em operação: 4
- ✓ Nº de bombas iguais em reserva 0

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DE DESIGN

✓	Fluxo no ponto de design	m3/h	1.091
✓	TDH de design	m.c.l.	68,5
✓	Pressão na aspiração no ponto de design	barg	57,5
✓	Temperatura ambiente	ºC	40-20
✓	Temperatura máxima água de mar	ºC	30
✓	Temperatura mínima água de mar	ºC	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	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

MATERIAISDA BOMBA

✓	Carcaça	Super duplex PREN >40
✓	Impulsor	Super duplex PREN >40
✓	Eixo	Super duplex PREN >40
✓	Camisas do eixo	Super duplex PREN >40

16.1.11. Bombas de Limpeza Química/Deslocamento

DADOSGERAIS

✓	Serviço:	Bombeamento de Limpeza Química/Deslocamento
✓	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	m3/h	565
✓	TDH de design	m.c.l.	64,06
✓	Pressão na aspiração no ponto de design	barg	0,07
✓	Temperatura ambiente	ºC	40-20
✓	Temperatura máxima água de mar	ºC	30
✓	Temperatura mínima água de mar	ºC	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	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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça AISI 316
- ✓ Impulsor AISI 316
- ✓ Eixo AISI 316
- ✓ Camisas do eixo AISI 316

16.1.12. 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 m3/h 550
- ✓ TDH de design m.c.l. 5,68
- ✓ Pressão na aspiração no ponto de design barg 0,07
- ✓ Temperatura ambiente ºC 40-20
- ✓ Temperatura máxima água de mar ºC 30
- ✓ Temperatura mínima água de mar ºC 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 m3/h 550
- ✓ Fluxo máximo previsto em operação m3/h 605
- ✓ Fluxo mínimo previsto em operação m3/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

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça AISI 316
- ✓ Impulsor AISI 316
- ✓ Eixo AISI 316
- ✓ Camisas do eixo AISI 316

16.1.13. Bombas de Água-Produto

DADOS GERAIS

- ✓ 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 m3/h 900
- ✓ TDH de design m.c.l. 43
- ✓ Pressão na aspiração no ponto de design bar -0,01
- ✓ Temperatura ambiente ºC 40-20
- ✓ Temperatura máxima água de mar ºC 30
- ✓ Temperatura mínima água de mar ºC 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Tipo de acoplamento com o motor Flexível

CARATERÍSTICAS DE OPERAÇÃO

- ✓ Fluxo normal em operação m3/h 900
- ✓ Fluxo máximo previsto em operação m3/h 990
- ✓ Fluxo mínimo previsto em operação m3/h 810
- ✓ TDH a fluxo normal m.c.l. 43
- ✓ 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 124
- ✓ Nível de ruído em operação normal (incl. Motor) dB 85

MATERIAISDA BOMBA

- ✓ Carcaça AISI 316
- ✓ Impulsor AISI 316
- ✓ Eixo AISI 316
- ✓ Camisas do eixo AISI 316

16.1.14. Bombas Dosadoras de Reagentes

16.1.14.1. *Grupo 1: Dosagem de Hipoclorito Sódio ao Pré-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Hipoclorito Sódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 1,32 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA comfeedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

MATERIAIS

- ✓ Corpo dosador 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Indicador local de posição Sim

16.1.14.2. *Grupo 2: Dosagem de Hipoclorito Sódio ao pós-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Hipoclorito Sódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 1,32 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA comfeedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

MATERIAIS

- ✓ Corpo dosador 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

16.1.14.3. *Grupo 3: Dosagem de Ácido Sulfúrico ao pré-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Ácido sulfúrico
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 1,84 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA BOMBA

- ✓ Fluxo nominal de operação 18 L/h
- ✓ Fluxo máximo 40 L/h
- ✓ Fluxo mínimo (10% do máximo) 50 L/h

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 comfeedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

MATERIAIS

- ✓ Corpo dosador 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 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

16.1.14.4. *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

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Ácido sulfúrico
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 1,84 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida pela bomba 0,37 KW
- ✓ Regulação 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação ±2 %
- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA comfeedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

MATERIAIS

- ✓ Corpo dosador 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 Servo motor Sim
- ✓ Condições nominais de operação do motor

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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

16.1.14.5. *Grupo 5: Dosagem de MetabissulfitoSódio ao pré-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído MetabissulfitoSódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 1,48 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida 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 dosador 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.14.6. *Grupo 6: Dosagem de Cloreto Férrico*

DADOSGERAISDA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico	
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1)	Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Cloreto férrico	
✓ Temperatura máxima do fluído	25	ºC
✓ Temperatura mínima do fluído	15	ºC
✓ Densidade	1,42	Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida 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 dosador	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 controle	4-20 mA	
✓ Sinal de feedback	4-20 mA	
✓ Indicador local de posição	Sim	

16.1.14.7. *Grupo 7: Dosagem de Dispersante*

DADOSGERAISDA BOMBA

✓ Tipo de Bomba	De membrana de comando hidráulico	
✓ Nº de Bombas iguais	3 (2+1)	Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

✓ Tipo de fluído	Dispersante	
✓ Temperatura máxima do fluído	25	ºC
✓ Temperatura mínima do fluído	15	ºC
✓ Densidade	1,0	Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida pela bomba	0,37 KW	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 dosador 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

16.1.14.8. *Grupo 8: Dosagem de Carbono Ativo em Pó ao pós-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Carvão ativo
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Densidade 2,0 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida 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 dosador 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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

16.1.14.9. *Grupo 9: Dosagem de CO2 al post-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais 2 (1+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído Anidrido carbônico
- ✓ Temperatura máxima do fluído 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído 15 ºC
- ✓ Doses de produto puro 35 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 dosador 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 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

16.1.14.10. *Grupo 10: Dosagem de Hidróxido de Cálciono pós-tratamento*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba — De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais — 5 (4+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído — Hidróxido de Cálcio (cal)
- ✓ Temperatura máxima do fluído — 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído — 15 ºC

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 dosador — 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 — 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 controle — 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback — 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição — Sim

16.1.14.11. *Grupo 11: Dosagem de FluorossilicatoSódio*

DADOSGERAISDA BOMBA

- ✓ Tipo de Bomba — De membrana de comando hidráulico
- ✓ Nº de Bombas iguais — 3 (2+1) Unidades

CARACTERÍSTICASDO FLUÍDO A DOSIFICAR

- ✓ Tipo de fluído — FluorossilicatoSódio
- ✓ Temperatura máxima do fluído — 25 ºC
- ✓ Temperatura mínima do fluído — 15 ºC
- ✓ Densidade — 1,00 Kg/L

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃODA 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 absorbida pela bomba — 0,37 KW
- ✓ Regulação — 10-100 %
- ✓ Precisão da regulação — ±2 %

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Tipo de regulação Automática 4-20 mA com feedback de posição 4-10 mA
- ✓ Sistema de lubrificação Óleo

MATERIAIS

- ✓ Corpo dosador 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 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 0,22 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 controle 4-20 mA
- ✓ Sinal de feedback 4-20 mA
- ✓ Indicador local de posição Sim

16.1.15. Tanques Metálicos

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Ácido sulfúrico
- ✓ Nº de depósitos: 2

CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: 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 Sec. VIII, Div. 1ou similar
- ✓ Pressão de design: barg Cheio + 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): m3 6

CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico com fundos Korbbogen (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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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 micras, aplicação de uma capa de pintura intermédia de 50 micras

16.1.16. Tanques de PRFV

16.1.16.1. *Tanques de Hipoclorito Sódio ao pré-tratamento*

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Hipoclorito sódio
- ✓ Nº de depósitos: 2

CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: 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 complete 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 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: PRFV
- ✓ Reforço mecânico: Resina ortoftálica
- ✓ Barreira química: Resina de vinil
- ✓ Proteção raios UV sim

16.1.16.2. *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

16.1.16.3. *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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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 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

16.1.16.4. *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): m3 0,5

CARACTERÍSTICAS DO DEPÓSITO:

- ✓ Tipo: Cilíndrico vertical base plana
- ✓ Fundo superior: Com possibilidade de abertura, para eletroagitador e plano

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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

16.1.16.5. *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

CONDIÇÕESAMBIENTAIS:

- ✓ 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 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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ 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

16.1.16.6. *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

CONDIÇÕESAMBIENTAIS:

- ✓ 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): m3 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

16.1.16.7. *Tanques de Cal*

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento de cal
- ✓ Nº de depósitos: 2
- ✓ CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:
- ✓ Tipo de fluído: Cal

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

CONDIÇÕESAMBIENTAIS:

- ✓ 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): m3 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

16.1.17. Tanques de Água de Deslocamento

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Água de Deslocamento
- ✓ Nº de depósitos: 1
- ✓ Tag equipamentos:

CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Água permeada
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

CONDIÇÕESAMBIENTAIS:

- ✓ 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): m3 200

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

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

16.1.18. Silos de Hidróxido de Cálcio

DADOSGERAIS:

- ✓ Serviço: Armazenamento Hidróxido de Cálcio
- ✓ Nº de depósitos: 2

CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO:

- ✓ Tipo de fluído: Hidróxido de Cálcio
- ✓ Temperatura máxima: ° C 40

CONDIÇÕESAMBIENTAIS:

- ✓ 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): m3 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):

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

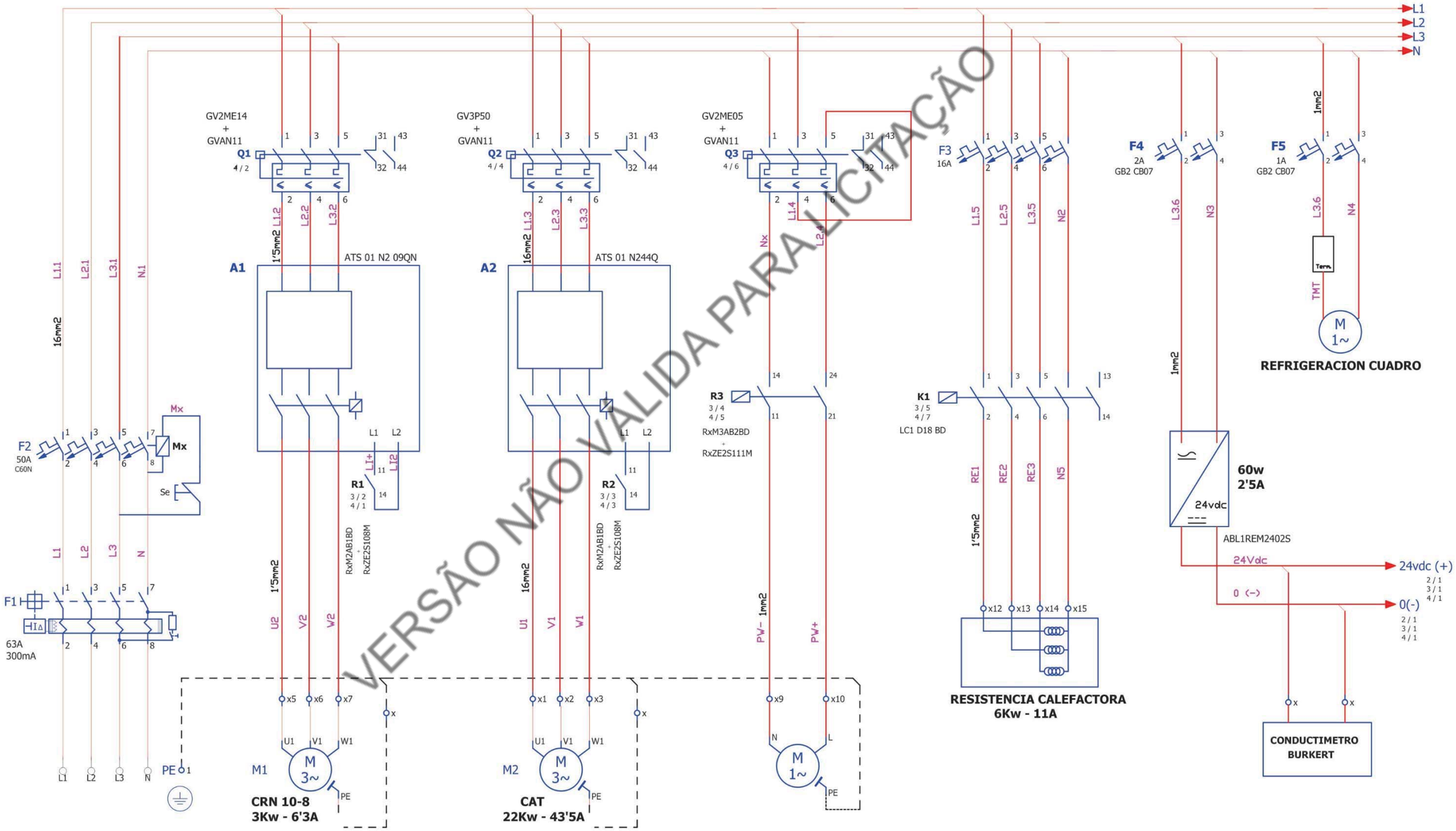
1 ud. DN-80 PN-6

- ✓ 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

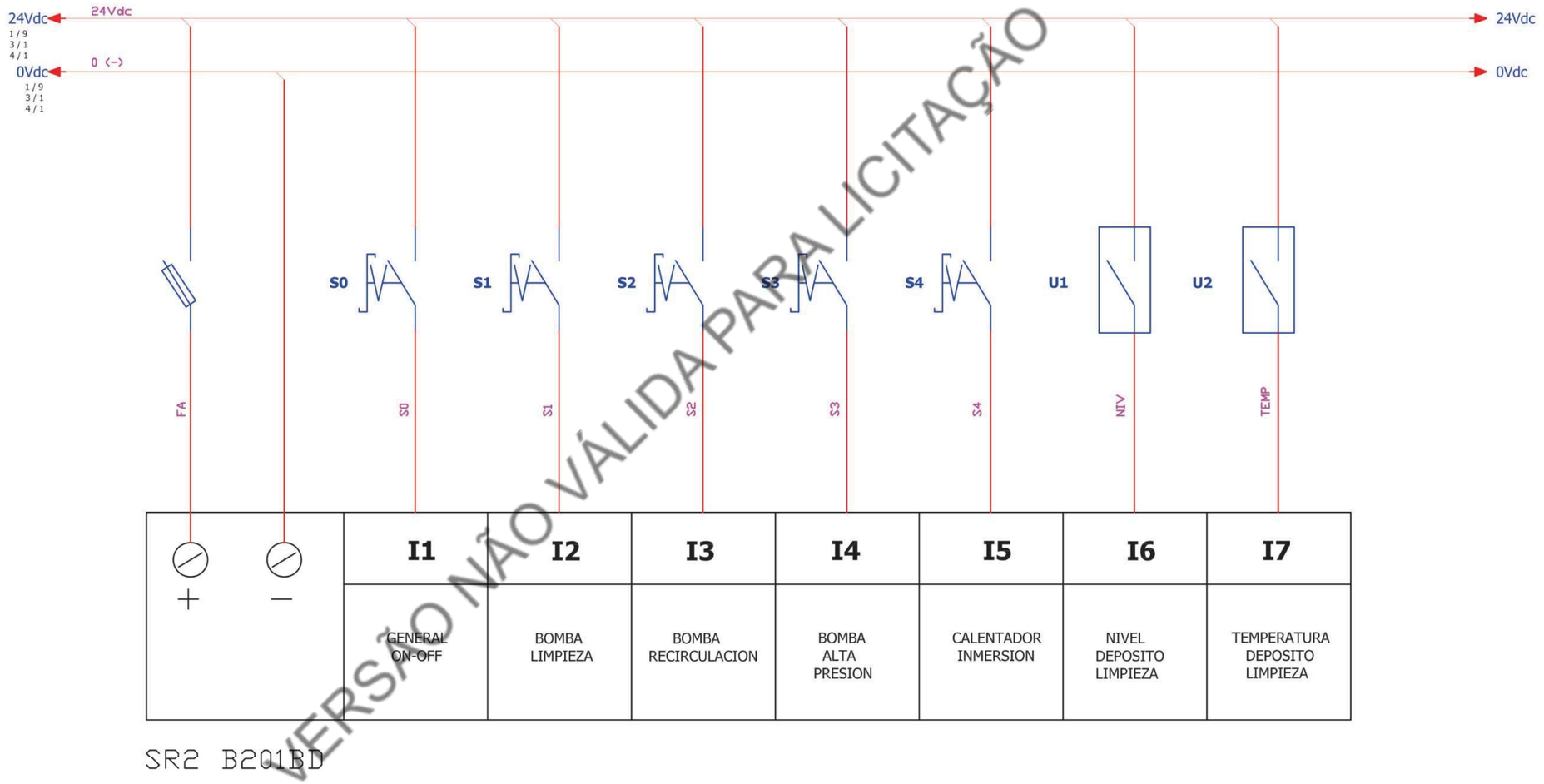
MATERIAIS:

- ✓ Corpo e fundos: Aço-carbono
- ✓ Jato abrasivo SA. 2.5
- ✓ Barreira química: Resina epóxi, 80 micras
- ✓ Acabado Poliuretano 35 micras

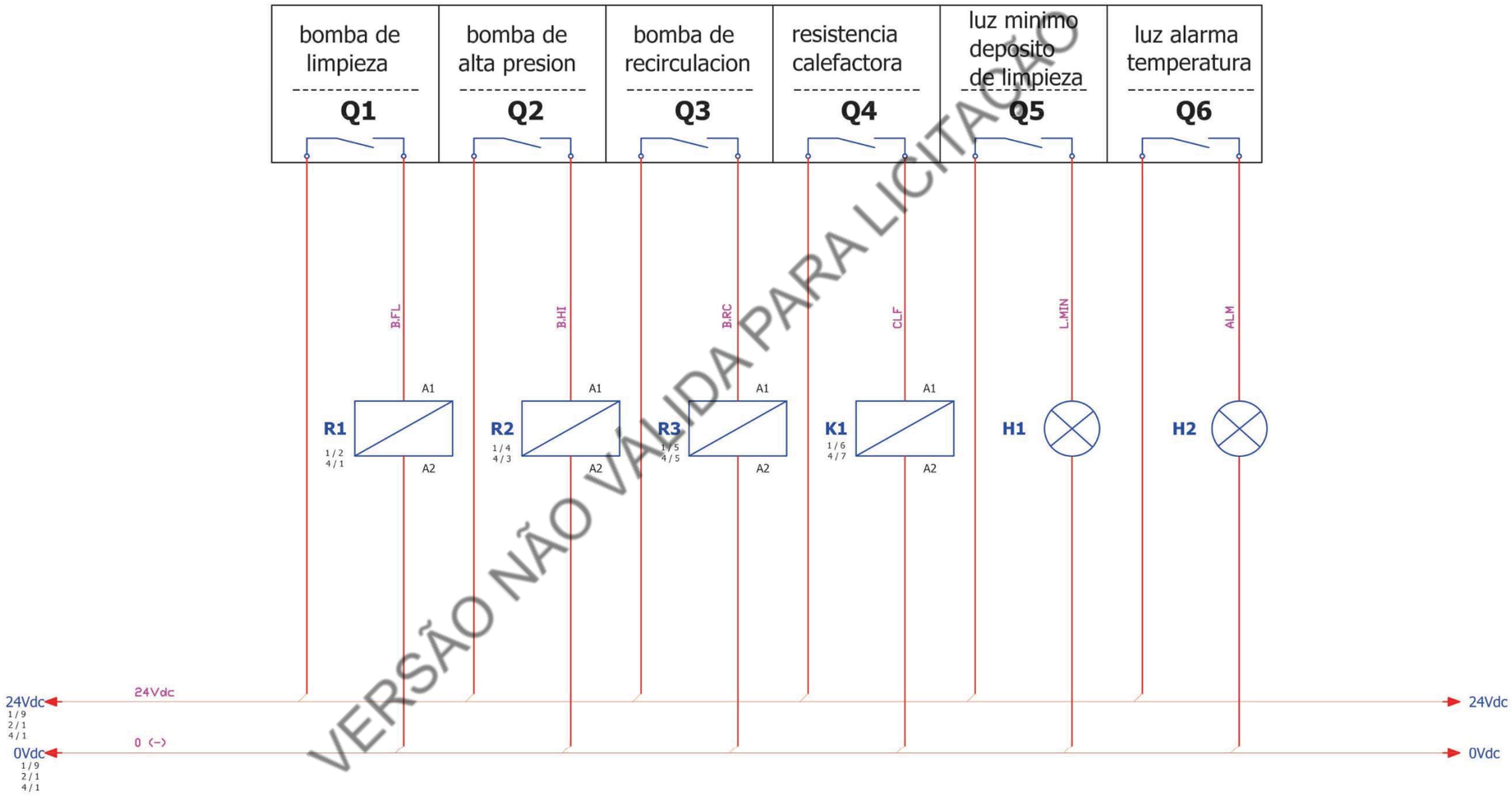
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



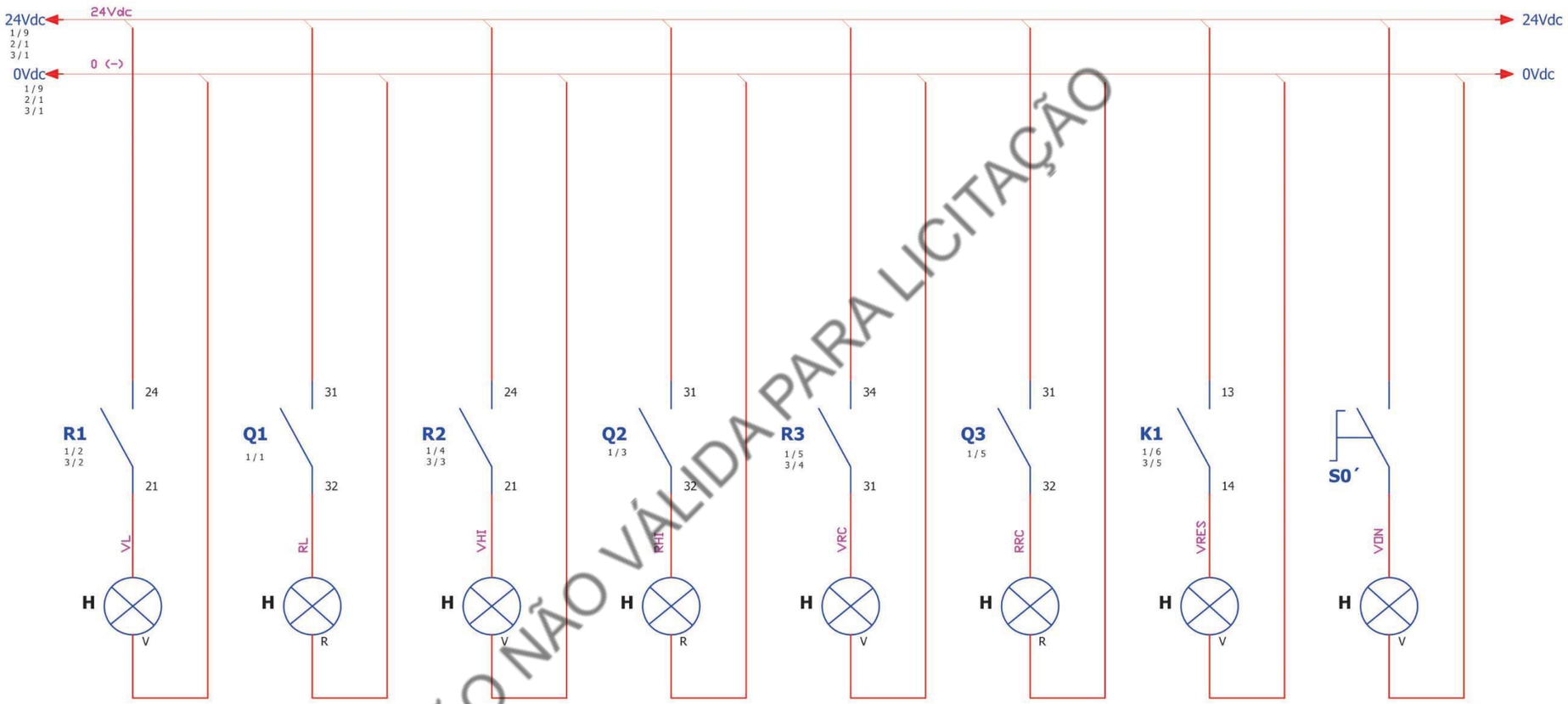
VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

Contrato N.º 693/ 2017

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS, MARÍTIMOS, DEMANDA DE ENERGIA, INTERFERÊNCIAS, SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS PARA O PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO DA RMF COM CAPACIDADE DE 1m³/s

ESTUDOS GEOTÉCNICOS
PRAIA MANSA – CAIS DO PORTO
MUCURIPE – FORTALEZA/CE

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Março/ 2018

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

SUMÁRIO

SUMÁRIO GERAL

Páginas

SUMÁRIO **2**

APRESENTAÇÃO **5**

1. SONDAGENS EXECUTADAS **7**

1.1. METODOLOGIA UTILIZADA 8
1.2. AMOSTRAS 9
1.3. EQUIPE ALOCADA 10
1.4. EQUIPAMENTOS ALOCADOS 10

2. ANEXOS **11**

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

SUMÁRIO DE QUADROS

Páginas

Quadro 1.1: Classificação do solo quanto à consistência e compacidade 9

Quadro 1.2: Execução das Sondagens para Projeto da Usina de Dessalinização 9

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

APRESENTAÇÃO

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará e de outros órgãos públicos estaduais vinculados a área hídrica, vem implementando no território estadual diversas ações estruturais e não-estruturais no âmbito de programas voltados para a convivência com o semiárido. Tais ações objetivam criar condições políticas, legais, institucionais, técnicas e operacionais para a gestão apropriada dos recursos hídricos, de forma integral e integradora, garantindo o desenvolvimento social, econômico e ambientalmente sustentável do território estadual, em especial da Região Metropolitana de Fortaleza. Dentre as ações de caráter não-estrutural preconizadas figura a elaboração dos estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1,0 m^3/s, que tem como principal objetivo garantir o suprimento hídrico para consumo humano desta região através do reforço d'água ao sistema integrado de abastecimento, diante das dificuldades hídricas que vem assolando o Estado nos últimos 5 anos.

O presente relatório apresenta os resultados dos trabalhos de sondagens geotécnicas, executadas nos dias 27 e 28 de Fevereiro e dias 1º e 2 de Março de 2018, que virão a subsidiar o Projetos da Usina de Dessalinização, para a CAGECE, na Praia Mansa, Cais do Porto do Mucuripe, no município de Fortaleza, estado do Ceará. Foi desenvolvido pela Engesoft – Engenharia e Consultoria Ltda, no âmbito do Contrato nº 693/2017, firmado com o consórcio liderado pela GS Inima Brasil e Teixeira Duarte Engenharia e Construções S/A, tendo sua elaboração obedecido às diretrizes definidas nos Termos de Referência do Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse nº 01/2017/CAGECE.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1. SONDAGENS EXECUTADAS

1. SONDAGENS EXECUTADAS

As investigações foram realizadas na área especificada pela contratante. A investigação geotécnica contemplou a execução dos seguintes tipos de sondagens:

- SP- Sondagem a Percussão;

Todas as sondagens mencionadas acima seguiram as normas da ABNT. A locação foi realizada pela contratada e as cotas topográficas das bocas dos furos foram estimadas de acordo com o mapa planialtimétrico apresentado.

1.1. Metodologia Utilizada

Na execução das sondagens a percussão foi usada dois processos para avanço do furo. Inicialmente é utilizado o trado concha de 3" até se encontrar material impenetrável a esta ferramenta, onde aí ele é revestido e prosseguido pelo método da lavagem.

Para extração das amostras foi utilizado o amostrador padrão de 2" e 1 3/8" de diâmetros externo e interno, respectivamente, o qual era cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65 kg, com altura de queda de 75 cm.

Durante a cravação do amostrador foram registrados os números de golpes necessários para fazer o amostrador penetrar cada 15 cm no terreno, até uma penetração total de 45 cm. A soma dos golpes das duas últimas parcelas de 15 cm,

ou seja, dos 30 cm finais de cravação, é apresentada sob forma de tabela e gráfico

nos perfis de sondagens. Este número de golpes é denominado de "Standard Penetration Test" (SPT).

A classificação do solo quanto à compacidade ou consistência é fornecida no

Anexo A da NBR 6484 e reproduzida convenientemente no **Quadro 1.1**.

Quadro 1.1: Classificação do solo quanto à consistência e compacidade.

SOLO	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO (N)	DESIGNAÇÃO
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa (o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Medianamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	>40	Muito compacta (o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	>19	Dura (o)

No **Quadro 1.2** é mostrado um resumo das sondagens realizadas no Período.

Quadro 1.2: Execução das Sondagens para Projeto da Usina de Dessalinização.

Localidade	Sondagens	Coord. SIRGAS - S	Coord. SIRGAS - E	Tipo	Profundidade(m)
Fortaleza	SP01 – Porto	9.590.754,0000	558.299,0000	Percussão	23,45
Fortaleza	SP02 – Porto	9.590.746,0000	558.455,0000	Percussão	21,45
Fortaleza	SP03 – Porto	9.590.688,0000	558.362,0000	Percussão	18,00

1.2. Amostras

As amostras foram classificadas conforme a norma NBR-7250 - Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1.3. Equipe Alocada

Para execução dos serviços descritos neste relatório utilizamos dois tipos de mão de obra: dedicação exclusiva (em campo) e dedicação parcial. A equipe de campo é composta do seguinte pessoal:

- 01 Geólogo;
- 01 Sondador;
- 02 Auxiliares de sondagem;

A equipe de apoio no escritório tem a seguinte composição:

- 01 Geólogos;
- 01 Desenhista; .

1.4. Equipamentos Alocados

Para execução dos serviços descritos neste relatório foram disponibilizados os seguintes equipamentos:

- Conjunto de Sondagem Percussivo e acessórios;
- Torre percussiva, Trépano de lavagem;
- Caminhão muque;
- Quatro Caixas d'água de 1000L.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2. ANEXOS

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Sondagem Percussiva SP 01 – Porto



Sondagem Percussiva SP 02 – Porto



Sondagem Percussiva SP 03 – Porto



SP 02 – Porto 02 no dia 02/03/2018

Nº do Relatório	Nome do Relatório	Data	Página
05/2018	Relatório das Descrições Geotécnicas para o Projeto da Usina de Dessalinização da CAGECE, na Praia Mansa, Cais do Porto – Mucuripe, Fortaleza - CE	14.03.2018	9

DATA	OBRA: Usina de Dessalinização	COORDENADAS UTM - SIRGAS 2000	PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM
Início: 08/02/2018 Término: 09/02/2018	LOCAL: Praia Mansa MUNICÍPIO: FORTALEZA/CE	N: 9.590.754,00 E: 558.299,00 INCL./RUMO: 90 °/ - | COTA: 09 GPS	SP 01 - Porto

FOI ENCONTRADO NÍVEL D'ÁGUA HÁ 2,00m 08/02/2018

PROF (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Interpretação Geológica	Profundidade do Trecho (m)
0,00 – 1,00	Areia quartzosa, Média, Amarelo claro.	Sedimentos inconsolidados do quaternário.	01,00
1,00 – 1,45	Areia quartzosa, Média, Amarela, Medianamente Compacta.		02,00
1,45 – 3,45	Areia quartzosa, Média, Amarela, Compacta.		04,00
3,45 – 6,45	Areia quartzosa pouco siltosa, Média a fina, Amarela, Medianamente Compacta.		07,00
6,45 – 12,45	Areia quartzosa, Média a fina, Amarela, Compacta.		13,00
12,45 – 16,45	Areia quartzosa pouco argilosa, Média a fina, Amarela alaranjada, Compacta.		17,00
16,45 – 19,00	Areia quartzosa, Média a fina, Amarela, Compacta.		19,00
19,00 – 21,00			21,00

Leitura	Intervalo	N. A. (m)
1	—/—	—/—
2	—/—	—/—
3	—/—	—/—

Método	Início (m)	Fim (m)
T. Concha	0,00	0,00
T. Espiral	0,00	1,45
Lavagem	1,45	23,45
Rotativa	0,00	0,00

Lavagem por tempo - 10 min.
Profundidade de início (m): 23,40
Intervalo 1 (cm): 3.0
Intervalo 2 (cm): 2.0
Intervalo 3 (cm): 0.0

Limites de: Liquidez (LL), Plasticidade (LP), Umidade Natural

ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l / min.m

GRAU DE ALTERAÇÃO		GRAU DE COERÊNCIA		GRAU DE FRATURAMENTO		SUPERFÍCIE DE DESCONTINUIDADE		Rugosidade das Descontinuid	R Q D
A0	Rocha Sã ou Praticamente Sã	C1	Rocha Muito Coerente	F1	(1 - 5) Pouco Fraturada	D1	Contato rocha-rocha, paredes Sã		Muito pobre - 0 a 25%
A1	Rocha Pouco Alterada	C2	Rocha Coerente	F2	(6 a 10) Medianamente Fraturada	D2	Contato rocha-rocha, presença de material pétreo	S1 Rugosa	Pobre - 25 a 50%
A2	Rocha Medianamente Alterada	C3	Rocha Pouco Coerente	F3	(11 a 20) Muito Fraturada	D3	Paredes com alteração incipiente, sem preenchimento	S2 Lisa	Regular - 50 a 75%
A3	Rocha Muito Alterada	C4	Rocha Friável	F4	(>20) Extremamente Fraturada	D4	Paredes alteradas, sem preenchimento		Boa - 75 a 90%
A4	Rocha Extremamente Alterada			F5	Rocha em Fragmentos	D5	Paredes alteradas, com preenchimento	S3 Estriada	Excelente - 90 a 100%

NOTA: FURO TERMINADO EM 23,45 METROS IMPENETRÁVEL AO TREPANO DE LAVAGEM.

PROJETISTA:		ESCALA: 1:100	DATA:
APROVAÇÃO:	DESENHISTA: ADRIANA BARBOSA	VERIFICAÇÃO: OK	19/03/2018
RESP. TÉCNICO: JONHNATH RICARDO	DATA: 19/03/2018	APROVAÇÃO:	
Nº ART:	CREA: 060155134-6	APROVAÇÃO:	

Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda.
Avenida Washington Soares, 855. 11º Andar - Edson Queiroz,
Fortaleza - CE, 60811-341
engesoft@engesoft.eng.br

SANDMINE PARTICIPAÇÕES
Av. Maria Moreira, 540 - Centro - Paraipaba/CE
sandmine.participacoes@gmail.com

DES.: 01 / 02

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

DATA	OBRA: Usina de Dessalinização	COORDENADAS UTM - SIRGAS 2000	PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM
Início: 08/02/2018 Término: 09/02/2018	LOCAL: Praia Mansa MUNICÍPIO: FORTALEZA/CE	N: 9.590.754,00 E: 558.299,00 INCL./RUMO: 90 °/ - | COTA: 09 GPS	SP 01 - Porto

FOI ENCONTRADO NÍVEL D'ÁGUA HÁ 2,00m 08/02/2018

PROF (m)	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Interpretação Geológica	Profundidade do Trecho (m)
20,00 – 20,45	Areia quartzosa, Média a fina, Amarela, Compacta.	Sedimentos inconsolidados do quaternário.	11,00
20,45 – 21,45	Areia quartzosa pouco argilosa, Média a fina, Amarela alaranjada com alteração de rocha esbranquiçada, Muito Compacta, Impenetrável ao trepano de lavagem no final do intervalo.		12,00
21,45 – 23,45	Impenetrável ao trepano de lavagem e a SPT, a 23,45m		15,00

Leitura	Intervalo	N. A. (m)
1	—/—	—/—
2	—/—	—/—
3	—/—	—/—

Método	Início (m)	Fim (m)
T. Concha	0,00	0,00
T. Espiral	0,00	1,45
Lavagem	1,45	23,45
Rotativa	0,00	0,00

Lavagem por tempo - 10 min.
Profundidade de início (m): 23,40
Intervalo 1 (cm): 3.0
Intervalo 2 (cm): 2.0
Intervalo 3 (cm): 0.0

Limites de: Liquidez (LL), Plasticidade (LP), Umidade Natural

ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA l / min.m

GRAU DE ALTERAÇÃO		GRAU DE COERÊNCIA		GRAU DE FRATURAMENTO		SUPERFÍCIE DE DESCONTINUIDADE		Rugosidade das Descontinuid	R Q D
A0	Rocha Sã ou Praticamente Sã	C1	Rocha Muito Coerente	F1	(1 - 5) Pouco Fraturada	D1	Contato rocha-rocha, paredes Sã		Muito pobre - 0 a 25%
A1	Rocha Pouco Alterada	C2	Rocha Coerente	F2	(6 a 10) Medianamente Fraturada	D2	Contato rocha-rocha, presença de material pétreo	S1 Rugosa	Pobre - 25 a 50%
A2	Rocha Medianamente Alterada	C3	Rocha Pouco Coerente	F3	(11 a 20) Muito Fraturada	D3	Paredes com alteração incipiente, sem preenchimento	S2 Lisa	Regular - 50 a 75%
A3	Rocha Muito Alterada	C4	Rocha Friável	F4	(>20) Extremamente Fraturada	D4	Paredes alteradas, sem preenchimento		Boa - 75 a 90%
A4	Rocha Extremamente Alterada			F5	Rocha em Fragmentos	D5	Paredes alteradas, com preenchimento	S3 Estriada	Excelente - 90 a 100%

NOTA: FURO TERMINADO EM 23,45 METROS IMPENETRÁVEL AO TREPANO DE LAVAGEM.

PROJETISTA:		ESCALA: 1:100	DATA:
APROVAÇÃO:	DESENHISTA: ADRIANA BARBOSA	VERIFICAÇÃO: OK	19/03/2018
RESP. TÉCNICO: JONHNATH RICARDO	DATA: 19/03/2018	APROVAÇÃO:	
Nº ART:	CREA: 060155134-6	APROVAÇÃO:	

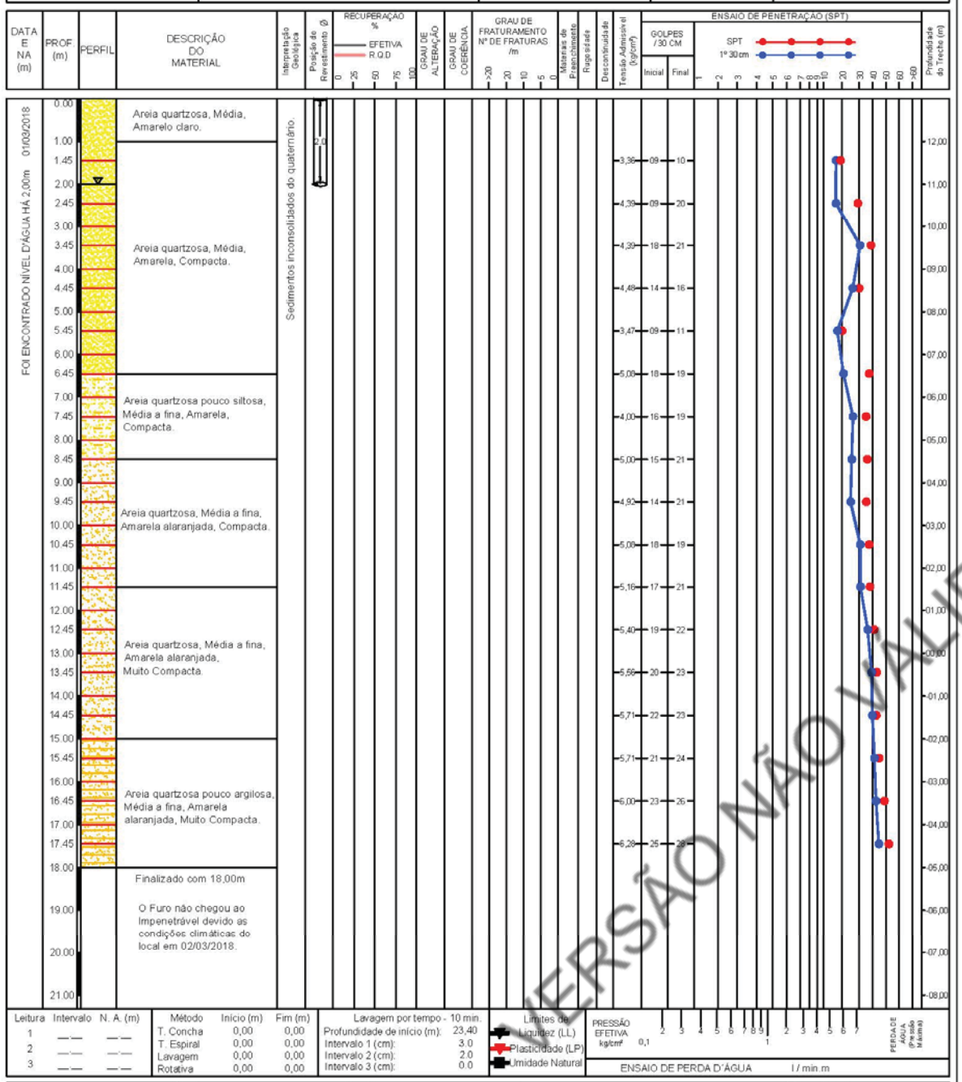
Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda.
Avenida Washington Soares, 855. 11º Andar - Edson Queiroz,
Fortaleza - CE, 60811-341
engesoft@engesoft.eng.br

SANDMINE PARTICIPAÇÕES
Av. Maria Moreira, 540 - Centro - Paraipaba/CE
sandmine.participacoes@gmail.com

DES.: 02 / 02

Cagece

DATA	OBRA: Usina de Dessalinização	COORDENADAS UTM - SIRGAS 2000	PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM
Início: 01/03/2018 Término: 02/03/2018	LOCAL: Praia Mansa MUNICÍPIO: FORTALEZA/CE	N: 9.590.746,00 E: 558.455,00 INCL./RUMO: 90 °/ - | COTA: 13 GPS	SP 02 - Porto



GRAU DE ALTERAÇÃO		GRAU DE COERÊNCIA		GRAU DE FRATURAMENTO		SUPERFÍCIE DE DESCONTINUIDADE		Rugosidade das Descontinuid.	R Q D
A0	Rocha Sã ou Praticamente Sã	C1	Rocha Muito Coerente	F1	(1 - 5) Pouco Fraturada	D1	Contato rocha-rocha, paredes Sã		Muito pobre - 0 a 25%
A1	Rocha Pouco Alterada	C2	Rocha Coerente	F2	(6 a 10) Medianamente Fraturada	D2	Contato rocha-rocha, presença de material pétreo	S1 Rugosa	Pobre - 25 a 50%
A2	Rocha Medianamente Alterada	C3	Rocha Pouco Coerente	F3	(11 a 20) Muito Fraturada	D3	Paredes com alteração incipiente, sem preenchimento	S2 Lisa	Regular - 50 a 75%
A3	Rocha Muito Alterada	C4	Rocha Friável	F4	(>20) Extremamente Fraturada	D4	Paredes alteradas, sem preenchimento		Boa - 75 a 90%
A4	Rocha Extremamente Alterada			F5	Rocha em Fragmentos	D5	Paredes alteradas, com preenchimento	S3 Estriada	Excelente - 90 a 100%

NOTA: FURO TERMINADO EM 18,00 METROS NÃO ATINGIU O IMPENETRÁVEL.

PROJETISTA:		ESCALA: 1:100	DATA
APROVAÇÃO:	DESENHISTA: ADRIANA BARBOSA	VERIFICAÇÃO: OK	1º/03/2018
RESP. TÉCNICO: JONHNATH RICARDO	DATA: 1º/03/2018	APROVAÇÃO:	
Nº ART:	CREA: 060155134-6	APROVAÇÃO:	

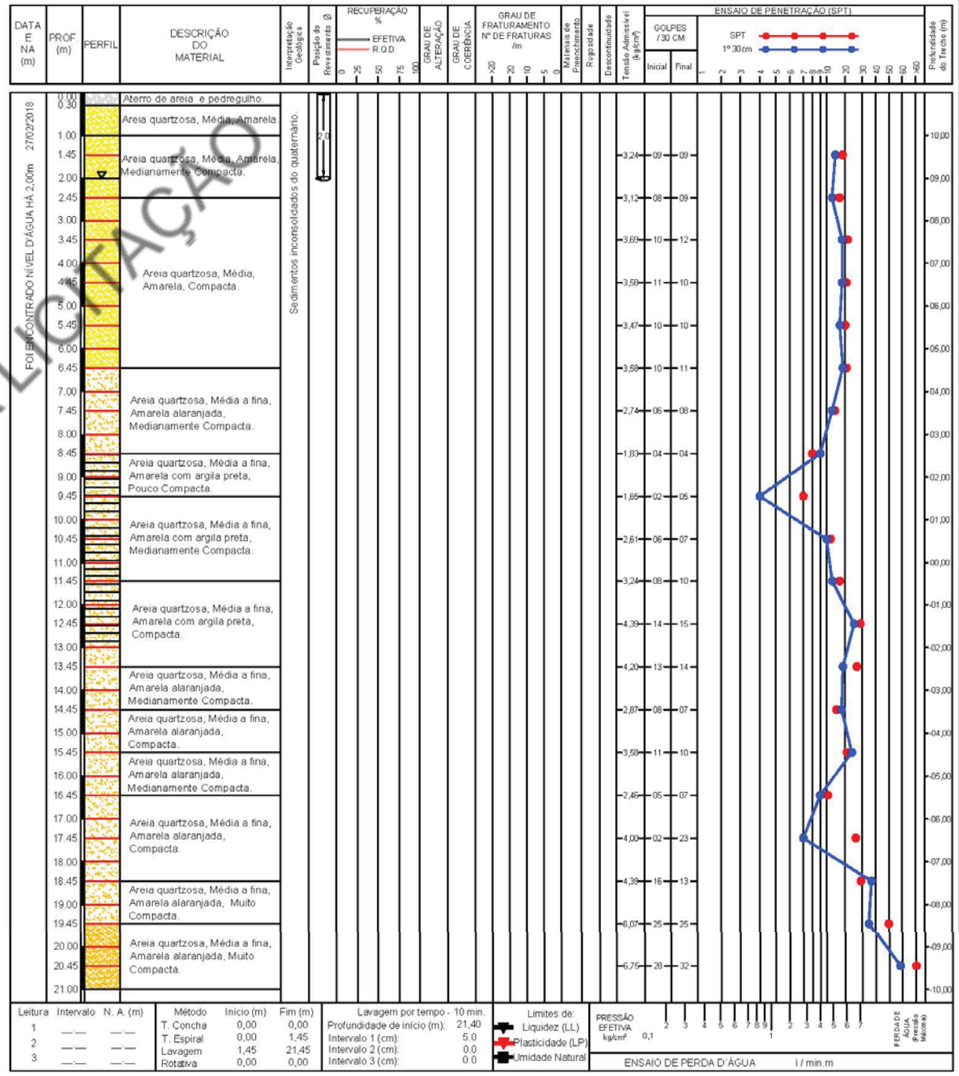
EngeSoft Engenharia e Consultoria Ltda.
Avenida Washington Soares, 855. 11º Andar - Edson Queiroz,
Fortaleza - CE, 60811-341
engesoft@engesoft.eng.br

SandMine PARTICIPAÇÕES
SANDMINE PARTICIPAÇÕES
Av. Maria Moreira, 540 - Centro - Pereipaba/CE
sandmine.participacoes@gmail.com

DES. 01 / 01

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

DATA	OBRA: Usina de Dessalinização	COORDENADAS UTM - SIRGAS 2000	PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM
Início: 27/02/2018 Término: 1º/03/2018	LOCAL: Praia Mansa MUNICÍPIO: FORTALEZA/CE	N: 9.590.688,00 E: 558.362,00 INCL./RUMO: 90 °/ - | COTA: 11 GPS	SP 03 - Porto



GRAU DE ALTERAÇÃO		GRAU DE COERÊNCIA		GRAU DE FRATURAMENTO		SUPERFÍCIE DE DESCONTINUIDADE		Rugosidade das Descontinuid.	R Q D
A0	Rocha Sã ou Praticamente Sã	C1	Rocha Muito Coerente	F1	(1 - 5) Pouco Fraturada	D1	Contato rocha-rocha, paredes Sã		Muito pobre - 0 a 25%
A1	Rocha Pouco Alterada	C2	Rocha Coerente	F2	(6 a 10) Medianamente Fraturada	D2	Contato rocha-rocha, presença de material pétreo	S1 Rugosa	Pobre - 25 a 50%
A2	Rocha Medianamente Alterada	C3	Rocha Pouco Coerente	F3	(11 a 20) Muito Fraturada	D3	Paredes com alteração incipiente, sem preenchimento	S2 Lisa	Regular - 50 a 75%
A3	Rocha Muito Alterada	C4	Rocha Friável	F4	(>20) Extremamente Fraturada	D4	Paredes alteradas, sem preenchimento		Boa - 75 a 90%
A4	Rocha Extremamente Alterada			F5	Rocha em Fragmentos	D5	Paredes alteradas, com preenchimento	S3 Estriada	Excelente - 90 a 100%

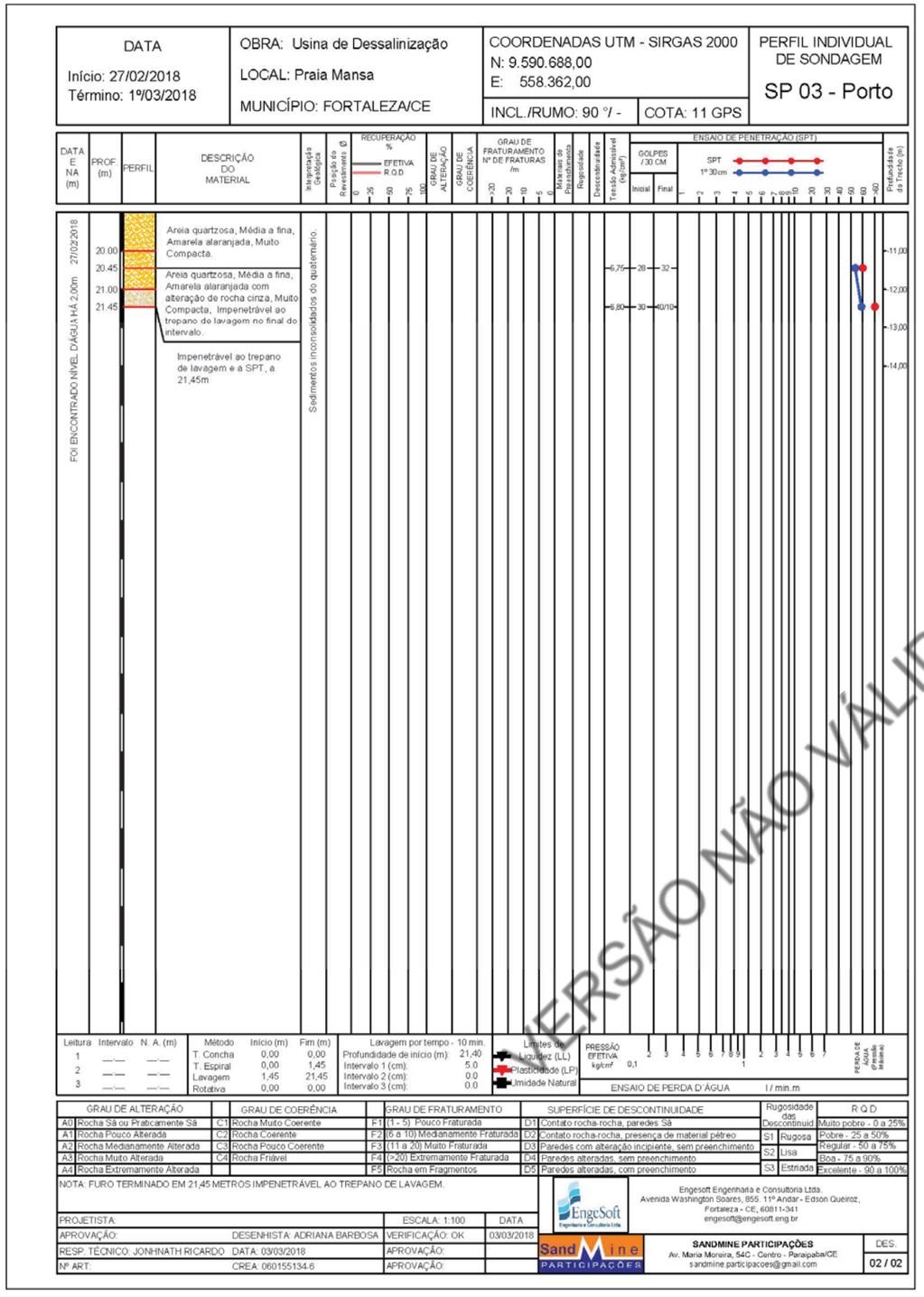
NOTA: FURO TERMINADO EM 21,45 METROS IMPENETRÁVEL AO TREPANO DE LAVAGEM.

PROJETISTA:		ESCALA: 1:100	DATA
APROVAÇÃO:	DESENHISTA: ADRIANA BARBOSA	VERIFICAÇÃO: OK	03/03/2018
RESP. TÉCNICO: JONHNATH RICARDO	DATA: 03/03/2018	APROVAÇÃO:	
Nº ART:	CREA: 060155134-6	APROVAÇÃO:	

EngeSoft Engenharia e Consultoria Ltda.
Avenida Washington Soares, 855. 11º Andar - Edson Queiroz,
Fortaleza - CE, 60811-341
engesoft@engesoft.eng.br

SandMine PARTICIPAÇÕES
SANDMINE PARTICIPAÇÕES
Av. Maria Moreira, 540 - Centro - Pereipaba/CE
sandmine.participacoes@gmail.com

DES. 01 / 01



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS, MARÍTIMOS, DEMANDA DE ENERGIA, INTERFERÊNCIAS, SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS PARA O PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA USINA DE DESSALINIZAÇÃO DA RMF COM CAPACIDADE DE 1m³/s

RELATÓRIO DE ESTUDOS TOPOGRÁFICOS
ÁREA 03 – LESTE (MUCURIPE)
FORTALEZA/CE

Março/ 2018

INDICE

1 APRESENTAÇÃO 3
2 DADOS DO SERVIÇO 4
2.1 Dados do Contratante 4
2.2 Dados do Executor dos serviços 4
3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO 5
3.1 Objetivos Gerais 5
3.2 Justificativa 5
3.3 Descrição Da Área 5
4 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO 6
4.1 Especificações Gerais 6
4.2 Definição do Plano de voo 6
4.3 Cobertura Aerofotogramétrica 7
4.3.1 Sobreposição das Imagens 7
4.4 Formação do Mosaico de Fotos 8
5 COLETA E DEMARCAÇÃO DE PONTOS DE CONTROLE 9
6 ORTOFOTO 10
6.1 Fototriangulação 10
7 RESULTADOS OBTIDOS 12
8 EQUIPE TÉCNICA 13
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14
10 PLANTA DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 15

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Fotografia aérea da área a ser utilizada para elaboração do projeto. 5
Figura 2. Painel indicativo da margem de sobreposição das fotos, os valores encontram-se expressos em percentagem. 8
Figura 3. Painel indicando a localização dos Pontos de Controle, em relação ao mosaico. 9
Figura 4. Modelo Digital de Elevação para a área. 11

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará e de outros órgãos públicos estaduais vinculados a área hídrica, vem implementando no território estadual diversas ações estruturais e não-estruturais no âmbito de programas voltados para a convivência com o semiárido. Tais ações objetivam criar condições políticas, legais, institucionais, técnicas e operacionais para a gestão apropriada dos recursos hídricos, de forma integral e integradora, garantindo o desenvolvimento social, econômico e ambientalmente sustentável do território estadual, em especial da Região Metropolitana de Fortaleza. Dentre as ações de caráter não-estrutural preconizadas figura a elaboração dos estudos de uma Planta de Dessalinização de Água Marinha para a Região Metropolitana de Fortaleza com capacidade de 1,0 m^3/s, que tem como principal objetivo garantir o suprimento hídrico para consumo humano desta região através do reforço d'água ao sistema integrado de abastecimento, diante das dificuldades hídricas que vem assolando o Estado nos últimos 5 anos.

O presente relatório versa sobre os Estudo Topográficos da área 03- Leste(Mucuripe) para implantação do referido empreendimento. Foi desenvolvido pela Engesoft – Engenharia e Consultoria Ltda, no âmbito do Contrato nº 693/2017, firmado com o consórcio liderado pela GS Inima Brasil e Teixeira Duarte Engenharia e Construções S/A, tendo sua elaboração obedecido às diretrizes definidas nos Termos de Referência do Edital de Chamamento Público para Procedimento de Manifestação de Interesse nº 01/2017/CAGECE.

2 DADOS DO SERVIÇO

2.1 Dados do Contratante

- Razão Social: Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda.
- Endereço: Av. Washington Soares, 855, 11º Andar, Fortaleza/CE
- Telefone: (85) 3133-4900
- Contato: Eng. Flávio

2.2 Dados do Executor dos serviços

- Razão Social: GEOSPACE TOPOGRAFIA AEROFOTOGRAMETRIA E MEIO AMBIENTE LTDA.
- CNPJ: 10.217.449/0001-60
- IBAMA: 6.113.474
- Endereço: RUA Francisco Calado De Sousa, Encantada, Eusébio/CE, CEP: 61.760-000
- Responsável Técnico: Edmar Machado Júnior
- CREA – 0601030125
- Telefone: (85) 3287-5904
- Endereço eletrônico: www.geospace.eng.br

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece

Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO

3.1 Objetivos Gerais

Este trabalho foi realizado com o objetivo de utilizar serviços técnicos especializados em Mapeamento Aerofotogramétrico Digital e Levantamento Topográfico Planialtimétrico, para dar subsídio aos projetos da futura usina de dessalinização, localizada na praia mansa em Fortaleza/CE.

3.2 Justificativa

Segundo Spohr (2009), A fotogrametria é a ciência ou a arte da obtenção de medições fidedignas por meio da fotografia. O autor também complementa que esta definição se aplica também a capacidade de reconhecer e identificar uma imagem fotográfica, e que a fotogrametria passa a atender não apenas ao cartógrafo, mas a uma extensa série de técnicos ou especialistas, no amplo campo da fotointerpretação, dentro do qual está o engenheiro, o urbanista, o geólogo, o geógrafo, o oceanógrafo, o meteorologista, o agrônomo, o militar, o economista, etc.

A gama de produtos a serem confeccionados a partir da utilização das técnicas de fotogrametria e fotointerpretação variam em razão de técnicas e processos correntes da fotogrametria métrica, sendo os principais: obtenção de distâncias, ângulos, áreas, volumes, elevações, tamanhos e formas de objetos, bem como a confecção de cartas planimétricas e altimétricas, mosaicos, ortofotos e demais subprodutos das fotografias tomadas (TEMBA, 2000).

A aplicação das técnicas de levantamento aerofotogramétrico vem então promover uma rápida e constante atualização de informações espaciais. Possibilitando uma adequada tomada de decisões e subsidiando um preciso plano estratégico de desenvolvimento.

3.3 Descrição Da Área

O objeto em estudo compreende uma área de aproximadamente 8 Há Ha, localizado na praia Mansa, Mucuripe, Fortaleza/CE.

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO



Figura 1. Fotografia aérea da área a ser utilizada para elaboração do projeto.

4 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

4.1 Especificações Gerais

Execução de serviços de cobertura aerofotogramétrica digital, com resolução espacial mínima de 0,05 m/pixel, Utilizando escala 1:1.000, com coordenadas UTM referenciadas ao sistema geodésico SIRGAS 2000.

4.2 Definição do Plano de voo

A fase de execução do voo fotográfico, leva em consideração alguns aspectos a serem pré-definidos, são eles: A área total do aerolevantamento (Cobertura Aerofotogramétrica), a escala da fotografia, a sobreposição das imagens, Parâmetros da Câmara e objetivas a serem utilizadas e Definição do traçado do voo.

Neste momento leva-se em consideração variáveis climáticas, evitando-se que as fotografias sejam tomadas em dias claros, sem nuvens e condições atmosféricas apropriadas, bem como o ângulo solar mínimo de 35, permitindo uma maior capacidade de refletância dos alvos (superfície terrestre).

4.3 Cobertura Aerofotogramétrica

A área de cobertura aerofotogramétrica consiste da poligonal onde será realizado o plano de voo, esta poligonal é utilizada para definir a direção e formato das faixas. Definindo também a sobreposição das imagens, lateral e longitudinal.

Nesta etapa as faixas de voo são projetadas de modo que as primeiras fotos de cada faixa estejam localizadas fora dos limites das áreas a serem imageadas. Este procedimento também ocorre com o recobrimento das faixas laterais onde são inseridas faixas que forneçam o recobrimento extra da área a ser levantada, de modo a assim permitir uma adequada cobertura estereoscópica.

Com relação ao parâmetro de altitude média do voo, faz-se necessário os cálculos das altitudes médias do terreno para cada faixa, de modo que a altitude com relação a faixa de voo, possibilitem a obtenção de imagens com diferenças de escala, não superior a +/- 10%.

4.3.1 Sobreposição das Imagens

Segundo Geo (1965) os voos fotogramétricos são planejados de modo a que se venha obter uma considerável sobreposição de imagens, para que uma mesma zona da superfície terrestre venha a ser captada ou registrada em duas ou mais imagens distintas. Esta sobreposição deve se dar em percentagem, tanto na direção longitudinal (direção do voo), como perpendicular (na direção lateral). Segundo o autor o objetivo da sobreposição longitudinal é permitir a visualização tridimensional e a restituição estereoscópicas, enquanto a sobreposição lateral é uma segurança para evitar lacunas.

O autor comenta que é exigida normalmente uma sobreposição longitudinal de 60 % da dimensão da foto e uma sobreposição lateral de 20 a 30 % na direção transversal a do voo. Entretanto sobreposições superiores, a 70% aumentam a precisão e reduzem as falhas no estudo.

Na **Figura 1**. É possível visualizar a quantidade de sobreposição das fotos em porcentagem.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

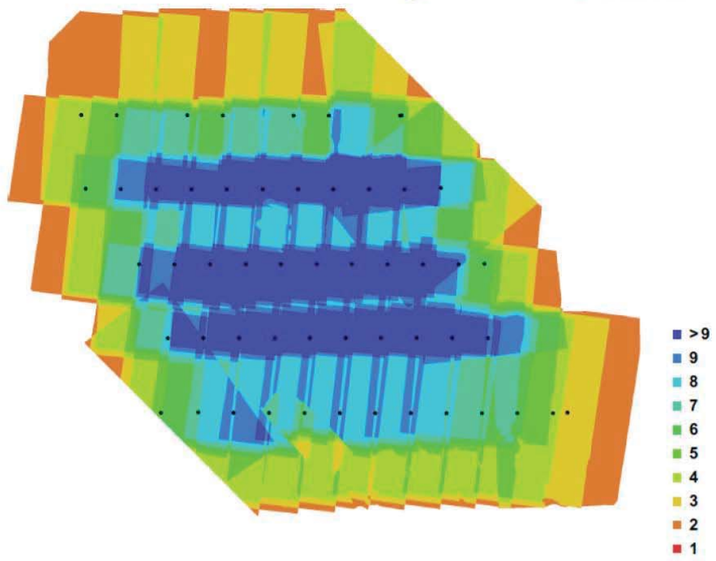


Figura 2. Painel indicativo da margem de sobreposição das fotos, os valores encontram-se expressos em percentagem.

4.4 Formação do Mosaico de Fotos

Para a geração do mosaico, que segundo Temba (2000), há necessidade de fotografias com pontos de controle, retificadas e devidamente posicionadas em relação a um datum, sendo necessária a inserção de pontos de controle na imagem.

Neste caso específico, trata-se de um mosaico, composto de **63 fotos**, capturadas a uma altura média de aproximadamente **175 m** (Cento e setenta e cinco metros). Estas imagens são inseridas em um software Ensomosaic® que faz a junção das imagens, transformando estas imagens em um mosaico de alta resolução.

No momento da união das imagens, também é realizado o ajuste radiométrico, definindo parâmetros de configuração das imagens. Melhorando contraste brilho e resolução. O produto resultado deste processamento é exportado em formato TIFF e JPEG, com a resolução desejada.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5 COLETA E DEMARCAÇÃO DE PONTOS DE CONTROLE

Os pontos de apoio, coletados em campo fornecem uma segurança para a aerotriangulação, nesta etapa são realizadas visitas a campo com equipamento GPS geodésico de dupla frequência L1 e L2 – RTK, precisão horizontal 3mm + 0,5 ppm e vertical 3mm + 0,5 ppm.

Esta fase é realizada antes da realização do voo, segundo Redweik (2007) é chamada de pré-sinalização e trata-se da marcação no terreno de formas ou objetos que se vejam bem na fotografia aérea, o objetivo dos pontos de apoio é proporcionar medições mais precisas de coordenadas pelo fato de ser identificável na fotografia aérea, fornecendo a precisão XYZ, do modelo estereoscópico.

Na **Figura 3** é demonstrado a inserção dos pontos de controle na imagem, estes pontos de controle tiveram como apoio para altitude Ortométrica.



Figura 3. Painel indicando a localização dos Pontos de Controle, em relação ao mosaico.

A precisão dos pontos de controle é demonstrada na tabela 1.

Tabela 1. Demonstração das precisões adquiridos com os pontos de apoio.

Número	XY error (m)	Z error (m)	Erro (m)	PROJEÇÕES	ERRO (pix)
1	0.004	-0.0026	0.005	7	0.246
2	0.01	-0.002	0.0138	11	0.197
3	0.015	0.009	0.0177	8	0.482
4	0.004	-0.0084	0.00936	12	0.410
5	0.0014	0.009	0.00938	8	0.312
6	0.015	0.000	0.015	8	0.405
Total	**0.010**	**0.006**	**0.0125**		**0.355**

6 ORTOFOTO

Em seguida para a execução da ortofotos, foi realizada a aerotriangulação das imagens, e gerada a nuvem de pontos, que é essencialmente a junção de todos os pontos medidos por cenas independentes, num único sistema de coordenadas, gerando assim uma geometria extrapolada do terreno.

6.1 Fototriangulação

Neste procedimento é utilizada a nuvem de pontos resultante do processo de mosaicagem, para estimar coordenadas dos pontos, bem como os parâmetros de orientação exterior (x,y,z) e suas precisões a partir de observações feitas na fotografia e processo de conferência e ajuste com os pontos de apoio de campo.

Este processo, também denominado de aerotriangulação, permite a aquisição de uma nuvem de pontos com valores (x,y,z) com precisão e rapidez. Neste momento são utilizados os pontos de apoio fotoidentificáveis (naturais ou pré-sinalizados), cujas coordenadas são precisas e determinadas em campo. Estes que foram distribuídos ao longo da área do modelo.

O objetivo específico deste procedimento, se dá pela intenção de se transformar coordenadas pixel, definidas pelo sistema da imagem, em coordenadas fidedignas (mm) de qualquer ponto existente no mosaico.

Em seguida é realizado o processo de Aerotriangulação que consiste na densificação de Pontos de Controle, através da nuvem de pontos, utilizados para correlação entre as imagens aéreas e o Sistema de Coordenadas do mapeamento, partindo de poucos pontos de coordenadas conhecidas nos dois sistemas (foto e terreno). O objetivo da aerotriangulação é orientar as imagens captadas de modo que qualquer ponto pesquisado nestas possua uma coordenada relacionada a um sistema previamente definido. É uma etapa imprescindível para a execução das atividades de restituição fotogramétrica e ortorretificação.

A aerotriangulação permite gerar o Modelo Digital de Elevação, que pode ser visualizado na **Figura 4**.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece
Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

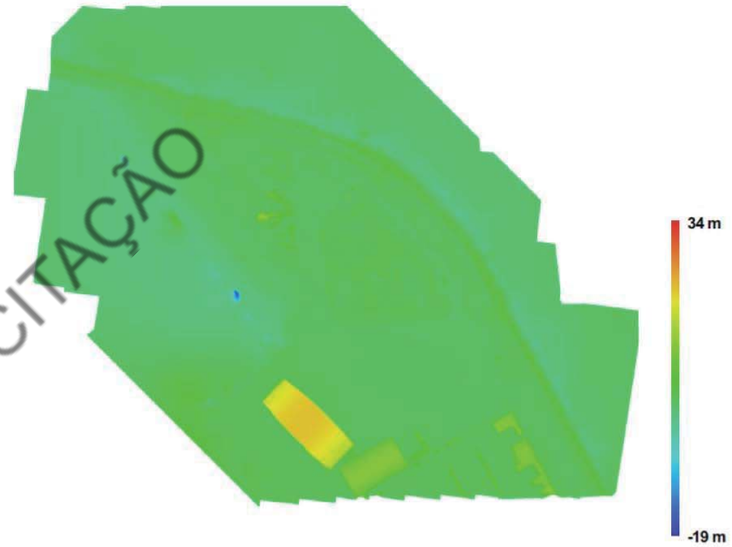


Figura 4. Modelo Digital de Elevação para a área.

7 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados gerados foram:

- Ortofoto Digital resolução com pixel de 0,02 m no formato *.*TIFF;
- Modelo 3D do terreno em formato *.*PDF;
- Arquivo Digital contendo as curvas de nível de metro em metro em formato *.*DWG;
- Mosaico das fotos em formato *,*KML;
- Relatório dos serviços realizados, em formato *.*DOC

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

8 EQUIPE TÉCNICA

EDMAR MACHADO JÚNIOR
Tec. Agrimensor
Surpervisão geral

JAILSON SILVA MACHADO
Eng. Florestal
Esp. Gestão Ambiental

JONATHAS MENDES
Edição Cartográfica

SAMIRA DOS SANTOS
Edição Cartográfica

MAEVELI ALVES
Edição Cartográfica

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEO, Cd Eng Militar. Considerações Gerais Sobre o Mapeamenio do Brasil a Curto Prazo. Anuário, p. 39, 1965.

REDWEIK, Paula. "Fotogrametria aérea." *Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa* (2007).

SPORH, R. B. Fotogrametria e Fotointerpretação. Universidade Federal de Santa Maria, Apostila do curso de Agronomia, Disciplina de Introdução à Geomática. 21 p. 2009.

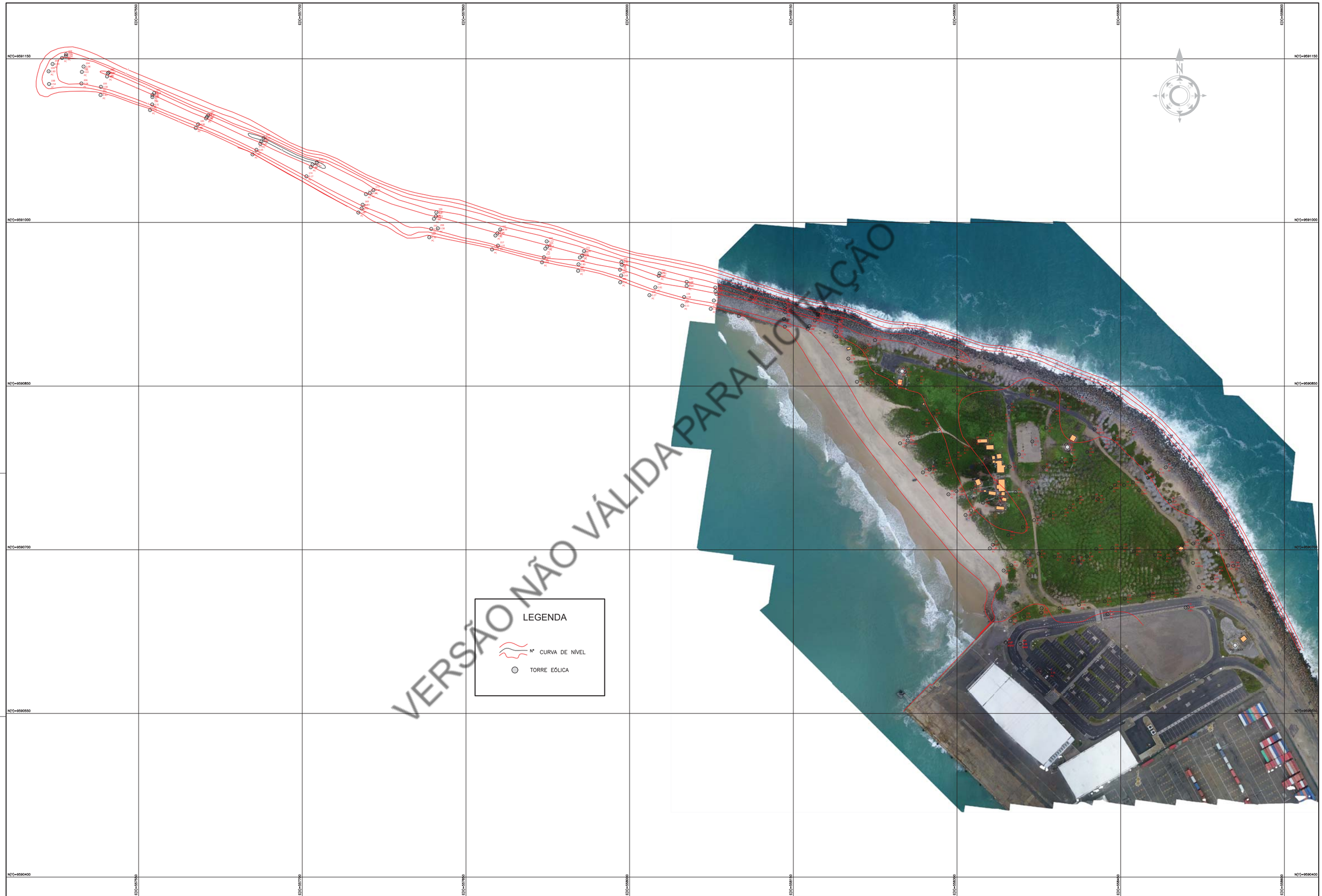
TEMBA, Plínio. Fundamentos da Fotogrametria. Departamento de Cartografia. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2000.

Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

10 PLANTA DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

PROJETO: Cagece | Governo do Estado do Ceará – Secretaria das Cidades

PMI PLANTA DE DESALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA

Para a Região Metropolitana de Fortaleza.

DATA: **2018**

TITULO: LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA PLANTA DE DESALINIZAÇÃO
PRAIA MANSA - PLANTA BAIXA

ESCALA: 1:1.500
FORMATO ORIGINAL A-1

PRANCHA Nº 01-01

CÁLCULOS ELÉTRICOS

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ÍNDICE

1 Introdução ... 3
2 Códigos e Padrões ... 3
3 Potência da instalação ... 4
4 Subestação 69/6,6 kV ... 9
4.1 Correntes de falta permitidas ... 9
4.2 Resistência do isolamento ... 9
5 Transformador 220/11 kV ... 9
5.1 Dimensionamento transformador principal 69/6,6 kV ... 9
5.2 Corrente nominal ... 10
6 Transformador 6,6/0,4kV ... 11
6.1 Dimensionamento dos transformadores ... 11
6.2 Corrente nominal ... 11
6.3 Nível de curto-circuito ... 12
6.4 Dimensionamento do barramento ... 13
6.5 Linhas de distribuição 6,6 kV ... 13
6.6 Seção de cabos e proteções ... 15
7 Instalação de baixa tensão ... 22
7.1 Corrente máxima prevista ... 22
7.2 Seção dos condutores ... 22
7.3 Quedas de tensão ... 25
7.4 Corrente de curto-circuito ... 26
7.5 Proteção das instalações ... 27
7.6 Correção do fator de potência ... 28
7.7 Análise de harmônicos ... 30
8 Sistema de aterramento ... 31
9 Iluminação ... 35
9.1 Iluminação exterior ... 35
9.2 Iluminação interior ... 36
10 Anexo 1. Lista de cabos BT ... 39

1 Introdução

Este documento descreve os cálculos de design básico e dimensionamento dos elementos que compõem o sistema elétrico da unidade de dessalinização de Fortaleza. As principais características da subestação 69/6.6kV, das linhas de distribuição de média tensão entre a subestação e a unidade, bem como os principais equipamentos do sistema elétrico serão detalhadas.

Para a elaboração do projeto, os dados, as especificações técnicas e os desenhos fornecidos pelo Cliente foram levados em conta nas especificações do processo de licitação.

2 Códigos e Padrões

A instalação obedecerá às seguintes recomendações, códigos e normas, sendo que o mais rigoroso prevalecerá em cada caso:

- Normas brasileiras ABNT.
- Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC).
- Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica (IEEE).

Em particular, as seguintes regras se aplicam:

- 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 sob 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 pelos gabinetes (Código IP).
- IEC 60146 Conversores de semicondutores.
- IEC 60439 Conjuntos de aparelhagem de baixa tensão.
- IEC 60947 Dispositivos de conexão e comando de baixa tensão.
- IEC 61000 Compatibilidade eletromagnética (CEM).
- IEC 62040 Sistemas de alimentação ininterrupta (SAI).
- IEC 60694 Estipulações comuns para padrões de aparelhagem de alta tensão.
- IEC 60099 Pararraios
- IEC 60071 Coordenação do isolamento.
- NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão.
- IEEE 1184 Guia para a seleção e dimensionamento de baterias para um sistema de alimentação ininterrupta.
- IEEE 450 Prática recomendada de manutenção, teste e substituição de baterias chumbo-ácidas ventiladas para aplicações estacionárias.
- IEEE 519 Guia para controle harmônico e compensação reativa de conversores de potência estática.

3 Potência da instalação

A corrente e potência absorvida pela instalação são calculadas com as seguintes fórmulas:

$$I_{abs} = \frac{P_u}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \qquad P_{abs} = \frac{P_u}{\eta} \qquad S_{abs} = \frac{P_{abs}}{\cos\varphi}$$

$$Q_{abs} = P_{abs} \cdot tg\varphi$$

$$tg\varphi = tg(ar\cos\varphi)$$

U Tensão nominal

I_{abs} Corrente absorvida em amperes.

Φ Ângulo de fase entre tensão e corrente.

P_u Potência útil em kW.

η Desempenho em %.

P_{abs} Potência ativa absorvida em kW.

Q_{abs} Potência reativa absorvida em kVAr.

S_{abs} Potência aparente absorvida em kVA.

As tabelas a seguir detalham as potências esperadas na unidade, os consumidores elétricos e o resumo de potências por quadro: células de média tensão (SW), quadros de distribuição de baixa tensão (CBT-SA) e centros de controle de motores (MCCs).

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece | Governo do Estado do Ceará – Secretaria das Cidades

LISTA DE CONSUMIDORES

ZONA	CGBT/MCC	Nº ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES		TENSÃO	MOTOR				FATOR DE SIMULT.	TOTAL			TIPO DE PARTIDA	NOTAS
				INSTALADAS	EM OPERAÇÃO		POTÊNCIA NOMINAL (40°C)	DADOS EM CONDIÇÕES NOMINAIS				POTÊNCIA ATIVA	POTÊNCIA REATIVA	POTÊNCIA APARENTE		
								CORRENTE	COSPHI	REND.		P	Q	S		
						V.	kW	A.		%		kW	kVAr	kVA		
SS 6,6 kV	-	1.01	BOMBAS ÁGUA DO MAR EM CAPTAÇÃO	5	4	6600	710,00	69,79	0,89	0,97	1	2840,00	1454,98	3191,01	VDF	
CAPTAÇÃO	CTB-SA2		BOMBA DE ESGOTO	1	1	380	45,00	78,59	0,87	0,93	1	45,00	25,50	51,72	SOFT STARTER	
		1.03	MOTOVÁLVULA DE DESCARGA	6	4	380	0,37	0,71	0,79	0,71	1	1,48	1,15	1,87	REVERSÃO DE GIRO	
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA CAPTAÇÃO	1	1	380		0,00	0,89	0,85	1	0,00	0,00	0,00		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			AQUECEDORES BOMBAS	6	1	380	0,50	0,76	1,00	1,00	1	0,50	0,00	0,50		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			SERVIÇOS AUXILIARES QUADROS	1	1	380	4,41	6,70	1,00	1,00	0,5	2,21	0,00	2,21		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO	1	1	380	3,00	4,80	0,95	0,89	1	3,00	0,99	3,16		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR CAPTAÇÃO	1	1	380	0,90	1,54	0,89	0,85	1	0,90	0,46	1,01		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR CAPTAÇÃO	1	1	380	10,40	17,75	0,89	0,85	1	10,40	5,33	11,69		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS CAPTAÇÃO	1	1	380	29,00	46,38	0,95	0,95	0,2	5,80	1,91	6,11		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			HVAC CAPTAÇÃO	1	1	380	10,00	18,53	0,82	0,85	1	10,00	6,98	12,20		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		14.01	PONTE ROLANTE CAPTAÇÃO	1	1	380	4,00	7,32	0,83	0,84	1	4,00	2,69	4,82		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
SS 6,6 kV	-	4.01	MOTOBOMBA DE ALTA PRESSÃO	4	4	6600	1800,00	175,93	0,90	97,50	1	7200,00	3588,47	8044,69	DIRETO	
OSMOSE REV.	MCC3	3.01	B. BOOSTER ALIMENTAÇÃO B.A.P.	4	4	380	315,00	543,86	0,88	0,96	1	1260,00	680,08	1431,82	VDF	
		3.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	8	8	380	0,55	1,06	0,79	0,71	1	4,40	3,41	5,57	REVERSÃO DE GIRO	
		4.02	MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	8	8	380	0,55	1,06	0,79	0,71	1	4,40	3,41	5,57	REVERSÃO DE GIRO	
		4.03	BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	4	4	380	315,00	543,86	0,88	0,96	1	1260,00	680,08	1431,82	VDF	
		4.04	MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	8	8	380	0,55	1,06	0,79	0,71	1	4,40	3,41	5,57	REVERSÃO DE GIRO	
SS 6,6 kV	MCC5	9.01	MOTOBOMBA LIMPEZA QUÍMICA	2	2	380	160,00	279,42	0,87	0,96	1	320,00	181,35	367,82	SOFT STARTER	
		9.05	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO L. Q.	1	1	380	280,00	425,42	1,00	1,00	1	280,00	0,00	280,00		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

LISTA DE CONSUMIDORES

ZONA	CGBT/MCC	Na ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES		TENSÃO	MOTOR				FATOR DE SIMULT.	TOTAL				
				INSTALADAS	EM OPERAÇÃO		POTÊNCIA NOMINAL (40°C)	DADOS EM CONDIÇÕES NOMINAIS CORRENTE COSPHI REND.				POTÊNCIA ATIVA P	POTÊNCIA REATIVA Q	POTÊNCIA APARENTE S		
						V.	kW	A.		%		kW	kVAr	kVA		
OSMOSE REV.	CTB-SA1		UPS	2	1	380	30,00	47,98	0,95	0,95	1	30,00	9,86	31,58		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		9.03	MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	1		380	160,00	279,42	0,87	0,96	1	0,00	0,00	0,00	SOFT STARTER	
			SISTEMA DC	2	1	380	15,00	23,99	0,95	0,95	1	15,00	4,93	15,79		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. SUBESTAÇÃO	1	1	380	0,72	1,23	0,89	0,85	1	0,72	0,37	0,81		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. ADMINISTRAÇÃO	1	1	380	1,69	2,89	0,89	0,85	1	1,69	0,87	1,90		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. OSMOSE	1	1	380	11,40	19,46	0,89	0,85	1	11,40	5,84	12,81		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			AQUECEDORES BOMBAS	1	1	380	28,50	43,30	1,00	1,00	1	28,50	0,00	28,50		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			SERVIÇOS AUXILIARES QUADROS	1	1	380	81,94	124,49	1,00	1,00	0,5	40,97	0,00	40,97		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA BT	1	1	380	3,00	4,80	0,95	0,89	1	3,00	0,99	3,16		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA MT	1	1	380	3,00	4,80	0,95	0,89	1	3,00	0,99	3,16		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. OSMOSE	1	1	380	11,40	19,46	0,89	0,85	1	11,40	5,84	12,81		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	1	1	380	0,72	1,23	0,89	0,85	1	0,72	0,37	0,81		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. ADMINISTRAÇÃO	1	1	380	1,69	2,89	0,89	0,85	1	1,69	0,87	1,90		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. PRODUTO	1	1	380	3,30	5,63	0,89	0,85	1	3,30	1,69	3,71		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR	1	1	380	19,80	33,80	0,89	0,85	1	19,80	10,14	22,25		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR PÁTIO DE FILTROS	1	1	380	12,00	20,49	0,89	0,85	1	12,00	6,15	13,48		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR PRODUTO	1	1	380	4,80	8,19	0,89	0,85	1	4,80	2,46	5,39		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			ILUMINAÇÃO EXTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	1	1	380	3,20	5,46	0,89	0,85	1	3,20	1,64	3,60		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. OSMOSE	1	1	380	57,00	91,16	0,95	0,95	0,2	11,40	3,75	12,00		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. SUBESTAÇÃO	1	1	380	57,00	91,16	0,95	0,95	0,2	11,40	3,75	12,00		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. ADMINISTRATIVO	1	1	380	127,00	203,11	0,95	0,95	0,5	63,50	20,87	66,84		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			TOMADAS EDIF. PRODUTO	1	1	380	29,00	46,38	0,95	0,95	0,5	14,50	4,77	15,26		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			HVAC SALA ELÉTRICA B.T	1	1	380	15,00	27,79	0,82	0,85	1	15,00	10,47	18,29		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
			HVAC SALA ELÉTRICA M.T	1	1	380	30,00	55,59	0,82	0,85	1	30,00	20,94	36,59		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		14.03	PONTE ROLANTE BOMBEAMENTO A. P.	1	1	380	5,50	10,32	0,81	0,86	1	5,50	3,98	6,79		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		11.02	HIDROCOMPRESSOR ÁGUA SERVIC.	2	1	380	4,00	7,32	0,83	0,84	1	4,00	2,69	4,82		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		14.02	PONTE ROLANTE BOMBAS IMPULSÃO PRODUTO	1	1	380	4,00	6,96	0,83	0,84	1	4,00	2,69	4,82		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

LISTA DE CONSUMIDORES

ZONA	CGBT/MCC	Nª ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADES		TENSÃO	MOTOR				FATOR DE SIMULT.	TOTAL			TIPO DE PARTIDA	NOTAS
				INSTALADAS	EM OPERAÇÃO		POTÊNCIA NOMINAL (40°C)	DADOS EM CONDIÇÕES NOMINAIS				POTÊNCIA ATIVA	POTÊNCIA REATIVA	POTÊNCIA APARENTE		
								CORRENTE	COSPHI	REND.		P	Q	S		
						V.	kW	A.		%		kW	kVAr	kVA		
SS 6,6 kV	MCC4	7.01	BOMBAS DE IMPULSÃO DE PRODUTO	5	4	380	160,00	279,42	0,87	0,96	1	640,00	362,70	735,63	SOFT STARTER	
			QUADRO MOTOVÁLVULAS PRODUTO	1	1	380	13,20	25,39	0,79	0,71	1	13,20	10,24	16,71		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
OSMOSE REV.	MCC2	11.03	EXTRATOR SILENCIADOR SOPR F.A.	3	2	380	1,10	2,06	0,81	0,74	1	2,20	1,59	2,72	DIRETO	
		8.01	MOTOBOMBA DE LAVAGEM DE FILTR.	3	2	380	200,00	349,27	0,87	0,96	1	400,00	226,69	459,77	SOFT STARTER	
		8.02	SOPRADOR LAVAGEM DE FILTROS	3	2	380	75,00	132,50	0,86	0,95	1	150,00	89,00	174,42	SOFT STARTER	
CAPTAÇÃO	MCC1	12.1	B. DOSIFIC. PRETR ÁCIDO SULFÚRICO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.2	B. DOSIFIC. PRETR HIPOCLORITO DE SÓDIO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.3	B. DOSIFIC. PRETR METABISSULFITO DE SÓDIO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.4	B. DOSIFIC. PRETR CLORETO FERROSO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.5	B. DOSIFIC. PRETR DISPERSANTE	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.37	QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	1	1	250	8,50	24,85	0,79	0,71	1	8,50	6,60	10,76		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
OSMOSE REV.	MCC6	12.9	B. DOSIFIC. POSTR HIDRÓXIDO DE CÁLCIO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.10	B. DOSIFIC. POSTR FLUORSILICATO DE SÓDIO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.11	B. DOSIFIC. POSTR HIPOCLORITO DE SÓDIO	3	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.22	BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE ÁCIDO SULFÚRICO	1	1	380	5,50	10,32	0,81	0,86	1	5,50	3,98	6,79	DIRETO	
		12.23	BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE HIPOCLORITO DE SÓDIO	2	2	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,74	0,61	0,96	DIRETO	
		12.24	AGITADOR DE METABISSULFITO DE SÓDIO	1	1	380	1,50	2,81	0,81	0,74	1	1,50	1,09	1,85	DIRETO	
		12.25	BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE CLORETO FERROSO	1	1	380	5,50	10,32	0,81	0,86	1	5,50	3,98	6,79	DIRETO	
		12.26	AGITADOR DE DISPERSANTE	2	2	380	0,55	1,06	0,79	0,71	1	1,10	0,85	1,39	DIRETO	
		12.27	EVAPORADOR DE ANIDRIDO CARBÔNICO	1	1	380	15,00	27,13	0,84	0,90	1	15,00	9,69	17,86	SOFT STARTER	
		12.28	SISTEMA DE ENCHIMENTO DOS SILOS DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO	1	1	380	1,50	2,81	0,81	0,74	1	1,50	1,09	1,85	DIRETO	
		12.29	AGITADOR DE FLUORSILICATO DE SÓDIO	1	1	380	0,55	1,06	0,79	0,71	1	0,55	0,43	0,70	DIRETO	
		12.37	QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	1	1	250	5,00	14,62	0,79	0,71	1	5,00	3,88	6,33		SAÍDA PARA QUADRO 3F+N+PE
		13.03	PARAFUSO DE DOSAGEM PÓ	2	1	380	0,37	0,73	0,77	0,66	1	0,37	0,31	0,48	DIRETO	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

RESUMO DE POTÊNCIAS POR QUADRO						
QUADRO ELÉTRICO BT		POTÊNCIA ATIVA (Pabs)	POTÊNCIA ATIVA ABS. (Qabs)	POTÊNCIA APARENTE (S)	POTÊNCIA APARENTE ABS. (Sabs)	TRANSFORMADOR DE ALIMENTAÇÃO
Item	Descrição	kW	kVAr	kVA	kVA	Item
CTB-SA2	SERVIÇOS AUXILIARES ÁGUA DO MAR	83,29	45,00	95,28	84,58	TRANSFORMADOR T2A/T2B
MCC1	DOSAGEM PRÉ-TRATAMENTO	12,20	9,66	15,56	15,56	TRANSFORMADOR T2A/T2B
CTB-SA1	SERVIÇOS AUXILIARES OSMOSE	350,49	126,89	380,03	380,03	TRANSFORMADOR T2A/T2B
MCC2	LAVAGEM FILTROS MM	662,20	402,66	776,15	607,55	TRANSFORMADOR T2A/T2B
MCC3	RECIRCULAÇÃO	2.570,60	1.399,42	2.927,69	2.569,09	TRANSFORMADOR T3A/T3B
MCC5	LIMPEZA QUÍMICA	600,00	181,35	647,82	583,75	TRANSFORMADOR T2A/T2B
MCC6	DOSAGEM QUÍMICA	38,98	27,75	47,88	47,88	TRANSFORMADOR T2A/T2B
MCC4	BOMBEAMENTO DE ÁGUA PRODUTO	653,20	372,95	752,34	635,88	TRANSFORMADOR T2A/T2B
POTÊNCIA TOTAL B.T.		4.970,95	2.565,68	5.642,74	4.924,31	
SW1	BOMBAS DE ÁGUA DO MAR	2.840,00	1.454,98	3.191,01	2.518,83	TRANSFORMADOR T1A/T1B
SW1	BOMBAS DE ALTA PRESSÃO	7.200,00	3.588,47	8.044,69	7.484,31	TRANSFORMADOR T1A/T1B
	POTÊNCIA TOTAL M.T.	10.040,00	5.043,44	11.235,70	10.003,15	
	POTÊNCIA TOTAL	15.010,95	7.609,12	16.878,44	14.927,46	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VISTO

4 Subestação 69/6,6 kV

O fornecimento de energia para a unidade será realizado por uma linha aérea de 69 kV. A linha de alimentação de 69 kV está fora do escopo deste projeto.

A unidade de dessalinização terá uma subestação elétrica de 69/6,6 kV, localizada no terreno da unidade.

Projeta-se uma subestação do tipo convencional, de barra simples com duas posições de transformador, cada uma com capacidade de 20 MVA.

A escolha da aparelhagem de média tensão será ajustada às especificações da empresa fornecedora de energia elétrica.

4.1 Correntes de falta permitidas

Os níveis mínimos de corrente de falta permitida que suportarão os materiais de 69 kV por 1 segundo serão os seguintes:

Nível de tensão (kV)	Resistência térmica I_{eff} (kA)	Resistência dinâmica I_{crista} (kA)
69	25	100

4.2 Resistência do isolamento

A resistência mínima do isolamento será a seguinte:

Tensão nominal (kV)	Tensão mais elevada (kV ef.)	Tensão suportada em frequência industrial sob chuva (60 HZ) (kV ef.	Tensão suportada em impulso tipo raio 1,2/50 µs (kV crista)
69	72.5	145	245

5 Transformador 220/11 kV

5.1 Dimensionamento transformador principal 69/6,6 kV

Nas seções anteriores, determinou-se a potência consumida pela instalação em resposta ao consumo da carga elétrica instalada. Com base nos resultados obtidos, os transformadores solicitados são os seguintes: topologia 1+1 (2 x 100% da capacidade total da planta).

DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece
Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

TRANSFORMADOR	POTÊNCIA ATIVA (P)	POTÊNCIA REATIVA (Q)	POTÊNCIA APARENTE	ÍNDICE DE CARGA	CAPACIDADE DO TRANSFORMADOR Sn (IEC 40ºC)
TRANSFORMADOR T1A/T1B	15.010,95	7.609,12	16.878,44	0,8	20000
TRANSFORMADOR T1A/T1B					

5.2 Corrente nominal

A corrente no lado de alta tensão (kV) da instalação é calculada da seguinte forma:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

S Potência total da instalação (kVA)

U Tensão (kV)

Ip Corrente no primário (A)

Substituindo valores na equação:

Potência total da instalação (kVA)	In (A)
16.878,44	141,22

A corrente do lado do LV (kV) da instalação é calculada com a fórmula:

$$Is = \frac{S - Wfe - Wcu}{\sqrt{3} * U}$$

S Potência total da instalação (kVA)

Wfe Perdas de ferro.

Wcu Perdas de cobre

U Tensão (secundária em carga) (kV)

Ip Corrente no secundário (A)

Substituindo valores na equação:

Item	S (kVA)	U(V)	P_{FE}(W)	P_{Cu}(W)(ONAF)	Is(A)
Transformador T1A e T1B	20.000	6.600	26.400	98.700	1.738,60

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO

6 Transformador 6,6/0,4kV

6.1 Dimensionamento dos transformadores

Nas seções anteriores, determinamos a potência consumida pela instalação, levando em conta os consumos dos receptores elétricos instalados. Com base nos resultados obtidos, os transformadores escolhidos são os seguintes:

DIMENSIONAMENTO DOS TRANSFORMADORES					
TRANSFORMADOR	POTÊNCIA ATIVA (Pabs)	POTÊNCIA REATIVA (Qabs)	POTÊNCIA APARENTE	ÍNDICE DE CARGA	CAPACIDADE DO TRANSFORMADOR Sn (IEC 40ºC)
Item	kW	kVAr	kVA	%	kVA
TRANSFORMADOR T2A/T2B	2.400,35	1.166,26	2.715,05	0,8	3500
TRANSFORMADOR T2A/T2B					
TRANSFORMADOR T3A/T3B	2.570,60	1.399,42	2.927,69	0,8	3500
TRANSFORMADOR T3A/T3B					

6.2 Corrente nominal

A corrente no lado de alta tensão (6,6 kV) da instalação é calculada com a fórmula:

$$Ip = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

S Potência total da instalação (kVA).

U Tensão composta (kV).

Ip Corrente primária (A)

Potência da instalação (kVA)	In (A)
16.878,44	1.476,48

A corrente nominal no lado de baixa tensão dos transformadores da instalação é calculada:

$$Is = \frac{S - Wfe - Wcu}{\sqrt{3} * U}$$

S Potência do transformador (kVA).

W_{fe} Perdas de ferro.

W_{cu} Perdas de cobre.

U Tensão composta em carga do secundário (kV).

Is Corrente secundária em Amperes.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece
Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

Substituindo valores, obtemos:

Item	S (kVA)	U(V)	P_{FE}(W)	P_{cu}(W)	IS(A)
Transformador T2A e T2B	3.500	380	2.900	25.300	5.274,85
Transformador T3A e T3B	3.500	380	2.900	25.300	5.274,85

6.3 Nível de curto-circuito

A corrente de curto-circuito no secundário do transformador para uma falta no lado de baixa tensão é calculada com a fórmula:

$$Iccs = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{Ucc}{100} * Us}$$

Nota: A impedância da rede de alta tensão é ignorada.

S Potência do transformador em kVA.

Ucc Tensão percentual de curto-circuito do transformador.

Us Tensão secundária em carga em volts.

Iccs Corrente de curto-circuito secundário em kA.

Considera-se um nível de curto-circuito no Ponto de Conexão (PCC) de 25 kA e uma impedância de curto-circuito de 9,5% para o transformador principal 69/6,6 kV. Esses dados devem ser confirmados nos estágios posteriores do projeto.

A corrente de curto-circuito no primário para uma falta no lado de baixa tensão não é calculada porque seu valor será menor que o calculado no ponto anterior.

Substituindo valores para a instalação, obtemos:

- Lado de alta tensão 69 kV

U(V)	Iccp (kA)
69.000	25

- Lado de média tensão 6,6 kV.

Item	S (kVA)	Ucc (%)	Us(V)	Iccs (kA)	
				CALCULADA	SELECIONADA
Transformador T1A e T1B	20.000	9,5	6.600	22,64	25

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO

Para o Switchgear de 6,6 kV, a contribuição dos motores de média tensão foi considerada pela aplicação de um fator igual a 6 (*making capacity*).

Item	U(V)	Iccs (kA)	Iccs (kA)
		CALCULADA	SELECIONADA
SW1	6.600	22,64	25

- Lado de baixa tensão 690/400 V.

Item	S (kVA)	Ucc (%)	US(V)	Iccs (kA)	
				CALCULADA	SELECIONADA
TRANSFORMADOR T2A	2.500	6,0	690	34,86	50
TRANSFORMADOR T2B	2.500	6,0	690	34,86	50
TRANSFORMADOR T1A	2.500	6,0	400	60,14	70
TRANSFORMADOR T1B	2.500	6,0	400	60,14	70
TRANSFORMADOR T3A	2.000	6,0	400	48,11	50
TRANSFORMADOR T3B	2.000	6,0	400	48,11	50

6.4 Dimensionamento do barramento

As características das barras de média tensão de 6,6 kV serão as seguintes:

In	Resistência eletrodinâmica	Resistência térmica
(A)	kA	kA 1s
2500	100	40
630	100	40

6.5 Linhas de distribuição 6,6 kV

A partir do Switchgear principal partem as linhas subterrâneas de média tensão que alimentam os centros de transformação 6,6/0,4 e os motores de média tensão da unidade.

O cálculo elétrico será realizado com base nas características do cabo a ser instalado, no tipo de instalação a ser feita e nas condições sob as quais a instalação será realizada.

As linhas serão subterrâneas do lado de fora dos edifícios e colocadas em um leito para cabos dentro dos edifícios.

Características da canalização	
Tipo de canalização subterrânea	Enterrado sob tubo
Nº de trios	3
Configuração dos condutores	Em camada separados
Profundidade do cabo subterrâneo (cm)	Min. 60 (sob a calçada)
	Min. 80 (sob a pista)
Temperatura do solo (ºC)	35
Resistividade térmica do solo (K m/w)	100
Temperatura do ar ambiente (ºC)	40

Características do cabo	
Material do condutor	Cu
Seção do condutor (mm2)	400 e 120
Material do isolamento	XLPE
Material da cobertura	PVC
Tensão nominal Uo/U (kV	12/20
Tensão mais elevada Um (kV)	24
Frequência (Hz)	50
Nível isolamento a impulsos tipo raio (kV)	125
Temperatura máxima condutor em serviço permanente (ºC)	90
Temperatura máxima condutor em curto-circuito (ºC)	250
Temperatura máxima tela em serviço permanente (ºC)	70
Resistência do condutor a 20ºC em c.c. (W/km)	0,125

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Características do cabo	
Coeficiente de temperatura cobre a 20ºC	0,0039
Resistividade térmica XLPE (K m/w)	3,5

6.6 Seção de cabos e proteções

Para estabelecer a potência de cálculo a ser usada no dimensionamento de cabos e proteções, os seguintes fatores de carga são aplicados à potência prevista:

- Fator de 1'25 a ser aplicado em seções que alimentam um ou vários motores, e que afeta a potência do maior deles.
- Fator de 1'35 a ser aplicado em seções que alimentam bancos de capacitores.

A seção dos cabos é determinada pelo aquecimento e queda de tensão.

a) Corrente máxima permitida nas condições da instalação

Dependendo das condições de instalação, a corrente máxima permitida do cabo é determinada. Os seguintes fatores de correção são levados em conta:

Instalação subterrânea:

- Fator de correção para resistividade térmica do terreno.
- Fator de correção por agrupamento de cabos
- Fator de correção por profundidade de vala

Instalação ao ar livre

- Fator de correção por temperatura.
- Fator de correção por agrupamento de cabos tripolares

b) Corrente de curto-circuito permitida no condutor

A corrente de curto-circuito permitida, em função do tempo de duração de falta, é calculada de acordo com o método adiabático indicado na norma IEC949. Será a seguinte:

$$Icc^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot Ln \frac{\theta f + \frac{1}{\alpha r}}{\theta i + \frac{1}{\alpha r}}$$

Icc Corrente de curto-circuito permitida (A)

S Seção do condutor

t Tempo de falta (s)

θf Temperatura final do condutor (250ºC)

θi Temperatura inicial do condutor (90ºC)

k Constante do material 226 $As^{1/2}/mm^2$

A corrente de curto-circuito permitida no condutor em função do tempo de falta é a seguinte:

Temperatura inicial	90ºC (temperatura máxima em funcionamento)	
Temperatura final	250ºC	
Duração do curto-circuito (s)	1	0.5
Corrente permitida no condutor 150 mm2 (kA)	22.97	32.49
Corrente permitida no condutor 400 mm2 (kA)	60.99	86.25

A corrente de curto-circuito permitida na tela em função do tempo de falta é a seguinte:

Temperatura inicial	90ºC (temperatura máxima em funcionamento)	
Temperatura final	250ºC	
Duração do curto-circuito (s)	1	0.5
Corrente permitida na tela H16 (kA)	2.29	3.24

a) Queda de tensão máxima

A queda de tensão é calculada em função do momento elétrico:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \sqrt{(R(1+\lambda))^2 + X_L^2}$$

ΔU Queda de tensão (V)

I Corrente pela linha (A)

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

R Resistência do condutor (Ω/km)

λ Coeficiente de influência de correntes de tela, cujo valor é 1,3605E-07

X_L Reatância indutiva da linha (Ω/km)

L Comprimento da linha (km)

A corrente que circula pela linha e a potência transportada está relacionada à seguinte fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

P Potência transportada (kW)

U Tensão composta (kV).

cosφ Fator de potência

A queda de tensão na linha em porcentagem da tensão no extremo da linha é calculada:

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{(R \cdot (1+\lambda))^2 + X_L^2}}{10 \cdot U^2 \cdot \cos\varphi} \cdot P \cdot L$$

A tabela a seguir indica: os valores máximos permitidos de corrente do cabo, os valores de correção aplicados, o cabo selecionado, a queda de tensão prevista e o coeficiente de utilização do cabo.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

CABO MT 6,6 KV											
TIPO DE CABO	SEÇÃO	CIRCUITO		TENSÃO	POTÊNCIA ATIVA (P)	POTÊNCIA REATIVA (Q)	POTÊNCIA APARENTE (S)	Ieal	Iadm.	NÚMERO DE CABOS	COEF. DE USO DO CABO
	(mm2)	INICIAL	FINAL	(kV)	(kW)	(kVAr)	(kVA)	(A)	(A)		(%)
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Transformador 1A	Célula de ligação SW1	6,60			20.000	1749,55	390,26	5,00	89,66
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Transformador IB	Célula de ligação SW1	6,60			20.000	1749,55	390,26	5,00	89,66
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Célula de proteção do transformador	Transformador T2A	6,60			3.500	306,17	390,26	1,00	78,45
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Célula de proteção do transformador	Transformador T2B	6,60			3.500	306,17	390,26	1,00	78,45
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Célula de proteção do transformador	Transformador T3A	6,60			3.500	306,17	390,26	1,00	78,45
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	400	Célula de proteção do transformador	Transformador T3B	6,60			3.500	306,17	390,26	1,00	78,45
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção VDF	VDF bomba de água do mar 1	6,60	710,00			138,25	307,63	1,00	44,94
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção VDF	VDF bomba de água do mar 2	6,60	710,00			138,25	307,63	1,00	44,94
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção VDF	VDF bomba de água do mar 3	6,60	710,00			138,25	307,63	2,00	22,47
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção VDF	VDF bomba de água do mar 4	6,60	710,00			69,01	307,63	2,00	11,22
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção VDF	VDF bomba de água do mar 5	6,60	710,00			69,01	307,63	1,00	22,43
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do motor	Bomba de alta pressão 1	6,60	1800,00			174,95	307,63	1,00	56,87
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do motor	Bomba de alta pressão 2	6,60	1800,00			174,95	307,63	1,00	56,87
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do motor	Bomba de alta pressão 3	6,60	1800,00			174,95	307,63	1,00	56,87
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do motor	Bomba de alta pressão 4	6,60	1800,00			174,95	307,63	1,00	56,87
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do capacitor	Capacitor BAP1	6,60		345,00		69,24	307,63	1,00	22,51
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do capacitor	Capacitor BAP2	6,60		345,00		69,24	307,63	1,00	22,51
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do capacitor	Capacitor BAP3	6,60		345,00		69,24	307,63	1,00	22,51
unipolar 12/20kVCu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2	150	Célula de proteção do capacitor	Capacitor BAP4	6,60		345,00		69,24	307,63	1,00	22,51

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA HOMOLOGAÇÃO

CABOS INSTALADOS NO AR											
TIPO DE CABO	unipolar 6/10 kV Cu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2										
SEÇÃO	630	500	400	300	240	185	150	120	95	70	50
Corrente permitida (temp. 902C max): Temperatura do ar 402C Instalação sobre leito, condutores em contato	1095	930	790	680	590	500	435	385	335	275	220
Corrente permitida nas condições da instalação: Instalação sobre leito, condutores em contato Temperatura do ar 40ºC	774,38	657,70	558,69	480,90	417,25	353,60	307,63	272,27	236,91	194,48	155,58

Fatores corretivos										
Variação de temperatura:										
Temperatura dt oC	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Fator corretivo	1.25	1.21	1.17	1	1,04	1.00	0,93	0,85	0,79	

Agrupamento:

Separação entre leitos = 300 mm cabos em contato	Nº de leitos	Nº de cabos			
		1	2	6	9
	1	1.00	1	0.75	0.73
	2	1.00	1	0.71	0,69
	3	1.00	1	0,70	0,68
	6	1.00	1	0.68	0,66

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cabos enterrados											
Tipo de cabo	unipolar 6/10 kV Cu (XLPE/PVC/H16/PVC) IEC 60502-2										
Seção	630	500	400	300	240	185	150	120	95	70	50
Corrente permitida (temp. 90ºC max): Enterrado sob tubo Temperatura do solo 25ºC Profundidade de enterramento 1000 mm Resistividade térmica do solo 1,5ºC/mAV	675	605	520	460	415	355	315	280	245	205	170
Corrente permitida nas condições da instalação: Enterrado sob tubo Temperatura do solo 35ºC Profundidade de enterramento 800 mm Resistividade térmica do solo 1,5ºC/mAV	533,25	454,05	390,26	345,23	311,46	266,43	236,41	210,14	183,87	153,85	127,59
Instalação em formação horizontal em ziguezague Separação entre trios 450 mm											

Fatores corretivos

Variação de temperatura:

Temperatura dt ºC	20	25	30	35	40	45	50
Fator	1.12	1.07	1.03	1	0,95	0,89	0,86

Variação da resistividade térmica do solo:

Resistividade térmica do solo ºC/m/W	100	120	150	200	250	300
Fator	1,18	1,08	1	0,89	0,85	0,74

Variação da profundidade de enterramento:

Profundidade mm	55	80	90	105	120	150
Fator	1.00	1,00	0,98	1	0,95	0,94

Agrupamento

	Número de trios				
	2	3	6	8	10
Condutores em contato	0,78	0,68	0,53	0	0,5
Condutores separados 15 cm	0.81	0,71	0,57	1	0,5
Condutores separados 30 cm	0.85	0,76	0,64	1	0,58
Condutores separados 45 cm	0,91	0,84	0,79	1	0,72
Condutores separados 60 cm	0,93	0,87	0,85	82	0,75

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

QUADRO DE PROTEÇÕES MT																
DESCRIÇÃO	UNIDADES IDÊNTICAS INSTALADAS	Pn (kV)	Qn (kVAr)	Sn (kVA)	ç	FATOR DE CARGA	FATOR DE SIMUL.	P CALCULADA (kV)	Q CALCULADA (kVAr)	Cos»	Sen»	Un (V) (V)	Int (Ib) (A)	In (A)	Iee (kA)	Tjpe
CÉLULA CAPACITOR BOMBA ALTA PRESSÃO	2		345		0.990	1.00	1.00		345.00	0.98	0.44	6.600	68.59	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA BOMBA DE ALTA PRESSÃO	2	1.611		1.800	0.990	1.25	1.00	2034.09		0.90		6.600	198.81	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA VDF BOMBA ÁGUA DO MAR	3	632		710	0.990	1.25	1.00	797.85		0.89		6.600	78.42	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA TRANSFORMADOR 3A	1	3.430		3.500	0.990	1.00	1.00	3464.65		0.98		6.600	309.26	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA TRANSFORMADOR 2A	1	3.430		3.500	0.990	1.00	1.00	3464.65		0.98		6.600	309.26	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA DE LIGAÇÃO T1A	1	19.600		20.000	0.990	1.00	1.00	19797.98		0.98		6.600	1.767.22	2500	25.0	3p-VCB
CÉLULA DE ACOPLAMENTO	1	19.600			1.000	1.00	1.00	19600.00		0.98		6.600	1.749.55	2500	25.0	3p-VCB
CÉLULA DE LIGAÇÃO T1B	1	19.600		20.000	0.990	1.00	1.00	19797.98		0.98		6.600	1.767.22	2500	25.0	3p-VCB
CÉLULA TRANSFORMADOR 2B	1	3.430		3.500	0.990	1.00	1.00	3464.65		0.98		6.600	309.26	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA TRANSFORMADOR 3B	1	3.430		3.500	0.990	1.00	1.00	3464.65		0.98		6.600	309.26	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA VDF BOMBA ÁGUA DO MAR	2	632		710	0.990	1.25	1.00	797.85		0.89		6.600	78.42	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA BOMBA DE ALTA PRESSÃO	2	1.620		1.800	0.990	1.25	1.00	2045.45		0.90		6.600	198.81	630	25.0	3p-VCB
CÉLULA CAPACITOR BOMBA ALTA PRESSÃO	2		345		0.990	1.00	1.00		345.00	0.98	0.44	6.600	68.59	630	25.0	3p-VCB

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VISTO

7 Instalação de baixa tensão

7.1 Corrente máxima prevista

A corrente máxima prevista (Ib) é determinada pelas seguintes expressões:

Distribuição monofásica:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot Cos\varphi}$$

U Tensão entre fase e neutro (V).

P Potência ativa máxima prevista (W).

Ib Intensidade de corrente máxima prevista (A).

Cos φ Fator de potência.

Distribuição trifásica:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot Cos\varphi}$$

U Tensão entre fases (V).

P Potência ativa máxima prevista (W).

I_b Intensidade de corriente máxima prevista (A).

Cos φ Fator de potência.

7.2 Seção dos condutores

A seção é determinada pela corrente permitida (aquecimento) e queda de tensão.

As seções mínimas consideradas são: 1,5 mm² para controle e 4 mm² para força.

a) Cálculo por corrente permitida

Dependendo das condições de instalação, a corrente máxima permitida do cabo é determinada.

Os seguintes fatores de correção são levados em conta:

Instalação subterrânea

- Fator de correção para resistividade térmica do terreno.
- Fator de correção por agrupamento de cabos

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- Fator de correção por profundidade de vala

Instalação ao ar livre

- Fator de correção por temperatura.
- Fator de correção por agrupamento de cabos

A seção escolhida por aquecimento deve atender à seguinte expressão:

$$I_b < I_z$$

I_b Corrente máxima prevista (A)

I_z Corrente máxima permitida do condutor (A)

b) Cálculo por queda de tensão

Os cabos devem ser dimensionados de tal forma que a queda máxima de tensão desde a fonte (secundário do transformador de distribuição) até o receptor final não exceda 5% sob condições normais de operação e 10% sob condições transitórias de operação (partida de motores) na barra do CCM do ponto mais desfavorável do sistema analisado. Dentro das margens estabelecidas, as seguintes quedas máximas para regime permanente podem ser consideradas:

Ligações	1 %
Alimentação aos motores desde CCM	3 %
Feeders de CCM	3 %
Motores >75 kW	3 %
Alimentações Corrente Contínua e UPS	3 %

A queda de tensão é calculada pelo método dos momentos elétricos:

Distribuição monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot \lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i)$$

S Seção do condutor (mm²).

λ Momento elétrico (m•W).

K Condutividade (m / (Ω•mm²)).

e Queda de tensão (V).

U_n Tensão entre fase e neutro (V).

L_i Comprimento da seção até o receptor i (m).

P_i Potência consumida pelo receptor i (W).

Distribuição trifásica:

$$S = \frac{\lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i)$$

S Seção do condutor (mm²).

λ Momento elétrico (m•W).

K Condutividade (m / (Ω•mm²)).

e Queda de tensão (V).

U_n Tensão entre fases (V).

L_i Comprimento da seção até o receptor (m).

P_i Potência consumida pelo receptor (W).

O cálculo por queda de tensão será iterativo, uma vez que a corrente máxima permitida (I_z) depende da seção do condutor. Desta forma, o seguinte processo é realizado para determinar a seção por queda de tensão:

1. A condutividade do material é determinada para uma temperatura inicial de 20°C, conforme a equação:

$$K = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

K Condutividade do condutor à temperatura T°C (m / (Ω•mm²)).

ρ Resistividade do condutor à temperatura T °C ((Ω•mm²)/m).

ρ20 Resistividade do condutor a 20°C ((Ω•mm²)/m).

α Coeficiente de variação de resistência específica por temperatura do condutor (°C-1), (α=0,00392 °C-1 para o cobre).

T Temperatura real estimada no condutor (°C).

2. A seção é calculada por queda de tensão.
3. A partir da seção resultante, a temperatura de trabalho (ao circular a corrente projetada) e a nova condutividade a essa temperatura são determinadas.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

A temperatura do condutor na passagem da corrente projetada (Ib) é obtida a partir da seguinte expressão:

$$T = T_0 + (T_{máx} - T_0) \cdot \left(\frac{I_b}{I_z}\right)^2$$

T Temperatura real estimada no condutor (°C).

Tmáx Temperatura máxima permitida para o condutor de acordo com o seu tipo de isolamento (XLPE=90°C)

T0 Temperatura ambiente do condutor (°C).

Ib Corrente máxima prevista para o condutor (A)

Iz Corrente máxima permitida para o condutor de acordo com o tipo de instalação (A) (depende da seção).

4. Se a condutividade à temperatura de trabalho for diferente da usada inicialmente, retorna-se para a etapa nº 2 usando agora esta condutividade no cálculo da seção. Este ciclo é repetido até que o erro seja insignificante, isto é, até que as condutividades inicial e final sejam praticamente iguais.

7.3 Quedas de tensão

Uma vez adotada uma seção adequada do condutor, a queda de tensão é calculada de acordo com as seguintes fórmulas:

Distribuição monofásica:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n}$$

e Queda de tensão (V).

S Seção do condutor (mm²).

K Condutividade (m / (Ω•mm²)).

L Comprimento da seção (m).

P Potência ativa máxima prevista (W).

U_n Tensão entre fase e neutro (V).

Distribuição trifásica:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n}$$

E Queda de tensão (V).

S Seção do condutor (mm²).

K Condutividade (m / (Ω•mm²)).

L L Comprimento da seção (m).

P Potência ativa máxima prevista (W).

U_n Tensão entre fases (V)

7.4 Corrente de curto-circuito

Dois níveis de corrente de curto-circuito são calculados:

- A corrente máxima de curto-circuito ($I_{cc\ máx}$) determina o poder de corte dos disjuntores.
- A corrente mínima de curto-circuito ($I_{cc\ mín}$) permite selecionar as curvas de disparo dos disjuntores e fusíveis.

Para calcular essas correntes em cada ponto da instalação, o método de impedâncias é usado. Este método consiste em adicionar as resistências e reatâncias localizadas a montante do ponto considerado, e aplicar as seguintes fórmulas:

Falta trifásica:

$$I_{cc3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Falta bifásica:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot Z_{cc}}$$

Falta monofásica:

$$I_{cc1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})}$$

Onde:

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}; \quad R_{cc} = R_Q + R_T + R_L; \quad X_{cc} = X_Q + X_T + X_L$$
$$(Z_{cc} + Z_{LN}) = \sqrt{(R_{cc} + R_{LN})^2 + (X_{cc} + X_{LN})^2}$$

Icc3 Corrente de curto-circuito em uma falta trifásica (kA)

Icc2 Corrente de curto-circuito em uma falta bifásica (kA)

Icc1 Corrente de curto-circuito em uma falta fase-neutro (kA)

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Cagece
Cagece GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ Secretaria das Cidades

c Coeficiente de tensão (c=0.95 para Iccmín e c=1,05 para Iccmáx)

Un Tensão composta (V)

R_Q e X_Q= Resistência e reatância de rede (mΩ)

R_T e X_T Resistência e reatância do transformador (mΩ)

R_L e X_L Resistência e reatância do condutor de fase (mΩ)

R_{LN} e X_{LN} Resistência e reatância do condutor neutro (mΩ)

7.5 Proteção das instalações

a) Proteção contra correntes de sobrecarga

Dispositivos de proteção devem ser instalados para interromper toda a corrente nos condutores do circuito antes que um aquecimento prejudicial seja causado ao isolamento e às conexões.

Esses dispositivos são dimensionados de acordo com as seguintes condições:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

I_b Corrente máxima prevista, ou corrente projetada (A).

I_z Corrente permitida da canalização

I_n Corrente nominal ou calibre do dispositivo de proteção (A).

I_2 Corrente que efetivamente assegura o funcionamento do dispositivo de proteção por um longo período (A).

b) Proteção contra correntes de curto-circuito

Dispositivos de proteção devem ser instalados para interromper qualquer corrente de curto-circuito antes que possa se tornar perigosa devido aos efeitos térmicos e mecânicos produzidos nos condutores e nas conexões.

De acordo com a IEC 60364-4-43, qualquer dispositivo que garanta proteção contra curto-circuito responderá às seguintes condições:

- O de corte deve ser pelo menos igual à corrente de curto-circuito no ponto em que está instalado.

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO

- O tempo de corte não deve exceder o tempo que leva para os condutores atingirem a temperatura máxima permitida.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

t Duração em segundos (s).

S Seção (mm²).

K Constante que depende do material de isolamento

Icc Corrente de curto-circuito efetiva (A).

A segunda condição pode ser transformada, no caso de disjuntores, na seguinte condição:

$$I_{ccmin} > I_m$$

Geralmente, é mais restritiva e mais fácil de aplicar.

Icc mín Corrente mínima de curto-circuito calculada no extremo do circuito protegido pelo disjuntor (A)

Im Corrente mínima que garante o disparo magnético (A)

O Anexo I inclui a lista de cabos e proteções para cada consumidor e quadro elétrico.

7.6 Correção do fator de potência

O fator de potência no ponto de conexão com o sistema elétrico será maior que 0,95.

Para garantir esses valores e melhorar o fator de potência na instalação, a compensação de potência reativa é projetada em vários níveis. O equipamento fará com que a unidade opere em plena capacidade com um fator de potência de 0,98.

a) Compensação da potência reativa gerada pelos transformadores

Para determinar as perdas totais de energia reativa de um transformador, a corrente de magnetização será levada em conta.

$$Qt=Sn*Io+Ucc*(S/Sn)^2*Sn$$

Q_t Potência reativa (kVar)

S_n Potência nominal do transformador (kVA)

I_o Corrente em vazio (A)

U_{cc} Tensão de curto-circuito

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

S Potência consumida

S transformador (kVA)	Q (em carga) (kVar)
3.500	260

b) Compensação da potência reativa gerada pelas bombas de alta pressão (motor de média tensão).

Previu-se a compensação paralela das máquinas, com elemento de manobra e corte no próprio banco de capacitores, para evitar fenômenos de autoexcitação. Devido à falta de espaço, uma solução compacta foi escolhida para as três bombas de alta pressão, usando uma bateria auto-regulável com três etapas de compensação.

POTÊNCIA REATIVA MT						
	POTÊNCIA ATIVA ABS.	POTÊNCIA REATIVA	eos phi INICIAL	eos phi FINAL	Q COMPENSAÇÃO	CAPACIDADE SELECIONADA
	kW	kVAr			kVAr	kVAr
MOTOBOMBA DE ALTA PRESSÃO	1.674,62	725,26	0,895	0,98	344,37	345

c) Compensação de potência reativa gerada de baixa tensão

Para corrigir o fator de potência causado pelas cargas lineares dos circuitos de baixa tensão, baterias automáticas autorreguladas serão instaladas nos centros de controle dos motores e no quadro de serviços auxiliares.

$$Q_m = P_n \cdot (tg\varphi_{ini} - tg\varphi_{fin})$$

Q_m Potência reativa (kVar)

P_n Potência nominal (kW)

φini Fator de potência inicial

φfin Fator de potência final

Para atingir um fator de potência mínimo de 0,98, os seguintes bancos de capacitores serão instalados:

POTÊNCIA REATIVA BT							
QUADRO BT		POTÊNCIA ATIVA	POTÊNCIA REATIVA	eos phi INICIAL	eos phi FINAL	Q COMPENSAÇÃO	CAPACIDADE SELECIONADA
Item	DESCRIÇÃO	kW	kVAr			kVAr	kVAr
CTB-SA2	SERVIÇOS AUXILIARES ÁGUA DO MAR	83,29	45,00	0,88	0,98	24,35	25,00
MCC1	DOSAGEM PRÉ-TRATAMENTO	12,20	9,66	0,78	0,98	5,69	-
CTB-SA1	SERVIÇOS AUXILIARES OSMOSE	350,49	126,89	0,94	0,98	50,58	50,00
MCC2	LAVAGEM FILTROS MM	662,20	402,66	0,85	0,98	227,31	220,00
MCC3	RECIRCULAÇÃO	2.570,60	1.399,42	0,88	0,98	759,54	(*)
MCC5	LIMPEZA QUÍMICA	600,00	181,35	0,96	0,98	54,28	50,00
MCC6	DOSAGEM QUÍMICA	38,98	27,75	0,81	0,98	16,20	16,00
MCC4	BOMBEAMENTO DE ÁGUA PRODUTO	653,20	372,95	0,87	0,98	206,24	(*)

(*) Nota: Não é considerado necessário compensar os quadros que alimentam cargas com VDF.

7.7 Análise de harmônicos

Os níveis de harmônicos estarão em conformidade com a norma IEC 61000-2. O nível de distorção harmônica é dado pela seguinte expressão:

$$TDH = \frac{\sqrt{\sum_2^{\infty} X_h^2}}{X_1}$$

X_h Valor efetivo do harmônico de ordem h

X1 Valor efetivo da fundamental

Recomenda-se que os valores de distorção harmônica não excedam os seguintes valores: TDHu < 5% e TDHi <10%.

No projeto, optou-se por realizar uma separação de cargas lineares e não lineares, a fim de facilitar a análise do sistema e simplificar as medidas a serem adotadas. Os geradores harmônicos identificados na instalação correspondem a:

- Os transformadores pelo caráter não linear de sua curva de magnetização. Isso acontece especialmente quando se trabalha próximo à saturação magnética, isto é, com tensões no primário acima da nominal. Não se pode esperar que este seja o caso.
- Os sistemas de alimentação ininterrupta. Nestes casos, a instalação de um banco de capacitores com filtro de rejeição é planejada para evitar a amplificação de harmônicos.
- Inversores de frequência que geram harmônicos de ordem 5, 7, 11 e 13 (valores mais significativos). Planeja-se a instalação de filtros passivos. O tipo de filtro dependerá do espectro harmônico do inversor. Uma vez que o inversor tenha sido definido, um estudo deve ser realizado para evitar a amplificação dos harmônicos e problemas de ressonâncias.

A frequência de ressonância é dada pela seguinte expressão:

$$fr = f1 \cdot hr$$

$$hr = \sqrt{\frac{100 \cdot St}{u_k \cdot Q}}$$

fr Frequência de ressonância

f1 Frequência de rede (Hz)

S_t Potência do transformador (kVA).

U_k Tensão de c.c. do transformador (%)

Q Potência da bateria conectada em paralelo ao transformador (kVar)

hr Harmônico em ressonância

Neste caso, o valor de Ucc para o transformador (2500 kVA) é de 6%. A frequência de ressonância da instalação tem um valor de 806,5 Hz, correspondente ao harmônico de ressonância 16.13. Este valor será levado em conta ao selecionar os filtros para os inversores de frequência.

8 Sistema de aterramento

O sistema de aterramento é projetado levando em consideração os requisitos e recomendações da IEEE Std 80-2000.

Os cálculos são baseados na seguinte hipótese:

- Se considera falta a la tierra en 11 kV sistema estará limitada a 400 A, 10s. [incompreensível]* O R / fator X
- Se considera 10 los interruptores de circuitos funcionarán en 0,5 s después de la falta se produjo la corriente tolerable para las personas [incompreensível]*
- É calculado considerando um peso mínimo de 70 kg.
- A temperatura projetada será de 50 ° C
- A profundidade do eletrodo será 0. 80m, com condutor de cobre nu de 50 mm2 e as juntas feitas por solda aluminotérmica.
- A resistência da grelha de solo menor que 1 ohm para a subestação 225/11 kV e igual ou menor que 5 ohms para as zonas de processo.
- Estimou-se uma resistência de 100 Ω·m.
- A modelagem do terreno foi feita em uma camada.
- As possíveis variações sazonais da temperatura ou a estratigrafia do terreno não foram levadas em consideração. Esses fatores foram considerados irrelevantes.

O eletrodo de superfície consistirá de uma malha aérea de condutores de proteção e linhas que se conectam com as principais estruturas e partes metálicas da unidade. Os condutores de proteção serão feitos de cobre e sua seção é projetada em conformidade com os requisitos técnicos gerais da norma.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Seção de fase do condutor (sf)	Seção mínima do condutor de proteção (s_p)
$S_f \leq 16$ mm^2	$S_p = S_f$
16 mm^2 $\leq S_f \leq$ 35 mm^2	S_p = 16 mm^2
$S_f > 35$ mm^2	$S_p = S_f/2$

a) Método de cálculo

A equação de Schwarz é usada para calcular a resistência do solo:

$$R_g = \frac{R_1 \times R_2 - R_m^2}{R_1 + R_2 - 2 \times R_m}$$

R1 Resistência dos condutores Ω

R 2 Resistência das estacas Ω

Rm Resistência mútua condutor-estaca Ω

Resistência dos condutores:

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi \times Lc} \times \left[Ln\left(\frac{2 \times L_C}{a'}\right) + \frac{k_1 \times L_C}{\sqrt{A}} - k_2 \right]$$

P Resistividade do terreno (Ω/m)

Lc Comprimento da malha

a´ para condutores enterrados

2a Diâmetro do condutor (m)

h Profundidade do eletrodo (m)

A Área coberta pelos condutores (m2)

K1, K2 Coeficientes K1 (a), K2 (b)

Resistência das estacas

$$R_m = \frac{\rho}{\pi \times L_C} \times \left[Ln\left(\frac{2 \times L_C}{L_R}\right) + \frac{k_1 \times L_C}{\sqrt{A}} - k_2 + 1 \right]$$

LR Comprimento da estaca (m)

2xb Diâmetro da estaca (m)

nR Número de estacas

b) Máxima tensão de passagem e contato

De acordo com a norma IEEE Std 80-2000, a tensão máxima de passagem e a tensão de toque para uma pessoa de 70 kg devem ser:

$$E_{Step70} = (1000 + 6 \times C_S \times \rho_S) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_S}}$$

$$E_{Touch70} = (1000 + 1.5 \times C_S \times \rho_S) \times \frac{0.157}{\sqrt{t_S}}$$

As tabelas a seguir mostram os parâmetros de cálculo e os resultados obtidos.

c) Transferência de potencial para o sistema elétrico de baixa tensão

A transferência de potencial para o sistema de baixa tensão, devida ao sistema de aterramento em média tensão, é calculada pela seguinte expressão:

$$V_0 = R_0 \times I_0$$

V0 Tensão de transferência (V).

R0 Resistência de malha (Ω)

I0 Corrente de falta (A)

No pior dos casos, os valores obtidos seriam:

$$V_0 = 1.51 \times 400 = 304 \text{ V}$$

O nível de isolamento para equipamentos de baixa tensão é de 1500 kV. Pode ser unido ao aterramento do sistema de média e baixa tensão para melhorar a segurança. Os valores calculados estão de acordo com as recomendações da IEEE STD 80-2000. Medidas de resistividade do terreno serão feitas na fase de engenharia de detalhes, a fim de validar ou corrigir o projeto apresentado.

Dados do solo			
Resistividade do solo	ρ	100	Ohm/m
Resistividade superficial	ρs	2500	Ohm/m
Profundidade da camada superficial	hs	0.1	m
Parâmetros elétricos			
Duração da falta	Ts	0,5	S
Corrente de falta 6,6 kV	310	400,00	A
Condutor da malha			
Tipo:			
Condutividade:		97	% de cobre puro
Fator ar:		0,00381	@20ºC[1/ºC]
KO a 02 C:		242	

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Tm:	Tm	1084	[ºC]
pr a 205C:		1,78	[μΩ cm]
TCAP:	TCAP	3,42	[J/cm3-ºC]
Tipo de União:		soldado	
Temp Max da União:		450	ºC
Ta:	Ta	40	ºC
Akcmil:		1,90	kcmil
Área mínima:		0,96	mm2
Diâmetro mínimo:		0,0011	mm
Condutor projetado:		50	mm2
área:		53,48	mm2
diâmetro:		0,0083	mm
Fatores de passagem e toque			
Fator de reflexão	K	-0,92	
Fator de redução	Cs	0,70	
Peso da pessoa		70,00	kg
Tensão de passagem	Es	2560,25	V (para o peso indicado)
Tensão de contato	Et	806,59	V (para o peso indicado)

	Área:		Captação	Pátio de filtros MM	Edifício de 01	Água producto	
Geometria da malha							
Comprimento (X):	X	m	30	55	67	40	
Largura (Y):	Y	m	20	60	58	30	
Área:	A		600	3300	3886	1200	
Espaço Vertical (Ey)	Ey	m	10	20	20	10	
Espaço Horizontal (Ex)	Ex	m	10	20	20	10	
Condutores verticais:			4	3,75	4,35	5	
Condutores Horizontais:			3	4	3,9	4	
Comprimento total (Le)	Le	m	170	445	513,6	310	
Profundidade (h)	h	m	0,8	0,8	0,8	0,8	
Nº de estacas			8	8	8	8	
Comprim. estacas		m	2	2	2	2	
LR		m	16	16	16	16	
Lm		m	195,88	470,28	538,84	335,58	
Lt		m	186	461	529,6	326	
Resistência de malha							Valor máx.
	RR	Ohm	2,24	0,97	0,88	1.53	5,00
Corrente de malha							
	IG	kA	0,40	0,39	0,39	0,39	
Incremento de potencial da malha							
	GPR	V	922.18	378,88	345,44	598,88	
Tensão de malha							
	Emcal	V	254.11	125,00	112,15	153,64	
Tensão de passagem							
	Esc al	V	84.25	31,31	28,14	53,12	

Dados do solo					
Resistividade do solo	ρ	100	Ohm/m		
Resistividade superficial	ρs	2500	Ohm/m		
Profundidade da camada superficial	hs	0.1	m		
Parâmetros elétricos					
Duração da falta	Ts	0,5	s	Ts	0,5 s
Corrente de falta 6,6 kV	310	400,00	A	310	4070 A
Condutor da malha					
Tipo:					
Condutividade:		97	% de cobre puro		
Fator ar:		0,00381	@20ºC[1/ºC]		
KO a 05 C:		242			
Tm:	Tm	1084	[ºC]		
pr a 205C:		1,78	[μΩ cm]		
TCAP:	TCAP	3,42	[J/cm3-ºC]		

Tipo de União:		soldado				
Temp Max da União:		450	ºC			
Ta:	Ta	40	ºC			
Akcmil:		1,90	kcmil			
Área mínima:		0,96	mm2			
Diâmetro mínimo:		0,0011	mm			
Condutor projetado:		50	mm2			95 mm2
área:		53,48	mm2			102,07 mm2
diâmetro:		0,0083	mm			0,0114 mm
Fatores de passagem e toque						
Fator de reflexão	K	-0,92				
Fator de redução	Cs	0,70				
Peso da pessoa		70,00	kg			
Tensão de passagem	Es	2560,25	V (para o peso indicado)			
Tensão de contato	Et	806,59	V (para o peso indicado)			

	Área:			Edifício elétrico SS		SS 69/6,6 kV	
Geometria da malha							
Comprimento (X):	X	m		32		45	
Largura (Y):	Y	m		15		45	
Área:	A			480		2025	
Espaço Vertical (Ey)	Ey	m		5		2	
Espaço Horizontal (Ex)	Ex	m		5		2	
Condutores verticais:				7,4		23,5	
Condutores Horizontais:				4		23,5	
Comprimento total (Le)	Le	m		239		2115	
Profundidade (h)	h	m		0,8		0,8	
Nº de estacas				8		40	
Comprim. estacas		m		2		2	
LR		m		16		80	
Lm		m		264,90		2242,07	
Lt		m		255		2195	
Resistência de malha					Valor máx.		Valor máx.
	Rg	Ohm		2,29	5,00	1,00	1,00
Corrente de malha							
	IG	kA		0,39		4,02	
Incremento de potencial da malha							
	GPR	V		892,15		4083,99	
Tensão de malha							
	Emcal	V		165,87		264,87	
Tensão de passagem							
	Esc al	V		88,70		481,09	

9 Iluminação

9.1 Iluminação exterior

A distância entre as luminárias, que garantem uma iluminação média adequada (E), será calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$L = \frac{F \cdot F_k \cdot U}{E \cdot B}$$

E Iluminância média (Lux)

F Fluxo luminoso da luminária (lumens)

F_k Fator de depreciação

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

U Fator de utilização

O fator de utilização é expresso pela seguinte fórmula:

$$U = K_1 + K_2$$

Onde: K_1 e K_2 (são funções de α e β, respectivamente).

Estes coeficientes são obtidos a partir das curvas da luminária.

$$\alpha = B_1/H = (B-d)/H \text{ (Lado da pista)}$$

$$\beta = d/H \text{ (Lado da calçada)}$$

B Largura da pista (m)

d Distância entre o poste e o eixo de circulação na pista (na direção transversal) (m)

H Altura

9.2 Iluminação interior

A superfície do local e o conjunto de iluminação determinam o índice local aplicando a seguinte fórmula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)}$$

K Índice local

a Longitude

b Largura

h Altura efetiva de trabalho

O fluxo luminoso é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$\phi = \frac{E_m \cdot S}{V \cdot \mu}$$

E_m Iluminâancia (Lux)

S Superfície m^2

V Fator de depreciação

μ Luz de saída (obtida das curvas da luminária)

O número de luminárias é obtido dividindo-se o fluxo estimado pelo fluxo da luminária

$$n = \phi/\phi_1$$

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

O resultado do nível de iluminação (E_{mr}) é determinado de acordo com o número de luminárias projetadas (N):

$$E_{mr} = \frac{\phi \cdot V \cdot \mu}{S} = \frac{N \cdot \phi_1 \cdot V \cdot \mu}{S}$$

Os valores obtidos são detalhados nas seguintes tabelas:

ILUMINAÇÃO					
		ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. OSMOSE	ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	ILUMINAÇÃO EXTERIOR PÁTIO DE FILTROS	ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. PRODUTO
Superfície:	m^2	3015	420	-	442
Altura:	m	7,5	4	6	6
Índice do local:	1	1.25	1.36	1,35	1.25
ILUMINAÇÃO NORMAL					
N2 luminárias	UT.	152	40	30	22
Tipo de luminária		Lâmpada industrial suspensa LED 150 W	Tubo de LED impermeável 2xl8W	Projeto exterior LED 400W	Lâmpada industrial suspensa LED 150 W
Potência total:	W	22800	1440	12000	3300
Altura média de suspensão:	m	2,5	0.25	0,78	2,5
Altura do plano de cálculo:	m	0,85	0,85	0,2	0,85
Iluminância média, Em:	Lux	426,2	508,03	152,47	426,2
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA					
N2 luminárias	UT.	76	20	-	-
Potência total:	W	11400	720	-	-
Iluminância média, Em:	Lux	142,07	169,34	-	-
ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA					
N2 luminárias	UT.	34	20		12
Potência total:		1 x 3, 5 W lâmpada led e carregador de bateria	1 x 3, 5 W lâmpada led e carregador de bateria	-	1 x 3, 5 W lâmpada led e carregador de bateria
Altura do plano de cálculo:	W	119	70	-	42
Altura mínima acima do solo, H:	m (> 2,00)	2,14	2,06	-	2,31
Altura mínima no eixo, Emín:	Lux (> 1,00)	2,65	2,70	-	1,69
Iluminância mínima em banda, Emín:	Lux (> 5,00)	5,21	5,20	-	5,16
Iluminância no elemento, Emín:	Lux (> 5,00)	27,32	31,04	-	30,87

Cagece Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

ILUMINAÇÃO					
		ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. ADMINISTRAÇÃO	ILUMINAÇÃO EXTERIOR	ILUMINAÇÃO EXTERIOR PRODUTO	ILUMINAÇÃO EXTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO
Superfície:	m^2	845	-	-	-
Altura:	m	4	6	3,2	3,2
Índice do local:	1	1,36	-	1,35	1,35
ILUMINAÇÃO NORMAL					
N2 luminárias	UT.	94	132	12	8
Tipo de luminária		Tubo de LED impermeável 2xl8W	Poste 6 m luminária LED 150 W.	Projeto exterior LED 400W	Projeto exterior LED 400W
Potência total:	W	3384	19800	4800	3200
Altura média de suspensão:	m	0,25	0,78	0,78	0,78
Altura do plano de cálculo:	m	0,85	0,2	0,2	0,2
Iluminância média, Em:	Lux	426,2	51,26	152,35	163,28
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA					
N2 luminárias	UT.	47	-	-	-
Potência total:	W	1692	-	-	-
Iluminância média, Em:	Lux	426,2	-	-	-
ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA					
N2 luminárias	UT.	46	-	-	-
Potência total:		1 x 3, 5 W lâmpada led e carregador de bateria	-	-	-
Altura do plano de cálculo:	W	161	-	-	-
Altura mínima acima do solo, H:	m (> 2,00)	2.20	-	-	-
Altura mínima no eixo, Emín:	Lux (> 1,00)	2.57	-	-	-
Iluminância mínima em banda, Emín:	Lux (> 5,00)	5.04	-	-	-
Iluminância no elemento, Emín:	Lux (> 5,00)	26.27	-	-	-

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

10 Anexo 1. Lista de cabos BT

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA | VISTO

MCC4

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{elc}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
BOMBAS DE IMPULSÃO DE PRODUTO	235.294	400	390,37	422,24	0,91×464	(3×150)+TT×95	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (66m);	82,7	44,95	66,00	1,4396	1,4475	254.507	490.326
Circuito CTB-SA1	871.240	400	1.356,21	1.651,10	7×0,672×351	7×(3×240/120)+TT(3×300)	RV-K/u/71-D (150m);	68,9	48,68	150,00	0,9988	1,0067	1.060.686	4.354.734
Circuito MCC2	383.647	400	638,32	808,70	3×0,768×351	3×(3×240/120)+TT(2×185)	RV-K/u/71-D (150m);	65,5	49,22	150,00	1,0149	1,0227	486.055	1.887.171
Circuito MCC5	515.294	400	768,26	908,18	0,91×998	(3×500/240)+TT×300	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (40m);	75,8	45,95	40,00	0,5607	0,5686	609.140	4.587.959
Circuito MCC6	47.882	400	84,39	117,12	0,96×122	(3×35/16)+TT×16	RV-K/u/71-D (150m);	58,7	50,35	150,00	2,5471	2,5550	66.456	93.845

MCC3

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{elc}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
B. BOOSTER ALIMENTAÇÃO B.A.P.	463.235	400	759,80	787,35	0,87×905	3×(1×630)+1G400	uPVC 0,6/1 kV Cu/31-F (98m);	67,9	47,14	98,00	0,9554	0,9622	480.033	1.454.651
BOMBAS DE RECIRCULAÇÃO	463.235	400	759,80	787,35	0,87×905	3×(1×630)+1G400	uPVC 0,6/1 kV Cu/31-F (94m);	67,9	47,14	94,00	0,9164	0,9232	480.033	1.516.551
MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	809	400	1,48	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (92m);	40,1	51,91	92,00	0,2240	0,2308	16.190	10.834
MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	809	400	1,48	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (96m);	40,1	51,91	96,00	0,2337	0,2406	16.190	10.383
MOTO-VÁLVULA DE ASPIR E DESCARGA	809	400	1,48	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (96m);	40,1	51,91	96,00	0,2337	0,2406	16.190	10.383

CTB-SA1

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{elc}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. ADMINISTRAÇÃO	1.690	400	2,74	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40,3	51,88	30,00	0,1527	1,1593	18.239	33.203
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. OSMOSE	11.400	400	18,49	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	51,7	49,81	30,00	1,0729	2,0795	18.239	31.876
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA EDIF. SUBESTAÇÃO	720	400	1,17	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40	51,92	30,00	0,0650	1,0717	18.239	33.229
ILUMINAÇÃO EXTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	3.200	400	5,19	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40,9	51,76	30,00	0,2898	1,2965	18.239	33.123
ILUMINAÇÃO EXTERIOR PÁTIO DE FILTROS	12.000	400	19,46	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	53	49,59	30,00	1,1343	2,1410	18.239	31.736
ILUMINAÇÃO EXTERIOR PRODUTO	4.800	400	7,78	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	42,1	51,54	30,00	0,4366	1,4432	18.239	32.985
ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. ADMINISTRAÇÃO	1.690	400	2,74	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40,3	51,88	30,00	0,1527	1,1593	18.239	33.203

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

CTB-SA1

ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. OSMOSE	11.400	400	18,49	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	51,7	49,81	30,00	1,0729	2,0795	18.239	31.876
ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. PRODUTO	3.300	400	5,35	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	41	51,74	30,00	0,2989	1,3056	18.239	33.116
ILUMINAÇÃO INTERIOR EDIF. SUBESTAÇÃO	720	400	1,17	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40	51,92	30,00	0,0650	1,0717	18.239	33.229
ILUMINAÇÃO EXTERIOR	19.800	400	32,11	52,20	0,87×60	5G10	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	51,4	49,87	30,00	0,7444	1,7511	32.187	79.793
Circuito CTB-SA2	77.787	400	124,92	230,40	0,96×240	(3×120/70)+TT×70	RV-K/u/71-D (420m);	44,1	52,99	420,00	3,2110	4,2176	143.470	96.741
HIDROCOMPRESSOR ÁGUA SERVIC.	4.000	400	6,96	44,16	0,96×46	(4×6)+TT×6	RV-K/m/70-D (110m);	26,6	56,54	110,00	0,8107	1,8173	25.394	14.802
HVAC SALA ELÉTRICA B.T	15.000	400	26,40	37,41	0,87×43	5G6	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (35m);	54,9	49,25	35,00	1,1103	2,1170	21.253	40.528
HVAC SALA ELÉTRICA M.T	30.000	400	52,81	69,60	0,87×80	5G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (35m);	57,3	48,86	35,00	0,8394	1,8461	39.541	107.216
MOTOBOMBA DE DESLOCAMENTO	235.294	400	390,37	422,24	0,91×464	(3×150)+TT×95	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (42m);	82,7	44,95	42,00	0,9161	1,9228	254.507	770.512
PONTE ROLANTE BOMBAS IMPULSÃO PRODUTO	4.000	400	6,96	44,16	0,96×46	(4×6)+TT×6	RV-K/m/70-D (65m);	26,6	56,54	65,00	0,4790	1,4857	25.394	25.050
PONTE ROLANTE BOMBEAMENTO A. P.	5.500	400	9,80	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (35m);	43,3	51,31	35,00	0,5862	1,5928	16.600	28.150
RESISTORES DE AQUECIMENTO BOMBAS	28.500	400	41,14	52,20	0,87×60	5G10	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	58,6	48,64	30,00	1,0987	2,1054	36.165	77.816
SERVIÇOS AUXILIARES QUADROS	81.939	400	118,27	133,11	0,87×153	(4×50)+1G25	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	63,7	47,81	30,00	0,6427	1,6493	92.221	382.502
SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA BT	3.000	400	4,56	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40,7	51,79	30,00	0,2715	1,2782	19.469	33.149
SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO SALA ELÉTRICA MT	3.000	400	4,56	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	40,7	51,79	30,00	0,2715	1,2782	19.469	33.149
SISTEMA DC	15.000	400	22,79	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	57,8	48,77	30,00	1,4417	2,4483	19.469	31.214
TOMADAS EDIF. ADMINISTRATIVO	127.000	400	192,96	277,53	0,87×319	(4×150)+1G95	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	54,5	49,33	30,00	0,3218	1,3285	182.665	1.183.883
TOMADAS EDIF. OSMOSE	57.000	400	86,60	109,62	0,87×126	(4×35)+1G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	58,7	48,62	30,00	0,6281	1,6347	72.150	272.270
TOMADAS EDIF. PRODUTO	29.000	400	44,06	52,20	0,87×60	5G10	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	61,4	48,19	30,00	1,1285	2,1351	34.357	77.096
TOMADAS EDIF. SUBESTAÇÃO	57.000	400	86,60	109,62	0,87×126	(4×35)+1G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	58,7	48,62	30,00	0,6281	1,6347	72.150	272.270
UPS	30.000	400	45,58	52,20	0,87×60	5G10	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	62,9	47,94	30,00	1,1733	2,1799	34.357	76.708

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

MCC2

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{circ}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
EXTRATOR SILENCIADOR SOPR F.A.	1.618	400	2,88	128,31	0,91×141	(3×25)+TT×25	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (74m);	40	51,92	74,00	0,0576	1,0804	72.006	84.201
MOTOBOMBA DE LAVAGEM DE FILTR.	294.118	400	487,96	669,76	0,91×736	(3×300)+TT×150	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (71m);	66,5	47,36	71,00	0,9186	1,9414	403.700	960.539
SOPRADOR LAVAGEM DE FILTROS	110.294	400	185,11	253,89	0,91×279	(3×70)+TT×35	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (69m);	66,6	47,35	69,00	1,4349	2,4577	151.274	230.592

MCC5

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{circ}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
MOTOBOMBA LIMPEZA QUÍMICA	235.294	400	390,37	422,24	0,91×464	(3×150)+TT×95	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (64m);	82,7	44,95	64,00	1,3960	1,9646	254.507	505.648
RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO L. Q.	280.000	400	404,15	669,76	0,91×736	(4×300)+TT×150	uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F (68m);	58,2	48,71	68,00	0,8144	1,3830	464.023	1.031.412

MCC6

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{circ}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
AGITADOR DE DISPERSANTE	809	400	1,48	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	40,1	51,91	98,00	0,2386	2,7936	16.190	8.289
AGITADOR DE FLUORSILICATO DE SÓDIO	809	400	1,48	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	40,1	51,91	98,00	0,2386	2,7936	16.190	8.289
AGITADOR DE METABISSULFITO DE SÓDIO	2.206	400	3,93	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (210m);	40,5	51,83	210,00	1,3965	3,9515	16.600	3.862
B. DOSIFIC. POSTR FLUORSILICATO DE SÓDIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (210m);	40	51,92	210,00	0,3439	2,8989	15.780	3.869
B. DOSIFIC. POSTR HIDRÓXIDO DE CÁLCIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	40	51,92	98,00	0,1605	2,7155	15.780	8.291
B. DOSIFIC. POSTR HIPOCLORITO DE SÓDIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	40	51,92	98,00	0,1605	2,7155	15.780	8.291
BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE ÁCIDO SULFÚRICO	8.088	400	14,41	37,41	0,87×43	5G6	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	44,5	51,10	98,00	1,6157	4,1707	20.994	12.239
BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE CLORETO FERROSO	8.088	400	14,41	37,41	0,87×43	5G6	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (98m);	44,5	51,10	98,00	1,6157	4,1707	20.994	12.239
BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DE HIPOCLORITO DE SÓDIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (100m);	40	51,92	100,00	0,1637	2,7187	15.780	8.125
QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	7.353	400	13,43	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (50m);	46,2	50,79	50,00	1,1311	3,6861	16.190	15.894
EVAPORADOR DE ANIDRIDO CARBÔNICO	22.059	400	37,90	69,60	0,87×80	5G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (106m);	48,9	50,30	106,00	1,8158	4,3708	40.505	29.703
SISTEMA DE ENCHIMENTO DOS SILOS DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO	2.206	400	3,93	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (102m);	40,5	51,83	102,00	0,6783	3,2333	16.600	7.951
PARAFUSO DE DOSAGEM PÓ	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (102m);	40	51,92	102,00	0,1670	2,7220	15.780	7.965

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

CTB-SA2

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{elc}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA CAPTAÇÃO	900	400	1,46	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	40,1	51,91	20,00	0,0542	4,2718	18.239	12.997
ILUMINAÇÃO EXTERIOR CAPTAÇÃO	10.400	400	16,87	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	49,8	50,15	20,00	0,6480	4,8657	18.239	12.556
ILUMINAÇÃO INTERIOR CAPTAÇÃO	900	400	1,46	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	40,1	51,91	20,00	0,0542	4,2718	18.239	12.997
Circuito MCC1	14.676	400	26,92	69,60	0,87×80	{3×16/10}+1G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (25m);	44,5	51,10	25,00	0,2805	4,4981	37.950	40.935
HVAC CAPTAÇÃO	10.000	400	17,60	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (25m);	50,6	50,00	25,00	0,7813	4,9989	16.805	10.014
PONTE ROLANTE CAPTAÇÃO	4.000	400	6,96	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (30m);	41,7	51,62	30,00	0,3632	4,5809	17.010	8.615
RESISTORES DE AQUECIMENTO BOMBAS	500	400	0,72	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	40	51,93	20,00	0,0301	4,2477	20.494	13.000
SERVIÇOS AUXILIARES QUADROS	4.411	400	6,37	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	41,4	51,67	20,00	0,2668	4,4844	20.494	12.936
SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO	3.000	400	4,56	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	40,7	51,79	20,00	0,1810	4,3986	19.469	12.967
TOMADAS CAPTAÇÃO	29.000	400	44,06	52,20	0,87×60	5G10	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	61,4	48,19	20,00	0,7523	4,9699	34.357	30.159

MCC1

Circuito	P	U_n	I_b	I_z	Fct·I_{zt}	Seção	Cabo e instalação	T_{TRAB}	K	L_{CDT}	CDT_{elc}	CDT_{acum}	$P_{máxCAL}$	$P_{máxCDT}$
B. DOSIFIC. PRETR ÁCIDO SULFÚRICO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (20m);	40	51,92	20,00	0,0327	4,5309	15.780	8.339
B. DOSIFIC. PRETR CLORETO FERROSO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (36m);	40	51,92	36,00	0,0589	4,5571	15.780	4.633
B. DOSIFIC. PRETR DISPERSANTE	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (40m);	40	51,92	40,00	0,0655	4,5636	15.780	4.169
B. DOSIFIC. PRETR HIPOCLORITO DE SÓDIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (26m);	40	51,92	26,00	0,0426	4,5407	15.780	6.414
B. DOSIFIC. PRETR METABISSULFITO DE SÓDIO	544	400	1,02	29,58	0,87×34	5G4	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (32m);	40	51,92	32,00	0,0524	4,5505	15.780	5.212
QUADRO POSICIONADORES B. DOSIF.	12.500	400	22,84	69,60	0,87×80	5G16	mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E (40m);	43,2	51,33	40,00	0,3805	4,8787	38.094	16.486

Identificação dos métodos de instalação

Cabo e instalação	Descrição
uXLPE 0,6/1 kV Cu/31-F	RV-K 0,6/1kV unip. bandeja perfurada
RV-K/u/71-D	Subterrâneo sob tubo _RV-K unipolar_25
mPVC 0,6/1 kV Cu/31-E	RV-K 0,6/1kV multipolar em bandeja perfurada
RV-K/m/70-D	Subterrâneo sob tubo _RV-K Multipolar_25
uPVC 0,6/1 kV Cu/31-F	RVKV-K 0,6/1 kV cabo concêntrico em bandeja perfurada

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Legenda		
P	=	Potência ativa máxima prevista (W)
U_n	=	Tensão nominal (V)
I_b	=	Corrente projetada ou máxima prevista (A)
I_z	=	Corrente máxima permitida para as condições do circuito (A)
$Fct \cdot I_{zt}$	=	Fatores corretivos pela corrente máxima permitida tabulada no padrão (A)
$I_{cc\ máx}$	=	Corrente máxima de curto-circuito no início do circuito (kA)
$I_{cc\ mín}$	=	Corrente mínima de curto-circuito no final do circuito (kA)
Seção	=	Seção dos condutores do circuito (mm^2)
T_{TRAB}	=	Temperatura de trabalho sob circulação da corrente projetada (°C)
K	=	Condutividade utilizada para calcular a queda de tensão ($m/\Omega \cdot mm^2$)
L_{CDT}	=	Comprimento até o receptor com maior queda de tensão do circuito (m)
CDT_{circ}	=	Queda de tensão mais desfavorável do circuiro (%)
CDT_{acum}	=	Queda de tensão acumulada mais desfavorável do circuito (%)
$P_{máxCAL}$	=	Potência máxima permitida por aquecimento (W)
$P_{máxCDT}$	=	Potência máxima permitida por queda de tensão (W)

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

VISTO

Anexo 16.10 - Diagramas Unifilares de Proteção Contra Incêndio

A seguir estão encartados os diagramas unifilares da subestação 69/6.6kV e salas elétricas.

SUBESTAÇÃO ELÉTRICA 69 / 6.6kV

LINHA AÉREA 69 KV

Tipo S2DAT 75,5kV 1250 A 25kA/3s Uaux 127 Vcc

3 TP Capacitivo 69kV/ 120V /120V V3 V3 V3 25VA@0,2 50VA @0,2

3TC 1600-800/1,1,1,1A
20VA d0,5
30VA dBP20
30VA dBP20
30VA dBP20

GL314F3 1250 A 25kA/3s Uaux 127 Vcc

Tipo S2DA 72,5kV 1250 A 5kA/3s Uaux 127 Vcc

3 TP Capacitivo 69kV/ 120V /120V V3 V3 V3 25VA@0,2 50VA @0,2

1250A - 25kA -3s

Tipo S2DA 72,5kV 1250 A 25kA/3s Uaux 127 Vcc

GL314F1 1250 A 25kA/3s Uaux 127 Vcc

Tipo S2DAT 72,5kV 1250 A 25kA/3s Uaux 127 Vcc

3 Descarregadores com contador baixar

De TP | Rumo 52

3TC 150/1A 10VA dB,2

3TC 250/1A 30VA dBP40

3TC 1600,800/1A 30VA dBp20 1TC ?/?A +VA dP

T1A
69 / 6,6 kV
20 MVA
ONAN/ONAF
Yhn0
Ucc=9,5%
69kV -15% to +15%
21 pos

1TC 250/1A 30VA dBP20

Unipolar 7,5kV 2500A

Ilha 400 A Duração: 10s

1TC 400/1A 15VA dBP10

T1B
69 / 6,6 kV
20 MVA
ONAN/ONAF
Yhn0
Ucc=9,5%
69kV -15% to +15%
21 pos

Unipolar 7,5kV 2500A

Ilha 400 A Duração: 10s

1TC 400/1A 15VA dBP10

NOTA 2

2500/1 A 15VA cl PS

2500/1 A 15VA cl PS

2500/1 A 15VA dBP20

6.6/0.1/V3/0.1/V3kV 0.2/3P, 25/50 VA

EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO V, A, Hz kW, kVA, kVAr, cosphi, kWh, THD

2500/1 A 15VA dBP20

DCS

2500 A

SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICO

630/1 A 15VA dBP20

BUSBAR A

6.600 V 60Hz 3F 2500A 25kA

BUSBAR B

630 A

MV VFD

T2A 6.6/0,4 kV ±5%, ±2.5 %, 0 3500 kVA Dyn11 Uk%=7

T3A 6.6/0,4 kV ±5%, ±2.5 %, 0 3500 kVA Dyn11 Uk%=7

T2B 6.6/0,4 kV ±5%, ±2.5 %, 0 3500 kVA Dyn11 Uk%=7

T3B 6.6/0,4 kV ±5%, ±2.5 %, 0 3500 kVA Dyn11 Uk%=7

Pt-100

IM III pólos 630 A 380 V

260 kVar BANCO COND. FIXO

BANCO DE CONDENSADOR 345 kVar

SALA ELETRICA 6,6kV

Item	4.01	1.01
Consumidor	Motobomba de alta pressão	Motobomba d'água do mar
Unidades instaladas	2	3
Unidades operacionais	2	2
Potência nominal (kW)	1800	710

Item	1.01	4.01
Consumidor	Motobomba de alta pressão	Motobomba d'água do mar
Unidades instaladas	2	2
Unidades operacionais	2	2
Potência nominal (kW)	710	1800

1.- OS DETALHES DA TI E DO TT SERÃO DEFINIDOS DURANTE O ESTÁGIO DA ENGENHARIA BÁSICA E DETALHES

2.- OS DETALHES DOS RELÉS DE PROTEÇÃO SERÃO DEFINIDOS DURANTE O ESTÁGIO BÁSICO E DETALHADO DA ENGENHARIA.

RELÉS:

- 46 SEQUÊNCIA NEGATIVA
- 49 PROTEÇÃO TÉRMICA TRANSFORMADORA
- 81 PROTEÇÃO DE FREQÜÊNCIA
- 86 RELÉ DE BLOQUEIO
- 87T PROT, DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR
- 87L PROT, DIFERENCIAL DE LINHA
- 87G PROT, DIFERENCIAL DE TERRA RESTITA
- 27 PROT, BAIXA TENSÃO
- 59 PROT, DE SOBRETENSÃO
- 90 PROT, DISPOSITIVO DE REGULAMENTAÇÃO
- 52BF PROT, DE FALHA DE INTERRUPTOR
- 50 PROT, DE SOBREPOSIÇÃO INSTANTÂNEA
- 50N PROT, DO SOBRECORRENTE RESIDUAL INSTANTÂNEO
- 50G PROT, DO SOBRECORRENTE DA TERRA INSTANTÂNEA
- 51 PROT, DE SOBRECORRENTE TEMPORÁRIA
- 51N PROT, DE SOBRECORRENTE RESIDUAL TEMPORÁRIA
- 51G PROT, DE SOBRECORRENTE DA TERRA TEMPORÁRIA
- 55 PROT, DE FATOR DE POTÊNCIA
- 71A PROTECÇÃO DO BAIXO NÍVEL DE ÓLEO NA LAGOA
- 71D PROTEÇÃO DE BAIXO NÍVEL DE ÓLEO NA LAGOA CDBC
- 63QA PROT, BUCHHOLZ DEL TRANSFORMADOR
- 63 PROTECÇÃO DE PRESSÃO REPENTINA
- 49 PROTEÇÃO DE TEMPERATURA DO PRIMÁRIO (AT) DO TRANSFORMADOR
- 26 PROTECÇÃO DA TEMPERATURA DO ÓLEO DO TRANSFORMADOR

CABE MT XLPE 3 FASES

BARRA DE ALTA INTENSIDADE

TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA COM REGULADOR DE TENSÃO DE CARGA

TRANSFORMADOR DE TENSÃO

TRANSFORMADOR DE INTENSIDADE

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA engenharia

PROJETO: Cagece | Governo do Estado do Ceará, Secretaria das Cidades

PMI PLANTA DE DESALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA

Para a Região Metropolitana de Fortaleza.

DATA: **2018**

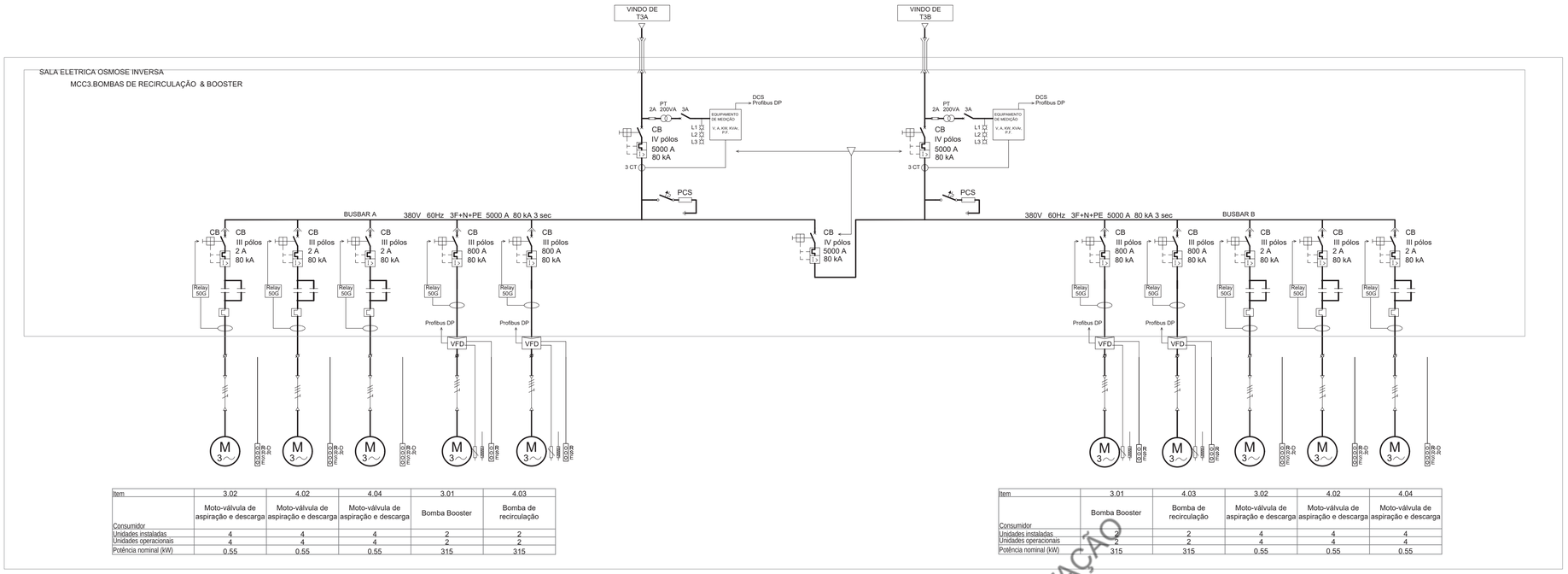
TITULO: **DIAGRAMA UNIFILAR**

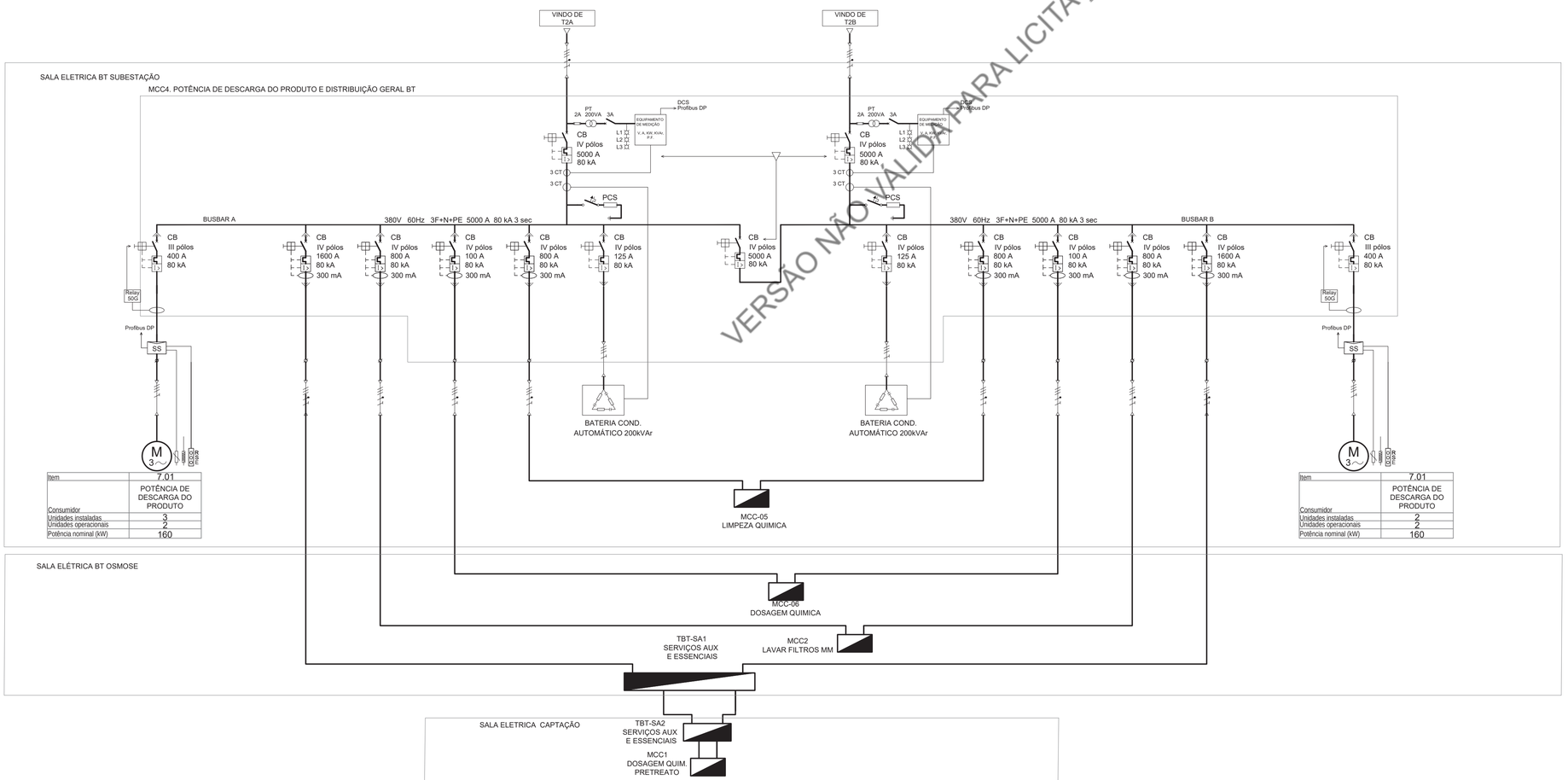
SUBESTAÇÃO 69-6.6 kV

ESCALA:

FORMATO ORIGINAL A-1

PRANCHA Nº





VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

- 3F
- 3F+N+PE
- 3F+PE
- F+N+PE
- VFD — VARIADOR DE FREQUÊNCIA
- SS — SOFT-STARTER
- INTERLOCK
- M 3~ — MOTOR TRIFASICO
- M — MOTOR DE FASE ÚNICA
- INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
- INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO COM PROTEÇÃO DIFERENCIAL
- RTD PT100
- RESISTÊNCIA À ANTI-CONDENSAÇÃO
- ESTAÇÃO LOCAL: marcha / pare / emergência
- ESTAÇÃO LOCAL: direto / inversão de investimento / parada / emergência

GS Inima Brasil | GS Inima | TEIXEIRA DUARTE ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES, S.A. | FUJITA

PROJETO: Cagece | Governo do Estado do Ceará, Secretaria das Cidades

PMI PLANTA DE DESALINIZAÇÃO DE ÁGUA MARINHA

Para a Região Metropolitana de Fortaleza.

DATA: **2018**

TITULO: **DIAGRAMA UNIFILAR**

MCC3-MCC4

ESCALA: FORMATO ORIGINAL A-1

PRANCHA Nº

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

RELATÓRIO

Análise integrada de estudos pretéritos do Projeto Conceitual da Planta de Dessalinização, município de Fortaleza-Ceará: morfodinâmica, elevação do nível do mar, pluma salina.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Prof. Dr. Eduardo Siegle

Instituto Oceanográfico

Universidade de São Paulo

Outubro, 2018

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ÍNDICE

1. Dados do Serviço 4
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5
3. ESCOPO E OBJETIVOS 6
4. INTERPRETAÇÃO DE PROCESSOS COSTEIROS: estabilidade da Praia Mansa 7
4.1. Metodologia 7
4.1.1. Clima de ondas 7
4.2. Resultados 9
4.2.1. Clima de ondas 9
4.2.2. Morfodinâmica 12
4.3. Conclusões 18
5. ANÁLISE DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR 19
5.1. Metodologia 19
5.2. Resultados – nível do mar 19
5.3. Sobrelavagem do espigão 21
5.4. Resultados - sobrelavagem 23
5.5. Conclusões 25
6. ANÁLISE DA DISPERSÃO DA PLUMA SALINA 27
6.1. Metodologia 27
6.2. Resultados 29
6.2.1. Comportamento da pluma no oceano 29
6.2.2. Cenários simulados 32
6.2.3. Resultados do modelo 34
6.3. Conclusões 42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

1. Dados do Serviço

Dados do Contratante:

Razão Social: GS Inima Brasil
Endereço: Rua Joaquim Floriano, 913 - 6° andar - Itaim Bibi, São Paulo, SP
Contato: Eng. Eduardo Berretini (berrettini@gsinima.com.br)

Dados do Executor:

Responsável: Prof. Dr. Eduardo Siegle
Laboratório de Dinâmica Costeira – LDC/IO/USP
Praça do Oceanográfico, 191. Cid. Universitária - USP
São Paulo, SP. Brasil
e-mail: esiegle@usp.br

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1. PLANO BÁSICO AMBIENTAL DA OBRA DE APROFUNDAMENTO DO PORTO DE FORTALEZA. 2011. Item 5 - Monitoramento das águas oceânicas e bacia de evolução.

2. REFORMULAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DO PORTO DE FORTALEZA. 2016. Horizonte 2015-2030: Relatório Final.

3. PLANO DE ÁREA DO PORTO DE FORTALEZA. Versão 02 2015. Docas do Ceará, Autoridade Portuária.

4. MONITORAMENTO DAS CORRENTES NO CANAL DE NAVEGAÇÃO DO PORTO DE FORTALEZA NO PERÍODO DE MARÇO A ABRIL DE 2011. Labomar, Fortaleza-CE.

5. INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DO PORTO DE FORTALEZA. Relatório de Informação de Estação-CEFT - Fortaleza-CE.

6. Desenhos USI-CADES-001, USI-CADES-002 e USI-CADES-003.

7. Cartas náuticas 701, 705 e 710.

8. Estudo de Impacto Ambiental do PMI 01/2017/CAGECE

9. Relatório de Estudos Topográficos – Área 03 – Leste (Mucuripe), Fortaleza, Ceará

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

3. ESCOPO E OBJETIVOS

Seguindo solicitação da GSINIMA Brasil, o presente trabalho apresenta a análise integrada urgente de estudos pretéritos do Projeto Conceitual da Planta de Dessalinização, município de Fortaleza-Ceará.

A análise integrada dos estudos tem como objetivo principal apoiar a investigação de três principais temas:

i) Interpretação dos processos erosivos e de estabilidade da Praia Mansa, por meio da análise de dados da migração de linha de costa, ondulação incidente e dados de uso e exploração disponíveis.

ii) Caracterização dos riscos relacionados à elevações do nível do mar e mudanças climáticas, permitindo apontar meios de proteção interessantes ao empreendimento, caso necessário.

iii) Aplicação de modelos de dispersão de pluma salina no campo próximo, permitindo apontar simplificadamente a dispersão da salmoura lançada no oceano pelo empreendimento.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4. INTERPRETAÇÃO DE PROCESSOS COSTEIROS: estabilidade da Praia Mansa

4.1. Metodologia

A interpretação dos processos erosivos e de estabilidade da Praia Mansa foi realizada por meio de diagnóstico analítico, considerando estudos e dados pretéritos da região do empreendimento. Foi também realizada uma análise do clima de ondas da região com base em dados de reanálise de modelo global de geração de ondas (WaveWatch III – NOAA) Este documento consiste em um parecer objetivo e, apesar de levar em consideração todos os processos morfodinâmicos da região de Fortaleza, visa avaliar os processos na área da Praia Mansa.

Foi avaliada a migração de linha de costa e a ondulação incidente local, buscando avaliar a viabilidade do empreendimento em resposta a possíveis aprofundamentos do canal de navegação do porto. As características de uso e exploração disponíveis, além do histórico de formação geomorfológica, foram utilizadas para apontar possíveis ações afirmativas que auxiliem o bom desenvolvimento do projeto.

A metodologia aplicada buscou responder às seguintes questões:

1 - "Com os dados disponíveis no momento, considera-se que os processos erosivos inviabilizam um projeto na Praia Mansa?"

2 - "Quais ações podem ser tomadas para auxiliar o desenvolvimento do projeto?"

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

4.1.1. Clima de ondas

Para caracterização do clima de ondas na região costeira, foi analisada a série histórica de 10 anos com frequência de 3 horas, do modelo global WaveWatch III - WW3 (Tolman, 2009) disponibilizados pela agência ambiental americana National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), largamente utilizados para estudos de ondas no mundo. As reanálises dos resultados do WW3 da NOAA utilizam um sistema de assimilação de dados robusto e uma base de dados abrangente, que envolve dados de superfície, bóias e satélites, consistindo em uma das mais importantes redes de simulação no mundo e largamente utilizados para estudos oceânicos.

A primeira versão do WaveWatch (Tolman, 1989) foi desenvolvido no fim dos anos 80 na Delft University of Technology, renomado instituto holandês de pesquisa aplicada, baseado no modelo WAM (WAMDI Group, 1988). Após diversas otimizações, a segunda versão do modelo (Tolman, 1992) foi implementada em 1992 na NASA (National Aeronautics and Space Administration).

A terceira versão foi elaborada no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) em 2009 (Tolman, 2009), contemplando melhoramentos nas rotinas para resolução das equações físicas, cálculos matemáticos e transferências de dados computacionais. Algumas características do modelo WW3 são:

- As equações físicas que regem o modelo incluem refração e deformação do campo de onda, devido às variações da profundidade de água e corrente média no espaço-tempo, como por exemplo marés e demais elevações da superfície livre
- A parametrização dos processos físicos inclui a variação das ondas causadas pelo atrito do vento com a superfície livre do mar, interações não-lineares, ressonâncias, dissipações, atrito com o fundo e arrebentação (quebra) de ondas

Os processos físicos do modelo incluem a entrada de energia proveniente do vento, dissipação de energia devido à quebra de ondas e fricção com o fundo, refração, advecção e interações onda-onda quádruplas. Desde a versão 3.14 do modelo, descrita em Tolman (2009), opções para águas rasas vêm sendo incluídas na formulação, podendo o modelo ser aplicado em áreas costeiras.

A referida série de dados foi analisada para a plataforma continental adjacente à área de interesse, na coordenada 38.5° W, 3.5° S (WGS84), situado a aproximadamente 20 km da costa (Figura 3.1). Foram realizados cálculos estatísticos para estabelecer as alturas significativas (Hs), períodos (Tp) e direções (Dp) mais frequentes para a região, além de ondas com parâmetros extremos.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

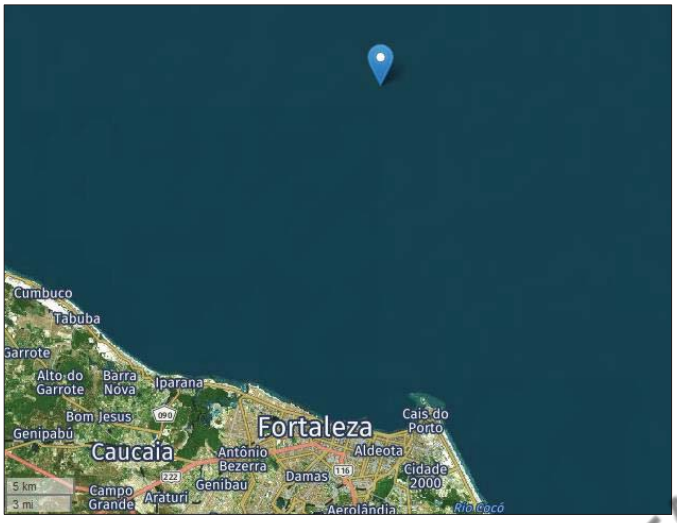


Figura 3.1. Ponto de análise de dados de ondas do modelo WaveWatch 3 (Tolman, 2009)

4.2. Resultados

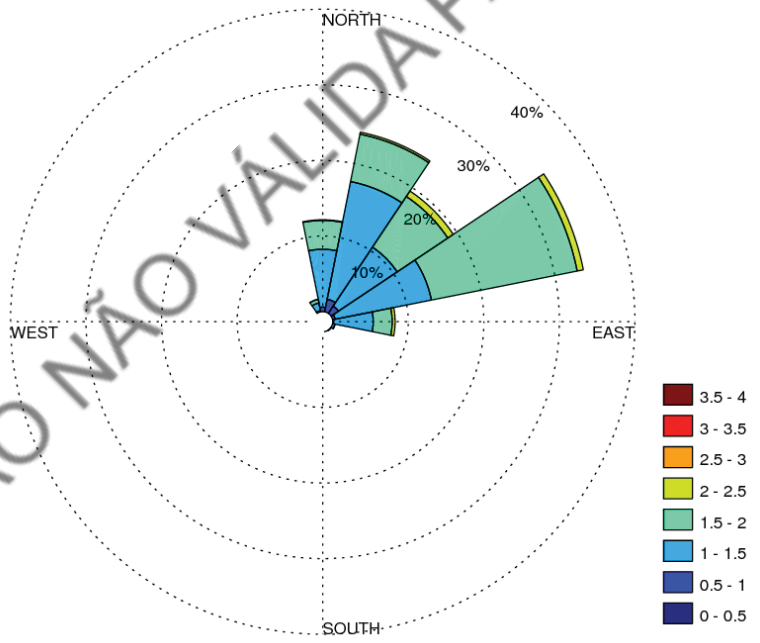
4.2.1. Clima de ondas

A análise da série temporal de 10 anos de dados, para a plataforma continental adjacente à área de interesse, permitiu o conhecimento dos principais parâmetros de ondas para a região. As Tabelas 4.1 e 4.2 e as Figuras 4.1 e 4.2 apresentam a análise estatística da série temporal.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Tabela 4.1. Distribuição direcional da altura significativa de ondas (m) do modelo WW3. Os valores grifados em vermelho representam as maiores ocorrências (direções predominantes: Nordeste e Leste).

		Ocorrência (%) de Alturas de Ondas (0m a 4m)								
	Alturas (m)	**0-0.5**	**0.5-1**	**1-1.5**	**1.5-2**	**2-2.5**	**2.5-3**	**3-3.5**	**3.5-4**	**TOTAL**
Direções	E	0,0	0,1	5,2	2,5	0,4	0,0	0,0	0,0	**8,2**
	ENE	0,0	0,3	13,0	19,7	0,8	0,0	0,0	0,0	**33,8**
	NE	0,0	1,2	9,4	8,1	0,9	0,0	0,0	0,0	**19,5**
	NNE	0,0	1,7	15,9	6,4	0,3	0,0	0,0	0,0	**24,2**
	N	0,0	0,6	7,6	3,8	0,1	0,0	0,0	0,0	**12,1**
	NNO	0,0	0,1	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,7**
	NO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	ONO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	OSO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SSO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SSE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	ESE	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,3**
	TOTAL	**0,0**	**4,1**	**52,2**	**40,9**	**2,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**100,0**



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 4.1. Rosa direcional das alturas significativas de ondas (m) do modelo WW3.

As direções predominantes de ondas foram nos quadrantes ENE (33,8%) e NNE (24,2%). As alturas predominantes foram de 1,0 m a 2,0 m (93,1%).

Tabela 4.2. Distribuição direcional do período de ondas (s) do modelo WW3. Os valores grifados em vermelho representam as maiores ocorrências (direções predominantes: Nordeste e Leste).

		Ocorrência (%) de Períodos de Ondas (0s a 24s)								
	Período (s)	**0-3**	**3-6**	**6-9**	**9-12**	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-24**	**TOTAL**
Direções	E	0,0	6,2	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,2**
	ENE	0,0	10,0	23,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**33,8**
	NE	0,0	0,4	18,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**19,5**
	NNE	0,0	0,0	12,0	7,9	3,2	1,0	0,1	0,0	**24,2**
	N	0,0	0,0	0,2	4,1	6,5	1,4	0,1	0,0	**12,1**
	NNO	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	0,3	0,0	0,0	**1,7**
	NO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	ONO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	OSO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SSO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SSE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	SE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	ESE	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,3**
	TOTAL	**0,0**	**16,9**	**56,8**	**12,7**	**10,8**	**2,6**	**0,2**	**0,0**	**100,0**

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

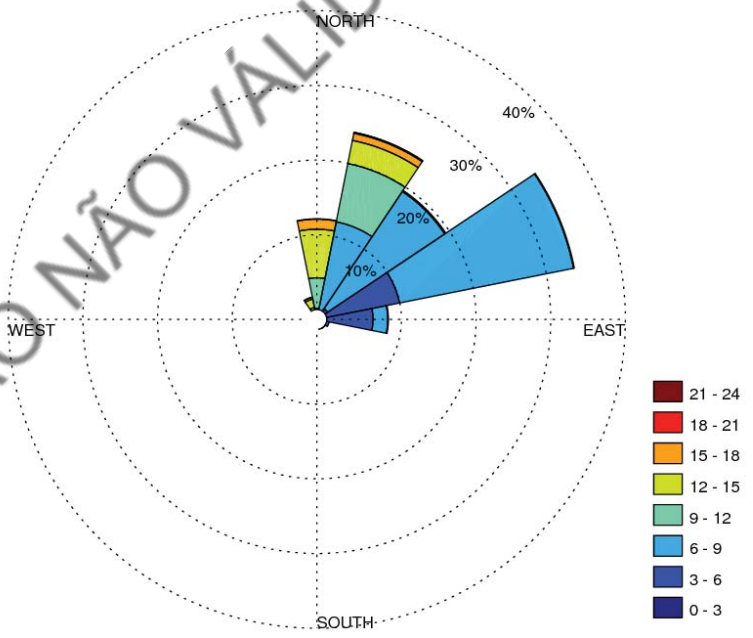


Figura 4.2. Rosa direcional dos períodos de ondas (s) do modelo WW3.

Os períodos predominantes foram de 6s a 9s (56,8%), 3 s a 6 s (16,9%) e 9 s a 12 s (12,7%).

4.2.2. Morfodinâmica

A caracterização geomorfológica do projeto está bem descrita e documentada na Caracterização da Área de Influência Direta do Estudo de Impacto Ambiental do projeto (Documento de Referência n° 8).

Em relação ao regime de ondas na região adjacente ao Porto de Mucuripe, em sua parte externa, Maia (1998) relatou uma média de altura de onda de 1,15 m com período médio de onda mais frequente de 5,7 s, associado à altura significativa. O autor identificou ainda o regime de mesomarés na região, observando dados entre maio/95 a junho/96, com amplitude máxima 3 m e mínima de 0,75 m.

Basicamente, os processos morfodinâmicos na região da Praia Mansa são regidos pelas ondas incidentes e pela forma com que os sedimentos são retrabalhados dentro da área de interesse. Neste contexto, 3 aspectos são de interesse principal para a investigação dos processos costeiros locais:

(i) as características de incidência das ondas na Praia Mansa, considerando o processo de difração sofrido pelas ondas ao atingirem o Espigão do Titã (Figura 4.3);

(ii) o processo de formação da Praia Mansa, considerando a variação da linha de costa ao longo das últimas décadas (Figura 4.4);

(iii) a posição do Canal de Acesso ao Porto de Mucuripe, considerando os futuros projetos de aprofundamento e alargamento (Figura 4.5).

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

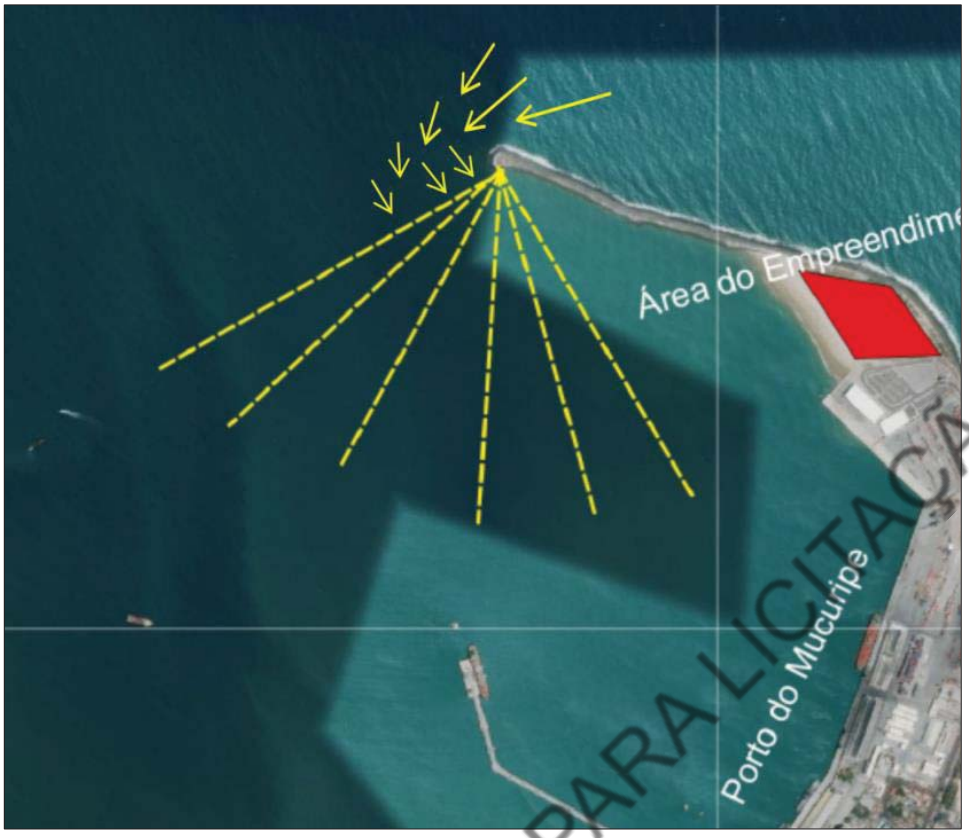
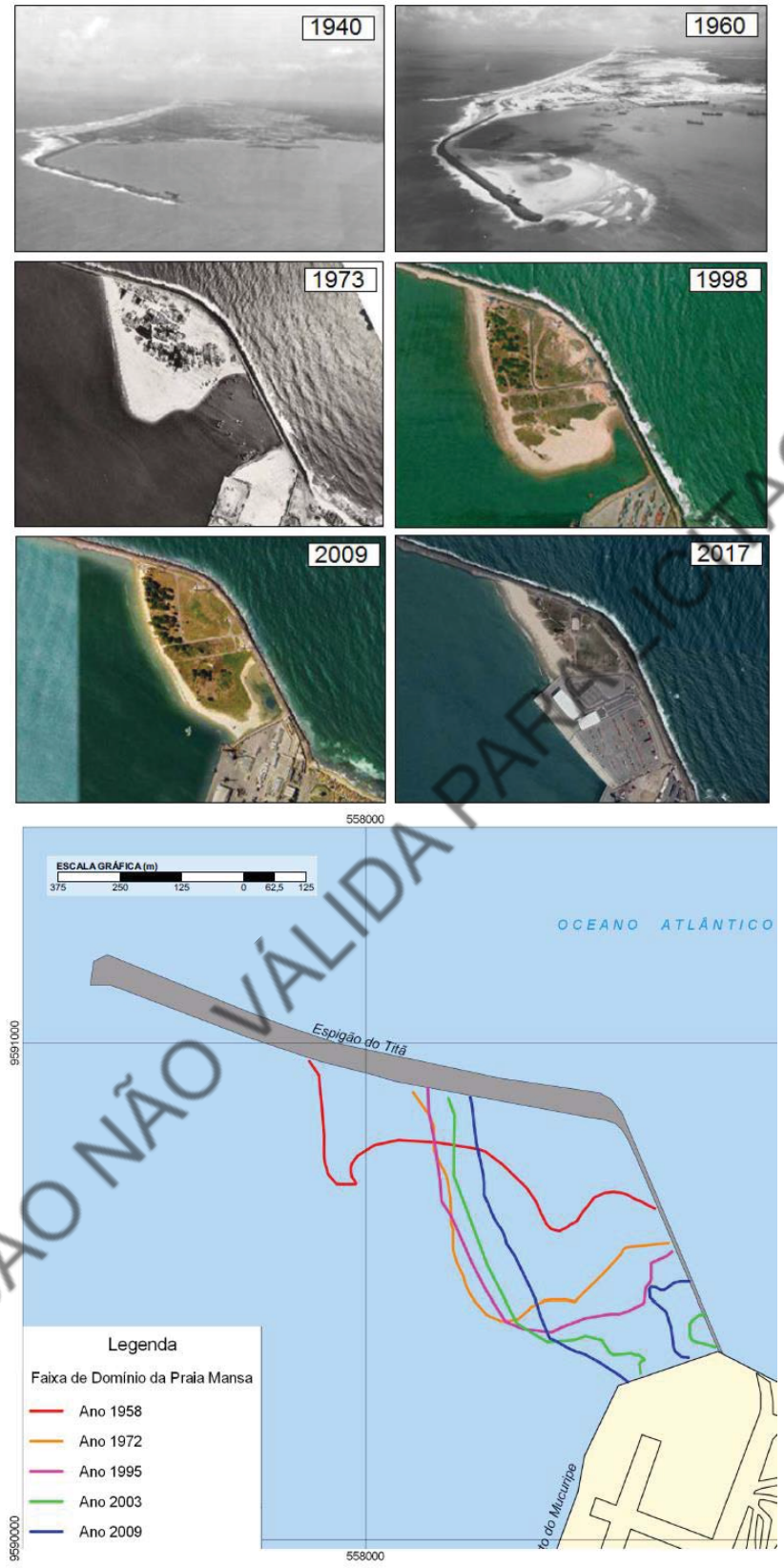


Figura 4.3. Esboço representando o processo de difração das ondas incidentes no Porto de Mucuripe (amarelo) na direção ao empreendimento na Praia Mansa (vermelho). Modificado de Documento de Referência n° 8.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA CITAÇÃO

Figura 4.4. Processo de formação da Praia Mansa, com a variação decadal da linha de costa. Modificado de Documento de Referência n° 8.

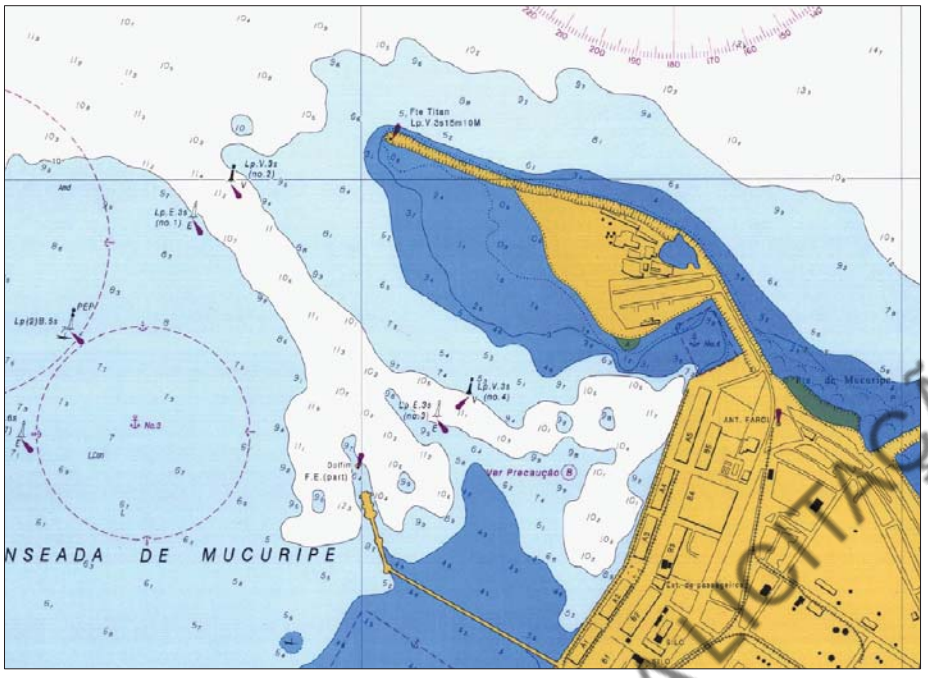


Figura 4.5. Recorte da Carta Náutica n° 701 mostrando o canal de acesso do Porto de Mucuripe, a ser aprofundado em projetos futuros.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Levando em consideração os aspectos supracitados, sobre a interpretação dos processos morfodinâmicos na região da Praia Mansa pode-se inferir que:

- O espigão do Titã, construído para formar a zona de abrigo do porto, protege a área da Praia Mansa das ondas de maior ocorrência na região, ondas incidentes do quadrante Leste e Nordeste.
- A corrente de deriva litorânea é de leste para oeste, em função das ondas dominantes na região. Correntes de deriva litorânea são correntes geradas por ondas e dependem da sua altura e do ângulo de incidência predominante em relação à linha de costa.
- Assim, o aporte de sedimentos resultante para a região também ocorre aproximadamente no sentido leste-oeste. Parte da carga vinda das regiões da Praia do Futuro e da Praia do Titanzinho é capaz de ultrapassar o espigão do Titã. Esta carga de sedimentos se torna disponível para a região, sendo que parte se deposita em bancos de areia adjacentes ao espigão (Figura 4.6).

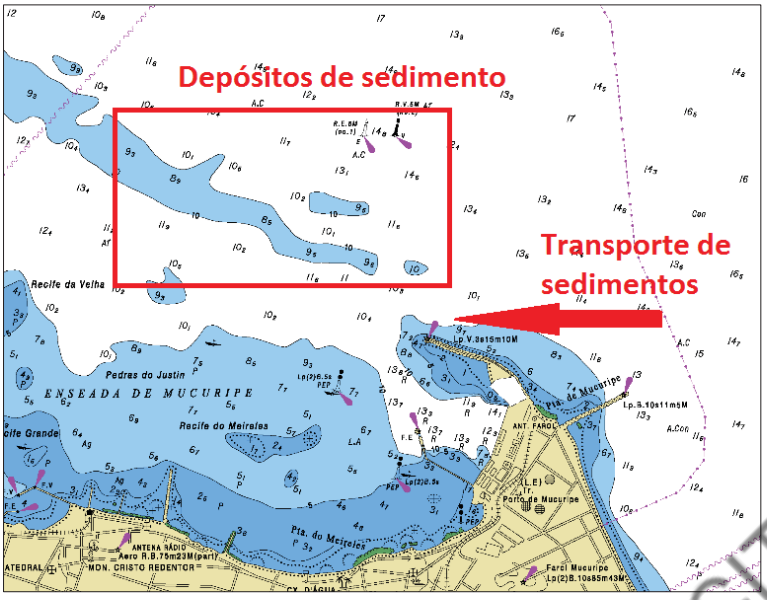


Figura 4.6. Recorte da Carta Náutica n° 701 mostrando os bancos adjacentes à Enseada de Mucuripe, depósitos de sedimentos oriundos do setor leste da costa de Fortaleza.

- O processo de difração das ondas, que contornam o espigão, transporta parte desta carga de sedimentos para o interior da Enseada do Mucuripe, Porto de Mucuripe e Praia Mansa. Esse transporte ocorre principalmente nas áreas mais rasas, onde as ondas tem capacidade de transporte. Ou seja, a tendência de parte do transporte de sedimentos na região é de contornar o espigão, disponibilizando sedimento para o processo de formação da Praia Mansa.
- Assim, parte do sedimento aportado pela corrente de deriva litorânea para a região é transportada para a parte interna do espigão. Outra parte é transportada para áreas com profundidades maiores (Figura 4.6), em que as ondas não conseguem mais retrabalhar o sedimento depositado.
- A partir do momento em que esse sedimento contorna o espigão para a área interna, mais abrigada, ele é lentamente transportado ao longo das partes mais rasas em direção à base do espigão. Esse processo ocorre principalmente pela ação das ondas que atingem a porção da ponta do espigão e pela sua difração, gerando correntes ao longo do banco depositado que vai sendo transportado para a parte interna (Figura 4.4).
- A partir da construção do espigão do Titanzinho em 1966, junto com a obra de prolongamento do espigão do Titã, há uma redução no aporte sedimentar

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

para a região do porto (Figura 4.4). Dessa forma, o sedimento que estava disponível em abundância na porção interna junto ao espigão do Titã, é lentamente transportado em direção à base do espigão, formando a praia Mansa.

- Em função da relativa baixa energia a qual a Praia Mansa está sujeita, ela se manteve relativamente estável na região, sofrendo mudanças na linha de costa com o espalhamento lateral de sedimentos e posterior construção do terminal de passageiros.
- A princípio, em função de suas características abrigadas em relação às principais ondas incidentes, a região da Praia Mansa não deve sofrer muitas alterações em sua dinâmica como consequência de eventual aprofundamento do Canal de Acesso ao Porto. Esse processo deve ser avaliado em detalhe através da modelagem numérica de propagação das ondas em diferentes cenários morfológicos.
- O aporte atual de sedimentos para a região, apesar de limitado em função da construção do espigão de Titanzinho e do prolongamento do espigão do Titã, não deve ser afetado pelo eventual aprofundamento do canal de acesso ao porto, uma vez que este não afetará a porção mais rasa nas adjacências do espigão. Desta forma, o aporte de sedimentos conduzido pela difração das ondas continua a chegar na Praia Mansa.
- Inegavelmente, trata-se de uma área de movimentação de sedimentos, portanto dinâmica. Neste tipo de área, qualquer atividade de exploração ou obra de engenharia pode afetar o equilíbrio dinâmico que a região atingiu ao longo de décadas. Deve ser levado em consideração também a redução no aporte de sedimentos para a Praia Mansa, a partir de 1966.
- As atividades de aprofundamento, se realizadas com agressividade à região interior do Porto, o estaqueamento ou peso das estruturas da Planta de Dessalinização podem contribuir na alteração das características físicas locais. Sondagens realizadas na fase de licenciamento podem auxiliar a interpretação geotécnica e morfodinâmica local.
- Neste contexto, é de essencial importância a realização de Monitoramento Topobatimétrico na região. Idealmente, devem ser levantados perfis

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

topobatimétricos transversais à praia com frequência bimestral, de preferência antes, durante e após as obras. Este procedimento, de custo reduzido, torna possível identificar e gerenciar possíveis alterações no ambiente e evitar grandes prejuízos aos recursos aplicados nas obras e impactos no meio ambiente.

4.3. Conclusões

- A praia Mansa se formou a partir da construção do espigão do Titã;
- Ao longo do tempo, recebeu sedimento que contorna o espigão em sua porção rasa;
- Processos hidrodinâmicos levaram ao transporte de sedimentos em direção ao interior da área do espigão;
- A partir da construção do espigão do Titanzinho e do prolongamento do espigão do Titã em 1966, o suprimento de sedimentos para a porção interna do espigão do Titã foi reduzido;
- Em função de suas características abrigadas, é uma praia de baixa energia e relativa baixa dinâmica;
- Obras de aprofundamento e alargamento do canal de acesso ao porto podem resultar em alterações nas ondas que atingem a praia. Essas alterações devem ser avaliadas no processo de licenciamento, uma vez que a alteração da altura e direção de incidência podem alterar o padrão de transporte de sedimentos e consequentemente a dinâmica da praia;
- O diagnóstico atual, baseado nas informações disponíveis, não aponta para instabilidades do sistema que poderiam comprometer a sua ocupação, principalmente nas suas porções mais elevadas.

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

5. ANÁLISE DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

5.1. Metodologia

Áreas costeiras planas e topograficamente baixas estão sujeitas a inundações em função de marés de sizígia, marés meteorológicas e por ondas mais energéticas. Esses efeitos dependem do nível do mar e as projeções futuras indicam que inundações devem ocorrer com maior intensidade e frequência no futuro (Oppenheimer & Alley, 2016).

O nível do mar é um índice bastante sensível das mudanças climáticas e de sua variabilidade. Com o aquecimento dos oceanos em resposta ao aquecimento global, as águas dos oceanos expandem e consequentemente existe uma elevação do nível do mar. O derretimento de geleiras em resposta à elevação das temperaturas também leva a um aumento do nível do mar com comportamento variado ao longo do planeta (Larour et al., 2017).

Não existem séries longas de nível do mar disponíveis para a região de interesse, assim, através de observações globais do nível do mar por altimetria de satélite (Topex/Poseidon--Jason-1, 2) foram estabelecidas as médias de elevação do nível do mar na região (Aviso Altimetry; Larour et al., 2017). Adicionalmente, considerando as projeções do nível do mar para as próximas décadas (e.g. IPCC, 2014; Nicholls & Cazenave, 2010; Oppenheimer & Alley, 2016; Rahmstorf, 2007), são estabelecidos valores projetados para as próximas décadas. Assim, essa análise é baseada em informações disponíveis em bancos de dados públicos (e.g. Aviso; NASA) e em projeções disponíveis na literatura.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5.2. Resultados – nível do mar

Com base em levantamentos bibliográficos e através de bancos de dados disponíveis a respeito da elevação do nível do mar, foram estabelecidas as taxas de elevação do nível do mar para a região de interesse, assim como projeções futuras do comportamento do nível do mar.

Os dados de altimetria por satélites demonstram uma elevação do nível médio global de +3,3±0,4 mm/ano, com 95% de intervalo de confiança (Figura 5.1), mas com grande variabilidade espacial (Figura 5.2). Para a região de interesse, os valores observados de elevação do nível do mar ao longo das últimas décadas ficam próximos à média global, ou seja, a taxa de elevação nas últimas décadas gira em torno de 3.3 mm.

Projeções globais do nível do mar para 2100 variam entre 0,44±0,17 m (RCP2.6) a 0,74±0,23 m (RCP8.5) (Church et al., 2013), com previsão de acréscimo contínuo por diversos séculos, independentemente dos esforços de redução nas emissões (Kopp et al., 2014). Assim, a elevação do nível do mar é causa de sérios prejuízos a regiões costeiras e essa tendência se intensificará ao longo das próximas décadas. Segundo projeções de Larour et al. (2017), a região está sujeita a elevação do nível do mar de aproximadamente 0,15 m até 2050.

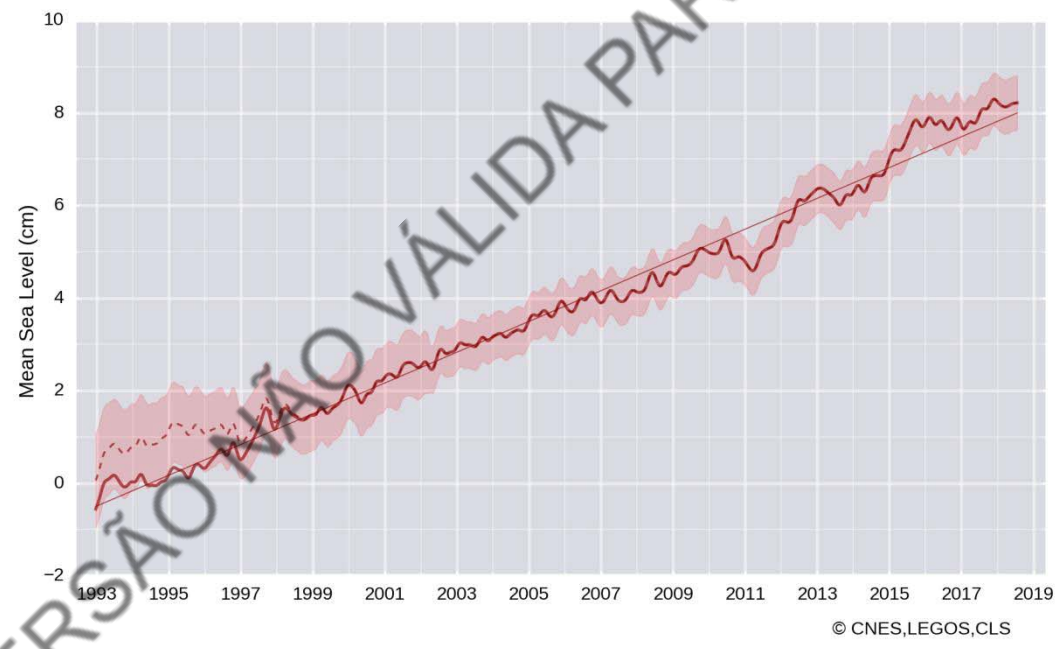


Figura 1.1. Variação do nível médio do mar de 1993 até o presente. Fonte: CNES,LEGOS,CLS.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

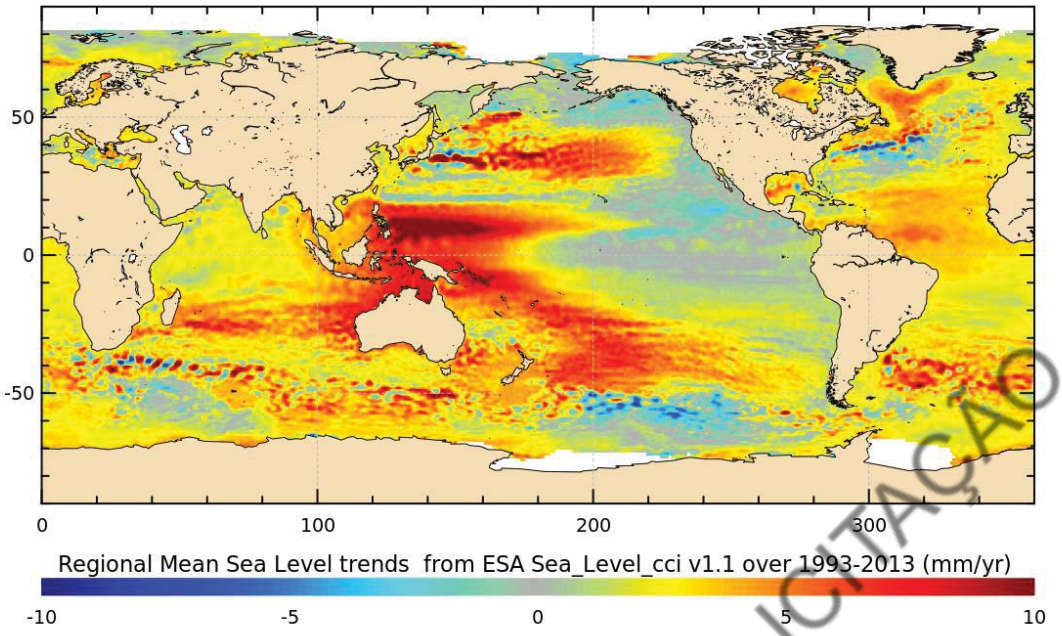


Figura 5.2. Tendência global de variação do nível do mar (mm/ano) de 1993 a 2013. Fonte: ESA.

Levando em consideração os aspectos supracitados, sobre o processo de elevação do nível do mar na região de interesse, pode-se inferir que:

- A elevação do nível do mar na região segue a tendência média global de elevação de 3,3±0,4 mm/ano.
- Projeções indicam tendências de elevação do nível do mar global até 2100 entre 0,44±0,17 m (RCP2.6) a 0,74±0,23 m (RCP8.5).
- Até 2050, projeções indicam elevação do nível do mar de 0,15 m para a região.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5.3. Sobrelavagem do espigão

De forma a estimar a sobrelavagem (*overtopping*) no espigão do Titã, um método empírico simples foi aplicado, considerando aproximações da característica do espigão, cenários de ondas incidentes e variação no nível do mar. Esses métodos preditivos possuem diversas limitações em suas aplicações e as estimativas devem ser consideradas

apenas como estando em um fator de 3 das taxas reais de sobrelavagem, com erros dentro de uma ordem de magnitude (Douglass, 1985). As taxas de sobrelavagem são bastante sensíveis a pequenas variações na geometria do espigão, batimetria local e clima de ondas. O método aqui aplicado é baseado nas formulações de Owen (1980), descritas em HR Wallingford (1999) para estruturas rugosas:

$$R_* = R_c/(T_m(gH_s)^{0.5})$$

$$Q_* = A\exp(-BR_*/r)$$

$$Q = Q_* T_m g H_s$$

Onde: R_c é a altura da crista do espigão acima do nível médio do mar (m)

H_s é a altura significativa das ondas na base do espigão (m)

T_m é o período médio das ondas na base do espigão (s)

r é o coeficiente de rugosidade, definido a partir de HR Wallingford (1999) para estruturas rochosas

g é a aceleração da gravidade (m/s^2)

A, B são coeficientes empíricos dependentes da geometria do espigão (definidos de acordo com HR Wallingford (1999) como sendo A = 1.09E-02; B = 28.7 para a geometria aproximada do espigão do Titã.

Q é a descarga média da sobrelavagem por metro de espigão (m^3/s/m)

Considerando a crista do espigão permeável, um fator de redução, C_r, deve ser definido como:

$$C_r = 3.06\exp(-\frac{1.5C_W}{H_s})$$

Onde C_W é a largura da crista do espigão (m). Quando C_W/H_s < 0.75, C_r = 1. Assim, quando se trata de espigão com superfície permeável, construído com blocos rochosos como o do Titã, o valor de Q deve ser multiplicado por esse fator de redução C_r.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

5.4. Resultados - sobrelavagem

Através do estabelecimento da geometria aproximada do espigão do Titã, obtida a partir do Relatório de Estudos Topográficos e da Planta do Levantamento Topográfico (Março 2018), de cenários de ondas incidentes e da variação da maré, foram estimados valores de sobrelavagem no espigão. Foram considerados cenários de maré alta e características de ondas máximas e médias, assim como cenário de elevação do nível do mar e consequente redução na altura livre do espigão. As estimativas consideram que a crista do espigão possui aproximadamente 3,5 m acima do nível médio do mar e declividade de aproximadamente 1:3 e largura da crista de 5 m. Para as estimativas, valores máximos de altura da maré astronômica foram considerados, ou seja, com a variação máxima da maré definida como sendo de 3 m, preamar de sizígia significa 1,5 m acima do nível médio do mar. Esse nível foi considerado para que os cenários simulados considerem níveis extremos de maré astronômica. A Figura 5.3 apresenta de forma esquemática os parâmetros utilizados nas estimativas. Os resultados das estimativas de sobrelavagem são apresentados na Tabela 5.1, para cenário de ondas extremas e médias, com nível do mar atual e elevação de 0,15 e 0,30 m.

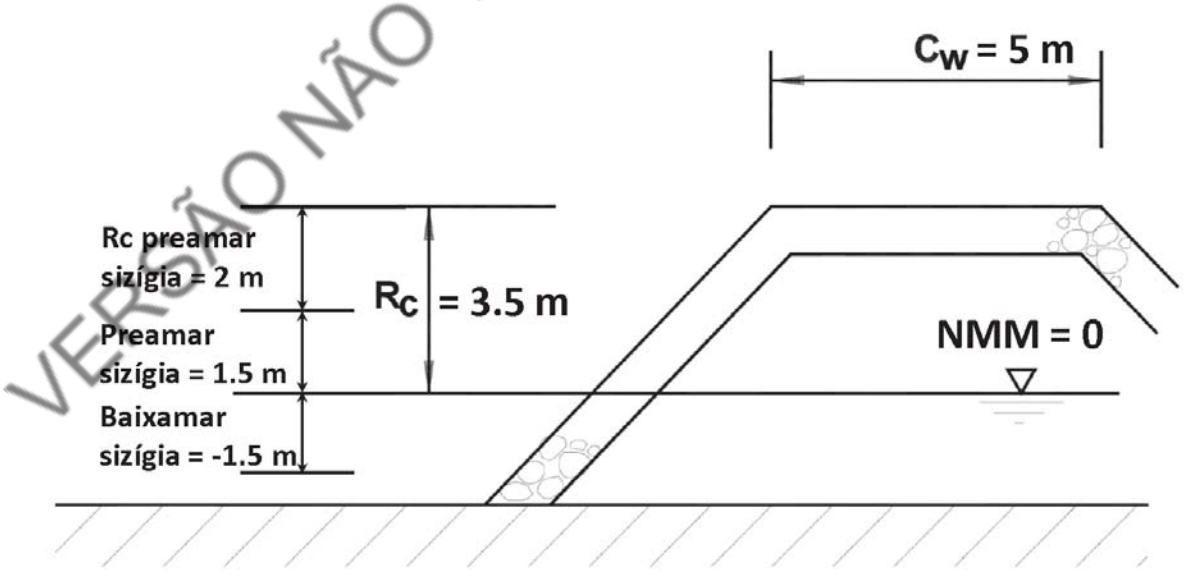


Figura 5.3. Figura esquemática representando os parâmetros utilizados nas estimativas de sobrelavagem.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Tabela 5.1. Resultados das estimativas de sobrelavagem para o espigão do Titã. $Q_{reduzido}$ é o volume de sobrelavagem corrigido com a aplicação do fator de correção (C_r).

	R_c (m)	H_s (m)	T (s)	$Q_{reduzido}$ (m^3/s/m)
Onda média	2,00	1.15	5.7	0,00
Onda máxima	2,00	2.5	13	0,21
Onda média NMM + 0,15 m	1,85	1,15	5.7	0,00
Onda máxima NMM + 0,15 m	1,85	2.5	13	0,22
Onda média NMM + 0,3 m	1,70	1,15	5.7	0,00
Onda máxima NMM + 0,3 m	1,70	2.5	13	0,24

A partir da análise da aplicação da formulação empírica de sobrelavagem, observamos que:

- Os resultados indicam que apesar da redução da altura da crista do espigão em função do aumento do nível do mar, para condições de ondas médias, não ocorrem eventos de sobrelavagem com a configuração atual do espigão.

- Para ondas extremas, existe a sobrelavagem na situação de nível do mar atual, e um aumento gradual nos cenários que consideram a elevação do nível do mar.

- A elevação do nível do mar em 0,15 m implica em um aumento de 4,6 % no volume de água sobrelavada pelas ondas no espigão, passando de 0,21 para 0,22 m^3/s/m sobre o espigão.

- A elevação de 0,30 m no nível do mar aumenta em 14,3 % o volume de água sobrelavada, passando de 0,21 para 0,24 m^3/s/m sobre o espigão.

- No entanto, esses valores são o resultado para ondas extremas, aqui consideradas a partir da análise do clima de ondas ao largo, sem considerar a sua transformação ao longo da propagação até o espigão. Ou seja, as

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

estimativas são baseadas em ondas superestimadas para a região, de forma a considerar situações extremas. Essas ondas extremas, conforme observado na análise do clima de ondas (Tabela 4.1 e 4.2), ocorrem ao largo com frequência de 2,5 %, ou seja, em torno de 9 dias ao ano.

- A análise é realizada através da aplicação de formulações empíricas simplificadas, que fornecem uma estimativa da ordem de grandeza do volume da sobrelavagem. O clima de ondas também foi considerado como sendo constante ao longo das próximas décadas.

- Posteriormente, recomenda-se a aplicação de modelos numéricos específicos para a avaliação da sobrelavagem no espigão do Titã.

5.5. Conclusões

- A região apresenta tendências de elevação do nível do mar dentro da média global.
- Considerando as projeções de elevação do nível do mar, na Praia Mansa, futuras obras de contenção poderão ser necessárias para a manutenção da linha de costa. Estudos específicos serão necessários para apontar a melhor solução.
- Essas questões são as mesmas que se aplicam para qualquer região costeira baixa. Adaptações serão necessárias para a sua manutenção ao longo das próximas décadas.

- A variação relativa apresentada para a elevação do nível do mar indica que apesar do aumento do volume de água sobrelavada, a configuração atual do espigão promove a proteção da área abrigada da Praia Mansa ao longo das próximas décadas.

- Considerando a topografia local e proteção pelo espigão do Titã, caso exista uma aceleração no aumento do nível do mar e/ou alterações no clima de

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ondas, adaptações poderão ser necessárias para a manutenção da estrutura ao longo das próximas décadas.

- Estudos específicos indicarão as melhores soluções, como por exemplo, a construção de estrutura elevada para a maior durabilidade e vida útil; aumento da elevação vertical da estrutura do espigão para a contenção de ondas, cuja sobrelavagem pode atingir a estrutura.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

6. ANÁLISE DA DISPERSÃO DA PLUMA SALINA

6.1. Metodologia

Plantas de dessalinização têm como subproduto operacional a geração de concentrados hipersalinos, tipicamente com o dobro da concentração da água do mar captada, também chamados de salmouras. Este concentrado é lançado no mar por meio de emissários submarinos, com distância e posicionamento suficiente para reduzir impactos ambientais. No presente caso, foi modelada a dispersão de uma substância com as características indicadas pela contratante, projetadas para lançamento na região costeira adjacente ao empreendimento.

As premissas que deverão ser levadas em conta no projeto conceitual do empreendimento podem ser definidas com base em estudos pretéritos de projetos semelhantes. Neste contexto, este estudo analisou experiências pretéritas no mundo, para conceituar o comportamento esperado da pluma no oceano. Posteriormente, foi realizada uma modelagem simplificada no campo próximo com características planejadas para o descarte, visando posicionar presente projeto frente aos conceitos já observados mundialmente.

Para a modelagem simplificada foram analisados estudos pretéritos de caracterização ambiental local, visando listar os parâmetros oceanográficos característicos disponíveis. A partir destes dados, foram especificados cenários ambientais típicos da região, sendo posteriormente aplicado um modelo numérico de simulação no campo próximo. Esta metodologia permite caracterizar, simplificadamente, a dispersão dos descartes no ambiente marinho.

O sistema de modelagem numérica aplicado foi o Visual Plumes (VP), disponibilizado pela Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA - United States Environmental Protection Agency). O VP é uma evolução da versão Plumes, com ferramentas que permitem a entrada das características do meio ambiente a ser simulado e das características do fluido descartado.

Na interface do modelo existem diferentes modelos de dispersão em campo próximo da pluma de emissários submarinos, dentre eles o UM3 e o NRFIELD. O UM3 é um modelo baseado na teoria PAE (Projected Area Entrainment), aplicado a descargas em uma

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

ou múltiplas portas. O UM3 está escrito em linguagem Delphi Pascal e calcula a taxa com que a massa é incorporada à pluma por meio do carreamento forçado, devido à presença das correntes e do carreamento de Taylor.

Os cálculos são feitos no modelo para o estado estacionário. Juntamente à combinação do referencial lagrangeano, implica-se no cálculo de sucessivos elementos de pluma seguindo a mesma trajetória. Esses elementos de pluma sucessivos que foram formados permanecem invariáveis até a formação da pluma como um todo, pois considera-se que a escala de tempo em que a pluma se forma é bem menor do que a escala de tempo das mudanças das condições ambientais e da descarga dos emissários (Frick et al., 2003). A equação abaixo que descreve a formulação que governa o modelo UM3, sendo que o primeiro termo corresponde ao carreamento forçado e o segundo ao carreamento de Taylor:

$$\frac{dm}{dt} = -\rho \overline{A}_p . \overline{U} + \rho A_T \nu_T$$

onde dm/dt é a taxa com que a massa é incorporada à pluma, ρ é a densidade local do ambiente; A_p é a área projetada; U é a velocidade da corrente na direção normal da área projetada; A_T é a área de contato lateral da pluma com o ambiente; e vt é a velocidade da pluma.

O modelo NRFIELD é baseado nos estudos de Roberts (1979 e 1989), o qual descreve abordagens para descarga por difusores multiportas em ambientes estratificados ou homogêneos, com variações nas velocidades de corrente e características geométricas do sistema de descarte. Nesses estudos, foram elaboradas formulações empíricas consistentes, baseadas em análise dimensional, argumentos de escalas de comprimento e extensivos experimentos em laboratório.

Na formulação do modelo, estão envolvidas as variáveis de fluxos cinemáticos de volume, momentum, e empuxo. Quando as portas do difusor estão muito espaçadas entre si, predominam as características de descargas individuais. A formulação geral segue as equações abaixo:

$$Q_p = u_p A \quad , \quad M = u_p Q_p \quad , \quad B = g_e' Q_p \quad , \quad g_e' = g\frac{\Delta\rho}{\rho_a}$$

onde Q_p é o fluxo inicial de volume (descarga individual da porta), u_p é a velocidade de saída da porta, A é a área da porta, g_e é a aceleração da gravidade modificada (também

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

denominada gravidade reduzida), $\Delta p/p_a$ é a diferença entre as densidades do efluente e da água no ambiente na profundidade da porta.

A formulação considera ainda as escalas de comprimento para as condições de fonte pontual definidas por Wright et al. (1984) e o parâmetro adimensional F, definido por Roberts (1979). Por meio de análises dimensionais, utilizando resultados empíricos através de experimentos, puderam ser obtidos a partir dessa formulação geral, os valores dos parâmetros de saída (diâmetro da pluma, diluição, distância horizontal da fonte, altura de elevação da pluma, dentre outros).

A capacidade do VP de integrar resultados de modelos, e exibir os resultados de forma gráfica, contribui para o entendimento dos processos de dispersão da pluma no campo próximo (Frick et al., 2003). A diluição da substância descartada, a distância horizontal da pluma em relação à fonte e a elevação da pluma na coluna d'água são alguns dos principais resultados disponibilizados. O NRFIELD também apresentou resultados satisfatórios nos estudos de Roberts et al. (2002) para o emissário de Boston (EUA).

Portanto, para caracterizar simplificadamente o comportamento da pluma salina descartada pelo empreendimento, foi aplicada a seguinte metodologia:

1. Especificação do sistema de descarte e fluido: projeção do empreendimento
2. Identificação de parâmetros ambientais típicos: Documentos de Referência nº 1 e 4
3. Simulação no modelo Visual Plumes

6.2. Resultados

6.2.1. Comportamento da pluma no oceano

O comportamento da pluma salina no oceano varia principalmente com a posição do difusor e condições ambientais (especialmente velocidade de correntes). No entanto a ordem de grandeza da diluição e dispersão horizontal da pluma é semelhante para a grande maioria dos casos. No estudo do comportamento de plumas de salmouras em ambientes aquáticos, duas regiões de diferente comportamento devem ser consideradas: o campo próximo e o campo distante.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

O campo próximo é caracterizado por alta diluição inicial, dependendo da configuração da descarga da salmoura e características ambientais. O fluxo e mistura são dominados por escalas pequenas (de metros e minutos). O campo distante está localizado em áreas afastadas do ponto de descarte, onde a salmoura se comporta como uma corrente de gravidade e flui na direção do fundo marinho (Palomar et al., 2012). Neste campo, a diluição da salmoura é pequena e depende de condições ambientais e diferenças de densidade. O fluxo e mistura são dominados por escalas grandes (quilômetros e horas).

Pankratz (2009) também apresenta valores típicos de diluição horizontal de fluidos hipersalinos característicos descartados no oceano (Figura 6.1). Ressalta-se que, após o descarte, não ocorre reconcentração do fluido, pois o processo de entranhamento promove a diluição do fluido conforme o mesmo percorre regiões com menor concentração de sal.

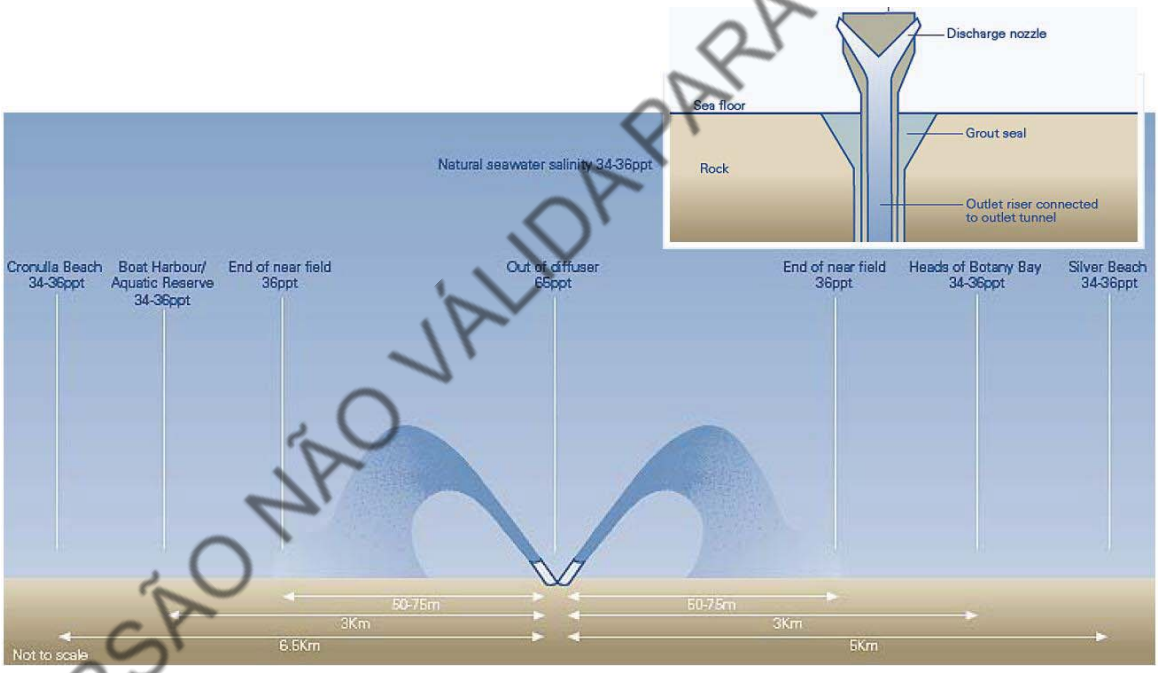


Figura 6.1. Valores típicos da diluição de salmouras no ambiente marinho. Fonte: Pankratz (2009).

O estudo mais recente publicado sobre os impactos de descarga de salmouras no mundo é o de Clark et. al (2018). Os autores avaliaram os impactos da descarga no ambiente, principalmente com base em análises em invertebrados marinhos. Observou-se que os impactos se estenderam até 100 m de distância do ponto de descarte, e que salinidade, temperatura e predação por peixes não foi o principal agente de impacto. Os autores ressaltam que os impactos principais foram causados pelo aumento na intensidade

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

do fluxo local, pela pressão dos difusores, de forma que as alterações hidrodinâmicos devem ser avaliadas, caso haja comunidades sensíveis no habitat. A Figura 6.2 resume as conclusões do estudo.

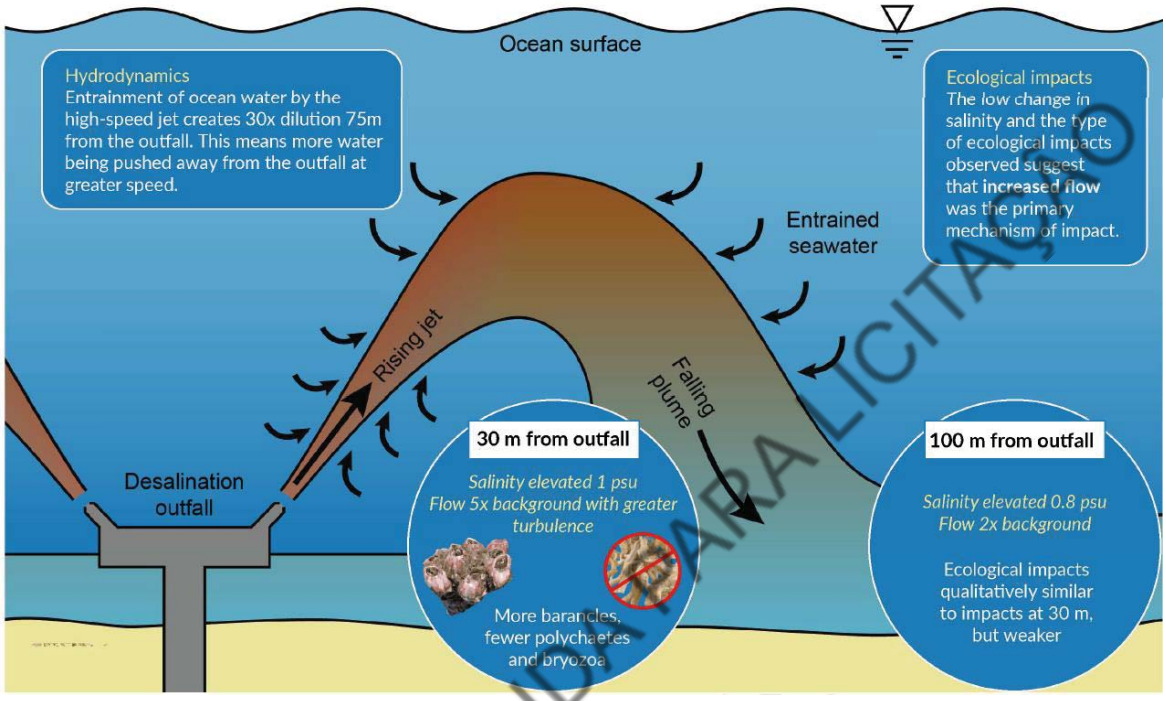


Figura 6.2. Impactos na descarga de salmouras observados por estudo recente (Clark et. al, 2018).

Outros exemplos no mundo podem ser utilizados como base para a análise da diluição da salmoura no ambiente marinho. Botelho et al (2012) modelou as características da Descarga da Planta de Desalinização (DPD) de Port Bonython (Australia), considerando diferentes métodos de integração entre o campo próximo e o campo distante. Observa-se na Figura 6.3 a caracterização da descarga de salmoura, sendo gradualmente diluída e não havendo aumento de concentração de sal em áreas distantes do ponto de descarte.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

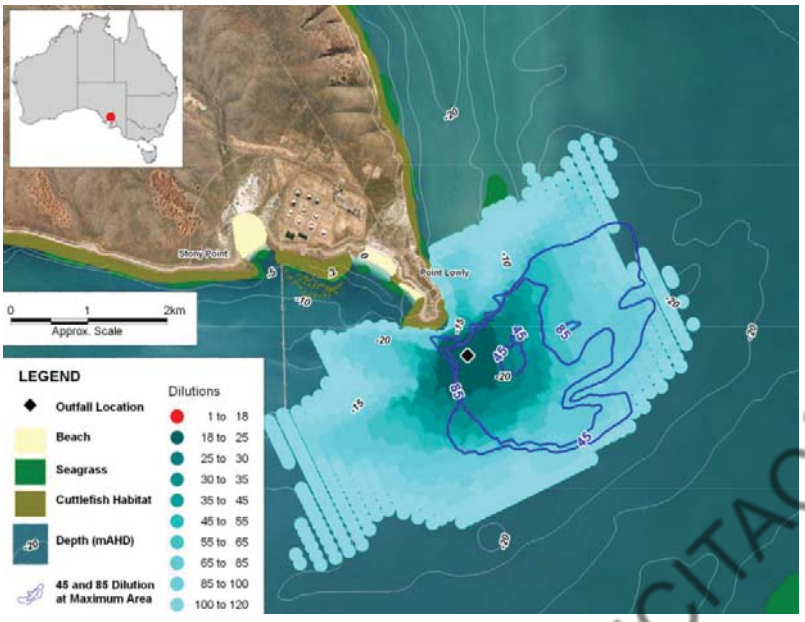


Figura 6.3. Diluição da Descarga da Planta de Dessalinização de Port Bonython - Australia, modelada em modelos numéricos de campo próximo e distante. Fonte: Botelho et al (2011)

O comprimento dos emissários de salmoura varia conforme as características ambientais locais. Normalmente, regiões com maior capacidade de dispersão da salmoura (com correntes e marés mais intensas, por exemplo) necessitam de emissários com menor distância da costa. Na Planta de Dessalinização de Bari (Itália), os estudos de Malcangio & Petrillo (2009) concluíram que a solução ambientalmente favorável seria posicionar o descarte de salmoura juntamente a um emissário preexistente, localizado a aproximdamente 900m da linha de costa. Já o emissário de Port Bonython foi planejado para localizar-se a 600m da costa. (Botelho et. al, 2011).

6.2.2. Cenários simulados

Para todos os cenários simulados neste estudo, as características da salmoura e do sistema de descarte do empreendimento foram aproximados para os seguintes valores:

- Diâmetro dos dispersores: 280 mm (28 cm)
- Elevação (a partir do fundo) dos dispersores: 0 m
- Ângulo vertical dos dispersores: 45º
- Ângulo horizontal dos dispersores: 45º

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

- Número de dispersores: 8
- Espaçamento entre dispersores: 1 m
- Profundidade dos dispersores: 7 m
- Vazão da salmoura: 4413,2 m³/h (1,225 m³/s)
- Salinidade (concentração) da salmoura: 72811,64 mg/l (ppm)
- Temperatura da salmoura: igual à do ambiente (adotado 28,25 ºC)
- Limite horizontal 1 (acute): 50 m
- Limite horizontal 2 (chronic): 200 m

A partir da análise dos estudos de caracterização oceanográfica, foram definidos 4 cenários ambientais para simulação, compostos pelos seguintes parâmetros:

Tabela 6.1. Parâmetros ambientais para entrada no modelo de dispersão em cada cenário.

Cenários	**Velocidade de corrente (m/s)**	**Direção de corrente (º)**	**Salinidade do ambiente (psu)**	**Temperatura do ambiente (ºC)**
Cenário 1 - velocidade homogênea máxima (O)	1,00	270,0	36,95	28,25
Cenário 2 - velocidade homogênea média (O)	0,5	270,0	36,95	28,25
Cenário 3 - velocidade homogênea máxima (NO)	1,00	315,0	36,95	28,25
Cenário 4 - velocidade homogênea média (NO)	0,5	315,0	36,95	28,25

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Observações sobre a determinação dos parâmetros ambientais:

- **Salinidades:** foi adotada a salinidade mínima observada pelo levantamento apresentado no Documento de Referência nº 1 (estação 7)

- **Temperaturas:** foi adotada a temperatura mínima observada pelo levantamento apresentado no Documento de Referência nº 1 (estação 18)

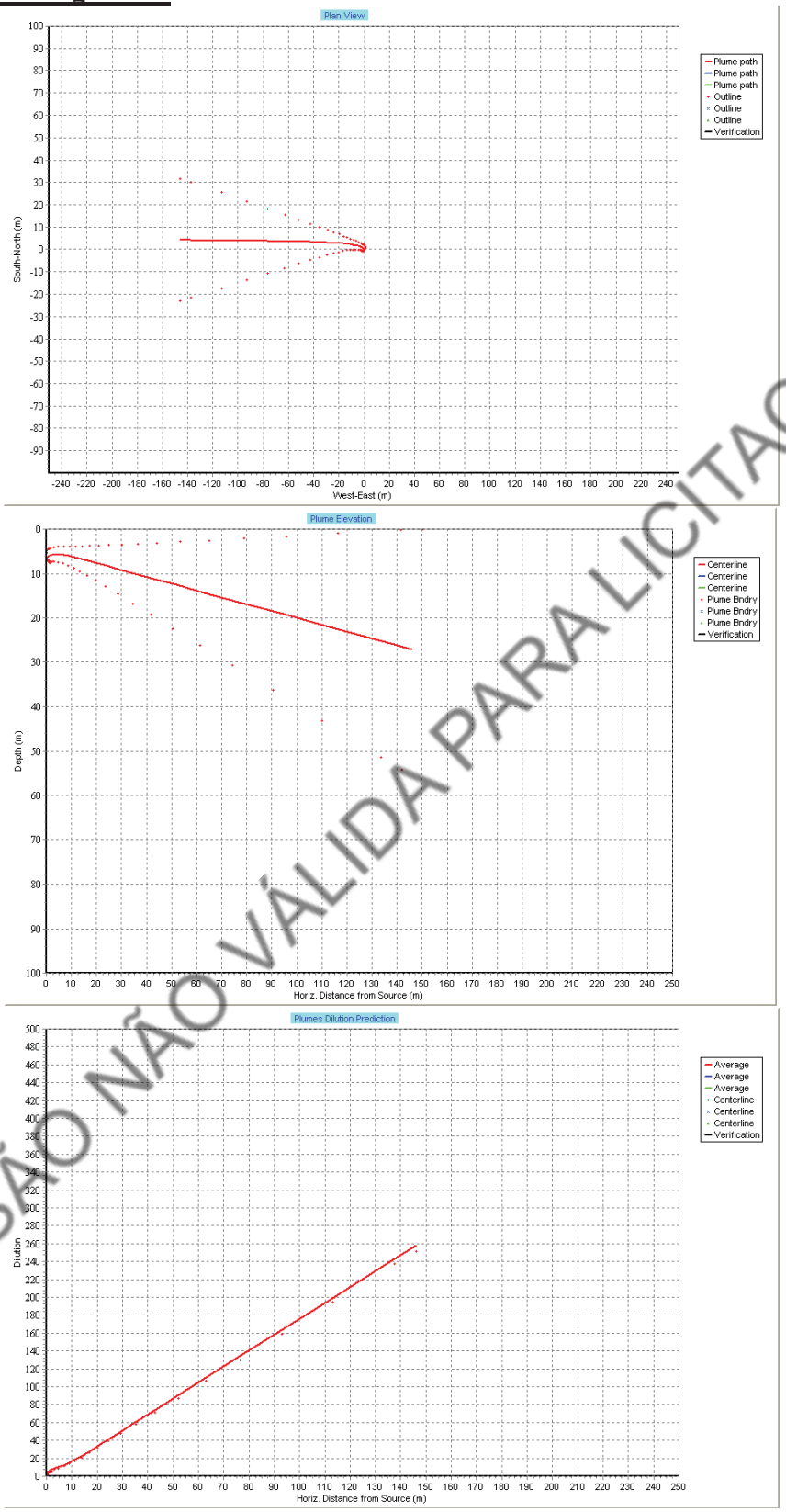
- **Velocidades:** velocidades observadas em campo (Documento de Referência nº 4) não apresentaram grandes variações para os períodos de quadratura e sizígia, apesar de poucos dias amostrados. Portanto, foram adotadas aproximadamente as velocidades máximas e médias para a simulação. Foram analisadas velocidades homogêneas na coluna d'água. Em relação às direções, foram adotados os valores predominantes observados em campo (270º a 315º - sentido horário em relação ao norte geográfico), as quais corroboram a animação enviada pela contratante para o período de outubro de 2009.

6.2.3. Resultados do modelo

A definição das características do fluido hipersalino (salmoura) e os parâmetros ambientais locais permitiu a realização de simulações em 4 cenários característicos da região costeira adjacente ao Porto de Fortaleza - CE. As figuras a seguir ilustram graficamente os resultados obtidos. O sistema de modelagem Visual Plumes ainda fornece os resultados das simulações em formato de tabelas, para quantificação da dispersão da salmoura em ambiente marinho.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

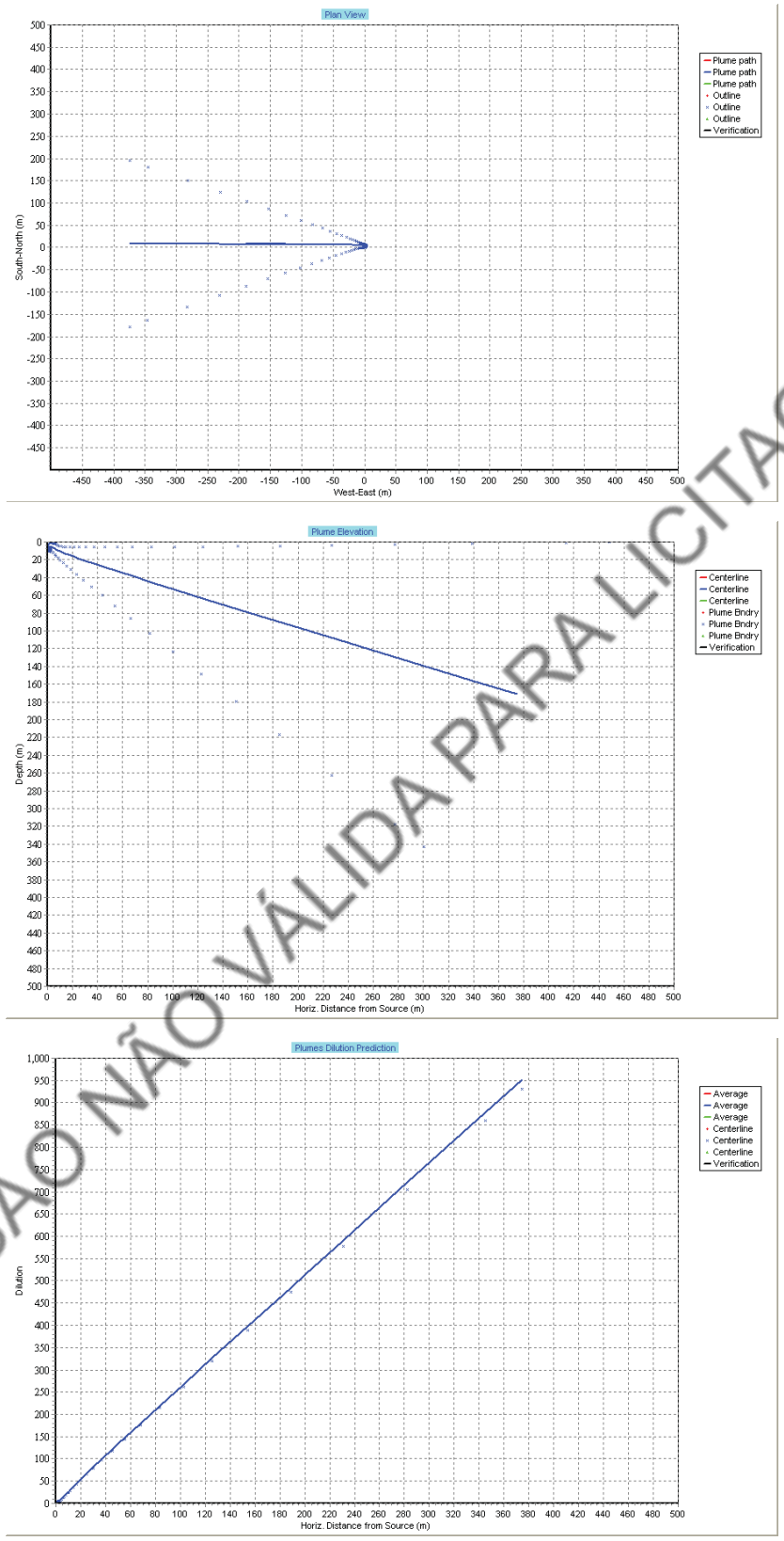
Cenário 1 - gráficos



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.4. Resultados do Cenário 1. Dispersão horizontal (sup.), representando o deslocamento horizontal da pluma (em metros) no sentido oeste. Dispersão vertical (meio) representando o deslocamento da pluma para áreas mais profundas. A diluição horizontal da pluma (inf.), representando a diluição da pluma conforme se afasta horizontalmente do ponto de descarte.

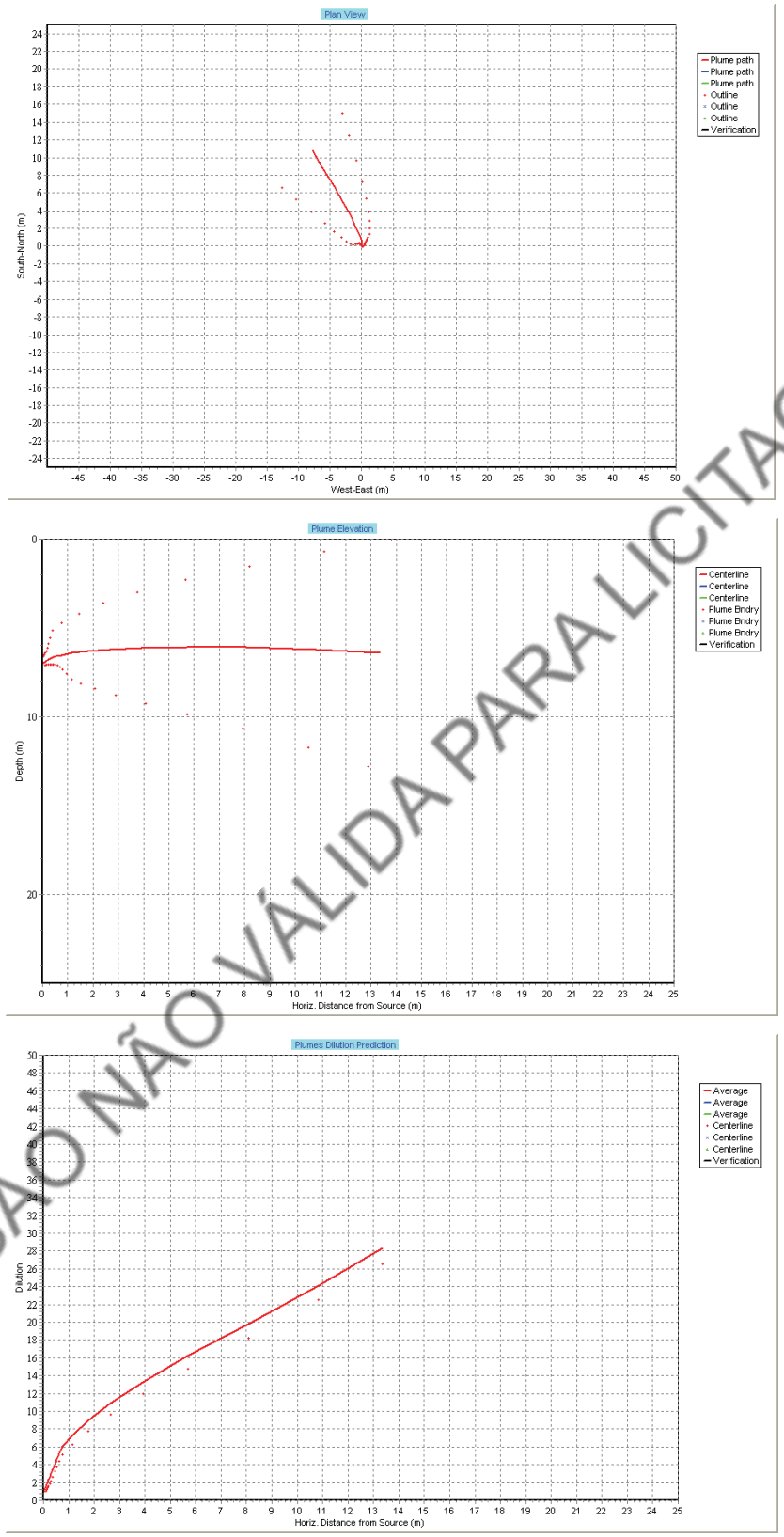
Cenário 2 - gráficos



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.5. Resultados do Cenário 2. Dispersão horizontal (sup.), representando o deslocamento horizontal da pluma (em metros) no sentido oeste. Dispersão vertical (meio) representando o deslocamento da pluma para áreas mais profundas. A diluição horizontal da pluma (inf.), representando a diluição da pluma conforme se afasta horizontalmente do ponto de descarte.

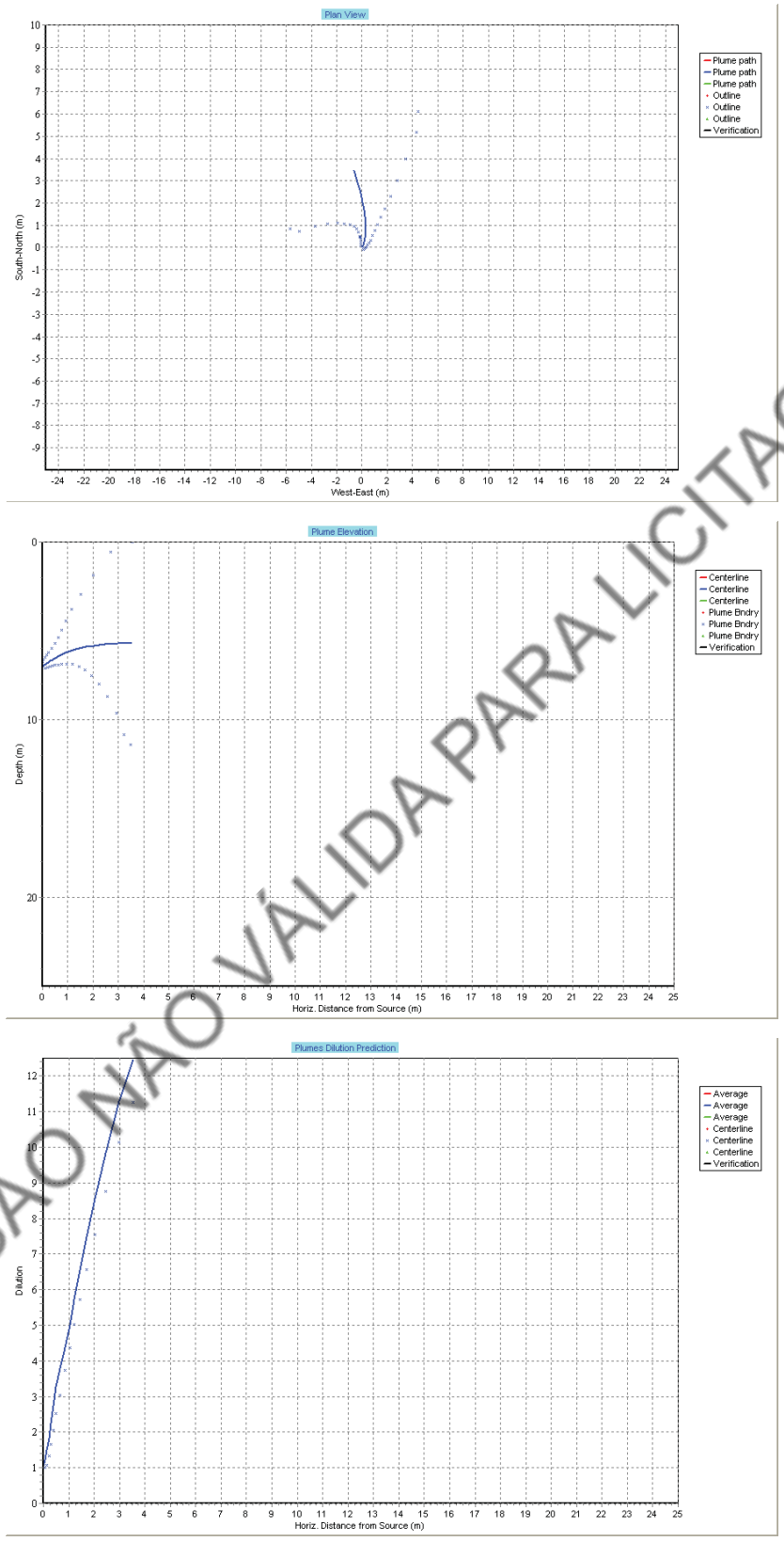
Cenário 3 - gráficos



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.6. Resultados do Cenário 3. Dispersão horizontal (sup.), representando o deslocamento horizontal da pluma (em metros) no sentido noroeste. Dispersão vertical (meio) representando o deslocamento da pluma para áreas de produndidade semelhante. A diluição horizontal da pluma (inf.), representando a diluição da pluma conforme se afasta horizontalmente do ponto de descarte.

Cenário 4 - gráficos



VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

Figura 6.7. Resultados do Cenário 4. Dispersão horizontal (sup.), representando o deslocamento horizontal da pluma (em metros) no sentido norte. Dispersão vertical (meio) representando o deslocamento da pluma para áreas de produndidade semelhante. A diluição horizontal da pluma (inf.), representando a diluição da pluma conforme se afasta horizontalmente do ponto de descarte

Cenário 1 - tabela

Step	Corrente	Profund. da Pluma	Salinidade da Pluma	Tamanho da Pluma	Diluição
	(m/s)	(m)	(ppu)	(m)	()
1	1.0	7.0	72.1	0.00	1.02
29	1.0	6.9	58.3	0.11	1.70
57	1.0	6.8	52.7	0.19	2.32
60	1.0	6.7	52.3	0.21	2.37
71	1.0	6.6	50.9	0.27	2.61
100	1.0	6.5	47.5	0.04	3.45
149	1.0	6.1	43.3	0.99	5.74
189	1.0	5.7	40.6	4.40	10.05
200	1.0	5.8	39.9	6.88	12.44
298	1.0	12.3	37.4	50.02	86.78
300	1.0	12.6	37.4	51.98	90.29
353	1.0	27.1	37.1	145.96	257.90

No cenário 1, a dispersão da pluma da salmoura ocorreu predominantemente no sentido oeste. A salinidade da pluma atingiu o limite de 50 m de distância com diluição de 86.78, com valores de salinidade de 37.3, bastante próximos ao encontrado naturalmente no ambiente. A pluma atingiu a superfície na distância horizontal aproximada de 146 m dos dispersores.

Cenário 2 - tabela

Step	Corrente	Profund. da Pluma	Salinidade da Pluma	Tamanho da Pluma	Diluição
	(m/s)	(m)	(ppu)	(m)	()
1	0.5	7.0	72.1	0.01	1.02
55	0.5	6.5	49.5	0.40	2.90
85	0.5	5.9	46.2	0.89	3.97
100	0.5	5.7	45.3	1.08	4.40
178	0.5	5.3	43.4	2.15	5.65
200	0.5	5.3	43.2	2.52	5.91
265	0.5	6.7	40.6	4.61	10.17
300	0.5	9.4	38.8	8.21	20.37
395	0.5	30.6	37.2	50.27	133.80
400	0.5	33.0	37.2	55.67	147.80
434	0.5	57.8	37.1	111.35	289.80
463	0.5	96.6	37.0	200.56	514.60
494	0.5	171.5	37.0	374.30	950.80

No cenário 2, a dispersão da pluma da salmoura ocorreu predominantemente no sentido noroeste. A salinidade da pluma atingiu o limite de 50 m de distância com diluição de 133.8, com valores de salinidade de 37.2, bastante próximos ao encontrado

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

naturalmente no ambiente. A pluma atingiu a superfície na distância horizontal aproximada de 374 m dos dispersores.

Cenário 3 - tabela

Step	Corrente	Profund. da Pluma	Salinidade da Pluma	Tamanho da Pluma	Diluição
	(m/s)	(m)	(ppu)	(m)	()
1	1.0	7.0	72.1	0.00	1.02
35	1.0	6.9	56.2	0.15	1.89
65	1.0	6.8	49.8	0.27	2.84
68	1.0	6.7	49.4	0.29	2.94
76	1.0	6.7	48.1	0.34	3.28
100	1.0	6.6	45.0	0.52	4.55
124	1.0	6.5	42.6	0.86	6.53
173	1.0	6.1	39.1	6.36	17.23
198	1.0	6.4	38.3	13.36	28.28

No cenário 3, a dispersão da pluma da salmoura ocorreu predominantemente no sentido noroeste. A salinidade da pluma atingiu a superfície a aprox. 13,3 m de distância dos dispersores, com valores de salinidade de 38,2, pouco acima dos valores encontrados naturalmente no ambiente, com diluição de 28,28.

Cenário 4 - tabela

Step	Corrente	Profund. da Pluma	Salinidade da Pluma	Tamanho da Pluma	Diluição
	(m/s)	(m)	(ppu)	(m)	()
1	0.5	7.0	72.1	0.01	1.02
59	0.5	6.6	48.3	0.48	3.23
96	0.5	6.1	43.7	1.14	5.43
100	0.5	6.1	43.4	1.22	5.73
157	0.5	5.7	39.9	3.52	12.46
157	0.5	5.7	39.9	3.52	12.46

No cenário 4, a dispersão da pluma da salmoura ocorreu predominantemente no sentido norte. A salinidade da pluma atingiu a superfície a aprox. 3,5 m de distância dos dispersores, com valores de salinidade de 39,9, pouco acima dos valores encontrados naturalmente no ambiente, com diluição de 12,46.

O modelo forneceu resultados no campo próximo para 4 cenários. Com correntes mais intensas (Cenários 1 e 2), foi possível acompanhar a evolução da pluma em maiores distâncias. Em relação aos tamanhos das plumas, os resultados mais importantes foram:

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- Nos cenários 1 e 2, a pluma de salinidade próxima a 37.2 foi atingida próximo a 50m de distância da fonte.
- Para correntes menos intensas (0,5 m/s), o modelo forneceu resultados até 14m de distância da fonte, na qual as salinidades da pluma já se encontravam em 38.3.
- Os resultados foram utilizados para avaliar a ordem de grandeza da dispersão horizontal da salmoura, que é comparável aos valores observados na literatura, com trabalhos completos supracitados no item 3.2.1.

Para ilustrar a ordem de grandeza observada no estudo, a Figura 6.8 indica áreas com distâncias de 50 m e 100 m a partir da região aproximada dos dispersores da salmoura.

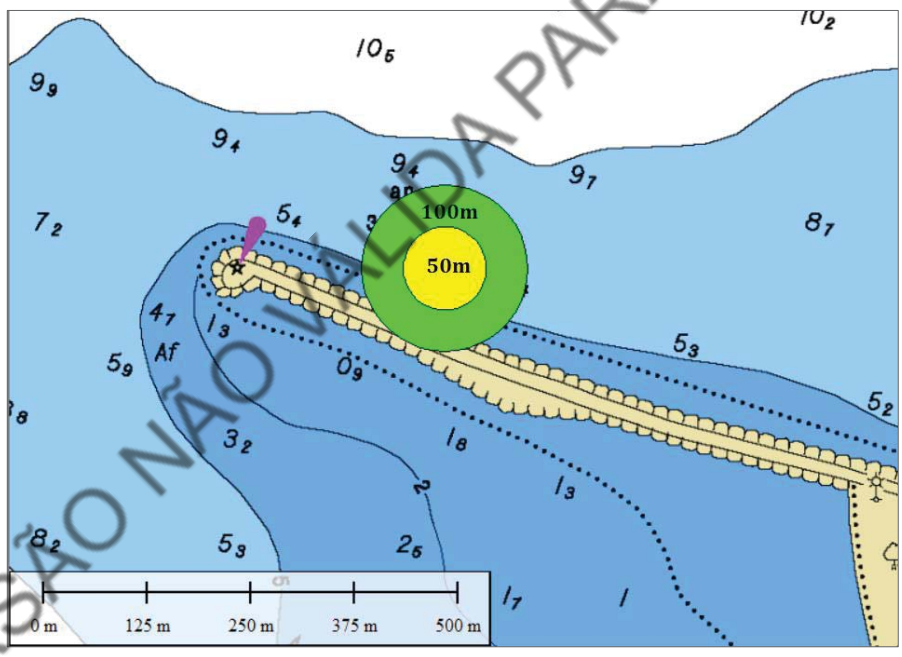


Figura 6.8. Áreas com distâncias de 50 m (amarelo) e 100 m (verde) a partir da região aproximada dos dispersores.

Os resultados mostram que a diluição da salmoura atinge níveis próximos ao encontrado no ambiente na ordem de grandeza semelhante ao observado na literatura. Para as próximas fases de estudos do empreendimento (licenciamento ambiental), devem ser

VERSÃO NÃO VALIDA PARA LICITAÇÃO

realizadas simulações calibradas com séries temporais de correntes medidas em campo, além da aplicação conjunta de simulações em modelos de campo distante.

No entanto, as simulações simplificadas indicam a viabilidade da instalação do emissário conforme projetado, com 115 m submersos, a partir do espigão do Titã. Ou seja, nesse caso, considerando a distância do espigão para a linha de costa mais próxima, o lançamento estaria sendo realizado a aproximadamente 1000 m (Figura 6.9). Futuros estudos detalhados da circulação local, combinados com a modelagem numérica da pluma de salmoura, fornecerão as informações necessárias para a melhor locação do emissário e seus difusores.



Figura 6.9. Distâncias do ponto de descarte da salmoura para as linhas de costa mais próximas.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

6.3. Conclusões

Ressalta-se que, na fase de licenciamento ambiental da obra, devem ser realizados estudos completos com modelos hidrodinâmicos calibrados, para verificar possíveis

impactos no meio marinho e costeiro local. Simulações realizadas com modelos não calibrados produzirão resultados com baixa confiabilidade. Portanto, nesta fase, estudos conceituais podem produzir resultados mais adequados. Para apontar as características do sistema que promovam melhor custo benefício e menos impactos ambientais (como tamanho do emissário, difusores, etc) deve-se realizar estudos com modelos de campo próximo e campo distante calibrados, com ensaios de diferentes desenhos e cumprindo todos os cenários característicos da região.

A análise realizada indica que:

- As simulações simplificadas indicam comportamento e valores de dispersão observados na literatura;
- Nos cenários 1 e 2, observou-se que a pluma de salinidade aproximada de 37,2 foi atingida a 50m de distância da fonte.
- Para simulações em correntes menos intensas (0,5 m/s), o modelo mostrou que a pluma já atingia salinidades de 38,3 numa distância de 14 m do ponto de descarte.
- Esses valores, preliminarmente indicam a viabilidade do projeto do emissário conforme o projeto; somando-se a isso o fato de o emissário submerso iniciar a partir do espigão do Titã, em ponto distante a aproximadamente 1000 m da linha de costa natural mais próxima;
- A profundidade ideal para o lançamento da salmoura deverá ser definida a partir da modelagem numérica detalhada e calibrada para a região. Em alguns cenários simulados a pluma atinge a superfície, lembrando que a localização do ponto de descarte do emissário está a 7 m de profundidade.

Diante destes resultados recomenda-se que, para as fases de licenciamento:

- Sejam analisados, com modelos calibrados, principalmente as características de afloramento da pluma na superfície, além da possibilidade e toque nos costões rochosos na região adjacente ao emissário.
- Sejam levados em consideração o impacto que cada um destes processos podem acarretar.
- Sejam considerados os possíveis impactos na fauna e flora do costão rochoso formado pelo espigão do Titã, área mais próxima do ponto de descarte.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

- Os possíveis impactos indicados podem ser identificados nas fases de licenciamento do empreendimento e monitorados durante a operação da obra, por meio de levantamentos praiais, em costões rochosos e em comunidades bentônicas da região.
- Levando-se em consideração os aspectos acima mencionados, os dados secundários disponíveis e analisados no presente relatório não indicam aspectos que, a princípio, possam inviabilizar a planta de dessalinização no local indicado.

Relatório elaborado por:

Prof. Dr. Eduardo Siegle
Instituto Oceanográfico
Universidade de São Paulo

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, D.A., BARRY, M.E., COLLECUTT, G.C., BROOK, J. AND WILTSHIRE, D. 2011. Linking near and far field hydrodynamic models for simulation of desalination plant brine discharges. I*nternational Symposium on Outfall Systems.* Mar del Plata, Argentina.

CHURCH, J.A.; CLARK, P.U; CAZENAVE, A.; GREGORY, J.M.; JEVREJEVA, S.; LEVERMANN, A.; MERRIFIELD, M.A.; MILNE, G.A.; NEREM, R.S.; NUNN, P.D.; PAYNE, A.J.; PFEFFER, W.T.; STAMMER, D.; UNNIKRISHNAN, A.S. 2013. Sea-level change, In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (Cambridge Univ. Press, 2013).

CLARK, G.; KNOTT, N.; MILLER, B. KELAHER, B.; COLEMAN, M.; USHIAMA, S.; JOHNSTON, E., 2018. First large-scale ecological impact study of desalination outfall reveals trade-offs in effects of hypersalinity and hydrodynamics. *Water Research, v.* 145, pp 757-768.

DOUGLASS, S.L. 1985. Review and comparison of methods for estimating irregular wave overtopping rates. Tech. Report CERC-85, WES, Vicksburg, 1985.

FRICK, W. E., ROBERTS, P.J.W., DAVIS, L. R., KEYES, J., BAUMGARTNER, D. J., GEORGE, K. P., 2003. Dilution Models for Effluent Discharges - 4 th Edition (Visual Plumes). *USEPA*. Athens, Georgia.

HR WALLINGFORD. 1999. Wave overtopping of seawalls: design and assessment manual. R&D Technical Report W178.

IPCC – Intergovernamental Panel on Climate Change. 2014. Climate Change 2014: The physical science basis. Summary for Policymakers. Contribution of working group I to the assessment report of the IPCC.

KOPP, R.E., HORTON, R.M.; LITTLE, C.M.; MITROVICA, J.X. OPPENHEIMER, M.; RASMUSSEN, D.J.; STRAUSS, B.H.; TEBALDI, C. 2014: Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. Earth's Future, **2**, no. 8, 383-406

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

LAROUR, E.; IVINS, E.R.; ADHIKARI, S. 2017. Should coastal planners have concern over where land ice is melting? Science Advances, 3(11): e1700537.

NICHOLLS, R.J.; CAZENAVE, A. 2010. Sea-level Rise and its impact on coastal zones. Science, 328:1517-1520.

OWEN, M.W. 1980. Design of seawalls allowing for wave overtopping. HR Wallingford, Report EX 924, 1980.

PALOMAR, P., LARA, J.L., LOSADA, I.J., RODRIGO, M., ALVÁREZ, A., 2012. Near field brine discharge modelling part 1: Analysis of commercial tools. *Journ. of Desalinization,* v. 290. pp 14–27.

PAKRATZ, T., 2009. An Overview of Seawater Intake/Outfall Options. *24th WateReuse Symposium*. Seattle, Washington.

RAHMSTORF, S. 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. Science, 315:368-370.

ROBERTS, P.J.W., 1979. Line Plume and Ocean Outfall Dispersion. *Journal of Hydraulics Engineering*, ASCE, v.104, p. 313-331.

ROBERTS, P.J.W., SNYDER, W.H., BAUMGARTNER, D.J., 1989. Ocean Outfall: Submerged Wastefield Formation. *Journ. of Hydraulics Engineering*, ASCE, v. 115, n. 1.

ROBERTS, P. J. W., HUNT, C. D., MICKELSON, M. J., 2002. Field and model studies of the Boston outfall. *Proc., 2nd Int. Conf. on Marine Waste Water Discharges.* Istanbul, Turkey.

TOLMAN, H. L., 1989. The numerical model WAVEWATCH: a third generation model for the hindcasting of wind waves on tides in shelf seas. *Comm. on Hydraulic and Geotechnical Engineering*, Delft Univ. of Technology. 72 pp.

TOLMAN, H. L. 1992. Effects of numerics on the physics in a third-generation wind-wave model. *J. Phys. Oceanogr*., 22:1095-1111.

TOLMAN, H. L., 1997. User manual and system documentation of WAVEWATCHIII version 1.15. v. 151, 97 pp.

TOLMAN, H. L., 2002. User manual and system documentation of WAVEWATCH III version 3.14. v. 276, 194 pp.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

WAMDI GROUP, 1988. The WAM Model: A Third Generation Ocean Wave Prediction Model. J. Phys. Oceanogr., v. 18, n.12, pp. 1775-1810.

WRIGHT SJ., 1984. Buoyant jets in density-stratified crossflow. J Hydraul Eng. 110:643–656.

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

17. Equipe participante do relatório

GS INIMA	
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 Bertoccellli
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

FUJITA ENGENHARIA	
Coordenador Setorial	Paulo Ayrton Cavalcante Araújo

ENGESOFT	
Coordenador	Adonai de Souza Porto
Coordenador adjunto	Flávio Lage Rocha
Ambientalista	Naimar Gonçalves Barroso Severiano
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Francisco Edson de Alencar Souza Junior
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	Marcelo Brauner dos Santos
Engenheiro Civil, ou Sanitarista	João Pedro Carvalho Gomes
Engenheiro Eletricista	Thiago Costa Nascimento
Técnico Eletricista	Fábio de Souza Lima
Topógrafo	Edimar Machado Junior
Auxiliar Técnico de Engenharia	Raphael Ramalho Gomez
Estagiário	Marco Aurélio Brito Gaspar

TEIXEIRA ENGENHARIA	
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

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO

18. Referências Bibliográficas

CARTAS NÁUTICAS PORTO DE MUCURIPE, Terminal Portuário do Pecem e proximidades, Fortaleza – Marinha do Brazil

PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA/PDAA – Cagece (Companhia de Água e Esgoto Do Ceara

PORTARIA No- 2.914, de 12 de Dezembro de 2011 – Ministério da Saúde, Brasil

REGIME DE CORRENTE NO CANAL DE NAVEGAÇÃO DO PORTO DO FORTALEZA – Universidade Federal do Ceará

MONITORAMENTO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE FORTALEZA – Tetra Tech

MONITORAMENTO AMBIENTAL DO SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE FORTALEZA – Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará (UFC)

REFORMULAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DO PORTO DE FORTALEZA – Companhia Docas do Ceará (CDC) – Autoridade Portuária

PLANO BÁSICO AMBIENTAL DA OBRA DE APROFUNDAMENTO DO PORTO DE FORTALEZA - Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará (UFC), Companhia Docas do Ceará (CDC) – Autoridade Portuária, Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO E CADASTRAL GEORREFERENCIADO PLANTA DE SITUAÇÃO - Atualização de Estruturas Internas Porto do Mucuripe - Fortaleza – Ceará – Espaço Tecnologia e Solução Geográfica

CADASTRO NACIONAL DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS – Centro nacional de Arquitetura – CNA

BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA (BDMEP) – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (INMET)

VERSÃO NÃO VÁLIDA PARA LICITAÇÃO