



Captação Rio Pongal



Reserv. Anchieta Sede



ETA Iriri

CONTRATO 275/12

A.S.007/2013

MUNICÍPIO ANCHIETA

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE IRIRI / ANCHIETA

VOLUME IV – PROJETO HIDRÁULICO

**Captação, EEAB, Booster Água Bruta, AAB,
ETA, ETAR, EEAT, AAT e Reservatório**

**TOMO A – Memorial Descritivo e de
Cálculo, Estudos de Transientes,
Especificações Técnicas e Manual de
Operação e Manutenção**

B-078-001-00-5-MD-0001

SUMÁRIO

1	MEMORIAL DESCRITIVO	10
1.1	INTRODUÇÃO	11
1.2	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE.....	13
1.2.1	BREVE HISTÓRICO - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE – PIÚMA, IRIRI E ANCHIETA	13
1.2.2	MANANCIAL	17
1.2.3	BARRAGEM / CAPTAÇÃO – RIO PONGAL	18
1.2.4	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA	21
1.2.4.1	<i>Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB Pongal.....</i>	<i>21</i>
1.2.4.2	<i>Booster de Água Bruta – Booster Pongal</i>	<i>25</i>
1.2.4.3	<i>Adutora de Água Bruta - AAB Pongal</i>	<i>28</i>
1.2.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA IRIRI	29
1.2.6	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA.....	32
1.2.6.1	<i>Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT Iriri</i>	<i>33</i>
1.2.6.2	<i>Adutora de Água Tratada - AAT.....</i>	<i>34</i>
1.2.7	SISTEMA DE RESERVAÇÃO	35
1.3	SOLUÇÃO DEFINITIVA.....	38
1.3.1	PLANO DIRETOR INTEGRADO	38
1.3.2	SISTEMA INTEGRADO PIÚMA-IRIRI	38
1.3.3	SISTEMA INTEGRADO GUARAPARI – BENEVENTE:	39
1.4	SOLUÇÃO PROVISÓRIA	41
1.4.1	MANANCIAL ABASTECEDOR.....	42
1.4.2	VAZÃO DE PROJETO.....	43
1.4.3	SISTEMA PROJETADO	44
1.5	ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO TÉCNICA DO PROJETO	46
1.5.1	ALCANCE DE PROJETO.....	46
1.5.2	ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO ATENDIDA	46
1.5.3	CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA	48
1.5.4	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DE VAZÃO (K)	48
1.5.5	CÁLCULO DA DEMANDA.....	48

1.5.6	DIÂMETRO ECONÔMICO	52
1.5.7	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA E LOCALIZADA	52
1.6	UNIDADES DO SISTEMA PROJETADO	54
1.6.1	BARRAGEM / CAPTAÇÃO – RIO PONGAL – AMPLIAÇÃO	54
1.6.2	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA	58
1.6.2.1	<i>Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB Pongal - Ampliação</i>	<i>58</i>
1.6.2.2	<i>Booster de Água Bruta – Booster Pongal</i>	<i>61</i>
1.6.2.3	<i>Adutora de Água Bruta.....</i>	<i>64</i>
1.6.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA.....	66
1.6.3.1	<i>Qualidade do manancial abastecedor</i>	<i>66</i>
1.6.3.2	<i>Diagnóstico do Sistema Existente para a Vazão de 40,0 L/s</i>	<i>68</i>
1.6.3.3	<i>Descritivo geral da ETA – Projeto Básico</i>	<i>69</i>
1.6.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR.....	72
1.6.5	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA.....	74
1.6.5.1	<i>Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT Iriri</i>	<i>74</i>
1.6.5.2	<i>Adutora de Água Tratada por Recalque.....</i>	<i>77</i>
1.6.5.3	<i>Adutora de Água Tratada por Gravidade</i>	<i>78</i>
1.6.6	RESERVATÓRIO APOIADO 2 X 1000M ³	79
2	MEMORIAL DE CÁLCULO	83
2.1	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - RIO PONGAL	84
2.2	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA	86
2.2.1	ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL	87
2.2.1.1	<i>Cálculo do Trecho 1</i>	<i>87</i>
2.2.1.2	<i>Cálculo do Trecho 2</i>	<i>90</i>
2.2.1.3	<i>Dimensionamento da EEAB Pongal.....</i>	<i>92</i>
2.2.2	BOOSTER DE ÁGUA BRUTA - BOOSTER PONGAL	94
2.2.2.1	<i>Cálculo do Trecho 3</i>	<i>95</i>
2.2.2.2	<i>Cálculo do Trecho 4</i>	<i>97</i>
2.2.2.3	<i>Dimensionamento do Booster Pongal.....</i>	<i>99</i>
2.2.3	VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO SEM O BOOSTER PONGAL	101
2.2.3.1	<i>Cálculo do Trecho A.....</i>	<i>103</i>
2.2.3.2	<i>Cálculo do Trecho B.....</i>	<i>105</i>

2.2.3.3	Verificação do funcionamento da EEAB Pongal sem o Booster Pongal	107
2.2.4	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB	108
2.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA IRIRI	112
2.3.1	ENTRADA DE ÁGUA BRUTA NA ETA	112
2.3.2	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EXISTENTE	113
2.3.2.1	Mistura rápida / Medidor de vazão	113
2.3.2.2	Floculador hidráulico de chicanas verticais	116
2.3.2.3	Canal de água floculada / acesso aos decantadores	118
2.3.2.4	Decantadores laminares	118
2.3.2.5	Canal de distribuição de água decantada e de acesso aos filtros	122
2.3.2.6	Filtros rápidos de gravidade	122
2.3.3	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PRÉ-FABRICADA	128
2.3.4	TANQUE DE CONTATO / RESERVATÓRIO EXISTENTE	131
2.3.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR	132
2.3.5.1	Vazão de descarga das unidades	133
2.3.5.2	Parâmetros para dimensionamento da ETAR	137
2.3.5.3	Adensador	137
2.3.5.4	Recirculação do clarificado	138
2.3.5.5	Desaguamento	139
2.3.5.6	Condicionamento químico	140
2.3.6	CASA DE QUÍMICA	141
2.3.6.1	Sulfato de alumínio	142
2.3.6.2	Cal hidratada	143
2.3.6.3	Cloro gás	145
2.3.6.4	Ácido fluorsilícico	147
2.4	SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA	150
2.4.1	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA IRIRI – EEAT IRIRI	150
2.4.2	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – TRECHO POR RECALQUE	156
2.4.3	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – TRECHO POR GRAVIDADE	156
2.4.4	RESERVATÓRIO APOIADO DE ANCHIETA – IRIRI	160
2.5	ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS	162
3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	163

3.1 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS	164
3.1.1 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - RIO PONGAL	164
3.1.1.1 Materiais	164
3.1.1.2 Válvulas e Acessórios	164
3.1.1.3 Serviços	165
3.1.2 ELEVATÓRIA E BOOSTER DE ÁGUA BRUTA.....	166
3.1.2.1 Equipamentos, Válvulas e Acessórios	166
3.1.2.2 Materiais	168
3.1.2.3 Serviços	168
3.1.3 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	171
3.1.3.1 Materiais	171
3.1.3.2 Serviços	171
3.1.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA - ETAR.....	172
3.1.4.1 Equipamentos, Válvulas e Acessórios	172
3.1.4.2 Materiais	182
3.1.4.3 Serviços	183
3.1.5 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA.....	185
3.1.5.1 Materiais	185
3.1.5.2 Válvulas	185
3.1.5.3 Serviços	186
3.1.6 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA.....	189
3.1.6.1 Equipamentos	189
3.1.6.2 Materiais	189
3.1.6.3 Serviços	190
3.1.7 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA.....	191
3.1.7.1 Válvulas, Equipamentos e Acessórios	191
3.1.7.2 Materiais	192
3.1.7.3 Serviços	192
4 PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS (ETAR) - IRIRI	196

4.1 INTRODUÇÃO	197
4.2 DESCRIÇÃO SUCINTA DAS UNIDADES DE TRATAMENTO	198
4.2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA.....	200
4.2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR.....	200
4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	201
4.3.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EXISTENTE – ETA 40 L/S	201
4.3.1.1 <i>Chegada de Água Bruta</i>	201
4.3.1.2 <i>Mistura Rápida / Canal de Distribuição de Água Bruta</i>	201
4.3.1.3 <i>Floculação</i>	201
4.3.1.4 <i>Decantação</i>	202
4.3.1.5 <i>Filtração</i>	203
4.3.1.6 <i>Tanque de Contato</i>	203
4.3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETADA PRÉ-FABRICADA – ETA 50 L/S	204
4.3.3 CASA DE QUÍMICA PARA ATENDER A VAZÃO DE 90,0 L/S.....	205
4.3.3.1 <i>Sulfato de Alumínio</i>	206
4.3.3.2 <i>Cal Hidratada</i>	207
4.3.3.3 <i>Cloro Gasoso</i>	208
4.3.3.4 <i>Ácido Fluorsilícico</i>	208
4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR	209
4.4.1 CONDICIONAMENTO QUÍMICO	209
4.4.2 ADENSADOR.....	209
4.4.3 RECIRCULAÇÃO DO CLARIFICADO	210
4.4.4 DESAGUAMENTO	210
4.5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA211	
4.5.1 INÍCIO DE OPERAÇÃO DA ETA	211
4.5.2 PARALISAÇÃO DA ETA	211
4.5.3 MANUTENÇÃO DIÁRIA DA ETA.....	212
4.5.4 VAZÃO AFLUENTE À ETA.....	212

4.5.5 FLOCULADORES	213
4.5.6 DECANTADORES	214
4.5.7 FILTROS	216
4.5.8 TANQUE DE CONTATO	218
4.6 OPERAÇÃO DA CASA DE QUÍMICA	220
4.6.1 SULFATO DE ALUMÍNIO	220
4.6.2 CAL HIDRATADA	221
4.6.3 CLORO GASOSO	222
4.6.4 ÁCIDO FLUORSILÍCICO	223
4.7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR	225
4.7.1 ADENSADOR	225
4.7.2 CONDICIONAMENTO QUÍMICO COM POLIELETROLITO	226
4.7.3 DESAGUAMENTO	228
4.8 MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	229
4.8.1 CONTROLE DE TURBIDEZ	229
4.8.2 CONTROLE DE COR	231
4.8.3 DETERMINAÇÃO DO PH	232
4.8.4 CONTROLE DO CLORO RESIDUAL	233
4.8.5 CONTROLE DO FLÚOR	234
4.8.6 ANÁLISES FÍSICO, QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA	235
4.8.7 ENSAIO DE JARROS	236
4.9 CUIDADOS ESPECIAIS	241
4.9.1 COMO PROCEDER NO CASO DE FALTA DE ÁGUA BRUTA	241
4.9.2 ACIDENTES COM PESSOAS	241
4.9.3 ACIDENTES COM EQUIPAMENTOS	242
4.9.4 ACIDENTES COM O SISTEMA DE CLORAÇÃO	242
5 REFERÊNCIAS	245
5.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	246
ANEXOS	249
ANEXO 1 - ESTUDO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO DA AAB	250

ANEXO 2 - LISTA DE DOCUMENTOS E DESENHOS - PROJETO HIDRÁULICO – EMERGENCIAL – FASE 1.....	256
ANEXO 3 - LISTA DE DOCUMENTOS E DESENHOS - PROJETO HIDRÁULICO – COMPLETO – FASE 2.....	257

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do **CONTRATO nº. 275/2012**, Processo 860-2012-00091, firmado entre a **CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento** e a **AQUACONSULT - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.**, referente à “PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE CONCEPÇÃO, PROJETOS TÉCNICOS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PARA DIVERSOS MUNICÍPIOS DO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO”.

Os serviços constam basicamente de elaboração de projetos de engenharia, desenvolvidos em três etapas seqüenciadas que corresponderam aos seguintes produtos: Estudo de Concepção e Projeto Básico.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a **Autorização de Serviço Nº A.S. AQC-007/2013, de 21 de fevereiro de 2014** para Elaboração de Estudos e Projetos referentes ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA) da Sede dos Municípios de Piúma/Anchieta, no Estado do Espírito Santo.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME I – ESTUDO DE CONCEPÇÃO

- Relatório Técnico

VOLUME II – PROJETO HIDRÁULICO - EMERGENCIAL

- TOMO A – Memorial Descritivo, Cálculo, Estudos de Transiente Hidráulico e Especificações Técnicas (Relatório)
- TOMO B – EEAT, AAT, Reservatório (Desenhos)
- TOMO C – Travessia (Desenhos)
- TOMO D – Síntese do Projeto (Relatório).

VOLUME III – ORÇAMENTO - EMERGENCIAL

- TOMO A – AAT - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO B – Travessia sob a ponte - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO C – EEAT - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO D – Reservatório - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias

VOLUME IV – PROJETO HIDRÁULICO - COMPLETO

- TOMO A – Memorial Descritivo, Cálculo, Estudos de Transiente Hidráulico, Especificações Técnicas e Manual de Operação e Manutenção (Relatório)
- TOMO B – Captação, EEAB, Booster A. Bruta e AAB (Desenhos)
- TOMO C – ETA (Desenhos)
- TOMO D – EEAT, AAT e Reservatório (Desenhos)
- TOMO E – Síntese do Projeto (Relatório).

VOLUME V – ORÇAMENTO - COMPLETO

- TOMO A – Captação, EEAB, Booster A. Bruta e AAB - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO B – ETA- Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO C – EEAT, AAT e Reservatório - Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias
- TOMO D – Travessias- Memorial de Cálculo, Composições de Custos e Planilhas Orçamentárias

1 MEMORIAL DESCRITIVO

1.1 INTRODUÇÃO

O Presente trabalho tem por objetivo apresentar alternativa de reforço no abastecimento de água de Anchieta. Tal solução alternativa é de forma provisória, até que a CESAN viabilize os recursos necessários à implantação das obras previstas no Plano Diretor de Água integrado de Guarapari, Piúma e Anchieta.

As unidades que compõem este projeto são:

- Captação: melhorias na barragem, e tomada d'água no Rio Pongal;
- EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta: melhorias na EEAB do Rio Pongal, com implantação de novos conjuntos moto bombas e novo barrilete de sucção e recalque;
- AAB – Adutora de Água Bruta: implantação de nova AAB DN 300 FºFº, e desativação da AAB existente DN 200 FºFº;
- ETA – Estação de Tratamento de Água: ampliação e melhorias na ETA Iriri existente e implantação de ETA pré-fabricada em fibra de vidro (vazão total de 90,0 L/s);
- ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuárias: implantação da ETAR contendo adensador e elevatória de lodo e centrífuga;
- EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada: localizada na área da ETA Iriri, ao lado do reservatório existente ($V=750\text{m}^3$), com aproveitamento dos conjuntos moto bombas especificados no projeto emergencial (Volumes I e II), e implantação das interligações com a AAT;
- AAT – Adutora de Água Tratada: implantação de AAT por recalque interligando a EEAT ao reservatório projetado ($V=2\times 1000\text{m}^3$) e implantação de AAT por gravidade interligando a saída do reservatório projetado a AAT já detalhada no projeto emergencial, que passará a atender Anchieta – Sede por gravidade; e
- Reservatório $V=2\times 1000\text{m}^3$: implantação de reservatório contendo duas câmaras de 1000m^3 cada, localizado na área da ETA Iriri, para atender a Anchieta – Sede.

Este documento complementa o relatório B-078-000-00-5-MD-0001, Volume II – Projeto Hidráulico Emergencial – EEAT, AAT e Reservatório, apresentado à CESAN em maio de 2014, onde foram projetadas melhorias na EEAT (estação elevatória de água tratada) existente na área da ETA Iriri (estação de tratamento de água), nova AAT (adutora de água tratada) interligando a EEAT aos Reservatórios de Anchieta – Sede, e melhorias nos reservatórios de Anchieta (2 x 250m³), com instalação de novo barrilete de chegada.

As informações básicas sobre a geomorfologia do Município de Anchieta e da área de projeto e listadas a seguir, foram descritas no documento B-078-000-00-5-MD-0001:

- Descrição Geral da Região;
- Aspectos Climáticos e Ambientais;
- Acesso e Transporte;
- Energia Elétrica;
- Condições Sanitárias;
- Educação / Ação Social;
- Saúde;
- Desenvolvimento Econômico; e
- Aspectos Demográficos.

O projeto foi desenvolvido com base nos documentos:

- Plano Operacional da Superintendência de Engenharia na Elaboração de Estudos e Projetos – Sistema de Abastecimento de Água – Projeto Básico – Anchieta / Iriri / Ubu, Município: Anchieta – Nov/1997 – B-7800-00-0-MD-001, produzido pela ETEP para a CESAN;
- Sistema de Abastecimento de Água de Iriri - Anchieta – ES, Reforço no Sistema de Abastecimento de Água – Relatório produzido em março de 2014 pela CESAN;
- Levantamento topográfico e cadastral elaborado pela empresa Modeler entre junho de 2014 e fevereiro de 2015, fornecido pela CESAN: A-078-008-99-1-XX-0001 (Captação/EEAB) A-078-001-99-1-XX-0016 (ETA), e A-078-000-99-1-XX-0056 (Planta Geral).

1.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

1.2.1 BREVE HISTÓRICO - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE – PIÚMA, IRIRI E ANCHIETA

O abastecimento de água das cidades de Piúma (Sede), Iriri e Anchieta (Sede) é feito por um sistema integrado composto basicamente por dois sistemas de produção com captação, tratamento e reservação independentes.

O abastecimento atual da sede de Anchieta é feito através de Estação de Tratamento de Iriri, construída na década de 1970. Inicialmente, a ETA de Iriri atendia ao balneário de Iriri, à Sede de Anchieta e também à Sede de Piúma. O balneário de Castelhanos atualmente é abastecido por sistema independente através de poço, e não pertence à concessão da CESAN, no entanto a comunidade já vem solicitando que a CESAN passe a atender a demanda da região.

Hoje sua área de influência está restrita a Iriri, Sede de Anchieta e parte de Ubu. Principalmente em época de veraneio, Iriri recebe reforço do Sistema de Piúma, ficando a ETA de Iriri responsável pelo abastecimento da Sede de Anchieta e Ubu. Praia de Castelhana e Ubu contam também com abastecimento por poços tubulares profundos. (ver Figuras1 e 2)

Uma característica particular do sistema dos municípios de Anchieta e Piúma é o funcionamento de forma integrada, permitindo um aporte de fluxo de um sistema para o outro quando a demanda assim exigir.

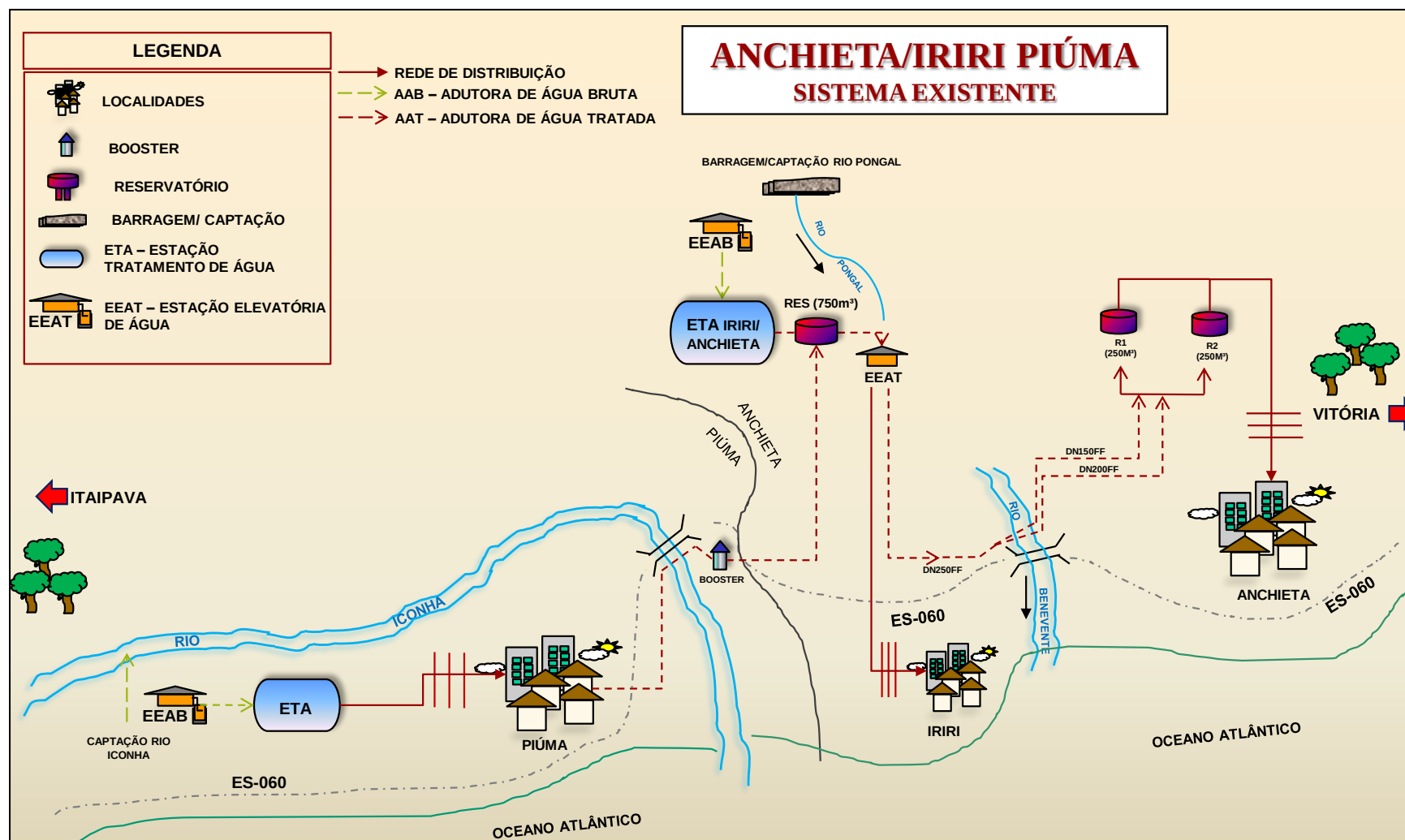


Figura 1 – Esquema Geral do Sistema de Abastecimento de Água Integrado Existente Piúma / Iriri / Anchieta.

Fonte: CESAN, adaptado AQUACONSULT, 2014.

A Figura 2 a seguir apresenta o sistema integrado Piúma / Iriri / Anchieta. Nesta figura, à esquerda e abaixo é mostrado o sistema de Piúma / Anchieta, e à direita acima, o Sistema de Guarapari.

Sistema Existente

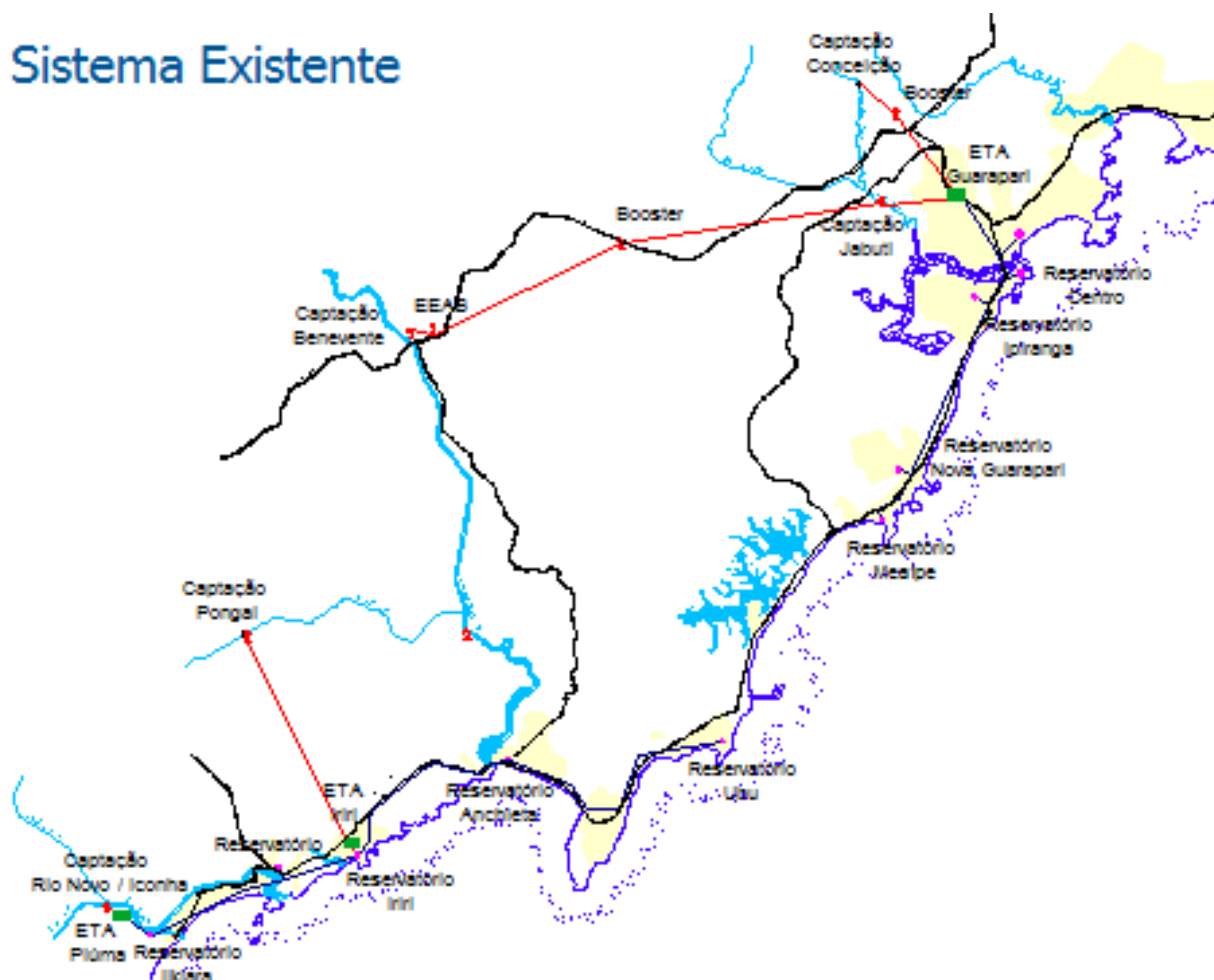


Figura 2 – Sistema Existente Guarapari / Piúma / Iriri / Anchieta

Atualmente, o tratamento da água para abastecimento da população dos municípios de Guarapari, Anchieta e Piúma é realizado nas estações apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Estações de Tratamento de Água dos municípios de Guarapari, Anchieta e Piúma.

ETA	Município abastecido	Manancial
Guarapari	Guarapari	Jabuti, Conceição e Benevente
Santa Mônica		Oratório
Iriri	Anchieta	Pongal
Ubu		Poços
Piúma	Piúma e parte de Anchieta	Iconha

Fonte: CESAN, 2014

O Quadro 2 apresenta a evolução dos volumes produzidos e micromedidos, número de economias e população abastecida entre os anos de 2006 e 2014.

Quadro 2 – Indicadores básicos – Consumo x produção.

Ano	População	Economias (janeiro)		Volume (m ³)		
	(janeiro)			Produzido	Micromedido	
	Abastecida	Residencial	Total		Janeiro	Média Anual
2006	11.176	5.281	5.571	125.735	75.448	64.574
2007	11.446	5.406	5.696	105.622	71.942	70.376
2008	12.083	5.658	5.965	105.532	87.983	73.648
2009	11.763	5.945	6.268	108.496	100.449	85.878
2010	12.277	6.222	6.566	136.503	110.342	93.392
2011	12.782	6.509	6.895	125.638	110.044	93.024
2012	13.729	6.652	7.070	127.010	94.646	96.621
2013	14.507	6.964	7.413	125.854	141.112	103.255
2014*	14.177	7.339	7.831	118.779	131.647	131.647

Fonte: CESAN IOS-Div Litorânea 2006 a 2014

* Para o ano de 2014 só foram fornecidas informações sobre o mês de janeiro.

O escopo deste projeto limita-se a captação no Rio Pongal para a nova vazão de projeto, EEAB e respectiva AAB, o tratamento na ETA Iriri, a ser ampliada, incluindo adaptações na interligação com a EEAT existente, AAT por recalque até o reservatório projetado (2x1000m³) e AAT por gravidade, que interliga na AAT do projeto emergencial, que passará a funcionar por gravidade a partir do novo reservatório, conforme já citado no item 1.1.

1.2.2 MANANCIAL

O abastecimento atual é realizado com captação no Rio Pongal. Através de uma barragem de laminação, a água, por gravidade, é conduzida até uma estação elevatória situada próxima a esta pequena barragem. A área da bacia hidrográfica no ponto de captação é de 33,67 km², e é afluente pelo lado direito do Rio Benevente. A vazão mínima $Q_{7,10}$, deste manancial, segundo a Portaria do IEMA nº 176 de 20/06/2007, é de 304,8 L/s, e a vazão de outorga é de 90,3 L/s. A vazão residual (vazão ecológica), segundo a mesma Portaria, deve ser de 152,40 L/s. Na barragem existente há uma tubulação com registro (diâmetro de 250mm, em ferro fundido) para manutenção da vazão residual, e para isso a velocidade do fluxo na tubulação deve ficar em torno de 2,95 m/s. A Figura 3 apresenta a delimitação da área da bacia hidrográfica, a localização da EEAB e da ETA Iriri.

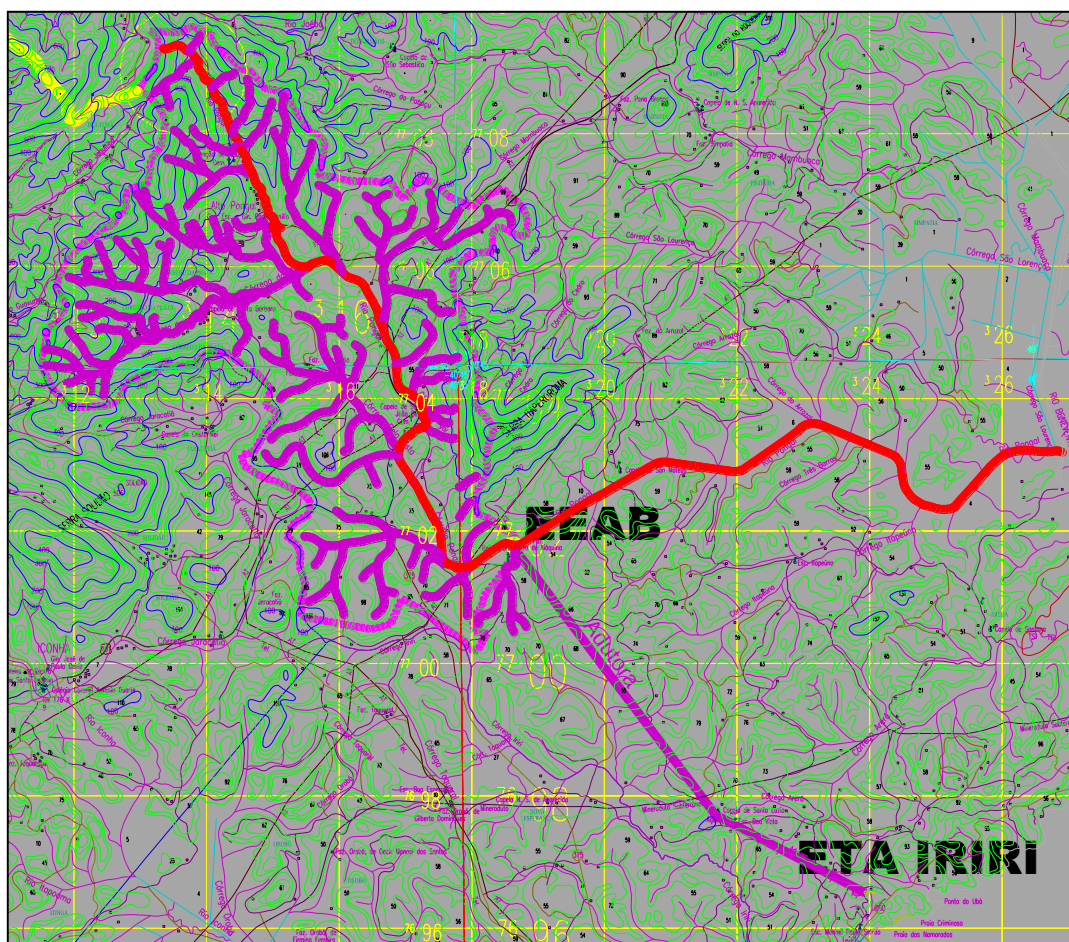


Figura 3 – Limite da bacia hidrográfica no ponto de captação do Rio Pongal.
Fonte: AQUACONSULT, 2014

1.2.3 BARRAGEM / CAPTAÇÃO – RIO PONGAL

A barragem existente foi construída em concreto armado, num trecho de formação rochosa, em toda extensão do curso d'água, em torno de 35,67m, e vertedor localizado ao centro, duas tomadas d'água DN200 FºFº e uma caixa de areia (Figuras 4 e 5).

As coordenadas da barragem existente (extremidades - crista), eixo do vertedor, eixo dos pontos de tomadas d'água na barragem e da caixa de areia, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Barragem – extremidade a esquerda: E = 318.593,98; N = 7.701.735,77;
- Barragem – extremidade a direita: E = 318.612,685; N = 7.701.764,698;
- Eixo do vertedor: E = 318.602,891; N = 7.701.744,687;
- Eixo da tomada d'água 1 na barragem: E = 318.598,199; N = 7.701.738,847;
- Eixo da tomada d'água 2 na barragem: E = 318.600,460; N = 7.701.741,675;
- Eixo da caixa de areia: E = 318.602,755; N = 7.701.736,592.



Figura 4 – Vista geral da barragem e vertedor. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 5 – Vista geral das duas tomadas d'água DN200 FºFº, e caixa de areia. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

Possui seção trapezoidal, com altura média de 1,513m, largura da base inferior variando entre 0,75m e 0,82m, e base superior de 0,32m. A cota da crista da barragem é variável, entre EL.12,150m e EL.11,931m, e a cota do vertedor, que possui largura de 5,00m, é de EL.11,590m. As informações sobre as cotas e dimensões foram extraídas do documento fornecido pela CESAN – Levantamento Topográfico da Captação/EEAB

número A-078-008-99-1-XX-0001. A Figura 6 apresenta uma vista panorâmica da barragem, vertedor, caixa de areia até a interligação da tubulação com a EEAB por gravidade.



Figura 6 – Vista panorâmica da barragem, vertedor, caixa de areia, e tubulação (sucção) que segue para a EEAB - Pongal. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

Existem 02 (dois) pontos de tomada d'água, diâmetro 200mm, em ferro fundido, sendo que um ponto (tomada d'água 1) parte da caixa com gradeamento localizada a montante da barragem (Figura 7), cota da geratriz inferior do tubo EL.11,256m, e o outro ponto (tomada d'água 2) parte do gradeamento, e stop-log, cota da geratriz inferior do tubo EL.11,195m, localizado a 0,80m do vertedor (Figura 8). Observa-se que a tubulação de tomada d'água 2 fez com que fosse necessário um recorte no stop-log.



Figura 7 – Caixa e gradeamento - Tomada d'água 1. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 8 – Gradeamento e stop-log – Tomada d'água 2. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

As duas tomadas d'água são encaminhadas para uma caixa de areia, e para cada entrada existe um registro de gaveta (Figura 5). A caixa de areia possui dimensões internas de 1,014m x 2,524m, e profundidade de 1,681m, sendo cota de topo de

EL.11,915m e cota de fundo de EL.10,234m, e tela de proteção no topo. Ver Figuras 9 e 10.



Figura 9 – Vistas das 2 entradas de água na caixa de areia. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 10 – Vista da saída de água da caixa de areia. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

As tomadas d'água 1 e 2 entram na caixa com cotas de geratriz inferior EL.11,205m e EL.11,192m, respectivamente. A caixa possui uma descarga DN250, em FºFº, que lança a jusante da barragem (Figura 11). A partir da caixa, segue uma tubulação DN200, em FºFº em direção à EEAB (sucção), aérea, com pilaretes (Figura 12).



Figura 11 – Descarga da caixa de areia DN250 FºFº. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 12 – Tubulação DN200 FºFº, sucção da EEAB por gravidade. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

As Figuras 13 e 14 mostram o ponto de saída da vazão ecológica (vazão residual), com diâmetro de 250mm, em ferro fundido, que lança numa canaleta de concreto, cuja cota de geratriz inferior é de EL.10,953m.



Figura 13 – Vazão ecológica (residual), vista superior. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 14 – Vazão ecológica (residual), vista frontal Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.2.4 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA

O sistema elevatório de água bruta existente possui capacidade para 120,0m³/h (segundo informações operacionais da CESAN), e é composto pelas seguintes unidades:

- Estação elevatória de água bruta - EEAB Pongal
- Booster de água bruta - Booster Pongal
- Adutora de água bruta

1.2.4.1 Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB Pongal

A EEAB Pongal existente está localizada a 37,0 metros a jusante da captação, em Baixo Pongal, numa região totalmente cercada, e com portão (largura de 4,00m),

ocupando uma área de 236,60m². A CESAN não informou sobre a posse da titularidade da área. A cota do piso da EEAB é de EL.9,410m.

A EEAB possui dimensões externas de 5,17m x 9,93m, com um pavimento, sem laje de cobertura, e telha em fibro-cimento do tipo ondulada, com caimento para um lado. Internamente, possui algumas paredes divisórias que formam uma sala sem uso específico, e uma cobertura interna sobre essa área. Possui vários cobogós de dimensões variadas e uma báscula. Existe um portão, com grade em aço carbono, largura de 0,99m. A altura do pé direito de um lado é de 3,15m e de outro lado e de 3,88m. A EEAB possui monovia com trole, cuja capacidade não foi possível identificar.

É composta por dois conjuntos motobomba, centrífuga, de eixo horizontal, de vazão 120,0m³/h, altura manométrica de 130mca, 3500 rpm, potência de 125CV cada, marca KSB, modelo WKL 80/2, com funcionamento 1 + 1 (reserva/rodízio). As informações dos conjuntos motobomba foram fornecidas pela CESAN. Os diâmetros de sucção e recalque é 200mm, e o material é em ferro fundido. Não foi constatada a existência de ventosa no barrilete de recalque. Na parte externa da EEAB existe uma caixa com registro, que interliga com a adutora de água bruta. As Figuras 15 a 24 mostram a EEAB.

As coordenadas da área cercada e da EEAB Pongal, paredes externas, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Cerca, frente, lado direito: E = 318.632,29; N = 7.701.705,59;
- Cerca, frente, lado esquerdo: E = 318.627,88; N = 7.701.691,46;
- Cerca, fundos, lado direito: E = 318.617,11; N = 7.701.710,58;
- Cerca, fundos, lado esquerdo: E = 318.612,70; N = 7.701.696,44;
- Frente da EEAB, lado direito: E = 318.625,49; N = 7.701.705,67;
- Frente da EEAB, lado esquerdo: E = 318.622,26; N = 7.701.696,29.



Figura 15 – Vista externa da EEAB Pongal.
Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 16 – Vista externa da EEAB, em destaque para o transformador. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 17 – Vista externa da tubulação de sucção DN200 F°F° da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 18 – Vista externa da tubulação de recalque DN200 F°F° da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 19 – Vista dos conjuntos motobomba e tubulação de recalque DN200 F°F° da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 20 – Vista da tubulação de recalque e da cobertura interna sobre a sala da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 21 – Vista interna da tubulação de recalque DN200 F°F° e monovia e trole da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 22 – Vista do painel elétrico da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 23 – Vista da tubulação de recalque DN200 FºFº da EEAB. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 24 – Vista interna da EEAB – cobogós. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.2.4.2 Booster de Água Bruta – Booster Pongal

Posteriormente, com a necessidade de aumento de vazão, a CESAN implantou um “Booster” na linha de recalque da adutora de água bruta. O “Booster” é acionado principalmente no período de verão.

O Booster de Água Bruta Pongal existente está localizado na estaca 220+15,00 da AAB, numa região totalmente cercada, e com portão (largura de 2,50m), ocupando uma área de 151,82m². A CESAN não informou sobre a posse da titularidade da área. A cota do piso do booster é de EL.53,633m.

O booster de água bruta possui área de 26,85m², sendo as dimensões externas da área de operação 4,30m x 4,50m, um banheiro nas dimensões 2,15m x 1,50m, e uma sala sem uso nas dimensões 2,65m x 1,75m, com um pavimento, sem laje de cobertura, e telha em fibro-cimento do tipo ondulada, com caimento para um lado. Tanto internamente como externamente, as condições do booster são precárias.

A altura do pé direito é de aproximadamente 2,80m. É composta por apenas um conjunto moto-bomba, centrífuga, de eixo horizontal, de vazão 120,0m³/h, altura manométrica de 75mca, 3560 rpm, potência de 100V, marca KSB, modelo WKL 80/2. A

EEAB não possui monovia. As informações do conjunto moto-bomba foram fornecidas pela CESAN.

O diâmetro de sucção e recalque é de 200mm, e o material é em ferro fundido. Não foi constatada a existência de ventosa no barrilete de recalque. Na parte externa do booster existe uma caixa com registros que interligam com a adutora de água bruta. As Figuras 25 a 33 mostram o Booster de Água Bruta Pongal existente.

As coordenadas da área cercada e do Booster Pongal, paredes externas, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Cerca, frente, lado direito: E = 320.321,81; N = 7.699.481,91;
- Cerca, frente, lado esquerdo: E = 320.329,53; N = 7.699.472,34;
- Cerca, fundos, lado direito: E = 320.312,34; N = 7.699.473,82;
- Cerca, fundos, lado esquerdo: E = 320.320,05; N = 7.699.464,39;
- Frente do Booster, lado direito: E = 320.323,05; N = 7.699.476,12;
- Frente do Booster, centro, esquerda: E = 320.324,72; N = 7.699.473,96;
- Frente do Booster, lado esquerdo, ponta: E = 320.324,21; N = 7.699.471,29.



Figura 25 – Vista externa da área do booster de água bruta. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 26 – Vista externa do booster de água bruta e do recalque. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 27 – Vista dos fundos do booster de água bruta. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 28 – Vista frontal e lateral esquerda do booster de água bruta. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 29 – Vista das tubulações de sucção e recalque no booster, DN200 F°F°. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 30 – Vista do conjunto moto-bomba e tubulações do booster. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 31 – Vista do painel elétrico do booster. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 32 – Vista da caixa de registro do booster. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.2.4.3 Adutora de Água Bruta - AAB Pongal

A adutora existente, segundo o projeto fornecido pela CESAN (A-078-001-30-5-XX-0001 a 0007) possui diâmetro de 200mm, em ferro fundido, com extensão aproximada de 7,64km, iniciando na EEAB Pongal até a ETA Iriri, passando em grande parte do trecho por áreas particulares (fazendas). A CESAN não informou sobre a posse da titularidade das áreas de servidão.

Segundo esses documentos da CESAN, a AAB possui 09 (nove) ventosas e 07 (sete) descargas instaladas ao longo da adutora, e nas proximidades da estaca 254, onde no projeto fornecido indica a presença de uma chaminé de equilíbrio, atualmente existe um booster de água bruta, em área cercada.

1.2.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO – ETA IRIRI

A Estação de Tratamento de Água (ETA) de Iriri foi concebida para tratar até 30L/s de água bruta em um sistema do tipo convencional de ciclo completo, ou seja, unidade de mistura rápida (calha Parshall), floculador hidráulicos (chicanas com escoamento vertical), decantadores laminares e bateria de filtros rápidos descendentes, auto-laváveis, com meio filtrante de camada dupla (antracito e areia), desinfecção com cloro, fluoretação e correção de pH. A estrada de acesso à ETA está localizada à cerca de 230 metros a partir do km 89,2 da ES-060, passando pela estrada Iriri – Bela Vista. A área da ETA possui 13.328m², que também abriga o reservatório de 750m³ e a EEAT, e é limitada por cerca de arame farpado e mourões de concreto. A CESAN não informou sobre a posse da titularidade da área.

Após algumas intervenções passou a operar com 52,0 L/s. No período de verão, dependendo da qualidade das águas do manancial abastecedor (rio Pongal) pode tratar até 60,0 L/s.

O rio Pongal, afluente pelo lado direito do Rio Benevente, segundo a Portaria do IEMA nº 176 de 20/06/2007 (Quadro 3, item 1.4.1) possui vazão mínima $Q_{7,10}$ de 304,8 L/s, e a vazão de outorga é de 90,3 L/s.

A ETA Iriri faz parte hoje do sistema de produção Iriri - Piúma que atende à demanda de Piúma, Iriri, Anchieta e Ubu. A cota de topo da ETA Iriri varia em torno de EL.70,465m.

As coordenadas da ETA Iriri, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Eixo da Casa de Química: E = 323.884,461; N = 7.696.513,965;
- Eixo do floculador: E = 323.896,045; N = 7.696.509,649;
- Eixo dos decantadores: E = 323.895,137; N = 7.696.501,626;
- Eixo dos filtros: E = 323.891,802; N = 7.696.507,976.

Para visualização da ETA Iriri, ver Figuras 33 a 43.



Figura 33 – Vista Parcial da Estação de Tratamento de Água De Iriri
Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 34 – Vista geral da ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 35 – Vista da casa de química da ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 36 – Vista dos filtros e decantadores – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 37 – Vista da calha parshall – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 38 – Vista do flocculador – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 39 – Vista da bateria de filtros – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 40 – Vista dos filtros e floculador – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 41 – Vista dos decantadores – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 42 – Casa de química – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 43 – Vista dos tanques de sulfato – ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.2.6 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

O sistema elevatório de água tratada existente, considerando as melhorias previstas no Projeto Emergencial (junho/2014), possui capacidade para 120,0 L/s, e é composto pelas seguintes unidades:

- Estação elevatória de água tratada - EEAT Iriri
- Adutora de água tratada – para Anchieta - Sede

1.2.6.1 Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT Iriri

A Estação Elevatória de Água Tratada para Anchieta está situada na área da Estação de Tratamento de Iriri. Faz sucção no reservatório semi-enterrado de 750m³ no diâmetro de 250mm, com três tomadas. A cota de terreno na EEAT é de EL.56,470m.

No Projeto Emergencial - Fase 1, foi projetada reforma e ampliação da EEAT para recalque da adutora de água tratada (projetada) para os reservatórios de Anchieta – Sede, como apresentam os desenhos B-078-000-60-5-XX-0003 e 0004. Nesta Fase 2 – Projeto Completo, consideramos que a CESAN implantou as melhorias conforme especificado no projeto. Tendo em vista essas condições, a seguir apresentamos as características da EEAT:

Dados:	Etapas únicas
Vazão total	120,0 L/s
Altura manométrica (projeto)	22,61mca
Altura manométrica (ponto de operação)	25,00mca
Funcionamento	2+1 (rodízio)
Potência de cada conjunto	30 CV / 60Hz
Tensão	220V*
Diâmetro do rotor	142mm
Rotação	3510rpm
Rendimento do conjunto	74%**

* A tensão deverá ser confirmada pela CESAN.

** O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 67%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

As coordenadas da EEAT na área da ETA Iriri, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir. Para vistas da EEAT existente, ver Figuras 44 a 47.

- Frente da EEAT, lado direito: E = 323.930,714; N = 7.696.486,855;
- Frente da EEAT, lado esquerdo: E = 323.932,964; N = 7.696.481,725;
- Fundos da EEAT, lado direito: E = 323.927,437; N = 7.696.485,385;
- Fundos da EEAT, lado esquerdo: E = 323.929,698; N = 7.696.480,291.



Figura 44 – Vista da EEAT de Anchieta ao lado do reservatório 750m³. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 45 – Vista da caixa de registro, no recalque da EEAT. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 46 – Sucção da EEAT – interligação com o reservatório de 750m³. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 47 – Vista da tubulação de recalque da EEAT. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.2.6.2 Adutora de Água Tratada - AAT

A adução para Anchieta era feita por duas linhas adutoras, nos diâmetros de 150mm e 200mm em Ferro Fundido. No Projeto Emergencial – Fase 1 foi projetada nova adutora de água tratada, no diâmetro de DN350mm, em ferro fundido, com comprimento total de 5.933,57 metros da ETA de Iriri até o centro de reservação de Anchieta - Sede.

Assim também considerou-se que as melhorias propostas no Projeto Emergencial – Fase 1 para a EEAT foram implantadas, também considerou-se que a nova adutora de água tratada proposta foi implantada. Portanto, para efeito do sistema projetado, todas as obras previstas na Fase 1 deverão estar implantadas.

1.2.7 SISTEMA DE RESERVAÇÃO

Na ETA de Iriri, existe um reservatório semi-enterrado de volume útil igual a 750m³, sendo diâmetro interno de 15,90m, e altura útil em torno de 3,80m. Possui o N.A máx. de EL.60,763m, N.A mín. de sucção EL.57,495m, e cota de fundo de EL.56,455m (conforme informações da topografia). O N.A mínimo de operação é de EL.56,964m.

A entrada no reservatório se dá por gravidade a partir da ETA Iriri, no diâmetro de 200mm, em ferro fundido, e, além desta contribuição, segundo informações da CESAN, o reservatório também recebe uma adutora de água tratada proveniente da ETA Piúma, que auxilia no atendimento à população, no entanto, nos projetos fornecidos não existe informações sobre como ocorre essa interligação.

Atualmente esse reservatório atende a região de Iriri, por gravidade, e segue para Anchieta – Sede, por recalque, através EEAT localizada ao lado reservatório, atendendo também a população localizada no trecho percorrido pela AAT até Anchieta (Sede). As Figuras 48 e 49 mostram vistas do reservatório da ETA.

As coordenadas do reservatório da ETA Iriri, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Eixo do reservatório: E = 323.919,857; N = 7.696.479,175.



Figura 48 – Vista do Reservatório 750m³ na área da ETA Iriri. Fonte: AQUACONSULT, 2014.



Figura 49 – Vista geral do reservatório, da entrada de água tratada, e da EEAT. Fonte: AQUACONSULT, 2014.

Em Anchieta - Sede, o sistema de reservação é constituído de 2 reservatórios apoiados com volume total de 500m³ e um elevado com volume igual a 294m³. (Figura 50). Foram previstas obras na chegada da água tratada (AAT projetada na Fase 1 – Projeto Emergencial), e considerou-se que as melhorias propostas para os reservatórios de Anchieta – Sede foram implantadas, também considerou-se que a nova adutora de água tratada proposta foi implantada.

As coordenadas do reservatório, tendo como referência Datum SIRGAS 2000, Meridiano Central 39 WGr, estão descritas a seguir:

- Eixo do reservatório apoiado, a esquerda: E = 327.972,243; N = 7.698.762,147;
- Eixo do reservatório apoiado, a direita: E = 327.980,298; N = 7.698.753,659;
- Eixo do reservatório elevado: E = 327.980,623; N = 7.698.762,563.



Figura 50 – Vista dos Reservatórios de Anchieta – Apoiados $2 \times 250\text{m}^3$ e Elevado 294m^3 .
Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.3 SOLUÇÃO DEFINITIVA

1.3.1 PLANO DIRETOR INTEGRADO

Conforme descrito no Estudo de Concepção (Volume I - B-000-000-00-5-ES-0001), E no Projeto Emergencial – Fase 1 (Volume II – B-078-000-00-5-MD-0001), para atendimento à crescente demanda de água para a Região de Piúma / Anchieta / Guarapari, a CESAN elaborou um Plano Diretor de Água. Como resultado dos estudos, foi proposta a integração de 02 (dois) sistemas de Produção de Água Tratada conforme descrito a seguir:

- **Sistema Integrado Piúma – Iriri:** Na nova concepção do Plano Diretor, atenderá apenas as localidades de Piúma e Iriri através dos Sistemas de Produção de Água Tratada de Piúma e Iriri. Atualmente os sistemas existentes atendem as localidades de Piúma, Iriri, Anchieta e Ubu;

- **Sistema Integrado Guarapari - Benevente:** É a união dos sistemas existentes de produção de água tratada de Guarapari com o proposto de Benevente para atendimento das localidades de Guarapari, Meaípe, Maembá, Ubu e Anchieta. O proposto de Benevente é outra captação na localidade de Jabaquara.

A proposição contempla não só a implantação de um Sistema de Água Tratada no rio Benevente (Captação, Adução, Estação de Tratamento, Reservação e Redes), como também, melhorias e ampliações nos sistemas de Guarapari, Iriri e Piúma.

1.3.2 SISTEMA INTEGRADO PIÚMA-IRIRI

Nesta integração, o **Sistema de Produção de Água de Iriri** será aproveitado integralmente, com apenas adequações do volume de reservação, bem como das reformas e substituições de algumas unidades que estão implantadas há cerca de 40 anos.

Já o **Sistema de Produção de Água de Piúma**, deverá ter sua capacidade nominal ampliada. Compreende basicamente:

- Construção de uma Barragem de Laminação no rio Iconha para conter a intrusão da cunha salina;
- Ampliação da Estação de Tratamento; Recalque e Adução de Água bruta para a ETA; Recalque e adução de Água Tratada para o Reservatório do Monte Aghá e Volume de Reservação.

1.3.3 SISTEMA INTEGRADO GUARAPARI – BENEVENTE:

Atualmente, Guarapari é atendida pelos rios Jaboti, Conceição e Benevente. Existe também um Sistema de Produção em Santa Monica que é acionado em período de veraneio, quando necessário. A captação no Benevente é feita na localidade de Jabaquara com adutora tendo seu trajeto margeando a BR 101.

Na concepção do Plano Diretor, a nova captação no rio Benevente será responsável pelo abastecimento das localidades de Guarapari (Centro e Ipiranga), Meaípe, Maembá, Ubu e Anchieta sede. Esta concepção contempla:

- Nova Captação no Rio Benevente;
- Nova Estação de Tratamento;
- Novas adutoras com trajeto do rio Benevente em direção a Ubu e Anchieta, reservatórios e redes de distribuição;

O Sistema de Produção atual de Guarapari será totalmente aproveitado, sem ampliação das suas unidades. Isto será possível porque a área de influência da atual ETA será limitada até o Canal de Guarapari, ou seja, deixará de atender o Centro, Meaípe e Maembá. (Figura 51).

Plano Diretor – Esquema Proposto

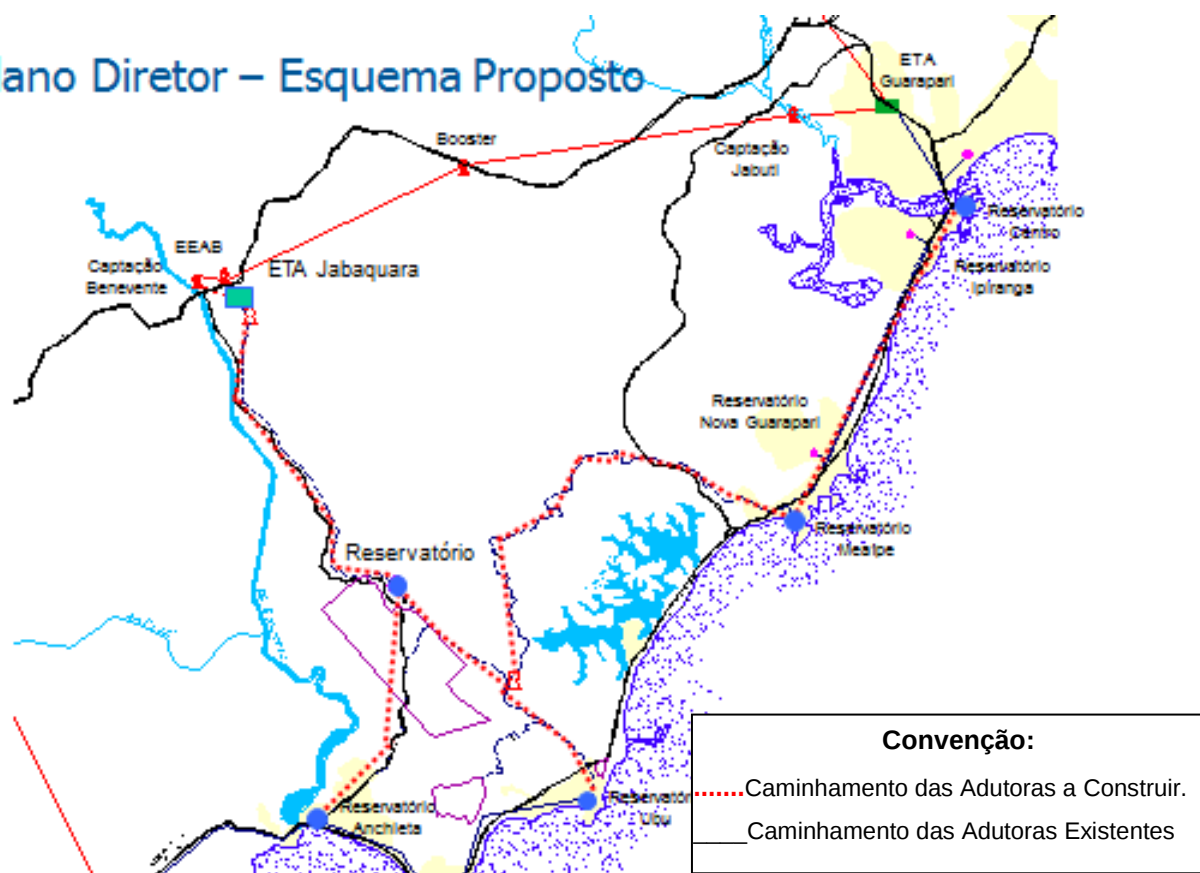


Figura 51 – Caminhamento das adutoras a construir.

1.4 SOLUÇÃO PROVISÓRIA

Considerando:

- Que a implantação das obras previstas no Plano Diretor possuem custos elevados e de longo prazo de execução;
- Que a CESAN até a viabilização dos recursos financeiros necessários a implantação das obras do Plano Diretor demandará um prazo considerável;
- Que a municipalidade tem pleiteado junto a CESAN a necessidade de resolver o abastecimento das partes deficitárias da Sede de Anchieta.

A **solução encontrada** foi estudar uma alternativa provisória, até que sejam viabilizados os recursos e implantadas as obras definitivas do Plano Diretor. As premissas básicas dessa solução provisória – emergencial, destaca-se que:

- Seja de custo bem menor, em relação à solução definitiva;
- Seja de execução mais rápida;
- Sejam aproveitadas as unidades implantadas.

Em resumo, nesta condição ficou definida a manutenção da captação de água no Rio Pongal e EEAB, considerando as devidas ampliações necessárias para a vazão de 90,0 L/s e ampliação da Estação de Tratamento de Água de Iriri para atender esta nova demanda.

Com a proposta de garantir agilidade no processo de implantação da ampliação do sistema foi previsto utilização de uma ETA pré-fabricada de 50,0 L/s a ser implantada na área da ETA Iriri e melhorias na ETA existente para tratar 40,0 L/s.

Assim, são descritas a seguir as unidades a serem construídas e escolha do manancial abastecedor.

1.4.1 MANANCIAL ABASTECEDOR

O Rio Pongal continuará a ser a manancial que atenderá a demanda projetada, limitada a vazão de 90,0 L/s, considerando a Solução Provisória. Ao longo dos anos, diversos estudos foram realizados, no sentido para calcular a vazão mínima deste manancial. O Quadro 3 apresenta os resultados destes estudos:

Quadro 3 – Estudos das vazões mínimas nos mananciais abastecedores.

Ano	Responsável pelo Estudo	Manancial	AD (km²)	Q _{7,10} (L/s)	Q ₉₀ (L/s)	q específica (L/sxkm²)
2002	AQUACONSULT	Rio Pongal	33,67	258,0	-	7,66
2007	IEMA	Rio Pongal	33,67*	304,8	-	9,05
2014	AQUACONSULT	Rio Pongal	33,67	-	325,0	9,65
2010	CSU	Rio Benevente	825,00	-	7442,0	9,02
2013	CESAN	Rio Pongal	33,67	-	489,0	14,52

Fonte: CESAN, IEMA, AQUACONSULT, 2014.

* Na Portaria de Outorga nº176, 20/06/2007, não existe informação a respeito da área de drenagem (AD). Considerou-se a mesma área do estudo da AQUACONSULT.

A vazão de outorga na captação do Pongal, aprovada pela CESAN junto ao Órgão Ambiental IEMA foi de 90,3 L/s (Portaria de Outorga nº 176, de 20 de junho de 2007), e ainda informa que deve ser mantida a vazão residual de 152,40 L/s, segundo o IEMA, equivale a 50% (cinquenta por cento) da vazão Q_{7,10} no ponto de captação.

De acordo com a legislação, a vazão outorgável é 25% da vazão de permanência, podendo em condições especiais para abastecimento público, que é prioritário, chegar a 50% da vazão mínima.

A fim de fornecer subsídios a CESAN para encaminhamento de informações ao IEMA, para solicitação de licença ambiental, a AQUACONSULT, baseada em informações topográficas, fez uma estimativa da área de inundação para diversas situações: Q_{7,10}, Q_{média}, Q₅₀ anos e Q₁₀₀ anos, para a situação atual e para a situação projetada, considerando os estudos das regiões homogêneas. O Quadro 4 a seguir apresenta o resultado desta estimativa.

Quadro 4 – Estimativa de vazão e área de inundação – Captação Pongal.

Quadro 1 - Estimativa do Vazão e Área de Inundação - Captação P. Organ.						
AD					Área de inundação estimada (m²)	
(km²)	Vazão (L/s)	q específica (L/sxkm²)	Responsável pelo Estudo de Vazão		Atual - Crista vert. 11,590m	Projeto - Crista vert. 11,800m
33,67	Q7,10	304,80	9,05	IEMA	8.594	10.664
	Qmédia	3.736,61	110,98	AQUACONSULT	12.419	14.898
	Q 50 anos	8.403,14	249,57	AQUACONSULT	14.677	15.977
	Q 100 anos	9.662,31	286,97	AQUACONSULT	14.794	16.211

* AD (área de drenagem).

1.4.2 VAZÃO DE PROJETO

Conforme definido junto à CESAN, a vazão de projeto a ser considerada, para atendimento provisório, será de 90,0 L/s, que é a vazão de outorga. Como a vazão máxima captada em época de veraneio é de 60,0 L/s, o sistema terá então um acréscimo de 30,0 L/s, ou seja, 50% no período de maior consumo.

Esta vazão é inferior à mínima do Rio Pongal, sendo, portanto, justificável continuar a utilização deste manancial, como abastecedor da localidade de Anchieta, provisoriamente, até a implantação do Plano Diretor.

Além da disponibilidade hídrica, descrita anteriormente (Q90), foi feita medição de vazão no mês de março de 2014. O valor medido na Barragem da captação foi de 173,0 L/s, considerando a época das chuvas que ocorreram em 24 de dezembro de 2013, ou seja, a medição foi feita em um período de quase 3 meses de estiagem.

No momento atual (verão de 2015), normalmente período de chuvas intensas, o Espírito Santo está passando por um período atípico de seca, semelhante à seca que ocorreu na década de 60. No final de fevereiro de 2015, a equipe de topografia retornou à barragem de Pongal e registrou lâmina d'água no vertedor de 9,8cm, e essa medição representa vazão de 280,8 L/s no vertedor, não incluindo a vazão residual.

1.4.3 SISTEMA PROJETADO

Para atendimento a demanda de projeto se faz necessário a implantação de várias melhorias no sistema de abastecimento de água de Anchieta – Iriri / Sede. O sistema provisório projetado é constituído de:

- Barragem / Captação: ampliação e melhorias, com elevação da barragem de nível, implantação de nova tomada d'água, e nova tubulação de sucção;
- Estação elevatória de água bruta - EEAB: ampliação e melhorias, com troca de barrilete de sucção e recalque e novos conjuntos motobomba;
- Adutora de água bruta - AAB: implantação de nova adutora DN300mm em ferro fundido, e equipamentos de proteção, desativando a existente;
- Booster de água bruta: implantação de novo booster, e demolição do existente;
- Estação de Tratamento de água - ETA: melhorias na ETA existente e implantação de ETA pré-fabricada de 50 L/s;
- Estação elevatória de água tratada - EEAT: execução de interligações com as novas AAT;
- Adutora de água tratada - AAT: implantação de AAT por recalque DN350mm, em ferro fundido, interligando a EEAT ao reservatório projetado (2x1000m³) e de AAT por gravidade, DN350mm em ferro fundido, interligando o reservatório a AAT projetada no projeto emergencial – Fase, que a partir da implantação do reservatório (2x1000m³) para a funcionar por gravidade para Anchieta – Sede (centro de reservação);
- Reservatório: implantação do reservatório V=2x1000m³ na área da ETA Iriri, para atendimento a Anchieta - Sede.

A adutora de água tratada que interliga o novo reservatório a ser construído na área da ETA Iriri, DN350mm, em ferro fundido, aos reservatórios existentes de Anchieta – Sede, foi detalhada no Projeto Emergencial – Fase 1.

A Figura 52 apresenta o Esquema geral do Projeto Completo – Fase 2, incluindo o Projeto Emergencial – Fase 1.

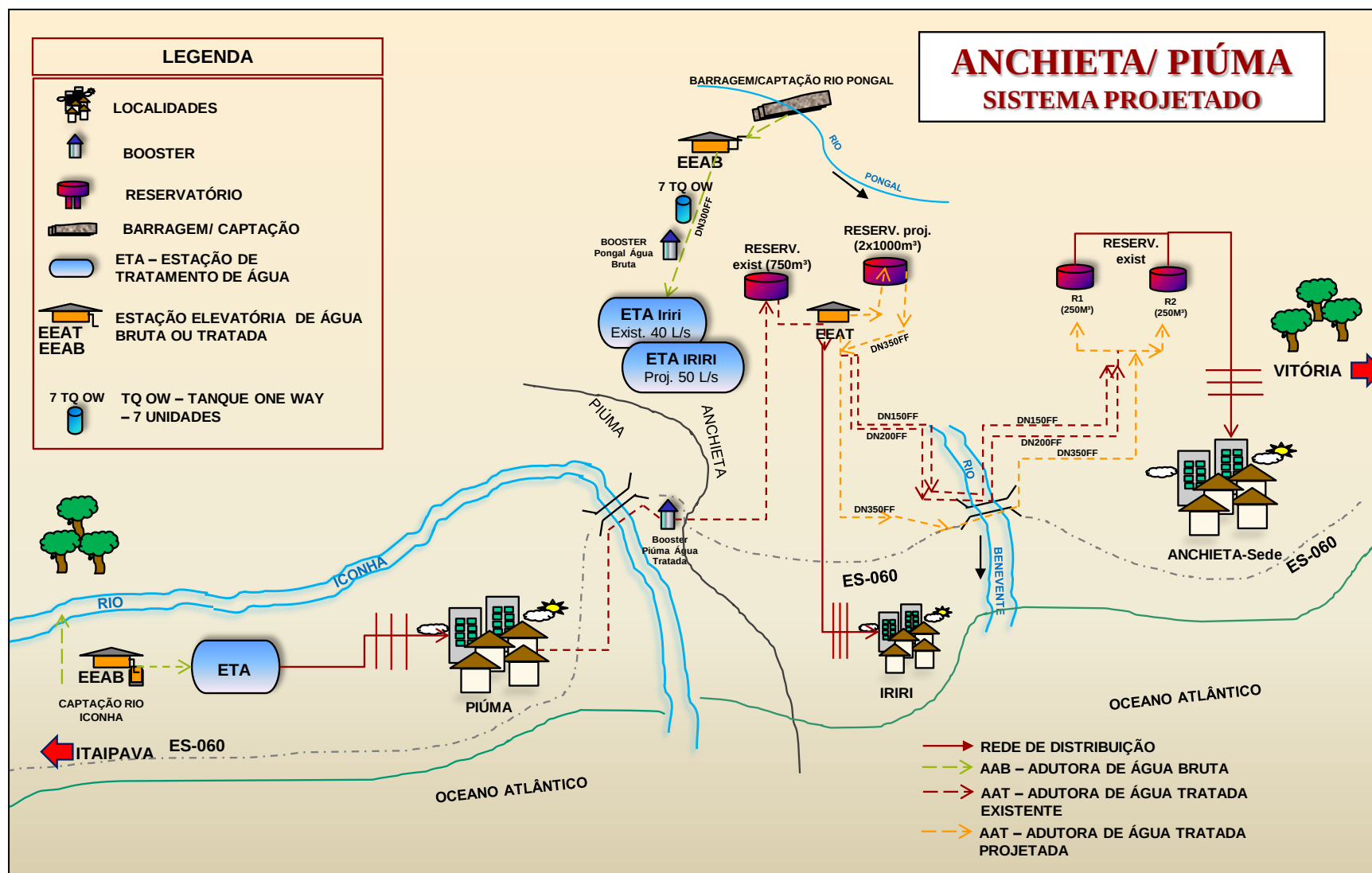


Figura 52 – Esquema geral – Projeto Completo e Emergencial – Solução Provisória.

1.5 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO TÉCNICA DO PROJETO

1.5.1 ALCANCE DE PROJETO

Considerando que o projeto apresentado, e em conformidade com as definições das CESAN, o horizonte de projeto do sistema vai atender de acordo com o limite da vazão de outorga do manancial abastecedor, Rio Pongal, que será de 90,0 L/s.

Para a vazão máxima diária, incluindo a população flutuante, o ano será 2024 (10 anos) considerando o ano base 2015. A população flutuante incide no período de verão. Se considerarmos apenas a população residente, o alcance do projeto seria até o ano de 2036.

A definição dos parâmetros a serem adotados no projeto visa o atendimento às normas da ABNT, à legislação vigente e às orientações da CESAN, a partir de dados operacionais fornecidos.

1.5.2 ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO ATENDIDA

No Projeto Hidráulico Emergencial – Fase 1, Volume II, documento número B-078-000-00-5-MD-0001, foi apresentado no item 1.6.2 a estimativa da população atendida. Apresentamos no Quadro 5 a estimativa do crescimento populacional para a região de projeto, considerando a inclusão da população flutuante.

Quadro 5 – Estimativa do crescimento populacional para Anchieta Sede, Castelhanos e Iriri, e Ubu, Guanabara e Parati, na área de projeto

ANO	CRESC. POP.	POPULAÇÃO DE PROJETO - ANCHIETA -SEDE			POPULAÇÃO DE PROJETO - IRIRI e CASTELHANOS			POPULAÇÃO DE PROJETO - UBU, GUANABARA E PARATI		
		Residente	Flutuante	Total	Residente	Flutuante	Total	Residente	Flutuante	Total
		(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)
2010	-	10.969	3.510	14.479	768	922	1.690	2.467	1.480	3.947
2011	2,95%	11.293	3.614	14.907	791	949	1.740	2.540	1.524	4.064
2012	2,95%	11.626	3.720	15.346	814	977	1.791	2.615	1.569	4.184
2013	2,95%	11.969	3.830	15.799	838	1.006	1.844	2.692	1.615	4.307
2014	2,95%	12.322	3.943	16.265	863	1.036	1.899	2.771	1.663	4.434
2015	2,94%	12.685	4.059	16.744	888	1.066	1.954	2.853	1.712	4.565
2016	2,94%	13.058	4.179	17.237	914	1.097	2.011	2.937	1.762	4.699
2017	2,94%	13.442	4.301	17.743	941	1.129	2.070	3.023	1.814	4.837
2018	2,94%	13.837	4.428	18.265	969	1.163	2.132	3.112	1.867	4.979
2019	2,93%	14.243	4.558	18.801	997	1.196	2.193	3.203	1.922	5.125
2020	2,93%	14.661	4.692	19.353	1.026	1.231	2.257	3.297	1.978	5.275
2021	2,93%	15.090	4.829	19.919	1.056	1.267	2.323	3.394	2.036	5.430
2022	2,92%	15.531	4.970	20.501	1.087	1.304	2.391	3.493	2.096	5.589
2023	2,92%	15.985	5.115	21.100	1.119	1.343	2.462	3.595	2.157	5.752
2024	2,92%	16.451	5.264	21.715	1.152	1.382	2.534	3.700	2.220	5.920
2025	2,91%	16.930	4.571	21.501	1.186	1.423	2.609	3.808	2.285	6.093
2026	2,91%	17.422	4.704	22.126	1.220	1.464	2.684	3.919	2.351	6.270
2027	2,90%	17.927	4.840	22.767	1.255	1.506	2.761	4.033	2.420	6.453
2028	2,90%	18.446	4.980	23.426	1.291	1.549	2.840	4.150	2.490	6.640
2029	2,89%	18.979	5.124	24.103	1.328	1.594	2.922	4.270	2.562	6.832
2030	2,88%	19.526	5.272	24.798	1.366	1.639	3.005	4.393	2.636	7.029
2031	2,88%	20.088	5.424	25.512	1.405	1.686	3.091	4.519	2.711	7.230
2032	2,87%	20.665	5.580	26.245	1.445	1.734	3.179	4.649	2.789	7.438
2033	2,86%	21.257	5.739	26.996	1.486	1.783	3.269	4.782	2.869	7.651
2034	2,86%	21.864	5.903	27.767	1.528	1.834	3.362	4.919	2.951	7.870
2035	2,85%	22.487	6.071	28.558	1.572	1.886	3.458	5.059	3.035	8.094
2036	2,84%	23.126	6.244	29.370	1.617	1.940	3.557	5.203	3.122	8.325
2037	2,83%	23.781	6.421	30.202	1.663	1.996	3.659	5.350	3.210	8.560
2038	2,83%	24.453	6.602	31.055	1.710	2.052	3.762	5.501	3.301	8.802
2039	2,82%	25.142	6.788	31.930	1.758	2.110	3.868	5.656	3.394	9.050
2040	2,81%	25.848	6.979	32.827	1.807	2.168	3.975	5.815	3.489	9.304
2041	2,80%	26.572	7.174	33.746	1.858	2.230	4.088	5.978	3.587	9.565
2042	2,79%	27.313	7.375	34.688	1.910	2.292	4.202	6.145	3.687	9.832
2043	2,78%	28.072	7.579	35.651	1.963	2.356	4.319	6.316	3.790	10.106
2044	2,77%	28.850	7.790	36.640	2.017	2.420	4.437	6.491	3.895	10.386
2045	2,76%	29.646	8.004	37.650	2.073	2.488	4.561	6.670	4.002	10.672
2046	2,75%	30.461	8.224	38.685	2.130	2.556	4.686	6.853	4.112	10.965
2047	2,74%	31.296	8.450	39.746	2.188	2.626	4.814	7.041	4.225	11.266

Fonte: IBGE, 2010, adaptado AQUACONSULT.

1.5.3 CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA

Para definição do consumo per capita foram analisados os dados fornecidos pela CESAN para os anos de 2010, 2011 e 2012 (IOS.I-DLT). Os resultados para per capita, excluindo as perdas no sistema, foram os seguintes:

- Ano 2010: 245,74 L/hab.dia;
- Ano 2011: 237,10 L/hab.dia;
- Ano 2012: 226,59 L/hab.dia.

Para este projeto e em comum acordo com a CESAN, ficou definido o valor de 200L/hab.dia para o consumo *per capita* de água, já excluindo as perdas no sistema, conforme discutido em reunião em 07/03/2013 (EM-C275-AQ023-13 de 08/03/2013).

1.5.4 COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DE VAZÃO (K)

O coeficiente de variação de vazão representa a combinação dos coeficientes do dia e da hora de maior consumo, para o pico do consumo, e a aplicação da mínima vazão horária. Serão utilizados os seguintes valores:

$K1 = 1,2$ (coeficiente do dia de maior consumo);

$K2 = 1,5$ (coeficiente da hora de maior consumo);

Para determinar a vazão máxima diária aplica-se o coeficiente $k1$ sobre a vazão média. Para determinar a vazão máxima horária (pico de consumo) aplica-se sobre a vazão média os coeficientes $K1$ e $K2$.

1.5.5 CÁLCULO DA DEMANDA

No Projeto Hidráulico Emergencial – Fase 1, Volume II, documento número B-078-000-00-5-MD-0001, foi apresentado no item 1.6.5 o cálculo da demanda. Apresentamos a seguir

A seguir são apresentadas as fórmulas de cálculo das vazões pertinentes ao projeto.

- Vazão média: Para cálculo da demanda média de projeto utilizar-se-á a seguinte expressão:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{[(\text{pop} \times \text{qpc}) + Q_{\text{gc}}] \times c}{86400}$$

- Vazão máxima diária: Para cálculo da demanda máxima diária de projeto utilizar-se-á a seguinte expressão:

$$Q_{\text{md}} = \frac{[(\text{pop} \times \text{qpc}) + Q_{\text{gc}}] \times c \times K1}{86400}$$

- Vazão máxima horária: Para cálculo da demanda máxima horária de projeto utilizar-se-á a seguinte expressão:

$$Q_{\text{mh}} = \frac{[(\text{pop} \times \text{qpc}) + Q_{\text{gc}}] \times c \times K1 \times K2}{86400}$$

Onde:

pop = população atendida, hab.

qpc = consumo per capita médio de água, L/hab. x dia: adotado 200 L/hab. x dia;

Qgc = vazão média de grandes consumidores: 1,46 L/s (segundo dados da CESAN), e 1,59 L/s (Loteamento Cidade Jardim), totalizando 3,05 L/s para o ano de 2024;

k1 = coeficiente do dia de maior consumo: 1,2;

k2 = coeficiente da hora de maior consumo: 1,5.

O Quadro 6 apresenta a projeção da população e da vazão entre os anos de 2010 e 2024, para as regiões avaliadas, a projeção da demanda até o ano de 2047.

Quadro 6 – Projeção da população e da vazão na região de projeto.

ANO	POPULAÇÃO		LOTEAMENTO		População total (hab.)	Grandes consum. Q méd (L/s)	Q méd diária total (L/s)	Q máxima diária (L/s)	Q máxima diária total (L/s)	Q máxima horária total (L/s)	Perdas lavagem filtros (%)	Q máxima diária + perdas filtros Total (L/s)
	Residente (hab.)	Flutuante (hab.)	Residente (hab.)	Flutuante (hab.)								
2010	14204	5912	0	0	20116	1,46	48,02	55,87	57,62	86,44	3,0	59,35
2011	14624	6087	0	0	20711	1,46	49,40	57,53	59,28	88,92	3,0	61,06
2012	15055	6266	0	0	21321	1,46	50,81	59,22	60,97	91,46	3,0	62,80
2013	15499	6451	0	0	21950	1,46	52,27	60,97	62,72	94,09	3,0	64,61
2014	15956	6642	0	0	22598	1,46	53,77	62,77	64,52	96,79	3,0	66,46
2015	16425	6836	176	52	23489	1,46	55,83	65,24	67,00	100,49	3,0	69,01
2016	16908	7038	199	59	24204	1,46	57,49	67,24	68,99	103,48	3,0	71,06
2017	17405	7243	225	66	24939	1,46	59,19	69,28	71,03	106,54	3,0	73,16
2018	17916	7457	254	75	25702	1,46	60,96	71,40	73,15	109,73	3,0	75,35
2019	18441	7675	287	85	26488	1,46	62,77	73,57	75,32	112,99	3,0	77,58
2020	18981	7899	324	96	27300	1,46	64,65	75,83	77,58	116,37	3,0	79,91
2021	19536	8130	366	108	28140	1,46	66,60	78,17	79,92	119,88	3,0	82,32
2022	20106	8367	414	122	29009	1,46	68,61	80,58	82,33	123,50	3,0	84,80
2023	20692	8610	468	138	29908	1,46	70,69	83,08	84,83	127,24	3,0	87,37
2024	21294	8860	529	156	30839	1,46	72,85	85,67	87,42	131,13	3,0	90,04
2025	21913	8271	597	176	30957	1,46	73,12	85,99	87,74	131,62	3,0	90,38
2026	22549	8510	674	199	31932	1,46	75,38	88,70	90,46	135,68	3,0	93,17
2027	23201	8755	761	224	32941	1,46	77,71	91,50	93,25	139,88	3,0	96,05
2028	23871	9008	859	253	33991	1,46	80,14	94,42	96,17	144,25	3,0	99,05
2029	24560	9268	969	286	35083	1,46	82,67	97,45	99,20	148,81	3,0	102,18
2030	25267	9535	1093	322	36217	1,46	85,30	100,61	102,36	153,54	3,0	105,43
2031	25993	9808	1233	364	37398	1,46	88,03	103,88	105,64	158,45	3,0	108,81

Continuação Quadro 6

ANO	POPULAÇÃO		LOTEAMENTO		População total (hab.)	Grandes consum. Q méd (L/s)	Q méd diária total (L/s)	Q máxima diária (L/s)	Q máxima diária total (L/s)	Q máxima horária total (L/s)	Perdas lavagem filtros (%)	Q máxima diária + perdas filtros Total (L/s)
	Residente (hab.)	Flutuante (hab.)	Residente (hab.)	Flutuante (hab.)								
2032	26738	10089	1390	410	38627	1,46	90,87	107,29	109,04	163,57	3,0	112,32
2033	27503	10377	1567	462	39909	1,46	93,84	110,86	112,61	168,91	3,0	115,99
2034	28288	10672	1760	519	41239	1,46	96,92	114,55	116,30	174,46	3,0	119,79
2035	29093	10976	1760	519	42348	1,46	99,49	117,64	119,39	179,08	3,0	122,97
2036	29919	11287	1760	519	43485	1,46	102,12	120,79	122,54	183,82	3,0	126,22
2037	30766	11607	1760	519	44652	1,46	104,82	124,03	125,78	188,68	3,0	129,56
2038	31635	11934	1760	519	45848	1,46	107,59	127,36	129,11	193,66	3,0	132,98
2039	32526	12271	1760	519	47076	1,46	110,43	130,76	132,52	198,77	3,0	136,49
2040	33439	12614	1760	519	48332	1,46	113,34	134,26	136,01	204,01	3,0	140,09
2041	34376	12969	1760	519	49624	1,46	116,33	137,84	139,60	209,39	3,0	143,78
2042	35336	13332	1760	519	50947	1,46	119,39	141,52	143,27	214,90	3,0	147,57
2043	36319	13702	1760	519	52300	1,46	122,52	145,27	147,02	220,54	3,0	151,44
2044	37328	14085	1760	519	53692	1,46	125,75	149,15	150,90	226,35	3,0	155,43
2045	38360	14474	1760	519	55113	1,46	90,26	106,56	108,31	162,47	3,0	111,56
2046	39418	14874	1760	519	56571	1,46	92,71	109,50	111,25	166,88	3,0	114,59
2047	40502	15285	1760	519	58066	1,46	95,21	112,50	114,25	171,38	3,0	117,68

1.5.6 DIÂMETRO ECONÔMICO

Para dimensionamento das tubulações de recalque utilizou-se a verificação do diâmetro econômico.

Verificação do diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresse:

$$D = K * Q^{1/2}$$

Onde:

D = diâmetro em metros;

K = coeficiente de Bresse; 1,1;

Q = vazão em m³/s.

1.5.7 PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA E LOCALIZADA

Para cálculo da perda de carga distribuída foi utilizada a Fórmula Universal:

$$H_{f_{distribuída}} = f \times (L \times V^2 / D \times 2 \times g)$$

Sendo:

f = coeficiente de atrito;

L = comprimento em metros;

D = diâmetro em metro;

g = aceleração da gravidade, 9,81m/s².

Para encontrar o valor do coeficiente de atrito f, se faz necessário determinar o Número de Reynolds, Re:

$$Re = V \times D / \nu$$

Sendo:

V = velocidade do fluxo em m/s;

D = diâmetro da linha em metros;

ν = viscosidade cinemática da água, para $T=20^{\circ}\text{C}$, $1007 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

Os valores de f foram extraídos do livro Manual de Hidráulica de Azevedo Netto, através do Diagrama de Moody. (NETTO, 1998).

Para cálculo da perda de carga localizada foi utilizada a fórmula:

$$H_{f_{\text{localizada}}} = K \times V^2 / 2 \times g$$

Sendo:

K = coeficiente que depende do tipo singularidade;

V = velocidade em m/s;

g = aceleração da gravidade, $9,81 \text{ m/s}^2$.

Os valores de K para cada singularidade foram extraídos do livro Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

1.6 UNIDADES DO SISTEMA PROJETADO

1.6.1 BARRAGEM / CAPTAÇÃO – RIO PONGAL – AMPLIAÇÃO

A barragem existente em concreto armado de seção trapezoidal será mantida, em toda sua extensão 35,67m, e ampliada do lado esquerdo, em 4,25m, devido à elevação da cota da crista da barragem, e a seção transversal deverá ser idêntica à seção transversal da barragem existente, conforme detalhes em projeto.

A cota da crista da barragem existente varia entre EL.12,150m a EL.11,931m, e deverá ser elevada para a cota de EL.12,150m de maneira uniforme. No trecho do vertedor, a cota da crista deverá ser elevada de EL.11,590m para EL.11,800m, ou seja, elevação de 0,21m. Todas as elevações informadas no projeto foram extraídas dos documentos fornecidos pela topografia da CESAN. Por ocasião das obras essas informações devem ser confirmadas.

Os dois gradeamentos existentes serão mantidos. Recomenda-se a manutenção periódica, já que os gradeamentos foram construídos em aço carbono. Foi projetado um novo gradeamento no canal de tomada d'água projetado.

A tomada d'água 1 (DN200mm, FºFº), cota da geratriz inferior (G.I.) EL.11,256m, será mantida em toda a sua extensão até a interligação com a caixa de areia existente, inclusive com o registro.

A tomada d'água 2 (DN200mm FºFº), possui cota G.I. EL.11,195m, que está localizada na região onde será construído o canal com gradeamento e caixa de areia, deverá ser desativada, logo após a implantação deste canal de interligação, exceto o trecho entre o registro de gaveta e a caixa de areia existente. Deverá ser construído um canal a partir do ponto de tomada d'água 2, onde o stop-log existente deverá ser substituído, com cota de fundo de EL.10,800m no trecho do gradeamento, e cota de fundo EL.10,500m, no trecho da nova caixa de areia. A cota de topo do canal projetado é de EL.12,150m. Foi prevista uma descarga de fundo na caixa de areia com lançamento

direto no rio Pongal no diâmetro de 250mm. A caixa de areia existente também deverá ser elevada para a cota EL.12,150m.

A tubulação de saída da caixa de areia existente que segue aérea para a sucção da EEAB possui diâmetro de 200mm, em ferro fundido, cota da geratriz inferior (G.I.) da tubulação EL.11,213m, será mantida até ponto bem próximo à EEAB. Observou-se que existe uma curva de 90° no interior da caixa de areia existente, mas não foi possível confirmar a cota exata desta tomada d'água. E, a partir do novo canal e da nova caixa de areia, foi projetada uma tubulação, com diâmetro de 300mm, em ferro fundido, cota da G.I. EL.10,780m, que seguirá aérea, apoiada em pilaretes de concreto, por gravidade, paralela a tubulação existente, em direção à EEAB (sucção). Cerca de 5 metros a montante da EEAB, a tubulação de sucção projetada interligará a tubulação de sucção existente, na cota G.I. 10,000m, passando para o diâmetro de 400mm, incluindo o barrilete de sucção da EEAB, cuja cota G.I é de EL.9,970m.

Nas condições de projeto, a captação passará a operar com dois níveis, ou seja, a tomada d'água 1 (DN200 FºFº existente) com a G.I. EL.11,256m, e a tomada d'água projetada, que é o próprio canal projetado com a sucção DN300, FºFº, que possui cota G.I. EL.10,780m. Recomenda-se que por ocasião de baixa temporada seja utilizada apenas uma das sucções, ou a projetada, DN300mm, ou a existente, DN200mm, e na alta temporada, pode ser utilizada apenas a sucção projetada, ou as duas sucções, porém deve ser garantido o nível de água (N.A.) mínimo sobre as tomadas d'água. Caso seja utilizada apenas a tubulação projetada DN300mm, deve ser garantida lâmina d'água mínima acima da geratriz superior da tubulação de sucção de pelo menos 0,196m, ou seja, a cota do nível de água mínima para captação deve ser de EL.11,300m, a fim de garantir a captação da vazão desejada, além de evitar a entrada de ar na tubulação.

Caso sejam utilizadas as duas tubulações de sucção (DN200mm existente e DN300mm projetada), deve ser garantido o nível de água mínimo acima da geratriz superior da tubulação de tomada água 1 de pelo menos 0,05m (cota de N.A. mínimo no rio de EL.11,520m, o que vai limitar a vazão de até 20,0 L/s, garantindo a velocidade mínima de 0,60m/s para essa tubulação. Neste caso, o N.A. sobre a tomada d'água

projetada (sucção) DN300mm, ficaria com lâmina d'água sobre a tubulação em torno de 0,43m.

A passarela existente em aço carbono entre a barragem e a caixa de areia, comprimento em torno de 4,00m e largura de 0,90m, deverá ser removida. Sobre o canal projetado, deverá ser construída uma passarela em concreto armado, com guarda-corpo em fibra de vidro, interligando a barragem e o canal à caixa de areia existente. Para acesso a passarela do canal foi projetada uma escada do tipo marinho em fibra de vidro.

Considerando as informações topográficas, e dados hidrológicos, as elevações propostas para a crista da barragem e do vertedor provocará uma elevação em torno de 0,20m, no máximo. O Quadro 4 (item 1.4.1) mostrou a áreas de inundação estimadas. Para a vazão média ($Q_{med}=3.736,61$ L/s) da bacia hidrográfica do Rio Pongal no ponto de captação, a área de inundação a montante estimada foi de $14.898m^2$ e para a vazão do período de retorno de 50 anos ($Q_{50}=8.403,14$ L/s), a área estimada de inundação foi de $15.977m^2$. Comparando com as condições atuais da barragem, o acréscimo de área inundada para o período de retorno de 50 anos foi de 8,8% aproximadamente.

A seguir apresentamos um resumo das informações da barragem e da captação:

Dados:	Etapla única
Manancial	Rio Pongal
Área de drenagem da bacia hidrográfica	33,67 km ²
Vazão $Q_{7,10}$ (IEMA)	304,80 L/s
Cota nível de água no vertedor para $Q_{7,10}$	EL.11,904m
Cota nível de água na barragem para Q_{50} anos	EL.12,326m
Vazão a ser captada	90,0 L/s
Cota - Vazão residual (ecológica) DN250 FºFº existente	G.I. EL.10,953m
Comprimento da barragem existente	35,67m
Comprimento total da barragem (existente + projetada)	39,92m
Cota da crista da barragem	12,150m
Comprimento do vertedor existente	5,00m
Cota da crista do vertedor	11,800m

Dados:	Etapas únicas
Coordenadas ponto de tomada d'água 1 – DN200 FºFº existente	E = 318.598,199 N = 7.701.738,847
Cota da G.I. da tomada d'água 1 existente	EL.11,256m
Coordenadas ponto de tomada d'água 2 – canal projetado	E = 318.600,460 N = 7.701.741,675
Cota do fundo do ponto de tomada 2 - canal projetado	EL.10,800m
Comprimento da sucção existente DN200 FºFº	28,50m
Cota da G.I. sucção existente na saída da caixa de areia	EL.11,213m
Comprimento da sucção projetada DN300 FºFº	31,40m
Cota da G.I. sucção projetada na saída do canal projetado	EL.10,780m
Comprimento da sucção proj. DN400 FºFº (incluindo barrilete)	12,60m
Cota da G.I. sucção projetada na chegada no barrilete	EL.9,970m

As Figuras 52 e 53 a seguir apresentam a planta de parte da barragem, em destaque o trecho a ser ampliado, e a seção transversal típica da barragem, respectivamente.

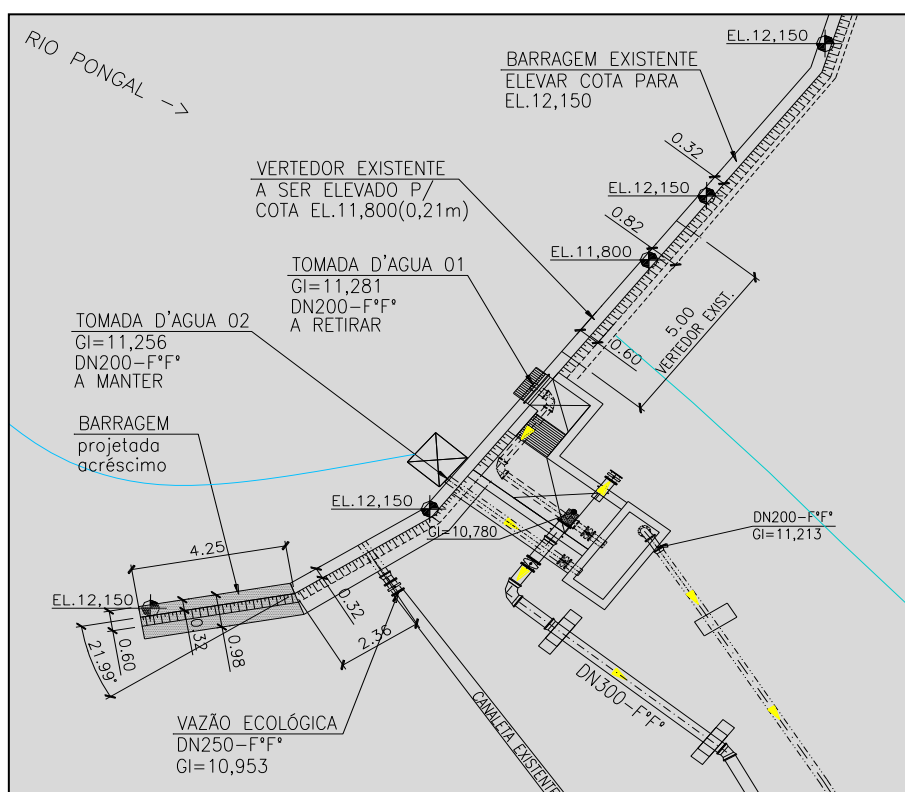


Figura 52 – Planta baixa de parte da barragem, e trecho a ser construído.
Fonte: AQUACONSULT, 2014.

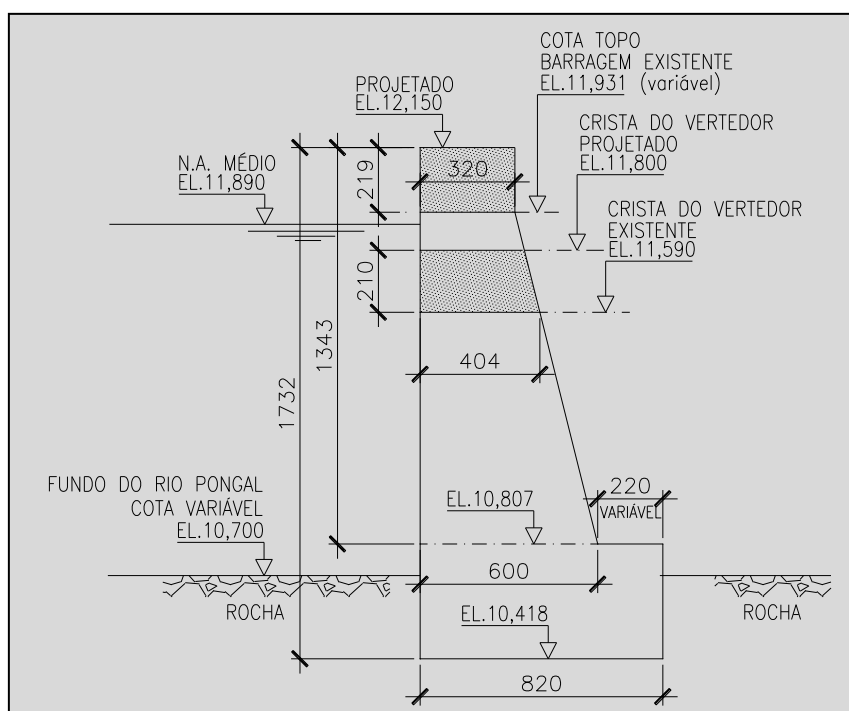


Figura 53 – Seção transversal típica da barragem Pongal.

Fonte: AQUACONSULT, 2014.

1.6.2 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA

1.6.2.1 Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB Pongal - Ampliação

A EEAB Pongal foi dimensionada para atender em etapa única, e no alcance de projeto já mencionado no item 1.5.1. Foi considerada a vazão de recalque total de 90,0 L/s, com funcionamento em paralelo com dois conjuntos operando e um reserva / rodízio.

As dimensões da EEAB Pongal não serão ampliadas, no entanto, as paredes internas deverão ser removidas a fim de ampliar o espaço físico interno para implantação dos três conjuntos motobomba.

As obras serão executadas preferencialmente no período de menor demanda, de forma a manter o sistema existente em operação parcial. Os serviços preliminares deverão ser os de demolição das paredes internas. Posteriormente, deverá ser construída a estrutura (pilares e vigas) para suporte da nova monovia, e instalação da monovia. Uma das bases dos novos conjuntos motobomba deverá ser construída, e a mesma

instalada. Em seguida, as demais bases poderão ser construídas, os conjuntos instalados, juntamente com os novos barriletes de sucção e recalque.

Verificação do diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresse:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \text{ e } Q = 90,0 \text{ L/s}$$

$$D \text{ recalque calculado} = 0,330 \text{ m}$$

$$D \text{ recalque adotado} = 0,300 \text{ m}$$

O barrilete de sucção continuará sendo executado na parte externa da EEAB, foi projetado com diâmetro DN400mm, e nas derivações individuais para os conjuntos motobomba, o diâmetro será de DN300mm. No barrilete de recalque foi projetado o diâmetro DN300mm, e nas derivações nas saídas dos conjuntos motobomba foi projetado o diâmetro DN250mm, todos em ferro fundido junta flangeada. O barrilete de recalque também ficará na área externa da EEAB, e foi prevista a instalação de uma ventosa e manômetro, conforme indicado em projeto.

As conexões da tubulação de sucção deverão resistir à pressão de até 15,0mca e as conexões da tubulação de recalque deverão resistir à pressão de 110,0mca, e os blocos de ancoragens deverão ser dimensionados conforme essa solicitação, de acordo com os Estudos de Transientes Hidráulicos apresentados no Anexo 1.

Após o barrilete de recalque, a tubulação de recalque é enterrada e terá início a nova adutora de água bruta. Em baixa temporada, apenas um conjunto poderá ser utilizado, a critério da CESAN.

Para determinar a altura manométrica dos conjuntos motobomba, fez-se uma análise do novo caminhamento da adutora de água bruta, até a ETA, considerando os desníveis geométricos, desde a sucção até a chegada na ETA, e as perdas distribuídas e localizadas em todo o trecho. Em função de o desnível geométrico ser alto e a extensão longa, verificou-se que havia necessidade de implantação de um booster de água bruta entre as estacas 220+6,155m e 220+13,258m.

Como já existe uma área com um booster, foi considerado que o novo booster ficaria na mesma área, que deverá ser ampliada. Portanto, para estudos, a AAB foi dividida em 4 (quatro) trechos, que estão detalhados no item 1.6.3.

Para dimensionamento da EEAB, foi analisado o Trecho 1 (entre a estaca 0+0,00 – EEAB e a estaca 186+3,54 – ponto mais alto), na condição de vazão total, ou seja, 90,0 L/s, e na condição de vazão parcial, com limite de 59,0 L/s, sem a necessidade de utilizar o booster de água bruta, com funcionamento dos dois conjuntos em paralelo, até a ETA. A seguir apresentamos os dados da EEAB, considerando o recalque da vazão total:

Dados:	Etapla única
Vazão total de recalque (máxima)	90,0 L/s
Cota do nível de água na sucção (cota mais baixa)	EL.11,300m
Cota do eixo da tubulação de sucção da bomba (barrilete)	EL.10,133m
Diâmetro da tubulação de sucção (barrilete)	400mm
Diâmetro da tubulação de sucção (entrada nas bombas)	300mm
Desnível geométrico da sucção	+1,167m
Comprimento da sucção (DN300mm)	31,40m
Comprimento da sucção (DN400mm)	12,60m
Cota do eixo da tubulação de recalque (barrilete)	EL.11,060m
Diâmetro da tubulação de recalque (barrilete)	300mm
Diâmetro da tubulação de recalque (saída das bombas)	250mm
Cota de terreno ponto mais alto (est. 186+3,54m) + folga 5,0m	EL.72,985m
Desnível geométrico do recalque (Trecho 1)	61,685m
Comprimento desenvolvido do recalque Trecho 1 (DN300mm)	3729,79m
Perda de carga na sucção (localizada/distribuída)	0,641m
Perda de carga distribuída no recalque	17,023m
Perda de carga localizada no recalque	1,907m
Altura manométrica total	81,26 mca

Seleção dos conjuntos motobomba: Ponto de Operação

- Bomba centrífuga, multiestágio;
- Vazão total (ponto de operação): 90,0 L/s
- Hman: 81,31 mca;

- Diâmetro do rotor: 294,3mm
- Motor: 60 Hz, trifásico, 440V, 4 pólos;
- Potência unitária: 100 CV;
- Funcionamento: 2 + 1 (reserva/rodízio);
- Rendimento: 74,0% **;

**O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 60%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

1.6.2.2 Booster de Água Bruta – Booster Pongal

Assim como a EEAB Pongal, o Booster Pongal foi dimensionado para atender em etapa única, e no alcance de projeto já mencionado no item 1.5.1. Foi considerada a vazão de recalque total de 90,0 L/s, com funcionamento em paralelo com dois conjuntos operando e um reserva / rodízio (2+1).

O Booster existente deverá ser desativado e demolido para implantação do novo *Booster Pongal* projetado. Isso se deve pelo fato de a estrutura atual estar precária e o espaço ser insuficiente para instalação dos novos conjuntos motobomba projetado. Considerando que a área do booster existente (151,82m², item 1.2.4.2), haverá necessidade de desapropriação em torno de 107m² (Figura 54), e a área, segundo a topografia, é de propriedade da empresa Águia Branca, e não existem benfeitorias existentes.

O *Booster Pongal* projetado será construído ao lado do existente, aproximadamente, na estaca 220+12,43m (eixo do booster). Concluída a obra do *Booster* projetado, haverá demolição do existente. O projeto prevê instalação de monovia, três (03) conjuntos moto-bomba, caixa para *by-pass*, e, em função da ampliação da área do novo *Booster Pongal*, haverá instalação de nova cerca e portão.

Verificação do diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresse:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \text{ e } Q = 90,0 \text{ L/s}$$

$$D \text{ recalque calculado} = 0,330 \text{ m}$$

$$D \text{ recalque adotado} = 0,300 \text{ m}$$

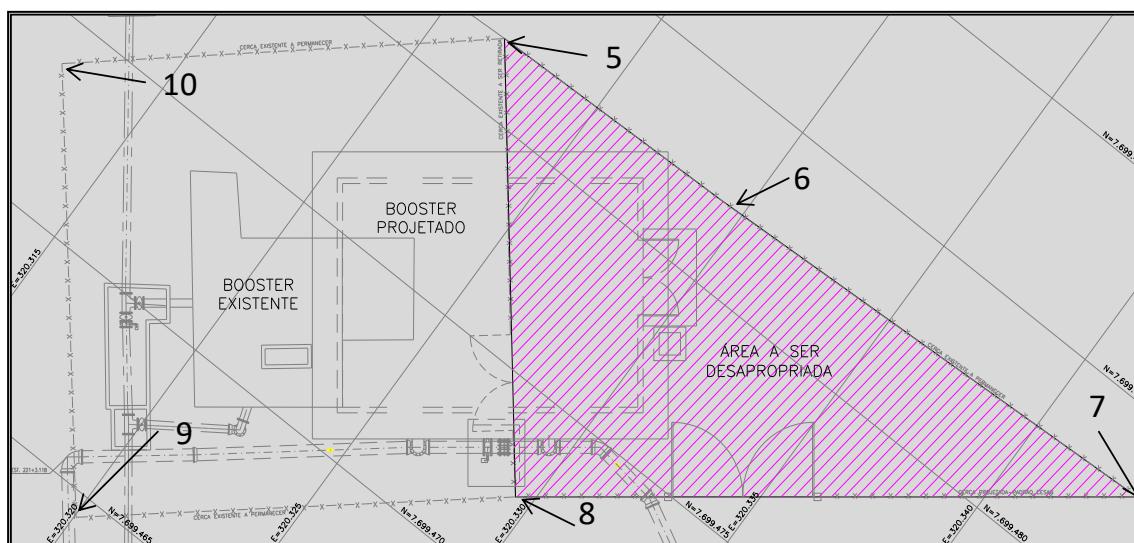


Figura 54 – Vista do trecho inicial da travessia sob a ponte de Anchieta.
Fonte: AQUACONSULT, 2014.

Coordenadas da área:

- Ponto 5: E = 320.321,81; N = 7.699.481,91;
- Ponto 8: E = 320.329,53; N = 7.699.472,34;
- Ponto 9: E = 320.320,05; N = 7.699.464,39;
- Ponto 10: E = 320.312,34; N = 7.699.473,82;

A adutora de água bruta existente - AAB (DN200mm em ferro fundido) será desativada e haverá implantação de uma nova adutora DN300mm, também em ferro fundido. Esta possui maior extensão total que a AAB existente, porém haverá menor extensão em áreas de servidão, optando preferencialmente o caminhamento próximo de vias. A AAB projetada parte da EEAB Pongal existente e segue até o *Booster* Pongal com extensão total desenvolvida de 4.419,11m, dividida em dois trechos - Trechos 1 e 2, sendo Trecho 1 por recalque e Trecho 2 por gravidade (conduto forçado).

Assim como na EEAB, o recalque do *Booster* Pongal foi dividido em dois trechos - Trechos 3 e 4, sendo Trecho 3 por recalque e Trecho 4 por gravidade (conduto forçado). O Trecho 3, com extensão desenvolvida de 2.375,52m, entre o *Booster* Pongal e a estaca 338+3,54m, na qual se encontra o ponto de cota mais elevada do recalque do *Booster*. Esse trecho se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno desfavorável ao escoamento, justificando a necessidade do *Booster*.

O trecho 4 possui extensão desenvolvida de 3.509,14m, entre a estaca 338+3,54m e a caixa divisora de vazão (CDV) projetada para a entrada da ETA. Ao contrário do trecho 3, este possui desnível topográfico favorável ao escoamento por gravidade.

O barrilete de sucção projetado é de DN300mm, em ferro fundido e, na entrada do conjunto moto-bomba o diâmetro será de DN125mm. O barrilete de recalque, foi projetado o diâmetro DN100mm, em ferro fundido e, na entrada do conjunto moto-bomba o diâmetro será de DN125mm. A conexão em ambos ocorre por meio de uma redução excêntrica em aço carbono. As conexões da tubulação de sucção e recalque deverão resistir à pressão de 110,0mca, e os blocos de ancoragens deverão ser dimensionados conforme essa solicitação, de acordo com os Estudos de Transientes Hidráulicos apresentados no Anexo 1.

Como já dito anteriormente, no item 1.6.2, para fins de estudo a AAB foi dividida em trechos, detalhados no item 1.6.4. Para dimensionamento do Booster, foi analisado o Trecho 3, pois se trata do ponto de cota mais elevada, com vazão total de 90,0 L/s. A seguir apresentamos os dados da EEAB, considerando o recalque da vazão total:

Dados:	Etapla única
Vazão total de recalque (máxima)	90,0 L/s
Cota do eixo da tubulação de sucção da bomba (barrilete)	EL.54,20m
Diâmetro da tubulação de sucção (barrilete)	300mm
Diâmetro da tubulação de sucção (entrada nas bombas)	125mm
Comprimento da sucção (DN300mm)	16,40m
Cota do eixo da tubulação de recalque (barrilete)	EL.55,37m
Diâmetro da tubulação de recalque (barrilete)	300mm
Diâmetro da tubulação de recalque (saída das bombas)	100mm
Cota de terreno ponto mais alto (est. 338+3,54m) + folga 5,0m	EL.94,753m
Desnível geométrico do recalque (Trecho 3)	31,51m
Comprimento desenvolvido do recalque Trecho 3 (DN300mm)	2375,52m
Perda de carga distribuída	10,842m
Perda de carga localizada	1,759m
Altura manométrica total	44,11mca

Seleção dos conjuntos motobomba: Ponto de Operação

- Bomba centrífuga, multiestágio horizontal;
- Vazão total (ponto de operação): 90,0 L/s
- Hman: 44,28 mca;
- Diâmetro do rotor: 250mm
- Motor: 60 Hz, trifásico, 440V, 4 pólos;
- Potência unitária: 50 CV;
- Funcionamento: 2 + 1 (reserva/rodízio);
- Rendimento: 72,0% **

**O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 65%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

1.6.2.3 Adutora de Água Bruta

Será construída uma nova adutora de água bruta em caminhamento diferente da AAB existente, que deverá ser desativada após a implantação da nova adutora. O diâmetro da tubulação é de 300mm, em ferro fundido. A adutora de água bruta inicia-se logo após o barrilete de recalque da estação elevatória de água bruta Pongal (estaca 0+0,00) segue até a ETA Iriri, (estaca final 513+2,64m), numa extensão total estaqueada de 10.262,64m e extensão desenvolvida de 10.303,77m. Conforme já descrito no item 1.6.2 – EEAB, foi necessário dividir a AAB em 4 (quatro) trechos:

- Trecho 1: saída da EEAB por recalque até o ponto mais alto, estaca 186+3,54m, extensão desenvolvida de 3.729,79m (ver item 1.6.2);
- Trecho 2: por gravidade (conduto forçado) entre as estacas 186+3,54m e booster de água bruta (aproximadamente na estaca 220+12,43m), extensão desenvolvida de 689,32m;
- Trecho 3: por recalque, entre booster de água bruta e o ponto mais alto, estaca 338+3,54m, extensão desenvolvida de 2.375,52m (ver item 1.6.3);
- Trecho 4: por gravidade (conduto forçado) entre as estacas 338+3,54 até a ETA, na estaca 513+2,64m, extensão desenvolvida de 3.509,14m.

Para dimensionamento das ventosas foram verificadas a drenagem da adutora e o enchimento da adutora para a vazão de projeto. Para proteção da linha adutora, foram projetadas 15 ventosas de tríplex função ao longo da AAB, diâmetro de 100mm.

Ventosa	Estaca
Ventosa 1	9 + 8,67
Ventosa 2	43 + 17,53
Ventosa 3	72 + 5,31
Ventosa 4	135 + 3,63
Ventosa 5	161 + 6,27
Ventosa 6	186 + 3,54
Ventosa 7	220 + 12,43 *
Ventosa 8	241 + 3,54
Ventosa 9	261 + 3,54
Ventosa 10	275 + 16,30
Ventosa 11	299 + 3,54
Ventosa 12	338 + 3,54
Ventosa 13	368 + 7,83
Ventosa 14	443 + 3,54
Ventosa 15	470 + 8,53

* Barrilete de recalque do Booster Pongal

Foram projetadas 16 (dezesesseis) descargas ao longo da AAB, no diâmetro de 100mm, conforme detalhe em projeto. Para dimensionamento das descargas, foi considerado um tempo máximo de descarga de 1800 segundos.

Descarga	Estaca
Descarga 1	0+11.44
Descarga 2	17+18.71
Descarga 3	48+17.37
Descarga 4	110+5.97
Descarga 5	141+3.54
Descarga 6	177+16.33
Descarga 7	216+3.54
Descarga 8	230+3.54
Descarga 9	249+3.54
Descarga 10	267+18.54
Descarga 11	285+3.54
Descarga 12	309+3.54
Descarga 13	362+3.54
Descarga 14	411+3.54
Descarga 15	468+3.54
Descarga 16	487+3.54

Os estudos dos Transientes Hidráulicos da adutora de água bruta são apresentados no Anexo 1.

Os resultados destes estudos mostraram a necessidade de implantação de tanques de abastecimento unidirecionais (TAU), chamados Tanques One-Way ou Chaminés de Equilíbrio.

TAU (One-Way)	Estaca	Diâmetro interno (m)	Altura Útil (m)	Volume Mínimo (m³)	Volume Útil (m³)
1	32+0,00	1,50	2,50	4,00	4,42
2	61+0,00	1,50	2,50	4,00	4,42
3	156+0,00	1,50	2,50	4,00	4,42
4	185+18,54	1,50	2,50	4,00	4,42
5	276+1,25	1,50	2,50	4,00	4,42
6	324+3,54	1,50	2,50	4,00	4,42
7	337+18,54	2,00	3,50	10,00	11,00

1.6.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

1.6.3.1 *Qualidade do manancial abastecedor*

A CESAN forneceu os dados de qualidade do manancial que abastece a ETA Iriri, entre os anos de 2005 e 2014, e são apresentados no Quadro 7, a seguir:

Quadro 7 – Qualidade do manancial Rio Pongal, no ponto de captação entre 2005 e 2014.

Manancial	Rio Pongal											
Valores Parâmetros	mín	máx	Médios									
			2005	2006	entre	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ColiTT NMP/100 mL	>2419,2	>24420										
COR (AP) UC	250,0	250,0	250,0									
COR (VER) UC	20,0	230,0		51,0	51,0		65,0	49,0	128,5	93,0	22,0	33,0
DBO mg O ₂ /L	<2,0	2,00		2,00					2,00	2,00	2,00	2,00
DQO mg O ₂ /L	<20	30,00							30,00	25,00		
CYA cel/mL	<206	247.800,0	173.460,0	38.490,7	16.405,3	11.125,4	12.820,1	4.712,4	1.560,4	5.370,8	390,7	
DUR (tot) mg CaCO ₃ /L	7,50	20,10	18,42	20,08	15,09	14,00	13,25	12,00	11,50	11,33	12,50	15,00
Fe (dis) mg Fe/L	0,25	2,00	0,25	0,48	0,98	0,65	0,50	0,50	1,20	0,92	0,53	0,90
Fe (tot) mg Fe/L	0,70	2,90	2,90	1,83	2,00	1,00	1,35	0,95	1,68	1,32	0,70	1,30
P _{total} mg P/L	<0,03	0,11	0,05	0,11	0,06	0,00	0,05		0,05	0,05	0,06	
Mnmg Mn/L	<0,05	0,09		0,09	0,07	0,08	0,05	0,08	0,07	0,07	0,05	0,08
N _{NO3} mg N-NO ₃ /L	0,17	0,67	0,57	0,56	0,27	0,33	0,61	0,60	0,43	0,34	0,38	0,29
N _{NH3} mg N-NH ₃ /L	<0,05	0,43		0,20	0,28	0,10		0,14	0,28	0,43	0,18	0,11
N _{KJD} mg N/L	0,12	0,83		0,37	0,57	0,18	0,28	0,20	0,52	0,37	0,61	0,48
OD mg O ₂ /L	5,60	7,57		6,38	6,89		6,63	6,70	6,75	6,16	6,73	5,60
pH	6,15	7,38	6,74	6,38	6,97	6,91	6,91	6,92	6,68	6,88	6,84	6,89
SDTmg/L	35,0	130,0	92,0	52,5	83,5	73,0	57,5	53,0	83,0	81,0	43,5	36,0
SSTmg/L	3,0	169,0	23,0	17,0	15,5	6,0	11,0	18,0	92,5	59,7	9,5	3,0
ST mg/L	39,0	299,0	114,0	69,5	99,0	79,0	68,5	71,0	175,5	140,7	53,0	39,0
SO ₄ mg/L	<2,0	9,91		3,49		2,45	4,15	6,50	7,09	3,25		
TURB NTU	0,90	410,00	75,00	26,50	8,45	13,00	29,50	32,00	212,00	143,18	14,00	9,40

Fonte: CESAN, 2014

Valores acima do recomendado pelo CONAMA 357/05 para manancial Classe 2.

Analisando o histórico de 2005 a 2014 da qualidade da água bruta que chega a ETA existente pode-se afirmar:

- Os valores máximos de cor verdadeira e turbidez extrapolam e muito os níveis aceitáveis para um curso d'água Classe 2 com ressalva para os anos de 2011 e 2012 onde os valores médios também extrapolaram os limites da Resolução CONAMA 357/2005;
- O manancial recebe carga de nutrientes e agrotóxicos originados principalmente do escoamento superficial de áreas cultivadas e matéria orgânica proveniente do lançamento de esgoto *in natura* (Quadro 7). Em destaque observa-se os níveis elevados de coliformes e fósforo;
- O manancial apresentou no ano de 2005 e no início de 2006 fortes indícios de floração de algas, entretanto este evento foi se dissipando até 2009 com ocorrências eventuais. A partir de 2009 não foram mais identificados valores acima de 50.000 cel/ml nível de referência para Classe 2 na Resolução CONAMA 357/05;
- A água do rio Pongal tem uma expressiva quantidade de ferro extrapolando em todos os momentos analisados o limite preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 2.

Com base nestes dados pode-se afirmar que o tratamento do tipo convencional com decantação é adequado para o manancial.

1.6.3.2 Diagnóstico do Sistema Existente para a Vazão de 40,0 L/s

Para atender a vazão de 40,0 L/s a ETA existente necessita de algumas melhorias:

- Tempo médio de floculação de aproximadamente 14min, inferior aos 20 a 30min recomendado pela NBR 12.216/92 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público para floculadores hidráulicos, sendo recomendada ampliação do número de câmaras de floculação;

- Taxa de sedimentação de aproximadamente $30,39\text{m}^3/\text{m}^2\text{xd}$ inferior a recomendada para estações com vazão entre 1.000 e 10.000 m^3xd , com bom controle operacional, recomendado pela NBR 12216/92. Nesta unidade é recomendada substituição dos módulos de decantação e calha coletora de água decantada;
- Taxa de filtração de $240,00\text{ m}^3/\text{m}^2\text{xd}$, inferior ao recomendado pela NBR 12.216/92, para filtros descendentes de dupla camada. Deve-se prever nesta unidade a medição individualizada da qualidade da água filtrada;
- Hoje a aplicação de flúor e cloro ocorre em um tanque localizado dentro da casa de química com tempo de contato inadequado às recomendações da NBR 12.216/92. Será mantido apenas para aplicação de flúor e cloro, já o contato irá acontecer no reservatório de 825m^3 localizado na área da ETA;
- A casa de química deverá passar por reforma, onde será prevista adequação do sistema de preparo e dosagem de produtos químicos a nova vazão, redimensionamento do depósito de cal e de cloro, inserção de uma copa/cozinha e de um vestiário para os operadores;
- As passarelas e guarda-corpo da ETA existente serão remodeladas conforme apresentado nos projetos específicos.

1.6.3.3 Descritivo geral da ETA – Projeto Básico

Após realização do diagnóstico da ETA para adequação à vazão de 40,0 L/s e a recomendação de ampliação da mesma com implantação de uma ETA pré fabricada de 50,0 L/s foi desenvolvido o projeto básico.

Com a captação de 90,0 L/s no rio Pongal, a vazão deverá ser dividida para alimentação da ETA Existente (40,0 L/s) e a ETA pré-fabricada (50,0 L/s). Esta divisão ocorrerá em uma caixa divisora de vazão (CDV) projetada, nas dimensões de 2,10m x 1,40m x 1,00m, localizada na área da ETA e equipada com dois vertedores retangulares, de fibra de vidro.

A ETA existente continuará sendo alimentada pela linha existente de DN200mm em ferro fundido e a ETA pré-fabricada será alimentada por uma linha projetada de DN250mm em ferro fundido.

As melhorias na estação de tratamento existente (40,0L/s) são:

- Chegada de água bruta na calha parshall de 3" existente a ser mantida;
- Redistribuição das câmaras de floculação com ampliação do número de câmaras no canal de acesso aos decantadores. A unidade ficará com 20 câmaras e irá trabalhar com um tempo de detenção de 21,14 minutos;
- Substituição dos módulos de decantação e readequação da altura e tipo de calha coletora de água decantada nas 3 unidades. Os decantadores laminares irão operar com uma taxa de sedimentação de $30,39\text{m}^3/\text{m}^2\text{xd}$. Implantar amostragem de água decantada;
- As seis unidades de filtração do tipo auto-laváveis, serão mantidas com recomposição do leito filtrante e implantação da medição individualizada da água filtrada. Implantar amostragem de água filtrada. Os filtros irão operar com a taxa de filtração de $240,00\text{m}^3/\text{m}^2\text{xd}$;
- O tanque de contato existente é muito pequeno sendo mantido apenas para a aplicação do flúor e cloro da ETA existente;
- O contato ocorrerá no reservatório de 750m^3 existente na área da ETA e que recebe toda a água filtrada do sistema;
- Sistema de produtos químicos: armazenamento, preparo e dosagem dos produtos químicos serão adequados a nova situação atendendo a ETA existente e ETA pré-fabricada;
- A sala de armazenamento de cal será dividida em uma copa / cozinha;
- O banheiro será readequado, com um vestiário para os operadores;
- O sistema de cloração (cloro-gás) será reprojetoado ficando alocado em um novo ambiente junto do tratamento de lodo;
- As comportas e registros com vazamentos deverão ser substituídos e as passarelas e guarda-corpo, adequadas a uma condição de segurança para o operador.

A unidade pré-fabricada (50,0 L/s) será implantada ao lado da ETA existente, trabalhando nas mesmas condições operacionais. Todo o preparo de produtos químicos para atender a esta unidade será realizado dentro da casa de química existente. Após definição do equipamento a ser adquirido deverá ser previsto uma passarela de interligação entre a ETA existente, e a ETA pré-fabricada.

A ETA proposta pré-fabricada deverá operar com uma vazão de 50,0 L/s. A opção por uma ETA pré-fabricada teve como base a:

- Rapidez de implantação;
- Possibilidade de Implantação sem a necessidade de paralisar a ETA existente;
- Possibilidade de paralisação da ETA existente para adequações em período de baixa temporada;
- Possibilidade de ser utilizada em outro local quando da implantação das obras definitivas do Plano Diretor de Águas previsto para a região.

Foram consultados diversos fornecedores, no entanto, apenas dois fornecedores (Nascente – Engenharia de Águas e A&E Equipamentos e Serviços Ltda.) indicaram as dimensões ocupadas pela ETA, os demais somente passariam as informações após a CESAN efetivar a aquisição. A ETA utilizada como referência para desenvolvimento do projeto foi cotada com a empresa A&E Equipamentos e Serviços Ltda em fibra de vidro. Após aquisição do equipamento ajustes no projeto deverão ser feitas para adequação as dimensões da ETA adquirida. O fornecedor deverá observar a qualidade do manancial que abastece a ETA Iriri, apresentada no Quadro 7 e a análise dos resultados apresentada no item 1.6.3.1.

Segundo proposta encaminhada por este fabricante a ETA pré-fabricada (50,0 L/s) será assim composta:

- Ocupação de área para implantação da ETA pré-fabricada contendo dimensões em torno de 14,00m x 20,00m;
- Medição de vazão;
- Mistura rápida do tipo hidráulica, por meio de calha parshall W=9”;

- Floculação hidráulica com 02 (dois) floculadores tubulares verticais, fabricados em PRFV, constituídos de 03 (três) câmaras em série, sendo cada uma delas formadas por 07 (sete) módulos tubulares de $\varnothing 0,80\text{m}$, altura útil 3,70m e altura total de 3,90m, totalizando 21 câmaras. Cada câmara será dotada de aberturas na parte superior e inferior;
- Sistema de decantação composto por 02 (dois) módulos do tipo lamelar e de fluxo ascendente, cada módulo terá formato retangular e fundo em forma de tronco de pirâmide, com 3,00m de largura, 6,00m de comprimento, e 3,60m de altura útil;
- Sistema de filtração composto por 06 (seis) unidades com diâmetro de 2,00m e altura útil de 3,90m.

Ressalta-se que a ETA pré-fabricada será do tipo convencional, deverá atender a norma técnica NBR 12.216/92, e possuir sistema de amostragem individualizada da água filtrada e água decantada, conforme exigência da Portaria n. 2914/2011.

1.6.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR

A estação de tratamento de água como todo processo industrial gera resíduos líquidos que devem ser tratados e dispostos adequadamente sem causar nenhum impacto ambiental. Desta forma deve-se prever formas de redução do volume do lodo gerado, para que o mesmo possa ser disposto de forma adequada, diminuindo custos de transporte, disposição final e obviamente, os riscos de poluição do meio ambiente.

Os principais resíduos gerados nas estações de tratamento de água Iriri são:

- Descarga dos floculadores;
- Descarga dos decantadores;
- Água de lavagem dos filtros.

O sistema de tratamento de lodo (estação de tratamento de água residual – ETAR) será único para atender as duas unidades de tratamento. Será composto por um adensador e sistema de desaguoamento por centrífuga.

A redução do volume de lodo será realizada com a implantação de um adensador, seguido por um sistema de desaguamento do tipo mecanizado devido à topografia da área da ETA. Após desaguado, o lodo gerado deverá ser disposto em aterro sanitário até que sejam viabilizadas outras formas de disposição tais como: co-disposição com biossólidos, aplicações industriais dentre outras.

Para definição da vazão da Estação de Tratamento de Águas Residuárias (ETAR) foram analisadas as vazões de descarga de cada unidade, conforme detalhado no memorial de cálculo.

O adensador projetado possui as seguintes características:

- Diâmetro.....5,00m
- Profundidade útil.....2,00m
- Profundidade total.....3,50m
- Volume útil39,27m³

O clarificado do adensador (10% da vazão da ETA) será conduzido a um tanque de armazenamento com volume de 5m³ para automação do sistema. O recalque do clarificado para a caixa de distribuição de vazão será feito em tubulação de PVC no diâmetro de 100 mm.

- Vazão de recirculação.....9,0 L/s
- Diâmetro da linha de recalque.....100mm / PVC
- Extensão da linha de recalque104,05m
- Desnível geométrico.....12,83m
- Perda de carga (hf).....2,56m
- Altura manométrica (Hman).....16,93m

A separação das fase líquida / sólida será o tipo mecanizada devido a topografia da área com a utilização de uma Centrífuga Decanter. Para auxiliar o processo é necessária a adição de polímero na entrada do equipamento.

O líquido clarificado sai do tambor e será conduzido novamente ao adensador. O sólido (torta) que sai do tambor é conduzida as caçambas de armazenamento por uma rosca sem fim. A torta de lodo será inicialmente encaminhada para o aterro sanitário definido pela CESAN, até que seja definida uma alternativa de reúso e reaproveitamento do mesmo.

Dados básicos para seleção da Centrífuga Decanter:

- Operação7dias
- Horas por dia de operação4hs
- Vazão.....36,50 m³/d

1.6.5 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

O sistema elevatório projetado é composto pelas seguintes unidades:

- Estação elevatória de água tratada - EEAT Iriri.
- Adutora de água tratada – por recalque – entre EEAT Iriri e Reservatório projetado de 2000m³.
- Adutora de água tratada – por gravidade – entre Reservatório projetado de 2000m³ e Anchieta – Sede, sendo que o trecho próximo a EEAT Iriri e Anchieta já foi detalhado no Projeto Emergencial (junho/2014).

1.6.5.1 Estação Elevatória de Água Tratada – EEAT Iriri

A EEAT, no Projeto Emergencial, recalava para o sistema de reservação de Anchieta – Sede, através da nova adutora detalhada neste mesmo projeto, no diâmetro de DN350mm, em ferro fundido.

Porém, com a construção do novo reservatório com capacidade total para 2000m³, na área da ETA Iriri, numa cota mais elevada, a EEAT passará a recalcar para este reservatório projetado, e a AAT que segue para Anchieta – Sede, e atualmente

funciona por recalque, passará a funcionar por gravidade (conduto forçado), já que o reservatório será implantado em cota favorável que permitirá essa condição. Será necessário executar algumas intervenções na saída da EEAT, como instalação de válvulas, e interligações.

As melhorias propostas na EEAT atenderão até o ano de 2026. É importante ressaltar que a vazão de recalque dependerá das ampliações e melhorias a serem executadas na captação e na ETA Iriri (ampliação da vazão para 90,0 L/s). Em cada conjunto passará metade da vazão de projeto. A EEAT foi dimensionada para atender em etapa única, e no alcance de projeto já mencionado no item 1.5.1.

A vazão de captação com a ampliação será de 90,0 L/s, e a CESAN pretende que toda essa vazão seja direcionada para Anchieta (pequena parte de Iriri, Sede, Castelhanos, Ubu, Guanabara e Parati), ficando a ETA de Piúma responsável por abastecer, além de Píuma – Sede, a região até Iriri, podendo ainda contribuir para abastecimento de Anchieta (região de projeto) por ocasião do verão.

A velocidade na sucção, considerando a vazão de recalque de 60,0 L/s por conjunto, será de 1,15m/s, que é acima do que a norma NBR 12214/1992 recomenda ($V_{m\acute{a}x}$ sucção = 0,90m/s), porém justificável, já que se trata de um sistema que funcionará provisoriamente, além de não prejudicar o sistema com intervenção direta no reservatório existente. Já a velocidade de recalque no barrilete, que também está sendo mantido, será de 2,30m/s, atendendo aos requisitos da referida norma.

Foi considerada a vazão de recalque total de 120,0 L/s, funcionamento em paralelo com dois conjuntos operando e um reserva / rodízio. O diâmetro da sucção e do barrilete de recalque serão mantidos, DN250mm, em ferro fundido.

A adutora de água tratada por recalque, projetada, seguirá na área interna da ETA Iriri, em direção ao reservatório 2000m³, numa extensão de 103,82m, até trecho próximo ao reservatório, e mais 36,20m até o ponto de entrada no reservatório.

O diâmetro será DN350mm, em ferro fundido, TK7, com conexões em junta elástica.

Verificação do diâmetro econômico do recalque – Fórmula de Bresse:

$$D = K * Q^{1/2}, \quad K = 1,1 \text{ e } Q=120,0\text{L/s}$$

D recalque calculado = 0,381 m

D recalque adotado = 0,350 m

A seguir apresentamos os dados para verificação do dimensionamento da EEAT:

- Vazão total: 120,0 L/s;
- Trecho 1: - extensão barrilete sucção da EEAT DN250: 3,00m;
- Trecho 2: - extensão barrilete saída da EEAT DN250: 6,50m;
- Trecho 3: - extensão recalque – EEAT até início do reservatório DN350: 103,82m;
- extensão do recalque – início até entrada no reservatório DN350: 36,20m;
- Cota sucção da EEAT (N.A. mín): EL.57.495m;
- Cota N.A. máximo (reservatório 2000m³): EL.75,250m;
- Folga: 3,00m
- Desnível geométrico: 20,755m;
- Perda de carga distribuída sucção: 0,016m;
- Perda de carga distribuída recalque: 0,672m;
- Perda de carga localizada sucção: 0,576m;
- Perda de carga localizada recalque: 1,742m;
- Altura manométrica total: 23,761mca

A EEAT, conforme já descrito no item 1.2.8, é existente, e foi considerado que todas as melhorias previstas no Projeto Emergencial foram implantadas, inclusive os 03 (três) novos conjuntos motobomba, painel elétrico e as interligações. O bombeamento para o reservatório de 2000m³ deve ser automatizado.

De acordo com os resultados apresentados, os conjuntos motobomba especificados para o Projeto Emergencial da EEAT atenderão ao ponto de operação, com o recalque sendo encaminhado para o reservatório de 2000m³, conforme dados já apresentados no item 1.2.8.

Não houve necessidade de instalação de ventosa na linha de recalque.

Dados:	Etapas únicas
Vazão total	120,0 L/s
Altura manométrica (projeto)	23,761mca
Altura manométrica (ponto de operação)	25,00mca
Funcionamento	2+1 (rodízio)
Potência de cada conjunto	30 CV / 60Hz
Tensão	220V*
Diâmetro do rotor	142mm
Rotação	3510rpm
Rendimento do conjunto	74%

* A tensão deverá ser confirmada pela CESAN.

**O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 67%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

1.6.5.2 Adutora de Água Tratada por Recalque

A adutora de água tratada por recalque interliga a EEAT ao reservatório de 2000m³.

O diâmetro principal da adutora de água tratada por recalque será DN 350mm, em ferro fundido, inclusive no barrilete do reservatório, sendo 103,82m da EEAT ao início do reservatório e 36,20m no barrilete do reservatório, totalizando 140,02m.

Apenas para os barriletes da EEAT o diâmetro DN250mm será mantido, com extensão de 6,50m, totalizando 146,52m.

Adutora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão
TR1-Barrilete/ saída EEAT	258,0	6,50	FºFº	120,0 l/s
TR2-EEAT/Reserv ETA	357,2	140,02	FºFº	120,0 l/s

1.6.5.3 Adutora de Água Tratada por Gravidade

A adutora de água tratada por gravidade refere-se à tubulação de distribuição que parte do reservatório de 2000m³ e interliga com a adutora detalhada no Projeto Emergencial. O diâmetro principal da adutora de água tratada por gravidade será DN 350mm, em ferro fundido, inclusive no barrilete de saída do reservatório, e nas saídas individuais das câmaras do reservatório o diâmetro é de DN300mm, sendo 3,00m na saída do reservatório no diâmetro DN300mm, extensão de 28,20m no barrilete do reservatório e mais 102,90m até a interligação com a adutora detalhada no Projeto Emergencial no diâmetro DN350mm, totalizando 134,10m, conforme já mencionado anteriormente.

Adutora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão
Saída do Reservatório 2000m ³	309,6	3,00	FºFº	90,0 l/s
Reserv ETA/Interl AAT	357,2	131,10	FºFº	90,0 l/s

Considerando a AAT do Projeto Emergencial, e o trecho de AAT entre o reservatório de 2000m³, e a interligação com a mesma, a nova AAT, completa, passará a ter as seguintes extensões:

- Extensão desenvolvida DN350mm + DN400mm (Projeto Emergencial - PE): 6.025,12m;
- Extensão no centro de reservação de Anchieta – Sede, DN350mm: 25,50m;
- Extensão no centro de reservação de Anchieta – Sede, DN300mm: 11,15m;
- Extensão saída do reservatório 2000m³, DN300mm: 3,00m;
- Extensão reservatório 2000m³ e interligação AAT PE, DN350mm: 131,10m;
- Extensão total: 6.104,32m

Adutora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão
Saída do Reserv. 2000m ³	309,6	3,00	FºFº	90,0 l/s
Reserv ETA/Interl AAT	357,2	131,10	FºFº	90,0 l/s
Interl AAT/Reserv Anch	357,2	5802,49	FºFº	90,0 l/s
Interl 1 a Interlig 2	408,4	222,63	FºFº	90,0 l/s
TR5-Chegada no Reserv. Anch	357,2	25,50	FºFº	90,0 l/s
TR6-Entrada no reserv. Anch	309,6	11,15	FºFº	90,0 l/s
Ext. Total =		6195,87	m	

1.6.6 RESERVATÓRIO APOIADO 2 X 1000M³

Foi projetado para área da ETA Iriri um novo reservatório apoiado, em concreto armado, com capacidade total de reservação de 2.000m³, sendo dividido em duas câmaras de 1.000m³. Este será construído onde hoje existe um campo de futebol, com cota de terreno EL. 71,400m (Figura 55). Esse reservatório vai atender à região de Anchieta – Sede.

As dimensões das duas câmaras são iguais, sendo largura interna de 14,00m, comprimento interno de 22,00m, altura total interna 4,75m e altura útil de 3,50m. A cota do NA máximo é de EL.75,250m e cota de fundo EL.71,750m.

A alimentação virá da Estação Elevatória de Água Tratada, com diâmetro de DN350mm em ferro fundido, e possuirá entrada independente em cada câmara.

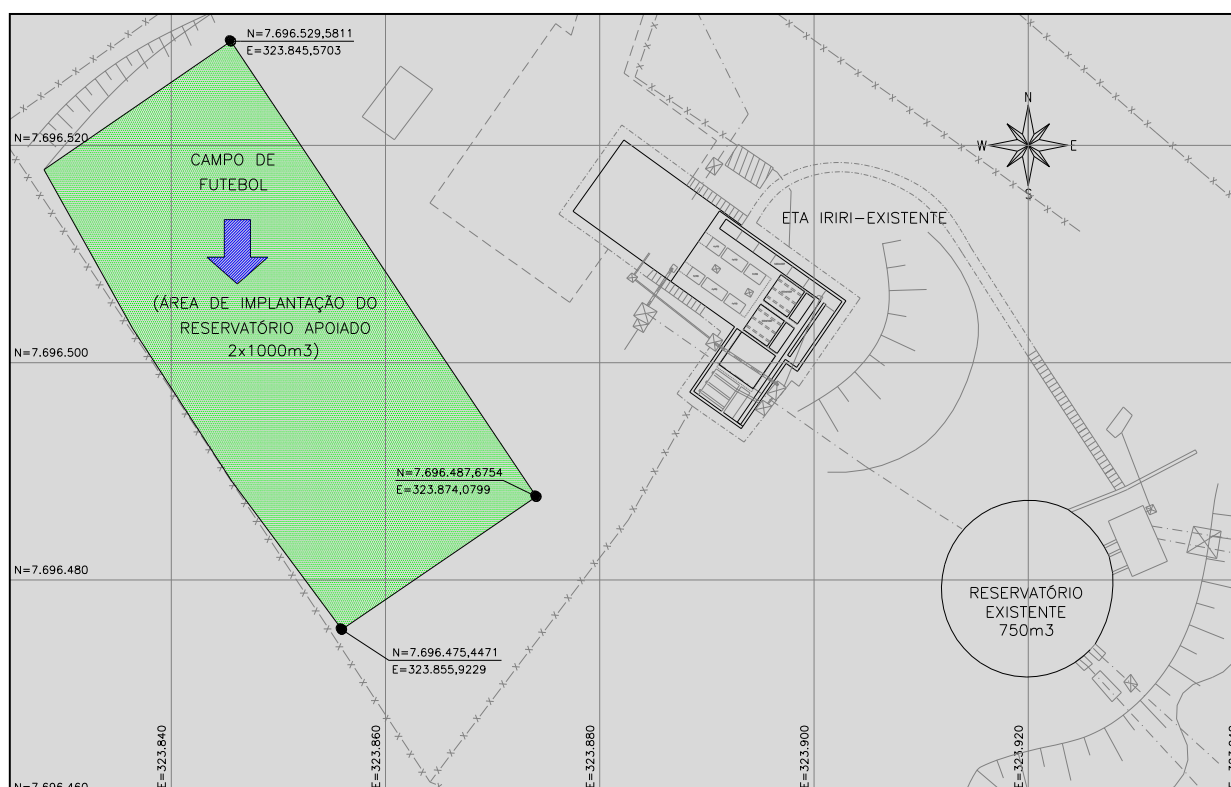


Figura 55 – Vista geral da área da ETA Iriri e do campo de futebol.

Fonte: AQUACONSULT, 2014.

Assim como as saídas para distribuição, com diâmetro de 300mm em ferro fundido na saída de cada câmara, depois passando para o diâmetro de DN350mm, em ferro fundido, até interligar com a adutora de água tratada (Projeto Emergencial), próximo à EEAT, que irá alimentar o reservatório de Anchieta - Sede, por gravidade.

O trecho de AAT projetada por gravidade na área da ETA Iriri possui extensão de 102,90m. O sistema de bombeamento para o reservatório deverá ser automatizado.

A descarga de fundo do reservatório para cada câmara do reservatório será no diâmetro de DN200mm em ferro fundido e o extravasor no diâmetro de DN400mm em ferro fundido. O lançamento das descargas e dos extravasores serão feitos no PV-1 e, por conseguinte, na drenagem existente na ETA Iriri.

Foram projetados drenos de fundo, em tubos perfurados com diâmetro de 150mm em PVC, sendo lançados em caixas de areia e encaminhados ao lançamento final, na área da ETA Iriri, com presença de muro de ala, sendo 05 caixas de areia com diâmetro interno de 600mm e 03 poços de visitas (PVs) de drenagem no diâmetro interno de 1000mm, padrão CESAN.

O projeto do reservatório contempla ainda 04 (quatro) unidades de ventilação e respiro, 04 (quatro) entradas de inspeção, sendo 02 (duas) inspeções para cada câmara, no diâmetro de 800mm, que ficam próximo ao fundo do reservatório, 02 (duas) visitas localizadas no topo do reservatório, na direção da entrada de água, sendo uma visita para cada câmara, nas dimensões 1,00m x 1,00m, em fibra de vidro. Para acesso ao topo, foram previstas 02 (duas) escadas metálicas tipo marinheiro, padrão CESAN.

Conforme orientação da CESAN, foi prevista a instalação de 02 (dois) transmissores de nível ultrassônico, com 02 (dois) controladores multi-parâmetros, um conjunto para cada câmara, que deverão ser instalados para verificação do nível do reservatório.

Para medição da vazão de distribuição, o medidor deverá ser instalado na tubulação de água tratada, por gravidade (projetada), que interligará o reservatório à adutora de

água tratada DN350mm próximo à EEAT (Projeto Emergencial). Os principais dados referentes ao reservatório de 2000m³ são apresentados a seguir.

Dados:	Etapa única
Volume Total de Reservação	2.000m ³
Cota de terreno no Reservatório	71,400m
Cota NA máx. no Reservatório	75,250m
Cota do NA mín. no Reservatório	71,850m
Cota da geratriz superior – Saídas DN300 (AAT)	71,750m
Cota da geratriz superior – Entradas DN350mm (Alimentação)	72,314m
Cota da geratriz inferior – Descarga de fundo DN200mm	70,750m
Cota da geratriz inferior – Extravasor DN400mm	74,350m

De acordo com o item 1.6.8.2, a AAT que parte do reservatório de 2000m³ para o centro de reservação de Anchieta – Sede (será operada por gravidade (conduto forçado)).

Os reservatórios existentes no centro de reservação de Anchieta – Sede totalizam 794m³ de reservação, sendo dois reservatórios apoiados de 250m³ e um reservatório elevado de 294m³, considerando as informações da CESAN obtidas no arquivo técnico quanto ao dimensional dos reservatórios, e confirmado junto ao Pólo Piúma.

As perdas de carga distribuída ao longo do trecho são detalhadas a seguir.

Aduora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão	Perda Distribuída (m)
Saída do Reserv. 2000m ³	309,6	3,00	FºFº	90,0 l/s	0,014
Reserv ETA/Interl AAT	357,2	131,10	FºFº	90,0 l/s	0,288
Interl AAT/Reserv Anch	357,2	5802,49	FºFº	90,0 l/s	13,017
Interl 1 a Interlig 2	408,4	222,63	FºFº	90,0 l/s	
Chegada no Reserv. Anch	357,2	25,50	FºFº	90,0 l/s	0,056
Entrada no reserv. Anch	309,6	11,15	FºFº	90,0 l/s	0,051
Ext. Total =		6195,87	m		

A seguir apresentamos o resultado da verificação das perdas de carga distribuída e localizada, e a carga hidráulica disponível no referido trecho:

Dados:	Etapa única
Cota do NA mín. no Reservatório 2000m ³	71,850m
Cota da geratriz superior entrada reservatório Anchieta Sede	45,590m
Desnível geométrico	26,260m
Cota da Geratriz Inferior – Descarga de fundo DN200mm	70,750m
Cota da Geratriz Inferior – Extravasor DN400mm	74,350m
Perda de carga distribuída total	13,425m
Perda de carga localizada total	2,714m
Carga disponível na entrada do reservatório de Anchieta – Sede	10,121m

A CESAN deverá prever um sistema operacional automatizado, para que haja comunicação entre o reservatório de 2000m³ e os reservatórios do Centro de Reserva de Anchieta – Sede, ou seja, quando os reservatórios de Anchieta – Sede estiverem cheios, as válvulas de saída de água (AAT por gravidade – distribuição) nas câmaras do reservatório de 2000m³ deverão ser fechadas.

2 MEMORIAL DE CÁLCULO

2.1 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - RIO PONGAL

Para cálculo das vazões ($Q_{média}$, Q_{50} anos e Q_{100} anos) da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Pongal baseou-se no trabalho “Estudo Hidrológico de Cursos D’Água nos Pontos de Captação da CESAN no Espírito Santo – Volume 3, Tomos I e II”, elaborado pela AQUACONSULT para CESAN em maio de 2001, Contrato 083/2000. Para informações sobre vazão mínima $Q_{7,10}$, utilizou-se dados da Portaria de Outorga nº176, de 20 de junho de 2007, do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, para a captação do Rio Pongal.

Quadro 8 – Estimativa de vazão e área de inundação – Captação Pongal.

AD (km ²)	Vazão (L/s)	Área de inundação estimada (m ²)	
		Atual - Crista vert. 11,590m	Projeto - Crista vert. 11,800m
33,67	$Q_{7,10}$	304,80	8.594
	$Q_{média}$	3.736,61	12.419
	Q_{50} anos	8.403,14	14.677
	Q_{100} anos	9.662,31	14.794

*AD (área de drenagem).

Para garantir a captação da vazão desejada se fez necessário elevar o nível da barragem e do vertedor, além de melhorias também nas tomada d’água. A barragem existente com as melhorias propostas apresentará as seguintes características:

- Área de drenagem: 33,67 Km²
- Vazão de captação: 0,090 m³/s = 90,0 L/s
- Extensão do vertedor: 5,00m
- Extensão da barragem: 35,67m (existente) e 4,25m (projetado), total 39,92m
- Cota da crista do vertedor da barragem: EL.11,800m
- Cota da crista da barragem: EL.12,250m
- Nível de água no vertedor para vazão $Q_{7,10}$: EL.11,904m
- Nível de água na barragem para vazão Q_{50} anos: EL.12,326m

Para cálculo da lâmina d'água necessária para captação de água utilizou-se a equação:

$$Q = Cd.S.(2.g.h)^2$$

Sendo:

Cd: coeficiente de captação adimensional, 0,61;

S: área da seção transversal da tomada d'água, em m²;

g: aceleração da gravidade, 9,814m/s²;

h: altura da lâmina d'água sobre a tubulação, em metros.

Considerando a tomada d'água 1 sendo mantida (DN200mm) e a construção do canal com largura variando entre 1,02m e 1,50m, com novo gradeamento, e construção de nova tomada d'água no diâmetro DN300mm neste canal projetado, temos:

- Cota da G.I tomada 1 existente DN200mm: EL.11,256m
- Cota da G.I nova tomada d'água DN300mm: EL.10,780m

Deve ser garantido o nível de água (N.A.) mínimo sobre as tomadas d'água. Caso seja utilizada apenas a tubulação projetada DN300mm, deve ser garantida lâmina d'água mínima acima da geratriz superior da tubulação de sucção de pelo menos 0,196m, ou seja, a cota do nível de água mínima para captação deve ser de EL.11,300m, a fim de garantir a captação da vazão desejada, além de evitar a entrada de ar na tubulação.

2.2 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA

O sistema elevatório de água bruta existente será ampliado para atender à capacidade de captação de 90,0 L/s e contará com as seguintes unidades:

- Estação elevatória de água bruta - EEAB Pongal - Ampliação
- Booster de água bruta - Booster Pongal - Ampliação
- Adutora de água bruta - Projetada

A adutora de água bruta existente não será aproveitada, enquanto a elevatória e o booster existentes passarão por reforma e ampliação para atender à nova capacidade.

A Figura 56 apresenta a representação esquemática do sistema elevatório de água bruta.

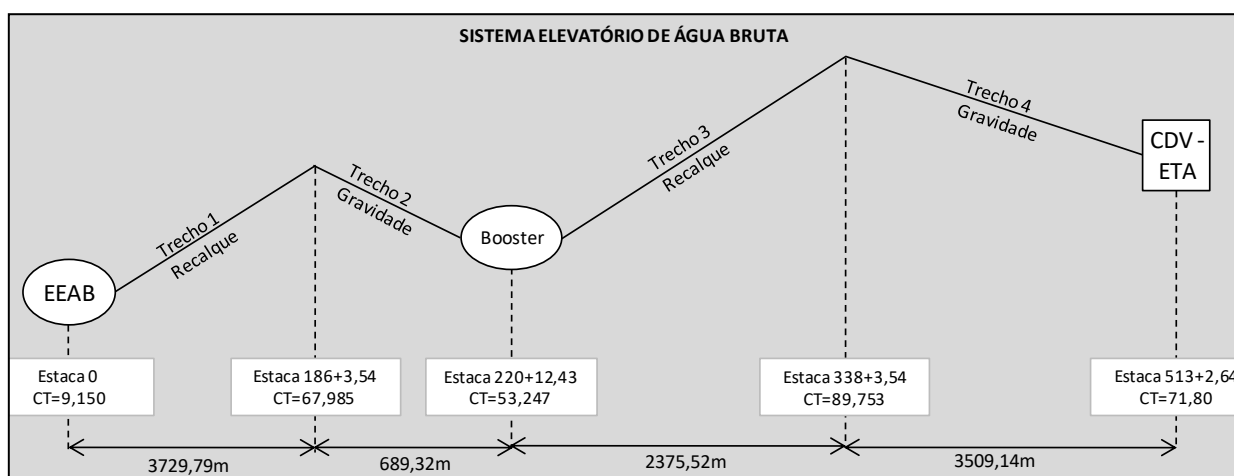


Figura 56 - Representação esquemática do sistema elevatório de água bruta.

A seguir será apresentado o memorial de cálculo de cada unidade que compõe o sistema elevatório de água bruta.

2.2.1 ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL

A seguir são apresentados os dados necessários para o dimensionamento da EEAB.

Dados para dimensionamento:

Vazão de Captação =	90,00 l/s	
Cálculo do diâmetro econômico de recalque:	$D = K \cdot Q_{2^a Etapa}^{1/2}$	(Fórmula de Bresse)
K =	1,1	
D =	330 mm	
DN Adotado =	300 mm	
Diâmetro Interno Adotado =	309,6 mm	
Área de Escoamento =	0,075 m ²	
Velocidade =	1,20 m/s	(0,60 ≤ v ≤ 3,00m/s)

O recalque da EEAB será dividido em dois trechos (Trechos 1 e 2). O Trecho 1 possui comprimento desenvolvido de 3.729,79m entre a elevatória de água bruta e a estaca 186+3,54m, na qual se encontra o ponto de cota mais elevada do recalque da EEAB. Esse trecho se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno desfavorável ao escoamento, justificando a necessidade da elevatória.

O Trecho 2, por sua vez, possui comprimento desenvolvido de 689,32m entre a estaca 186+3,54m e o Booster de água bruta. Ao contrário do trecho anterior, o Trecho 2 se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno favorável ao escoamento por gravidade, ou seja, por si só o escoamento já possui energia suficiente para ocorrer. A seguir, serão apresentados os cálculos de dimensionamento dos trechos 1 e 2.

2.2.1.1 Cálculo do Trecho 1

Para o dimensionamento do Trecho 1 admitiu-se uma pressão mínima de 5 mca a jusante do trecho, como forma de garantir que haverá energia suficiente para que o escoamento através do Trecho 2 possa ocorrer naturalmente.

Desnível geométrico - Trecho 1:

NA mínimo na captação (CM) =	11,300 m
Cota do eixo da bomba =	10,232 m
Cota mais elevada no recalque (CJ) =	67,985 m

Pressão admitida à jusante (PJ) = 5,00 mca
Desnível geométrico (Hg) = 61,69 mca (Hg = CJ + PJ - CM)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal:

$$H_d = f \times \frac{L \times V^2}{D \times 2 \times g} \quad Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

onde:

Hd: perda de carga distribuída (m);

f: coeficiente de atrito;

L: comprimento (m);

V: velocidade do fluido (m/s);

D: diâmetro da canalização (m);

g: aceleração da gravidade (m/s²).

Re: número de Reynolds;

ν : viscosidade cinemática (8,97 x 10⁻⁷ m²/s - para água a 25°C).

ε : rugosidade absoluta do tubo (5x10⁻⁴ m para o ferro fundido).

O resultado do cálculo das perdas de carga distribuídas é apresentado a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho 1:

Vazão de Projeto =	0,0900 m ³ /s
Diâmetro Interno =	0,3096 m
Área de Escoamento =	0,0753 m ²
Velocidade do Fluxo =	1,196 m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007
Número de Reynolds =	367.554,89
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023 m
Coef. de Perdas "f" =	0,019398
Perda de carga unitária "hf" =	0,004564 m/m
Comprimento tubo =	3.729,79 m
Perda de carga distribuída =	17,023 m

Cálculo da perda de carga localizada:

A equação que define as perdas de carga localizadas é a seguinte:

$$H_l = K \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Onde:

Hl: perdas de carga localizadas (m);
 K: coeficiente da carga de velocidade correspondente ao acessório;
 V: velocidade na tubulação (m/s);
 g: aceleração da gravidade (m/s²).

O Quadro 9 apresenta o resultado do cálculo das perdas de carga distribuídas.

Quadro 9 - Perda de carga localizada do Trecho 1.

PEÇAS		DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv²/2g (m)
Sucção (DN300)		%Q = 100%					
Tubulação (100% da vazão)	L = 31,40	309,6	1	-	-	1,20	0,167
Crivo		309,6	1	0,75	0,75	1,20	0,055
Registro de gaveta		309,6	1	0,20	0,20	1,20	0,015
C90°		309,6	1	0,40	0,40	1,20	0,029
C22°		309,6	1	0,10	0,10	1,20	0,007
Tê, passagem direta		309,6	1	0,60	0,60	1,20	0,044
Ampliação (DN300/DN400)		309,6	1	0,30	0,30	1,20	0,022
Sucção (DN400)		%Q = 100%					
Tubulação (100% da vazão)	L = 12,60	407,4	1	-	-	0,69	0,018
Tê, passagem direta		407,4	1	0,60	0,60	0,69	0,015
C45°		407,4	1	0,20	0,20	0,69	0,005
Tê, saída bilateral (DN400x300)		309,6	1	1,80	1,80	1,20	0,131
Barrilete - Sucção (DN300/2+1)		50%					
Tubulação (1/2 da vazão)	L = 5,000	309,6	1	-	-	0,60	0,007
Tê, saída de lado		309,6	1	1,30	1,30	0,60	0,024
Válvula borboleta		309,6	1	0,30	0,30	0,60	0,005
C90°		309,6	1	0,40	0,40	0,60	0,007
Redução gradual (DN300/DN125)		128,8	1	0,15	0,15	3,45	0,091
Barrilete - Rec. (DN250/2+1)		50%					
Tubulação (1/2 da vazão)	L = 3,800	258,0	1	-	-	0,86	0,014
Ampliação (DN100/DN250)		103,0	1	0,30	0,30	5,40	0,446
C90°		258,0	1	0,40	0,40	0,86	0,015
Válvula de retenção		258,0	1	2,50	2,50	0,86	0,094
Ampliação (DN250/DN300)		258,0	1	0,30	0,30	0,86	0,011
Barrilete - Rec. (DN300)		100%					
Tubulação (vazão total)	L = 8,400	309,6	1	-	-	1,20	0,045
C90°		309,6	2	0,40	0,80	1,20	0,058
Tê, saída de lado		309,6	2	1,30	2,60	1,20	0,189
Recalque (DN300)		100%					
C11°		309,6	28	0,05	1,40	1,20	0,102
C22°		309,6	18	0,10	1,80	1,20	0,131
C45°		309,6	4	0,20	0,80	1,20	0,058
Tê passagem direta		309,6	17	0,60	10,20	1,20	0,743
Perda de carga localizada total:						2,548	

Cálculo da altura manométrica:

A altura manométrica é dada pela soma do desnível geométrico e das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a altura manométrica referente ao Trecho 1 será de 81,26m.

2.2.1.2 Cálculo do Trecho 2

Para o dimensionamento do Trecho 2 admitiu-se uma pressão mínima de 10 mca a jusante do trecho, como forma de garantir que haverá pressão suficiente na entrada do Booster localizado a jusante.

Devido à característica topográfica do Trecho 2 em que a declividade do terreno favorece o escoamento natural, o desnível geométrico calculado corresponde à energia disponível para que o escoamento se dê por gravidade.

Nos cálculos a seguir, será verificado que a energia disponível para o escoamento será superior às perdas de carga no trecho, indicando que o escoamento se dará por gravidade. É importante ressaltar que o escoamento ocorrerá em conduto forçado.

A seguir é apresentado o resultado do cálculo do desnível geométrico.

Desnível geométrico - Trecho 2:

Cota do terreno em montante (CM) =	67,985	
Pressão a montante (PM) =	5,00	m
Cota do terreno no booster (CJ) =	53,247	
Pressão mínima na sucção do booster (PJ) =	10,00	m
Desnível geométrico (Hg) =	9,74	m (Hg = CM + PM - CJ - PJ)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal já apresentada anteriormente. O resultado do cálculo das perdas de carga distribuídas é apresentado a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho 2:

Vazão de Projeto =	0,0900	m³/s
Diâmetro Interno =	0,3096	m
Área de Escoamento =	0,0753	m²
Velocidade do Fluxo =	1,196	m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007	
Número de Reynolds =	367.554,89	
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023	m
Coef. de Perdas "f" =	0,019398	
Perda de carga unitária "hf" =	0,004564	m/m
Comprimento tubo =	689,32	m
Perda de carga distribuída =	3,146	m

Cálculo da perda de carga localizada:

O resultado das perdas de carga localizada do Trecho 2 é apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 - Perda de carga localizada no Trecho 2.

PEÇAS	DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv²/2g (m)
Trecho por gravidade (DN300)	100%					
C11°	309,6	2	0,05	0,10	1,20	0,007
C22°	309,6	4	0,10	0,40	1,20	0,029
C45°	309,6	0	0,20	0,00	1,20	0,000
C90°	309,6	0	0,40	0,00	1,20	0,000
Registro gaveta aberto	309,6	0	2,50	0,00	1,20	0,000
Tê passagem direta	309,6	2	0,60	1,20	1,20	0,087
Junção	309,6	0	0,40	0,00	1,20	0,000
Saída de canalização	309,6	0	1,00	0,00	1,20	0,000
Sucção do booster (01 x DN300)	%Q = 100%					
Tubulação L =	7,900	309,6	1	-	1,20	0,042
C90°	309,6	1	0,40	0,40	1,20	0,029
C45°	309,6	1	0,20	0,20	1,20	0,015
Tê, saída bilateral	309,6	1	1,80	1,80	1,20	0,131
Tê, saída de lado	309,6	2	1,30	2,60	1,20	0,189
Barrilete - Sucção (DN300/2+1)	50%					
Tubulação (1/2 da vazão) L=	5,400	309,6	1	-	0,60	0,008
Válvula borboleta	309,6	1	0,30	0,30	0,60	0,005
C90°	309,6	2	0,40	0,80	0,60	0,015
Redução gradual (DN300/125)	128,8	1	0,15	0,15	3,45	0,091
Perda de carga localizada total:						0,649

Análise do Trecho 2:

A perda de carga total do Trecho 2 será dada pela soma das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a perda de carga total será de 3,795m.

Conforme visto anteriormente, a energia disponível para o escoamento é de 9,738m, e portanto, 5,943m superior às perdas de carga.

Sendo assim, como a energia disponível é superior às perdas de carga no Trecho 2, o escoamento se dará sem que seja necessário que a elevatória forneça energia extra para esse trecho da adutora. Ou seja, a seleção do conjunto moto-bomba poderá levar em consideração somente a energia necessária para vencer o Trecho 1.

Observa-se, no entanto, que para o cálculo da energia disponível foi considerada a pressão a montante do trecho de 5,0m admitida no cálculo do Trecho 1. Essa parcela de energia fornecida ao sistema não é necessária para que o escoamento no Trecho 2 ocorra, porém será mantida no dimensionamento da elevatória, que será apresentado a seguir.

2.2.1.3 Dimensionamento da EEAB Pongal

A seguir serão apresentados a curva do sistema e o ponto de trabalho de projeto para a EEAB Pongal.

Curva característica do sistema:

O Quadro 11 apresenta os dados que compõe a curva característica do sistema de recalque da EEAB Pongal.

Quadro 11 - Curva característica do sistema - EEAB Pongal.

VAZÃO		VELOCIDADE (m/s)	PERDA DE CARGA				ALTURA MANOMÉTRICA (m)
(m³/h)	(l/s)		UNITÁRIA (m/m)	DISTRIBUÍDA (m)	LOCALIZADA (m)	TOTAL (m)	
0	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,000	0,000	61,69
72	20,00	0,27	0,0003	1,053	0,126	1,179	62,86
144	40,00	0,53	0,0010	3,797	0,503	4,301	65,99
216	60,00	0,80	0,0022	8,040	1,133	9,173	70,86
288	80,00	1,06	0,0037	13,690	2,014	15,704	77,39
324	90,00	1,20	0,0046	17,023	2,548	19,571	81,26
360	100,00	1,33	0,0055	20,686	3,146	23,833	85,52
396	110,00	1,46	0,0066	24,675	3,807	28,482	90,17
432	120,00	1,59	0,0078	28,985	4,531	33,515	95,20

Ponto de trabalho de projeto:

Quantidade de bombas:	2+1 (rodízio)
Vazão Prevista =	90,00 l/s
Desnível geométrico (Hg) =	61,69 m
Diâmetro interno recalque =	0,3096 m
Comprimento =	3.729,79 m
Perda de carga distribuída (Hd) =	17,023 m
Peças (k) =	34,99
Perda de carga localizada (Hl) =	2,55 m
Altura Manométrica (Hman) =	81,26 m

A seguir serão apresentados os dados da bomba utilizada como referência para o dimensionamento da EEAB Pongal.

Bomba de referência:

Marca/Modelo:	IMBIL - BEW 100/3
Vazão (L/s):	45,00
Altura Manométrica (m):	81,31
Potência (cv):	100,00
Rendimento (%):	74,0 **
Pólos	4
Frequência (Hz)	60
Rotação (r.p.m.)	1750
Diâmetro do Rotor (mm)	260

**O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 60%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

Curva da Bomba:

O Quadro 12 apresenta os dados que compõem a curva característica do conjunto motobomba de referência.

Quadro 12 - Curva das bombas de referência.

1 Bomba		2 Bombas	
Vazão (L/s)	Hman (m)	Vazão (L/s)	Hman (m)
0,00	116,00	0,00	116,00
16,67	107,00	33,33	107,00
25,00	102,00	50,00	102,00
33,33	95,00	66,67	95,00
41,67	86,00	83,33	86,00
50,00	74,00	100,00	74,00
58,33	60,00	116,67	60,00

Com base nos dados apresentados, foram traçadas as curvas do sistema e da bomba, permitindo que seja determinado o ponto de operação da elevatória, conforme apresentado a seguir na Figura 57.

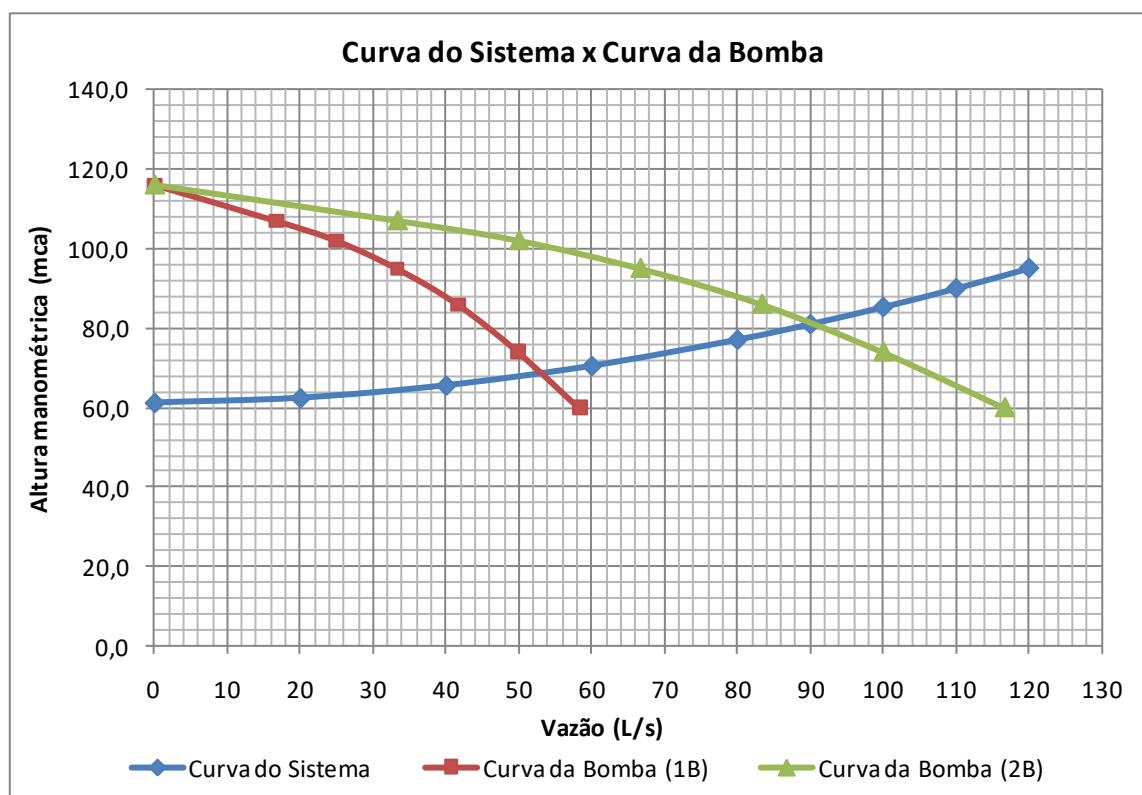


Figura 57 - Curvas do sistema e da bomba - EEAB Pongal.

Ponto de operação da bomba de referência:

	1 bomba	2 bombas
Vazão (L/s)	53,00	90,00
Altura manométrica (mca)	69,00	81,31

2.2.2 BOOSTER DE ÁGUA BRUTA - BOOSTER PONGAL

A seguir são apresentados os dados necessários para o dimensionamento do Booster Pongal.

Dados para dimensionamento:

Vazão de Captação =	90,00 L/s	
Cálculo do diâmetro econômico de recalque:	$D = K \cdot Q_{2^a Etapa}^{1/2}$	(Fórmula de Bresse)
K =	1,1	
D =	330 mm	
DN Adotado =	300 mm	
Diâmetro Interno Adotado =	309,6 mm	
Velocidade =	1,20 m/s	(0,60 ≤ v ≤ 3,00m/s)

Assim como na elevatória de água bruta, o recalque do Booster Pongal pode ser dividido em dois trechos (Trechos 3 e 4). O Trecho 3 possui comprimento desenvolvido de 2.375,52m entre o Booster de água bruta e a estaca 338+3,54m, na qual se encontra o ponto de cota mais elevada do recalque da Booster. Esse trecho se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno desfavorável ao escoamento, justificando a necessidade do Booster.

O Trecho 3, por sua vez, possui comprimento desenvolvido de 3.509,14m entre a estaca 338+3,54m e a caixa divisora de vazão (CDV) projetada para a entrada da ETA. O Trecho 3 se caracteriza pelo desnível topográfico favorável ao escoamento por gravidade, ou seja, por si só o escoamento já possui energia suficiente para ocorrer.

A seguir, serão apresentados os cálculos de dimensionamento dos Trechos 3 e 4.

2.2.2.1 Cálculo do Trecho 3

Para o dimensionamento do Trecho 3 admitiu-se uma pressão mínima de 5 mca a jusante do trecho, como forma de garantir que haverá energia suficiente para que o escoamento através do Trecho 4 possa ocorrer naturalmente.

Desnível geométrico - Trecho 3:

Cota do vertedor no booster (CM) =	53,247 m
Pressão de sucção no booster (PM) =	10,000
Cota do eixo da bomba =	54,290 m
Cota mais elevada no recalque (CJ) =	89,753 m
Pressão admitida à jusante (PJ) =	5,00 mca
Desnível geométrico (Hg) =	31,51 mca (Hg = CJ + PJ - CM - PJ)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal. O resultado é apresentado a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho 3:

Vazão de Projeto =	0,0900 m ³ /s
Diâmetro Interno =	0,3096 m
Área de Escoamento =	0,0753 m ²
Velocidade do Fluxo =	1,196 m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007
Número de Reynolds =	367.554,89
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023 m
Coef. de Perdas "f" =	0,019398
Perda de carga unitária "hf" =	0,004564 m/m
Comprimento tubo =	2.375,52 m
Perda de carga distribuída =	10,842 m

Cálculo da perda de carga localizada:

O Quadro 13 apresenta o resultado das perdas de carga localizadas do Trecho 3.

Quadro 13 - Perda de carga localizada do Trecho 3.

PEÇAS		DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Barrilete de Recalque (2+1)		50%					
Tubulação (1/2 da vazão)	L=	5,100	309,6	1	-	0,60	0,008
C90°			309,6	1	0,40	0,60	0,007
Válvula de retenção			309,6	1	2,50	0,60	0,046
Válvula borboleta aberta			309,6	1	0,30	0,60	0,005
Tê, saída de lado			309,6	1	1,30	0,60	0,024
Ampliação (DN100/DN150)			103,0	1	0,30	5,40	0,446
Ampliação (DN150/DN300)			154,6	1	0,30	2,40	0,088
Recalque (DN300)		100%					
Tubulação (100% da vazão)	L=	7,400	309,6	1	-	1,20	0,039
C11°			309,6	7	0,05	1,20	0,025
C22°			309,6	6	0,10	1,20	0,044
C45°			309,6	3	0,20	1,20	0,044
C90°			309,6	3	0,40	1,20	0,087
Tê, saída de lado			309,6	3	1,30	1,20	0,284
Tê passagem direta			309,6	14	0,60	1,20	0,612
Perda de carga localizada total:							1,759

Cálculo da altura manométrica:

A altura manométrica é dada pela soma do desnível geométrico e das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a altura manométrica referente ao Trecho 3 será de 44,11m.

2.2.2.2 Cálculo do Trecho 4

Para o dimensionamento do Trecho 4 admitiu-se uma pressão de 2 mca a jusante do trecho, na entrada da caixa divisora de vazão da ETA .

Devido à característica topográfica do Trecho 4 em que a declividade do terreno favorece o escoamento natural, o desnível geométrico calculado corresponde à energia disponível para que o escoamento se dê por gravidade.

A seguir é apresentado o resultado do cálculo do desnível geométrico.

Desnível geométrico - Trecho 4:

Cota do terreno em montante (CM) =	89,753
Pressão de montante (PM) =	5,00 m
NA da chegada da ETA (CJ) =	73,328
Pressão desejada na entrada da ETA (PJ) =	2,00 m
Desnível geométrico (Hg) =	19,43 m (Hg = CM + PM - CJ - PJ)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal. O resultado é apresentado a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho 4:

Vazão de Projeto =	0,0900 m ³ /s
Diâmetro Interno =	0,3096 m
Área de Escoamento =	0,0753 m ²
Velocidade do Fluxo =	1,196 m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007
Número de Reynolds =	367.554,89
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023 m
Coef. de Perdas "f" =	0,019398
Perda de carga unitária "hf" =	0,004564 m/m
Comprimento tubo =	3.509,14 m
Perda de carga distribuída =	16,016 m

Cálculo da perda de carga localizada:

O Quadro 14 apresenta o resultado do cálculo das perdas de carga localizadas.

Quadro 14 - Perdas de carga localizadas do Trecho 4.

PEÇAS	DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Trecho por gravidade (DN300)	100%					
C11°	309,6	30	0,05	1,50	1,20	0,109
C22°	309,6	14	0,10	1,40	1,20	0,102
C45°	309,6	5	0,20	1,00	1,20	0,073
C90°	309,6	4	0,40	1,60	1,20	0,117
Registro gaveta aberto	309,6	0	2,50	0,00	1,20	0,000
Tê passagem direta	309,6	7	0,60	4,20	1,20	0,306
Junção	309,6	0	0,40	0,00	1,20	0,000
Saída de canalização	309,6	1	1,00	1,00	1,20	0,073
Perda de carga localizada total:						0,779

Análise do Trecho 4:

A perda de carga total do Trecho 4 será dada pela soma das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a perda de carga total será de 16,795m. Conforme visto anteriormente, a energia disponível para o escoamento é de 19,425m, e portanto, 2,63m superior às perdas de carga.

Sendo assim, como a energia disponível é superior às perdas de carga no Trecho 4, o escoamento se dará sem que seja necessário que a elevatória forneça energia extra para esse trecho da adutora.

Observa-se, no entanto, que para o cálculo da energia disponível foi considerada a pressão a montante do trecho de 5,0m admitida no cálculo do Trecho 3. Essa parcela de energia fornecida ao sistema será necessária para que o escoamento no Trecho 4 ocorra normalmente, e será mantida no dimensionamento do booster, conforme apresentado a seguir.

2.2.2.3 Dimensionamento do Booster Pongal

A seguir serão apresentados a curva do sistema e o ponto de trabalho de projeto para o Booster Pongal.

Curva característica do sistema:

O Quadro 15 apresenta os dados que compõem a curva característica do sistema de recalque do Booster Pongal.

Quadro 15 - Curva do sistema - Booster Pongal.

VAZÃO (m³/h) (L/s)		VELOCIDADE (m/s)	PERDA DE CARGA				ALTURA MANOMÉTRICA (m)
			UNITÁRIA (m/m)	DISTRIBUÍDA (m)	LOCALIZADA (m)	TOTAL (m)	
0	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,000	0,000	31,51
72	20,00	0,27	0,0003	0,671	0,087	0,758	32,26
144	40,00	0,53	0,0010	2,419	0,347	2,766	34,27
216	60,00	0,80	0,0022	5,121	0,782	5,903	37,41
288	80,00	1,06	0,0037	8,719	1,390	10,109	41,62
324	90,00	1,20	0,0046	10,842	1,759	12,601	44,11
360	100,00	1,33	0,0055	13,175	2,172	15,347	46,85
396	110,00	1,46	0,0066	15,716	2,628	18,343	49,85
432	120,00	1,59	0,0078	18,461	3,127	21,588	53,09

Ponto de trabalho do projeto:

Quantidade de bombas:	2+1	(rodízio)
Vazão Prevista =	90,00	L/s
Desnível geométrico (Hg) =	31,51	m
Diâmetro interno recalque =	0,3096	m
Comprimento =	2.375,52	m
Perda de carga distribuída (Hd) =	10,842	m
Peças (k) =	24,15	
Perda de carga localizada (Hl) =	1,76	m
Altura Manométrica (Hman) =	44,11	m

A seguir serão apresentados os dados da bomba utilizada como referência para o dimensionamento do Booster Pongal.

Bomba de referência:

Marca/Modelo:	IMBIL - BEW 100/2
Vazão (L/s):	46,50
Altura Manométrica (m):	45,00
Potência (cv):	50,00
Rendimento (%):	72,0 **
Pólos	4
Frequência (Hz)	60
Rotação (r.p.m.)	1750
Diâmetro do Rotor (mm)	250

**O rendimento mínimo do conjunto a ser adquirido deverá ser de 65%. Caso o rendimento do conjunto adquirido seja inferior ao rendimento mínimo, a potência instalada será alterada.

Curva da Bomba - Booster Pongal:

Os dados que compõem a curva característica dos conjuntos moto-bomba de referência para o Booster Pongal são apresentados no Quadro 16.

Quadro 16 - Curva da Bomba - Booster Pongal.

1 Bomba		2 Bombas	
Vazão (L/s)	Hman (m)	Vazão (L/s)	Hman (m)
0,00	70,00	0,00	70,00
16,67	65,00	33,33	65,00
25,00	61,00	50,00	61,00
33,33	57,00	66,67	57,00
41,67	50,00	83,33	50,00
50,00	42,00	100,00	42,00
58,33	33,00	116,67	33,00

Com base nos dados apresentados, foram traçadas as curvas do sistema e da bomba, permitindo que seja determinado o ponto de operação do booster, conforme apresentado a seguir, na Figura 58.

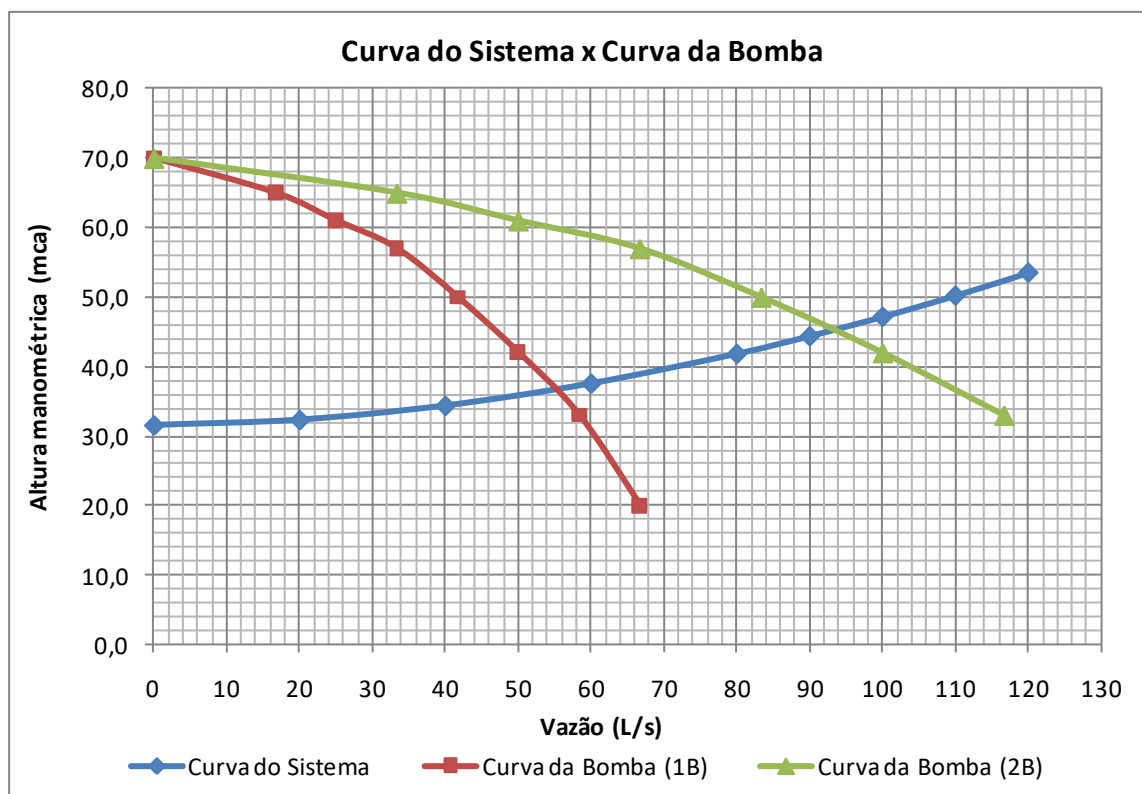


Figura 58 - Curvas do sistema e da bomba - Booster Pongal.

Ponto de operação da bomba de referência:

	1 bomba	2 bombas
Vazão (L/s)	55,00	93,00
Altura manométrica (mca)	36,00	45,00

2.2.3 VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO SEM O BOOSTER PONGAL

A seguir são apresentados os cálculos para verificação do funcionamento do sistema elevatório de água bruta sem a utilização do Booster Pongal. Neste caso, o recalque de água bruta será realizado somente pela elevatória EEAB Pongal, que operaria com uma vazão reduzida.

Nesta situação, o sistema poderá ser dividido em dois trechos (Trechos A e B), conforme representado na Figura 59.

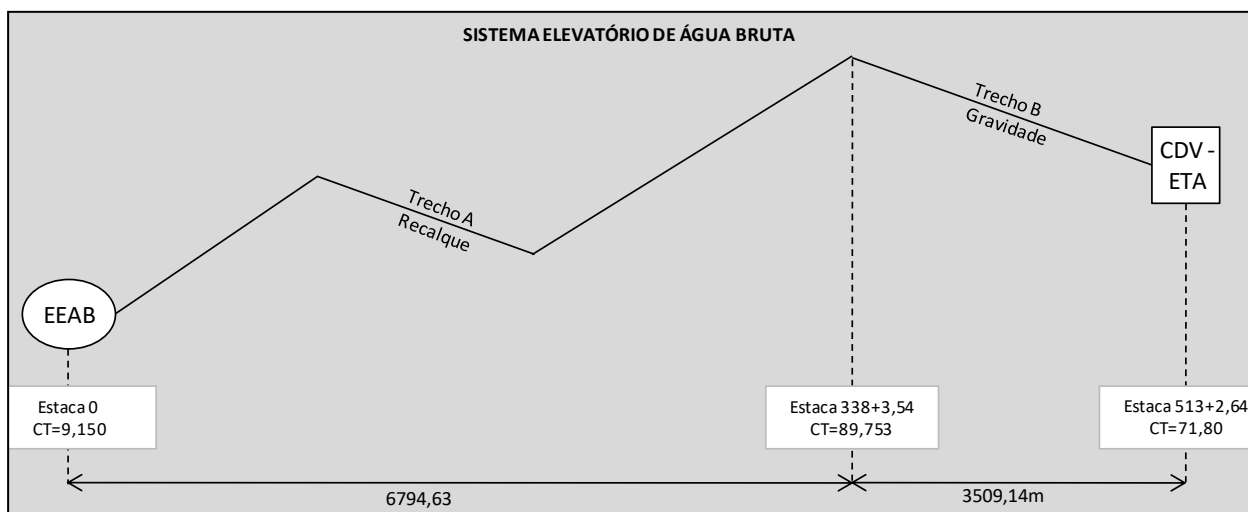


Figura 59 - Representação esquemática do sistema elevatório de água bruta sem o Booster Pongal.

O Trecho A possui comprimento desenvolvido de 6.794,63m entre a elevatória de água bruta e a estaca 338+3,54m, na qual se encontra o ponto de cota mais elevada do recalque da EEAB. Esse trecho se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno desfavorável ao escoamento.

O Trecho B, por sua vez, possui comprimento desenvolvido de 3.509,14m entre a estaca 338+3,54m e a caixa divisora de vazão (CDV) projetada para a entrada da ETA. O Trecho B se caracteriza pelo desnível topográfico do terreno favorável ao escoamento por gravidade, ou seja, por si só o escoamento já possui energia suficiente para ocorrer.

A seguir, serão apresentados os cálculos de verificação do funcionamento do sistema elevatório sem a utilização do Booster Pongal.

Dados para verificação:

Vazão de Captação =	55,00 l/s	
DN Adutora =	300 mm	
Diâmetro Interno =	309,6 mm	
Área de Escoamento =	0,075 m²	
Velocidade =	0,73 m/s	(0,60 ≤ v ≤ 3,00m/s)

A seguir, serão apresentados os cálculos de verificação dos trechos A e B.

2.2.3.1 Cálculo do Trecho A

Para a verificação do Trecho A admitiu-se uma pressão mínima de 5 mca a jusante do trecho, como forma de garantir que haverá energia suficiente para que o escoamento através do Trecho B possa ocorrer naturalmente.

Desnível geométrico - Trecho A:

Cota NA mínimo na captação (CM) =	11,300 m
Cota do eixo da bomba =	10,232 m
Cota mais elevada no recalque (CJ) =	89,753 m
Pressão admitida à jusante (PJ) =	5,00 mca
Desnível geométrico (Hg) =	83,45 m (Hg = CJ + PJ - CM)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal. Os resultados são apresentados a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho A:

Vazão de Projeto =	0,0550 m ³ /s
Diâmetro Interno =	0,3096 m
Área de Escoamento =	0,0753 m ²
Velocidade do Fluxo =	0,731 m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007
Número de Reynolds =	224.616,88
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023 m
Coef. de Perdas "f" =	0,019950
Perda de carga unitária "hf" =	0,001753 m/m
Comprimento tubo =	6.794,63 m
Perda de carga distribuída =	11,911 m

Cálculo da perda de carga localizada:

A seguir, é apresentado no Quadro 17 o resultado do cálculo das perdas de carga localizadas.

Quadro 17 - Perda de carga localizada do Trecho A.

PEÇAS		DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Sucção (DN300) %Q = 100%							
Tubulação (100% da vazão)	L = 31,40	309,6	1	-	-	0,73	0,067
Crivo		309,6	1	0,75	0,75	0,73	0,020
Registro de gaveta		309,6	1	0,20	0,20	0,73	0,005
C90°		309,6	1	0,40	0,40	0,73	0,011
C22°		309,6	1	0,10	0,10	0,73	0,003
Tê, passagem direta		309,6	1	0,60	0,60	0,73	0,016
Ampliação (DN300/DN400)		309,6	1	0,30	0,30	0,73	0,008
Sucção (DN400) %Q = 100%							
Tubulação (100% da vazão)	L = 12,60	407,4	1	-	-	0,42	0,007
Tê, passagem direta		407,4	1	0,60	0,60	0,42	0,005
C45°		407,4	1	0,20	0,20	0,42	0,002
Tê, saída bilateral (DN400x300)		309,6	1	1,80	1,80	0,73	0,049
Barrilete - Sucção (DN300/2+1) 50%							
Tubulação (1/2 da vazão)	L = 5,000	309,6	1	-	-	0,37	0,003
Tê, saída de lado		309,6	1	1,30	1,30	0,37	0,009
Válvula borboleta		309,6	1	0,30	0,30	0,37	0,002
C90°		309,6	1	0,40	0,40	0,37	0,003
Redução gradual (DN300/DN125)		128,8	1	0,15	0,15	2,11	0,034
Barrilete - Rec. (DN250/2+1) 50%							
Tubulação (1/2 da vazão)	L = 3,800	258,0	1	-	-	0,53	0,005
Ampliação (DN100/DN250)		103,0	1	0,30	0,30	3,30	0,167
C90°		258,0	1	0,40	0,40	0,53	0,006
Válvula de retenção		258,0	1	2,50	2,50	0,53	0,035
Ampliação (DN250/DN300)		258,0	1	0,30	0,30	0,53	0,004
Barrilete - Rec. (DN300) 100%							
Tubulação (vazão total)	L = 8,400	309,6	1	-	-	0,73	0,018
C90°		309,6	2	0,40	0,80	0,73	0,022
Tê, saída de lado		309,6	2	1,30	2,60	0,73	0,071
Recalque (DN300) 100%							
Tubulação (vazão total)	L = 5,700	309,6	1	-	-	0,73	0,012
C11°		309,6	37	0,05	1,85	0,73	0,050
C22°		309,6	28	0,10	2,80	0,73	0,076
C45°		309,6	8	0,20	1,60	0,73	0,044
C90°		309,6	2	0,40	0,80	0,73	0,022
Tê passagem direta		309,6	34	0,60	20,40	0,73	0,555
Válvula borboleta		309,6	1	0,30	0,30	0,73	0,008
Perda de carga localizada total - Trecho A:							1,340

Cálculo da altura manométrica:

A altura manométrica é dada pela soma do desnível geométrico e das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a altura manométrica referente ao Trecho A será de 96,70m.

2.2.3.2 Cálculo do Trecho B

Para a verificação do Trecho B admitiu-se uma pressão de 2 mca a jusante do trecho, na entrada da caixa divisora de vazão da ETA .

Devido à característica topográfica do Trecho B em que a declividade do terreno favorece o escoamento natural, o desnível geométrico calculado corresponde à energia disponível para que o escoamento se dê por gravidade.

A seguir é apresentado o resultado do cálculo do desnível geométrico.

Desnível geométrico - Trecho B:

Cota do terreno em montante (CM) =	89,753
Pressão de montante (PM) =	5,00 m
NA da chegada da ETA (CJ) =	73,328
Pressão desejada na entrada da ETA (PJ) =	2,00 m
Desnível geométrico (Hg) =	19,43 m (Hg = CM + PM - CJ - PJ)

Cálculo da perda de carga distribuída:

As perdas de carga distribuídas foram calculadas conforme a Fórmula Universal. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Perda de Carga distribuída - Trecho B:

Vazão de Projeto =	0,0550 m ³ /s
Diâmetro Interno =	0,3096 m
Área de Escoamento =	0,0753 m ²
Velocidade do Fluxo =	0,731 m/s
Viscosidade Cinemática =	0,000001007
Número de Reynolds =	224.616,88
Coef. Rugosidade "K" =	0,00023 m
Coef. de Perdas "f" =	0,019950
Perda de carga unitária "hf" =	0,001753 m/m
Comprimento tubo =	3.509,14 m
Perda de carga distribuída =	6,151 m

Cálculo da perda de carga localizada:

O resultado das perdas de carga localizadas no Trecho B é apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - Perda de carga localizada - Trecho B.

PEÇAS	DI (mm)	Qtd (un.)	K Unitário	K Total	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Trecho por gravidade (DN300)	100%					
C11°	309,6	30	0,05	1,50	0,73	0,041
C22°	309,6	14	0,10	1,40	0,73	0,038
C45°	309,6	5	0,20	1,00	0,73	0,027
C90°	309,6	4	0,40	1,60	0,73	0,044
Registro gaveta aberto	309,6	0	2,50	0,00	0,73	0,000
Tê passagem direta	309,6	7	0,60	4,20	0,73	0,114
Junção	309,6	0	0,40	0,00	0,73	0,000
Saída de canalização	309,6	1	1,00	1,00	0,73	0,027
Perda de carga localizada total - Trecho B:						0,291

Análise do Trecho B:

A perda de carga total do Trecho B será dada pela soma das perdas de carga distribuídas e localizadas, de modo que a perda de carga total será de 6,443m. Conforme visto anteriormente, a energia disponível para o escoamento é de 19,425m, e portanto, 12,982m superior às perdas de carga.

Sendo assim, como a energia disponível é superior às perdas de carga no Trecho B, o escoamento se dará sem que seja necessário que a elevatória forneça energia extra para esse trecho da adutora. Ou seja, a seleção do conjunto moto-bomba poderá levar em consideração somente a energia necessária para vencer o Trecho A.

Observa-se, no entanto, que para o cálculo da energia disponível foi considerada a pressão a montante do trecho de 5,0m admitida no cálculo do Trecho A. Essa parcela de energia fornecida ao sistema não é necessária para que o escoamento no Trecho B ocorra, porém será mantida na verificação da elevatória, apresentada a seguir.

2.2.3.3 Verificação do funcionamento da EEAB Pongal sem o Booster Pongal

A seguir serão apresentados no Quadro 19 os dados que compõem a curva do sistema calculada para a EEAB Pongal quando o Booster Pongal não for utilizado.

Quadro 19 - Curva característica do sistema - EEAB Pongal sem o Booster.

VAZÃO (m³/h) (l/s)		VELOCIDADE (m/s)	PERDA DE CARGA				ALTURA MANOMÉTRICA (m)
			UNITÁRIA (m/m)	DISTRIBUÍDA (m)	LOCALIZADA (m)	TOTAL (m)	
0	0,00	0,00	0,0000	0,000	0,000	0,000	83,45
72	20,00	0,27	0,0003	1,833	0,177	2,010	85,46
144	40,00	0,53	0,0010	6,608	0,709	7,317	90,77
198,00	55,00	0,73	0,0018	11,911	1,340	13,251	96,70
216	60,00	0,80	0,0021	13,991	1,594	15,585	99,04
288	80,00	1,06	0,0035	23,822	2,834	26,657	110,11
324	90,00	1,20	0,0044	29,622	3,587	33,210	116,66
360	100,00	1,33	0,0053	35,997	4,429	40,426	123,88
396	110,00	1,46	0,0063	42,939	5,359	48,297	131,75
432	120,00	1,59	0,0074	50,438	6,378	56,815	140,27

A bomba utilizada como referência para a verificação do funcionamento da EEAB Pongal sem a utilização do Booster Pongal é a mesma apresentada no dimensionamento da elevatória.

Com base nos dados apresentados, foram traçadas as curvas do sistema e da bomba, permitindo que seja determinado o ponto de operação da elevatória (Figura 60).

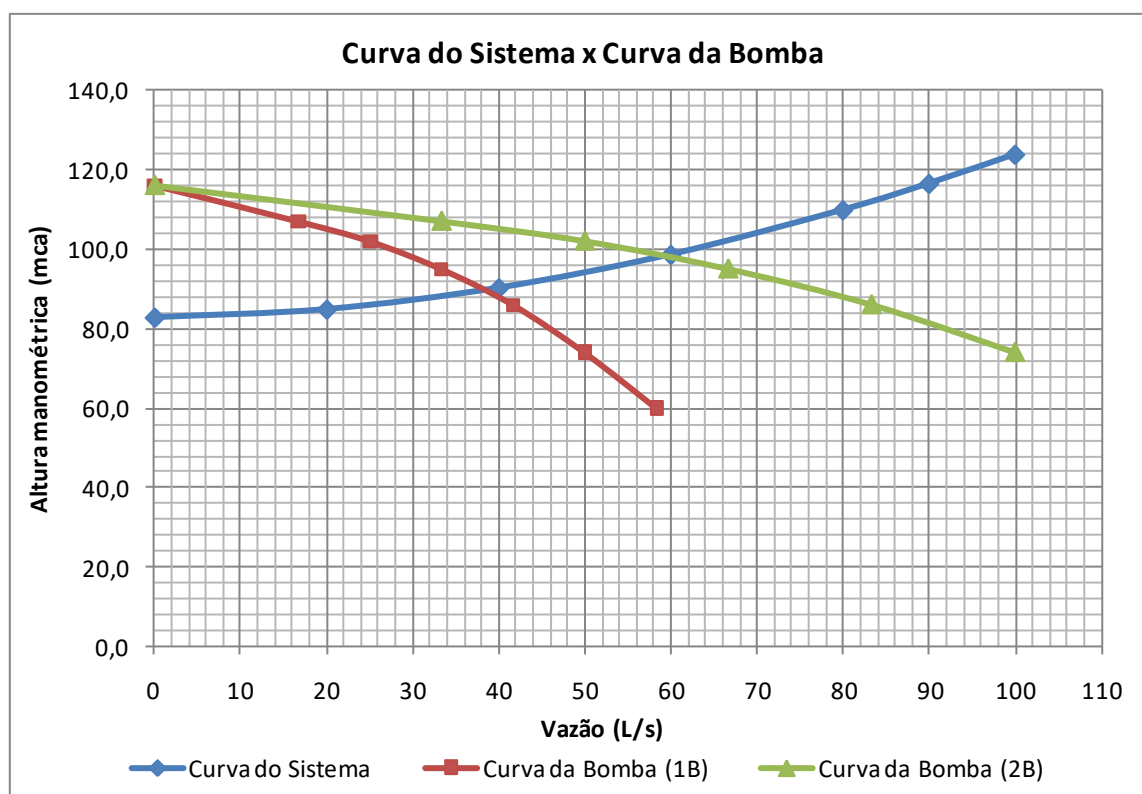


Figura 60 - Curvas do sistema e da bomba - Verificação da EEAB Pongal sem a utilização do Booster Pongal.

Ponto de operação da bomba de referência:

	1 bomba	2 bombas
Vazão (L/s)	38,00	59,00
Altura manométrica (mca)	90,00	98,00

Dessa forma, conclui-se que caso a CESAN opte por não utilizar o Booster Pongal a elevatória de água bruta terá sua capacidade reduzida de 90,0 L/s para 59,0 L/s. Tal medida poderá ser adotada durante os períodos de baixo consumo em que não houver a necessidade de captar a vazão total de projeto.

2.2.4 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB

O diâmetro principal da adutora foi determinado a parti do cálculo do diâmetro de recalque econômico (Fórmula de Bresse), conforme indicado a seguir.

Vazão de Captação =	90,00 l/s	
Cálculo do diâmetro econômico de recalque:	$D = K \cdot Q_{2^a Etapa}^{1/2}$	(Fórmula de Bresse)
K =	1,1	
D =	330 mm	
DN Adotado =	300 mm	
Diâmetro Interno Adotado =	309,6 mm	
Área de Escoamento =	0,075 m ²	
Velocidade =	1,20 m/s	(0,60 ≤ v ≤ 3,00m/s)

Para dimensionamento das ventosas foram verificadas a drenagem da adutora e o enchimento da adutora para a vazão de projeto. O Quadro 20 apresenta as informações das ventosas projetadas.

Quadro 20 – Dados das ventosas projetadas na adutora DN300mm.

Ventosa	Estaca	CT (m)	GI (m)	CF (m)	Diâmetro (mm)	Tipo de Ventosa
Ventosa 1	9 + 8,67	19,705	17,905	17,705		
Ventosa 2	43 + 17,53	45,802	44,002	43,802		
Ventosa 3	72 + 5,31	59,597	57,797	57,597		
Ventosa 4	135 + 3,63	56,388	54,588	54,388		
Ventosa 5	161 + 6,27	65,333	63,533	63,133		
Ventosa 6	186 + 3,54	67,985	66,185	65,985		
Ventosa 7	Localizada no barrilete de recalque do Booster Pongal					
Ventosa 8	241 + 3,54	43,864	42,064	41,864	100	Ventosa Tríplice para água bruta
Ventosa 9	261 + 3,54	50,398	48,598	48,398		
Ventosa 10	275 + 16,30	56,566	54,766	54,566		
Ventosa 11	299 + 3,54	45,951	44,151	43,951		
Ventosa 12	338 + 3,54	89,753	87,953	87,753		
Ventosa 13	368 + 7,83	59,133	57,333	57,133		
Ventosa 14	443 + 3,54	53,622	51,822	51,622		
Ventosa 15	470 + 8,53	39,223	37,423	37,223		

Para dimensionamento das descargas, foi considerado um tempo máximo de descarga de 1800 segundos. O Quadro 21 apresenta as informações das descargas projetadas.

Quadro 21 – Dados das descargas projetadas na adutora DN300mm.

Descarga	Estaca	CT (m)	GI (m)	CF (m)	Lançamento
Descarga 1	0+11,44	8,450	6,950	6,600	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 2	17+18,71	17,508	16,008	15,658	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 3	48+17,37	42,138	40,638	40,288	Drenagem - Manilha DN 600mm
Descarga 4	110+5,97	30,127	28,627	28,277	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 5	141+3,54	48,521	47,021	46,671	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 6	177+16,33	54,619	53,119	52,769	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 7	216+3,54	52,029	50,486	50,179	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 8	230+3,54	26,055	24,555	24,205	Esgotamento p/ lagoa com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 9	249+3,54	20,478	18,982	18,628	Esgotamento p/ córrego com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 10	267+18,54	32,635	31,135	30,785	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 11	285+3,54	21,534	20,038	19,684	Esgotamento p/ córrego com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 12	309+3,54	34,013	32,513	32,163	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 13	362+3,54	52,810	51,310	50,960	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 14	411+3,54	14,133	12,633	12,283	Esgotamento p/ drenagem com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 15	468+3,54	37,802	36,302	35,952	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.
Descarga 16	487+3,54	21,906	20,402	20,056	Esgotamento com conjunto moto-bomba submersível portátil - Q=10m³/h.

Além das descargas e ventosas, a adutora de água bruta contará também com instalação de 07 (sete) tanques de alimentação unidirecional denominados "One-Way". Estes dispositivos têm como objetivo de proteger a adutora contra o golpe de aríete, sobretudo atenuando as pressões negativas que podem ser causadas com o desligamento das bombas.

O estudo de transientes hidráulicos da adutora de água bruta juntamente com o cálculo de dimensionamento e a localização dos tanques *One-Way* é apresentado no Anexo 1 deste documento.

O resumo das características dos dispositivos *One-Way* é apresentado no Quadro 22.

Quadro 22 - Características dos tanques *One-Way*.

<i>One-Way</i>	Estaca	Volume mínimo (m³)	Diâmetro (m)	Cota do terreno (m)	GI da adutora (m)	Nível d'água (m)
1	32+0,00	4,0	1,50	43,223	41,993	46,423
2	61+0,00	4,0	1,50	53,312	52,086	56,512
3	156+0,00	4,0	1,50	63,371	62,145	66,571
4	185+18,54	4,0	1,50	67,950	66,185	71,150
5	276+1,25	4,0	1,50	56,766	54,766	59,966
6	324+3,540	4,0	1,50	64,423	62,923	97,623
7	337+18,54	10,0	2,00	89,753	87,953	93,953

2.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA IRIRI

O presente projeto prevê a ampliação da capacidade de tratamento da ETA Iriri para a vazão de 90L/s, de modo que possa absorver o aumento da vazão de captação de água no Rio Pongal.

Com a proposta de garantir agilidade no processo de implantação da ampliação do sistema foi previsto utilização de uma ETA pré-fabricada de 50,0 L/s a ser implantada na área da ETA Iriri e melhorias na ETA existente para que possa tratar 40,0 L/s. O fornecedor da ETA pré-fabricada deverá observar a qualidade do manancial que abastece a ETA Iriri, apresentada no Quadro 7 e a análise dos resultados apresentada no item 1.6.3.1.

O sistema de tratamento de lodo será único para atender as duas unidades de tratamento.

A seguir, são apresentados os cálculos referentes à ampliação da ETA Iriri.

2.3.1 ENTRADA DE ÁGUA BRUTA NA ETA

A água bruta que abastecerá a ETA será captada no Rio Pongal e conduzida pela adutora de água bruta projetada com diâmetro de DN300 até a caixa divisora de vazão (CDV) projetada que será implantada na área da ETA.

A CDV fará a divisão da vazão de água bruta entre as estações de tratamento existente e projetada. Possuirá dimensões de 2,10m x 1,40m x 1,52m, e será equipada com dois vertedores retangulares, de fibra de vidro. A ETA existente continuará sendo alimentada pela linha existente de 200 mm em ferro fundido e a ETA pré-fabricada será alimentada por uma linha projetada de 250 mm em ferro fundido. Em ambas as linhas de água bruta são previstos medidores eletromagnéticos de inserção para o monitoramento das vazões de entrada na ETA existente e na ETA pré-fabricada.

2.3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

A ETA existente irá operar com uma vazão de 40,0 L/s. Todas as melhorias propostas a seguir para a ETA existente só deverão ser executadas após implantação e início de operação da ETA pré fabricada de 50,0 L/s.

2.3.2.1 Mistura rápida / Medidor de vazão

A medição de vazão afluente a ETA será feita através de um medidor eletromagnético de inserção do tipo hot-tap a ser instalado antes da calha parshall, na linha de água bruta existente.

A mistura rápida é realizada no Medidor Parshall existente de $W = 3''$. Para a vazão de operação foram verificados: a altura da lâmina d'água e a velocidade de escoamento na seção de medição de vazão utilizando as expressões:

$$Q = K \cdot H^n$$

$$D' = 2/3 \cdot (D - W) + W$$

$$Q = V \cdot D' \cdot H$$

Onde:

$$Q = 0,040 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W = 3'' = 0,076\text{m}$$

$$K = 0,176$$

$$n = 1,547$$

$$D \text{ (p/ } w=3'') = 0,259\text{m}$$

$$H = 0,38 \text{ m}$$

$$D'=0,198\text{m}$$

$$V = 0,53 \text{ m/s}$$

A energia total disponível é dada pela expressão:

$$Ea = H + V^2/2g + N$$

Onde:

$$H = 0,38 \text{ m}$$

$$V = 0,53 \text{ m/s}$$

$$N \text{ (p/ } w = 3'') = 0,057\text{m}$$

$$Ea = 0,45\text{m}$$

A velocidade de escoamento e lâmina no início do ressalto foram determinados pelas expressões:

$$\cos \theta = \frac{gQ}{W^3 \sqrt{(0,67gEa)^2}}$$

$$V1 = 2 \cdot \cos(\theta/3) \cdot \sqrt{2gEa/3}$$

$$Y1 = Ea - V1 \cdot 2 / 2g$$

Onde:

$$Q = 0,040 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W = 3'' = 0,076\text{m}$$

$$Ea = 0,45\text{m}$$

$$\cos \theta = 177,10$$

$$V1 = 1,77 \text{ m/s}$$

$$Y1 = 0,29 \text{ m}$$

A lâmina d'água no final do ressalto e a velocidade na saída do canal de mistura foram determinadas conforme demonstrado a seguir:

$$Fr1 = \frac{V1}{\sqrt{g \cdot Y1}}$$

$$Y3 = \frac{Y1}{2} \left[\sqrt{1 + 8Fr1^2} - 1 \right]$$

$$Y2 = Y3 - (N - K)$$

$$V2 = \frac{Q}{A}$$

$$A = b \cdot y^2$$

Onde:

$$V1 = 1,77 \text{ m/s}$$

$$Y1 = 0,29 \text{ m}$$

$$Fr1 = 1,04$$

$$Y3 = 0,31\text{m}$$

$$Y2 = 0,28 \text{ m}$$

$$V2 = 0,80 \text{ m/s}$$

É recomendado que a velocidade na saída do ressalto hidráulico esteja entre 0,40m/s e 0,80 m/s, estando a mesma no limite máximo.

Recomenda-se ainda que a perda de carga seja superior a 0,25m. Verificando esta condição temos:

$$En = H + N - Y3$$

Onde:

$$H = 0,38 \text{ m}$$

$$N(p/w = 3'') = 0,057 \text{ m}$$

$$Y3 = 0,31 \text{ m}$$

$$En = 0,129 \text{ m}$$

Condição atendida com o degrau existente na saída da calha parshall existente.

O gradiente de velocidade e o tempo médio de detenção da água no trecho divergente são determinados a seguir:

$$Tmr = \frac{G}{(V1 + V2)/2}$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma \cdot En}{\mu \cdot Tmr}}$$

Onde:

$$G = 0,305 \text{ m}$$

$$V1 = 1,77 \text{ m/s}$$

$$V2 = 0,80 \text{ m/s}$$

$$\gamma = 9.800 \text{ N/m}^3$$

$$En = 0,129 \text{ m}$$

$$\mu = 0,001 \text{ Ns/m}^2$$

$$Tmr = 0,24 \text{ s}$$

$$G = 2158,41^{-1}$$

Com base na norma NBR 12.216 temos que o gradiente de velocidade deve estar entre 700 e 1100s⁻¹, e o tempo de mistura não deve ser superior a 5s.

A calha parshall instalada atende o tempo de mistura e está com gradiente acima do recomendado, entretanto como é uma unidade existente será assim mantido.

2.3.2.2 Floculador hidráulico de chicanas verticais

O floculador existente, do tipo chicanas verticais, foi redimensionado para atender a nova vazão de projeto.

A passagem entre câmaras será feita através de orifícios retangulares superiores e inferiores determinando um movimento sucessivamente ascendente e descendente. Dos choques resultantes entre as partículas que ascendem e descendem, obtém-se a formação e o crescimento dos flocos. As chicanas serão todas substituídas para adequação das novas dimensões das passagens

Inicialmente adotaram-se quatro séries de gradientes de velocidade: 65, 50, 35, 20s⁻¹, em seguida determinou-se o número de câmaras, a perda de carga nas passagens e os gradientes de velocidade ajustados às dimensões das passagens adotadas.

O tempo de detenção em uma unidade de floculação deverá estar compreendido entre 20 e 30 minutos e a velocidade nas passagens entre 10 e 30 cm/s.

Determinação do número de câmaras:

Expressões de cálculo:

$$G1 \cdot t1 = G2 \cdot t2 = G3 \cdot t3 = G4 \cdot t4 = \frac{t1 + t2 + t3 + t4}{\frac{1}{G1} + \frac{1}{G2} + \frac{1}{G3} + \frac{1}{G4}}$$
$$t1 + t2 + t3 + t4 = t = \frac{V}{Q}$$

Onde:

n = número de câmaras do floculador existente = 14

dimensões das câmaras existentes variáveis = 1,06 x 0,88 (1 câmara); 1,06 x 0,95m (11 câmaras); 1,06 x 1,47 (1 câmara); 1,06 x 1,17 (1 câmara)

n = número de câmaras da ampliação do floculador = 6

Dimensões das câmaras de ampliação variáveis = 1,05 x 1,17m (5 câmaras) e 0,96 x 1,17 (1 câmara)

h = profundidade média útil dos floculadores = 2,30 m

Volume útil total = 50,74m³

t real = tempo de detenção real = 1268,56s = 21,14 min

Utilizando os valores pré-estabelecidos para o gradiente de velocidade:

$$G1 = 65 \text{ s}^{-1}$$

$$G2 = 50 \text{ s}^{-1}$$

$$G3 = 35 \text{ s}^{-1}$$

$$G4 = 20 \text{ s}^{-1}$$

$$G1.t1 = G2.t2 = G3.t3 = G4.t4 = 11.132$$

Quadro 23 - Determinação do número de câmaras.

G(ADOT) s ⁻¹	t (seg)	V (m³)	NÚMERO DE CÂMARAS		V real (m³)	T real (seg)	GnTn	%
			CALC.	ADOT.				
65,000	171,26	6,85	2,70	3,000	7,61	190,28	12368,46	11,11
50,000	222,64	8,91	3,51	3,000	7,61	190,28	9514,20	14,53
35,000	318,06	12,72	5,01	5,000	12,69	317,14	11099,90	0,29
20,000	556,60	22,26	8,78	9,000	22,83	570,85	11417,04	2,56
				20,000		1268,560		
						21,14		

O gradiente de velocidade nas passagens é determinado pela expressão

$$G = \sqrt{\frac{g \cdot h}{\nu \cdot t}}$$

Onde:

G = gradiente de velocidade nas passagens em s⁻¹

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

h = perda de carga nas passagens em m

ν = viscosidade cinemática da água = 1,007 x 10⁻⁶ m²/s para T = 20°

t = tempo de detenção na câmara em seg

A perda de carga nas passagens é determinada pelas expressões:

$$Q = cd \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$cd = 0,61 \cdot (1 + 0,15K)$$

Onde:

para passagens inferiores :

$$K = \frac{a + b}{2 \cdot (a + b)}$$

para passagens superiores afogadas:

$$K = \frac{a}{2 \cdot (a + b)}$$

Quadro 24 - Determinação das passagens inferiores e gradiente de velocidade.

G pretend. nas pass. s ⁻¹	número de câmaras	CARACTERÍSTICAS DAS PASSAGENS INFERIORES						
		No de pass.	b adot (m)	a adot. (m)	A (m ²)	V (m/s)	hf (m)	G s ⁻¹
65,000	3,000	2,000	0,45	0,20	0,090	0,444	0,023	60
50,000	3,000	1,000	0,45	0,25	0,113	0,356	0,015	48
35,000	5,000	3,000	0,45	0,40	0,180	0,222	0,006	30
20,000	9,000	4,000	0,45	0,65	0,293	0,137	0,002	18
TOTAL	20,000	10,000					0,088	

Quadro 25 - Gradiente das passagens superiores e gradiente de velocidade.

G pretend. nas pass. s ⁻¹	número de câmaras	CARACTERÍSTICAS DAS PASSAGENS SUPERIORES						
		No de pass.	b adot (m)	a adot. (m)	A (m ²)	V (m/s)	hf (m)	G s ⁻¹
65,000	3,000	1,000	0,45	0,20	0,090	0,444	0,026	63
50,000	3,000	2,000	0,45	0,25	0,113	0,356	0,016	50
35,000	5,000	2,000	0,45	0,40	0,180	0,222	0,006	31
20,000	9,000	5,000	0,45	0,65	0,293	0,137	0,002	19
TOTAL	20,000	10,000					0,083	

A perda de carga total no módulo de floculação é de 0,171 m.

2.3.2.3 Canal de água floculada / acesso aos decantadores

O canal de água floculada existente tem dimensões (0,40 x 0,75 e 0,45 x 0,75m) e deverá ser mantido sendo substituídas as comportas de acesso aos decantadores por comportas em fibra de 0,30 x 0,20m.

2.3.2.4 Decantadores laminares

A ETA possui 3 (três) unidades de decantação laminar para o tratamento da vazão de 40,0 L/s sendo que cada unidade deverá trabalhar com uma vazão de 13,337 L/s. Foi projetada amostragem da água decantada. As principais características são:

Comprimento útil laminar: 2,50m
 Largura útil: 2,83m

A água floculada é admitida em uma câmara com largura de 1,13m e por uma passagem inferior é conduzida ao comprimento laminar

Os módulos de decantação existentes danificados deverão ser substituídos por módulos tubulares novos, construídos em PVC rígido com perfis de decantação de 44,8 x 90 mm, com espessura de 1,0 mm e comprimento de 0,60 m, que ocuparão todo o comprimento útil do decantador. A inclinação dos módulos é de 60° com a horizontal.

Acima dos módulos de decantação as calhas existentes serão substituídas por calhas de fibra com vertedor triangular ajustável nas bordas.

Taxa de escoamento superficial:

A taxa de escoamento superficial é calculada pelas seguintes equações:

$$V_s = \frac{Q}{f \cdot A}$$

$$f = \frac{\sin \theta \cdot (\sin \theta + L \cdot \cos \theta)}{S}$$

$$L = \frac{lu}{d}$$

$$d = \text{Espaçamento} \cdot \sin \theta - \text{espessura da placa}$$

$$lu = l - \text{espaçamento} \cdot \cos \theta$$

Onde:

$$Q = 40,0 \text{ L/s}$$

$$A = 2,50 \times 2,83 = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$S = 1,38 \text{ para módulos tubulares}$$

$$\text{espaçamento entre placas} = 45 \text{ mm}$$

$$\text{espessura das placas} = 1 \text{ mm}$$

$$l = \text{comprimento da placa} = 0,60 \text{ m}$$

$$d = 3,8 \text{ cm}$$

$$lu = 57,76 \text{ cm}$$

$$L = 15,3$$

$$f = 5,36$$

$$V_s = 30,39 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

A norma NBR 12.216 recomenda $L \geq 12$ e taxa de escoamento superficial para estações com vazão até $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ e bom nível operacional de até $35 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$. Os valores apresentados acima estão de acordo com as recomendações da norma.

Determinação do regime de funcionamento - fluxo laminar:

A norma recomenda que a velocidade longitudinal seja inferior a $0,35 \text{ cm/s}$ para o regime de fluxo laminar e que o número de Reynolds seja menor que 2.000 .

$$V_o = \frac{Q}{A \cdot \sin \theta}$$

$$Nr = \frac{4 \cdot Rh \cdot V_o}{\nu}$$

$$Rh = \frac{a \cdot d}{2 \cdot (a + d)}$$

Onde:

$$Q = 40,0 \text{ L/s}$$

$$A = 7,08 \text{ m}^2$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$\nu = 0,01 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$a = 0,090 \text{ m}$$

$$d = 3,8 \text{ cm}$$

$$V_o = 0,07 \text{ cm/s}$$

$$Rh = 1,33 \text{ cm}$$

$$Nr = 38,62$$

Observa-se que os valores obtidos são compatíveis com as recomendações da norma NBR 12.216.

Dimensionamento da calha coletora de água decantada:

Cada unidade de decantação será dotada de três calhas coletoras de água no sentido longitudinal ao decantador com comprimento unitário de $2,50 \text{ m}$.

A vazão por metro nestas calhas será:

$$q = \frac{Q}{n \cdot L}$$

Onde:

Q = vazão por decantador = 13,33L/s

n = número de calhas por decantador = 3

L = comprimento de recolhimento por calhas = 5,00 m

q = 0,89 l/s.m

Este valor é compatível a norma que recomenda $q_{\text{máx}} = 2,5 \text{ L/s.m}$ para vertedores em decantadores de fluxo vertical.

Admitindo a hipótese de descarga livre, a altura da lâmina d'água no interior da calha será:

$$Q = 1,838 \cdot b \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

Onde:

b = largura da calha existente = 0,15 m

Q = vazão por calha coletora = 13,33L/s

h = 0,13 m

A calha coletora foi projetada com uma altura total de 0,20 m.

As calhas coletoras serão providas de vertedores triangulares ajustáveis, instalados nas bordas das calhas de forma a possibilitar o nivelamento das mesmas, reduzindo desta forma a formação de curto circuito. Estes vertedores terão as características indicadas no projeto. Considerando que cada lado da calha terá um total de 16 vertedores, a lâmina d'água nos vertedores será:

$$Q = n \cdot 1,4 \cdot h^{\frac{5}{2}}$$

Onde:

Q = vazão por calha coletora = 4,44 l/s

n = número de vertedores por calha coletora = 32

h = 0,025 m

A altura de projeto para os vertedores é de 5 cm.

Volume de lodo produzido por decantador:

Admitindo que sejam produzidos 200ml de lodo por grama de íon Al^{3+} (é recomendado que se considere produção entre 100 e 300ml de flocos, não compactados, por grama de Al^{3+} - referência AWWA, 1999) e a dosagem máxima diária de 15mg/l de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)^3$, obtém-se para $13,33\text{L/s} = 1.056.000 \text{ l/dia}$ o consumo de:

$$1.056.000 \times 15 \times 10^{-3} = 15.840 \text{ g de } \text{Al}_2(\text{SO}_4)^3,$$

Dos quais 2.501g serão íons Al^{3+}

A produção diária de lodo correspondente a esse consumo será de $500.211\text{ml} = 0,50\text{m}^3$ de lodo por dia.

Considerando a altura de lodo de $0,97\text{m}$ e um volume por decantador de $3,44\text{m}^3$ teremos um tempo de armazenamento de 6,9 dias. A remoção de lodo será feita através de válvula automatizada eletricamente e controlada por temporizador.

Apenas para informação, para o dimensionamento da ETAR foi considerado o descarte de lodo da ETA existente e da ETA pré-fabricada (item 2.3.5.2), cujo volume foi estimado tendo como base a configuração utilizada para projeto.

2.3.2.5 Canal de distribuição de água decantada e de acesso aos filtros

O canal de distribuição de água decantada e de acesso aos filtros será mantido com melhorias na pintura e passarela.

2.3.2.6 Filtros rápidos de gravidade

A unidade de filtração é composta por 6 (seis) filtros rápidos de fluxo descendente com camada dupla de areia e antracito assentadas sobre camada suporte de pedregulhos, que por sua vez apóia-se sobre vigas do tipo californianas (pré fabricada), de forma a atuarem como fundo falso. Para atender a nova demanda de projeto os filtros serão mantidos com recomposição das camadas filtrantes (caso necessário) e implantação de um sistema de amostragem individualizada da água filtrada.

As principais características dessas unidades são:

Largura:	2,40 m
Comprimento:	1,00 m
Área de um filtro:	2,40m ²
Área total dos filtros:	14,40m ²
Número de unidades:	06
Vazão de projeto:	40,0 L/s
Taxa de filtração:	240,00 m ³ /m ² .d
Sistema de lavagem:	auto laváveis
Velocidade de lavagem:	60 cm/min
Tempo de lavagem:	10 min
Vazão de lavagem:	24,00L/s
Volume de lavagem:	14,40m ³

Camada de areia

Diâmetro específico:	0,45 mm
Coeficiente de desuniformidade:	1,5
Altura da camada:	0,30 m

Camada de antracito

Diâmetro específico:	1,0 mm
Coeficiente de desuniformidade:	1,4
Altura da camada:	0,50m

Camada Suporte

Diâmetro variando de 1,68 a 3,36 mm:	10 cm
Diâmetro variando de 3,36 a 6,35 mm:	10 cm
Diâmetro variando de 6,35 a 12,7 mm:	10 cm
Diâmetro variando de 12,7 a 25,4 mm:	10 cm
Diâmetro variando de 25,4 a 50,8 mm:	enchimento

Fundo falso em vigas californianas com altura padrão de 30,0 cm.

Recomenda-se melhoria geral nas condições físicas da unidade com limpeza e pintura e recomposição do leito filtrante.

Será implantada amostragem individualizada de água filtrada. Para tal foi proposta a instalação de uma bomba horizontal instalada na laje do filtro como apresentado a seguir.

A bomba de amostragem que fará o recalque da água filtrada coletada na saída de cada filtro até o laboratório da casa de química. O seu dimensionamento é apresentado a seguir.

VAZÕES DE PROJETO:

Vazão de amostragem =	1,80	m ³ /h
Vazão de amostragem =	0,50	l/s

ALTURA GEOMÉTRICA:

Cota Fundo Filtro =	65,510	
Cota de sucção no filtro =	65,760	
NA Filtro =	68,500	
Cota do eixo da Bomba =	70,670	
Cota Torneira Amostragem =	72,841	
Ponto mais elevado no recalque =	73,655	
Desnível Geométrico (Hg)=	5,155	m

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA:

	Sucção	Recalque	
Vazão de Projeto =	0,00050	0,00050	m ³ /s
Diâmetro =	1"	1"	pol
Diâmetro Interno =	0,025	0,025	m
Área de Escoamento =	0,0005	0,0005	m ²
Velocidade do Fluxo =	0,99	0,99	m/s
Viscosidade Cinemática=	1,007E-06	1,007E-06	
Número de Reynolds =	24.890	24.890	
Coef. Rugosidade "K" =	0,00001	0,00001	m
Coef de Perdas "f" =	0,026	0,026	
Perda de carga unitária "hf" =	0,050	0,050	m/m
Comprimento tubo =	8,00	19,00	m
Perda de carga distribuída =	0,399	0,947	m
Perda de carga distribuída total (Hd)=	1,346	m	

CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA (Hl):
Quadro 26 - Perda de carga localizada.

Peças	DN (m)	Qtd.	K unit.	K total	V (m/s)	HI (m)
Sucção						
Válvula de pé com crivo	0,025	1	2,50	2,50	0,99	0,124
Curva 90°	0,025	2	0,40	0,80	0,99	0,040
Registro de esfera	0,025	1	0,20	0,20	0,99	0,010
Tê, saída de lado	0,025	1	1,30	1,30	0,99	0,065
Ampliação	0,025	1	0,30	0,30	0,99	0,015
Total Sucção						0,253
Recalque						
Registro de esfera	0,025	1	0,20	0,20	0,99	0,010
Válvula de retenção	0,025	1	2,50	2,50	0,99	0,124
Cotovelo 90°	0,025	10	0,90	9,00	0,99	0,447
Ampliação	0,025	1	0,30	0,30	0,99	0,015
Redução	0,025	1	0,15	0,15	0,99	0,007
Redução	0,019	1	0,15	0,15	1,75	0,024
Torneira	0,019	1	0,30	0,30	1,75	0,047
Saída da canalização	0,019	1	1,00	1,00	1,75	0,157
Total Recalque						0,830
TOTAL GERAL						1,084

Determinação de “K” equivalente:

$$Hl = \frac{K \cdot V^2}{2g}$$

Sendo:

Hl = 1,084 m

V = 0,99 m/s

g = 9,81m/s²

K = 21,83

CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA:

 Altura manométrica (Hman) = **7,58** m

SELEÇÃO DAS BOMBAS:

Quantidade de bombas =	1
Vazão Prevista =	0,50 l/s
Desnível geométrico (Hg) =	5,155 m
Perda de carga distribuída (Hd) =	1,346 m
Perda de carga localizada (Hl) =	1,084 m
Altura Manométrica (Hman) =	7,584 m
Altura Manométrica +10% (Hman) =	8,342 m

As características do conjunto motobomba são:

Vazão:	1,80 m³/h (0,50 L/s)
Altura Manométrica:	8,34mca
Ø Sucção:	32mm
Ø Recalque:	25mm
Rotação:	1750 RPM
Potência:	1,0 cv
Eficiência:	34,4%
Motor:	60Hz, Proteção IP55, 4 pólos, 220/380V, trifásico
NPSH requerido:	0,43m

Como referência foi utilizada o Modelo INI 25-150 da marca IMBIL.

CÁLCULO DO NPSH DISPONÍVEL:

Utilizando a expressão:

$$NPSH_d = \pm Z + P_a - P_v - H_{fs} > NPSH_r$$

Onde:

Z = altura estática de sucção = NA Sucção - Eixo bomba = - 2,170 m

P_a = altura de água correspondente à pressão atmosférica = 10,259 m

P_v = altura de água correspondente à tensão de vapor de água (25°) = 0,330 m

H_{fs} = perda de carga na sucção = 0,652

NPSH_d = 7,107 m

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA:

Quadro 27 - Curva característica do sistema.

VAZÃO		V	Hd	HI	Hman	Hman+10%
(m³/h)	(l/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	5,16	5,67
0,36	0,10	0,20	0,081	0,043	5,28	5,81
0,72	0,20	0,39	0,267	0,173	5,60	6,16
1,08	0,30	0,59	0,544	0,390	6,09	6,70
1,44	0,40	0,79	0,904	0,693	6,75	7,43
1,80	0,50	0,99	1,346	1,084	7,58	8,34
2,16	0,60	1,18	1,865	1,560	8,58	9,44
2,52	0,70	1,38	2,461	2,124	9,74	10,71
2,88	0,80	1,58	3,133	2,774	11,06	12,17
3,60	1,00	1,97	4,698	4,334	14,19	15,61

O traçado da curva da bomba bem como da curva do sistema encontram-se a seguir (Figura 61).

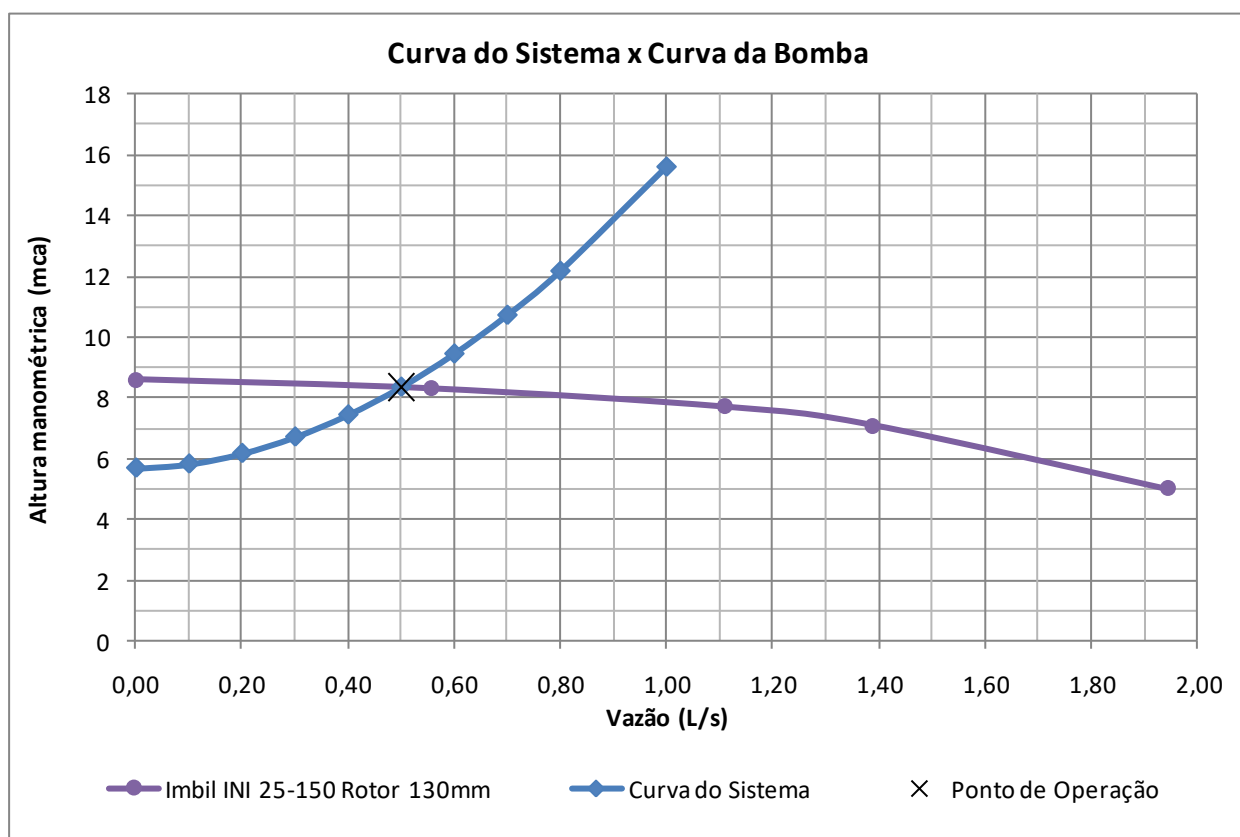


Figura 61 - Curva de desempenho do conjunto motobomba.

2.3.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PRÉ-FABRICADA

A ETA proposta pré-fabricada deverá operar com uma vazão de 50,0L/s. A opção por uma ETA pré-fabricada teve como base a:

- Rapidez de implantação;
- Possibilidade de Implantação sem a necessidade de paralisar a ETA existente;
- Possibilidade de paralisação da ETA existente para adequações em período de baixa temporada;
- Possibilidade de ser utilizada em outro local quando da implantação das obras definitivas do Plano Diretor de Águas previsto para a região.

Segundo proposta encaminhada por este fabricante a ETA será assim composta:

- a) Ocupação de área para implantação da ETA pré-fabricada contendo dimensões em torno de 14,00m x 20,00m;
- b) Medição de vazão com medidor eletromagnético por inserção a ser instalado na linha projetada de interligação da caixa de distribuição de vazão a ETA, DN250mm em ferro fundido;
- c) A mistura rápida será do tipo hidráulica e ocorrerá por meio de calha parshall com garganta de 9", de modo a garantir gradientes de velocidade de 700 a 900 s⁻¹ e um tempo de mistura menor que 5 s.
- d) A floculação se dará em 02 (dois) floculadores hidráulicos tubulares verticais, fabricados em PRFV, constituídos de 03 (três) câmaras em série, sendo cada uma delas formadas por 07 (sete) módulos tubulares de ø0,80m, altura útil de 3,70m e altura total de 3,90m, totalizando 21 câmaras. Cada câmara será dotada de aberturas na parte superior e inferior;
- e) O sistema de decantação será composto por 02 (dois) módulos do tipo lamelar e de fluxo ascendente, com taxa máxima de aplicação de 160m³/m².d e tempo de retenção de cerca de 30 minutos. Cada módulo terá formato retangular e fundo em forma de tronco de pirâmide, com dimensões de 3,00 m de largura, 6,00 m de comprimento, e 3,60 m de altura útil. Os módulos tubulares para decantação

laminar, são instalados formando um ângulo com a horizontal de 60°, assegurando a auto-limpeza e o arraste em direção ao fundo. Esta prevista a descarga periódica do lodo a cada 24 horas de operação aproximadamente, com duração média de 1 a 2 minutos. Deste, segue aos filtros por um manifold de distribuição.

- f) O sistema de filtração é composto por 06 (seis) unidades com diâmetro de 2,00m e altura útil de 3,90m, sendo estes de fluxo descendente como leito de camada dupla (areia e carvão antracito). Deverá atender uma taxa de filtração inferior a 280m³/m².dia. Foram projetados segundo o sistema recíproco, que permite a lavagem de um filtro com o efluente das outras unidades, a uma velocidade mínima de 0,70m/min. Sendo este dotado de barrilete de manobra projetado para este fim, onde todos os filtros estão ligados a uma canalização de água filtrada comum, que encaminha a água filtrada a uma caixa de equilíbrio do nível, que comanda a operação de lavagem. A carreira de filtração esperada é em torno de 36 horas. Os filtros serão de dupla camada de areia (espessura = 20 cm) e carvão antracito (espessura = 50cm) suportado por camada de pedregulho (espessura = 30 cm), dividida em cinco sub-camadas, conforme especificações técnicas fornecida na aquisição do equipamento.

Ressalta-se que a ETA pré-fabricada será do tipo convencional, conforme analisado no item 1.6.3.1 (Qualidade do manancial abastecedor), deverá atender a norma técnica NBR 12.216/92, e possuir sistema de amostragem individualizada da água filtrada e decantada, conforme exigência da Portaria n. 2914/2011.

A seguir são indicados os pontos de interligação entre a unidade de tratamento de água pré-fabricada e as demais unidades da área da ETA Iriri, conforme previsto no presente projeto de ampliação:

- Entrada de água bruta: A alimentação da ETA pré-fabricada se dará por uma adutora de água bruta projetada em ferro fundido com DN250 (des. nº B-078-001-40-5-XX-0012) que irá interligar a caixa divisora de vazão (CDV 1) prevista na ampliação da ETA Iriri (des. nº B-078-001-40-5-XX-0013) ao flange de entrada de água bruta da ETA pré-fabricada;

- Água tratada: A água tratada pela ETA pré-fabricada será coletada em uma conexão flangeada de DN300 e conduzida por uma tubulação de água tratada projetada, com DN300, em ferro fundido, até o reservatório existente (des. nº B-078-001-40-5-XX-0012);
- Descarte de água de lavagem dos filtros: A ETA pré-fabricada contará com um ponto/caixa de saída de água de lavagem dos filtros, de onde será encaminhada por gravidade por tubulações projetadas com DN300 em PVC até a entrada do adensador de lodo, passando pelas caixas de passagem CP01, 02 e 05 (des. nº B-078-001-40-5-XX-0012);
- Descarga dos decantadores e floculadores: A ETA pré-fabricada contará com um ponto/caixa de saída das descargas de fundo dos decantadores e dos floculadores, de onde a água descartada será encaminhada por gravidade por tubulações projetadas com DN300 em PVC até a entrada do adensador de lodo, passando pelas caixas de passagem CP02 e 05 (des. nº B-078-001-40-5-XX-0012);
- Dosagem de sulfato de alumínio: O preparo e dosagem de sulfato de alumínio da ETA pré-fabricada será feito na casa de química da ETA Iriri e transferida até a calha Parshall da ETA pré-fabricada por meio de tubulação de PVC com DN25mm (des. nº B-078-001-40-5-XX-0024). A concentração e a vazão de dosagem são discutidos no capítulo 2.3.6.
- Dosagem de cal hidratada: O preparo e dosagem de cal da ETA pré-fabricada será feito na casa de química da ETA Iriri e transferida até a caixa de equilíbrio na saída de água tratada da ETA pré-fabricada por meio de tubulação de PVC com DN40mm (des. nº B-078-001-40-5-XX-0024). A concentração e a vazão de dosagem são discutidos no capítulo 2.3.6.
- Dosagem de cloro: O preparo e dosagem de cloro da ETA pré-fabricada será feito na casa de química da ETA Iriri e transferida até a caixa de equilíbrio na saída de água tratada da ETA pré-fabricada por meio de tubulação de PVC com DN25mm (des. nº B-078-001-40-5-XX-0024). A concentração e a vazão de dosagem são discutidos no capítulo 2.3.6.
- Dosagem de ácido fluorsilícico: O preparo e dosagem de flúor da ETA pré-fabricada será feito na casa de química da ETA Iriri e transferida até a caixa de

equilíbrio na saída de água tratada da ETA pré-fabricada por meio de tubulação de PVC com DN25mm (des. nº B-078-001-40-5-XX-0024). A concentração e a vazão de dosagem são discutidos no capítulo 2.3.6.

- Amostragem de água decantada: A ETA pré-fabricada deverá prever pontos de amostragem de água decantada em seus decantadores e um conjunto motobomba para transporte até a casa de química. A água amostrada será conduzida por tubulação de DN25mm em PVC prevista no projeto de ampliação da ETA Iriri (des. nº B-078-001-40-5-XX-0025);
- Amostragem de água filtrada: A ETA pré-fabricada deverá prever pontos de amostragem de água filtrada em cada um de seus filtros e um conjunto motobomba para transporte até a casa de química. A água amostrada será conduzida por tubulação de DN25mm em PVC prevista no projeto de ampliação da ETA Iriri (des. nº B-078-001-40-5-XX-0025);
- Amostragem de água tratada: A ETA pré-fabricada deverá prever um ponto de amostragem de água tratada na caixa de equalização de água tratada e um conjunto motobomba para transporte até a casa de química. A água amostrada será conduzida por tubulação de DN25mm em PVC prevista no projeto de ampliação da ETA Iriri (des. nº B-078-001-40-5-XX-0025);
- Fornecimento de energia e sinais eletroeletrônicos: o projeto elétrico da ampliação da ETA Iriri (contratado a parte pela CESAN) deverá prever pontos de fornecimento de energia e de transferência de sinais eletroeletrônicos conforme recomendações do fabricante da ETA compacta.

2.3.4 TANQUE DE CONTATO / RESERVATÓRIO EXISTENTE

O reservatório existente de 750 m³ funcionará também como tanque de contato para a vazão de projeto da ETA (90,0 L/s). A unidade apresenta as seguintes características:

Diâmetro:	15,90 m
Cota de topo:	61,360 m
Na máximo:	60,763 m
Na mínimo:	56,964 m

Cota de fundo:	56,455 m
Altura total:	4,905m
Altura útil:	0,509 m (mínimo) e 3,80m (máximo)
Volume útil:	101,13 m ³ (mínimo) e 750m ³ (máximo)

O tempo de contato será determinado pela expressão:

$$t = \frac{V}{Q}$$

Onde:

V = volume útil = 101,13 m³ (condição mais desfavorável)

Q = 90,0L/s

t = 18,73 min. (na condição mais desfavorável)

Observa-se que os valores obtidos são compatíveis com a Portaria 2914/2011, onde para T = 20°, cloro residual de 2mg/L e pH = 7,0 o tempo de contato mínimo é de 5min.

2.3.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR

A estação de tratamento de água como todo processo industrial gera resíduos líquidos que devem ser tratados e dispostos adequadamente sem causar nenhum impacto ambiental. Desta forma deve-se prever formas de redução do volume do lodo gerado, para que o mesmo possa ser disposto de forma adequada, diminuindo custos de transporte, disposição final e obviamente, os riscos de poluição do meio ambiente.

Os principais resíduos gerados nas estações de tratamento de água do sistema Iriri são:

- descarga dos floculadores;
- descarga dos decantadores;
- água de lavagem dos filtros.

A redução do volume de lodo será realizada com a implantação de um adensador, seguido por um sistema de desaguamento do tipo mecanizado devido a topografia da área da ETA. Após desaguado, o lodo gerado deverá ser disposto em aterro sanitário

até que sejam viabilizadas outras formas de disposição tais como: co-disposição com biossólidos, aplicações industriais, dentre outras.

Para definição da vazão da Estação de Tratamento de águas Residuárias (ETAR) serão analisadas as vazões de descarga de cada unidade.

2.3.5.1 Vazão de descarga das unidades

Floculador existente:

A descarga do floculador existente será feita através de tubulação com diâmetro de 150 mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{As}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

As = área superficial do floculador = 24,43 m²

A = área do dispositivo de descarga = 0,0176m²

H = profundidade média do floculador = 2,30 m

t = 25,85 min.

A vazão no momento de abertura da válvula foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

cd = coeficiente de descarga = 0,61

A = área do dispositivo de descarga = 0,0176m²

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

H = altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga = 2,30 m

Q = 72,41 L/s ⁽¹⁾

Floculador projetado:

A descarga do floculador projetado será feita através de tubulação com diâmetro de 100 mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{As}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

As = área superficial do floculador = 9,62 m²

A = área do dispositivo de descarga = 0,0079 m²

H = profundidade média do floculador = 3,70 m

t = 29,06 min.

A vazão no momento de abertura da válvula foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

cd = coeficiente de descarga = 0,61

A = área do dispositivo de descarga = 0,0176m²

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

H = altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga = 3,70 m

Q = 40,82 L/s ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Vazão instantânea no momento da descarga/limpeza do floculador, que deverá ser absorvida pelo adensador. O volume do floculador existente já adequado é 56,19m³ e de cada floculador da ETA pré-fabricada é de 35,60m³.

Decantador existente:

A descarga do decantador existente será feita através de tubulação com diâmetro de 200mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{As}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

As = área superficial do decantador = 7,08m²

A = área do dispositivo de descarga = 0,03142m²

H = profundidade média do decantador = 3,74 m

t = 5,37 min.

Valor este inferior ao recomendado pela norma de no máximo 6hs.

A vazão no momento de abertura da válvula foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

cd = coeficiente de descarga = 0,61

$A = \text{área do dispositivo de descarga} = 0,03142\text{m}^2$

$g = \text{aceleração da gravidade} = 9,81 \text{ m/s}^2$

$H = \text{altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga} = 3,74\text{m}$

$Q = 164,18 \text{ l/s}^{(2)}$

Decantador projetado:

A descarga dos decantadores projetados será feita através de tubulação com diâmetro de 200mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{A_s}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

$A_s = \text{área superficial do decantador} = 18,00 \text{ m}^2$

$A = \text{área do dispositivo de descarga} = 0,03142\text{m}^2$

$H = \text{profundidade média do decantador} = 3,60 \text{ m}$

$t = 13,41 \text{ min.}$

A vazão no momento de abertura da válvula foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

$cd = \text{coeficiente de descarga} = 0,61$

$A = \text{área do dispositivo de descarga} = 0,03142\text{m}^2$

$g = \text{aceleração da gravidade} = 9,81 \text{ m/s}^2$

$H = \text{altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga} = 3,60 \text{ m}$

$Q = 161,06 \text{ l/s}^{(2)}$

⁽²⁾ Vazão instantânea no momento da descarga/limpeza do decantador, que deverá ser absorvida pelo adensador. O volume do decantador existente é de 26,48m³ e do decantador da ETA pré-fabricada é de 64,80m³.

Filtro existente:

A descarga dos filtros será feita através de tubulação com diâmetro de 100 mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{A_s}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

$A_s = \text{área superficial do filtro} = 2,40 \text{ m}^2$

$A = \text{área do dispositivo de descarga} = 0,00785\text{m}^2$

H = profundidade média do filtro para limpeza = 5,31 m
t = 8,68 min.

A vazão no momento de abertura do registro de gaveta foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

cd = coeficiente de descarga = 0,61

A = área do dispositivo de descarga = 0,00785m²

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

H = altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga = 5,31 m

Q = 48,90L/s ⁽³⁾

A vazão proveniente da lavagem dos filtros é de 24,00 L/s e ocorrerá em um período de 10 min. A velocidade média de lavagem é de 60 cm/min.

Filtro projetado:

A descarga dos filtros será feita através de tubulação com diâmetro de 150 mm. O tempo de esvaziamento foi calculado pela expressão:

$$t = 0,74 \cdot \frac{As}{A} \cdot \sqrt{H}$$

Onde:

As = área superficial do filtro = 3,14 m²

A = área do dispositivo de descarga = 0,01767 m²

H = profundidade média do filtro para limpeza = 3,90 m

t = 4,33 min.

A vazão no momento de abertura do registro de gaveta foi calculada com base na expressão:

$$Q = cd \cdot A \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Onde:

cd = coeficiente de descarga = 0,61

A = área do dispositivo de descarga = 0,01767 m²

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s²

H = altura útil de água sobre o eixo da tubulação de descarga = 3,90 m

Q = 94,29 L/s ⁽³⁾

A vazão proveniente da lavagem dos filtros é de 31,42 L/s e ocorrerá em um período de 10 min. A velocidade média de lavagem é de 60cm/min.

⁽³⁾ Vazão instantânea no momento da descarga/limpeza dos filtros, que deverá ser absorvida pelo adensador. O volume considerado de cada filtro existente é de 14,40m³ e de cada filtro da ETA pré-fabricada é de 18,85m³.

2.3.5.2 Parâmetros para dimensionamento da ETAR

Para o dimensionamento das unidades da ETAR foram consideradas as duas condições mais críticas, conforme indicado nos Quadros 28 e 29:

Quadro 28 - Descarga de um decantador de cada ETA em um mesmo dia de operação.

Condições operacionais	Decantador existente	Decantador Projetado
Volume produzido com a descarga de lodo (m ³ /descarga)	26,48	64,80
Teor de sólidos (%)	1,00	1,00
Massa de sólidos (kg)	264,80	648,00

Quadro 29 - Descarga de todos os filtros do sistema em um mesmo dia.

Condições operacionais	Decantador existente	Decantador Projetado
Volume produzido com a lavagem dos filtros (m ³)	86,40	113,11
Teor de sólidos (%)	0,015	0,015
Massa de sólidos (kg)	12,96	16,96

2.3.5.3 Adensador

Projetando um adensador com as características apresentadas a seguir:

Diâmetro: 5,00m
Profundidade útil: 2,00m
Profundidade total: 3,50m
Volume útil: 39,27m³

O adensador utilizado como referência é o modelo ADL5 da marca Ecosan com ponte em aço carbono, com tratamento anti-corrosivo.

Para o adensador projetado serão obtidas taxas de aplicação superficial variando de 4,65 a 10,16 m³/m².dia.

O lodo produzido com teor de sólido em torno de 5% será encaminhado para o desaguamento em centrífuga. Para o transporte do lodo será utilizado bomba do tipo helicoidal com as seguintes características:

Vazão:	9,12 m ³ /h
Diâmetro de recalque:	80 mm / mangote flexível
Comprimento do recalque:	55 m
Desnível Geométrico:	13,42 m
Perda de carga (hf):	0,165 m
Altura manométrica (Hman):	14,89 mca

Bomba de referência:

- Bomba helicoidal, modelo NEMO NETZSCH NM045BY01L07V ou similar, descarga em tubulação roscável 3", 268 rpm, rendimento = 6,41% P = 3,7KW, 220V, 60 Hz.

2.3.5.4 Recirculação do clarificado

O clarificado do adensador (10% da vazão da ETA) será conduzido a um tanque de armazenamento com volume de 5m³ para automação do sistema. O recalque do clarificado para a caixa de distribuição de vazão será feito em tubulação de PVC no diâmetro de 100 mm. As características da elevatória de recirculação são apresentadas a seguir:

Vazão de recirculação:	9,0 L/s
Diâmetro da linha de recalque:	100mm / PVC
Extensão da linha de recalque:	104,05m
Desnível geométrico:	12,83 m
Perda de carga (hf):	2,56 m
Altura manométrica (Hman):	16,93 mca
Bomba de referência:	Conjunto moto-bomba IMBIL, INI B 40-160 ou similar, 1750 rpm, rendimento = 69,3%, P = 3,0 CV, 60HZ

O adensador e o tanque de armazenamento estão preparados para a maior produção de lodo que corresponde em dois momentos distintos:

- a) Quando da limpeza do decantador em um determinado dia com frequência mensal ou ajustado conforme operação do sistema;
- b) Diariamente com o volume de água de lavagem dos filtros, considerando que os 6 filtros poderão ser lavados em 1 dia.

2.3.5.5 Desaguamento

Em reunião gerencial na CESAN, e por se tratar de projeto emergencial ficou decidido a utilização de Centrífuga para desaguamento do lodo gerado na ETA.

A separação das fase líquida / sólida será o tipo mecanizada devido a topografia da área com a utilização de uma Centrífuga Decanter. Para auxiliar o processo é necessária a adição de polímero na entrada do equipamento. O líquido clarificado sai do tambor e será conduzido novamente ao adensador. O sólido (torta) que sai do tambor é conduzida as caçambas de armazenamento por uma rosca sem fim. A torta de lodo será inicialmente encaminhada para o aterro sanitário definido pela CESAN, até que seja definida uma alternativa de reúso e reaproveitamento do mesmo.

Dados básicos para seleção da Centrífuga Decanter:

Operação:	7 dias
Horas por dia de operação:	4h
Vazão:	36,50 m ³ /d
Concentração de sólidos na entrada:	5%
Concentração de sólidos na torta:	min 20%
Consumo médio de polímero:	3,6 Kg/ton MS
Concentração do polímero:	1%

A Centrífuga Decanter utilizada como referencia neste projeto é do fabricante Alfa Laval, modelo ALDEC 30 CT, motor de 18,5KW, 380/440V, IPW55, partida com inversor de frequência.

Dados básicos para seleção da rosca transportadora da torta da centrífuga para a caçamba:

Operação:	7dias
Horas por dia de operação:	4h
Vazão:	2,3m ³ /h
Concentração de sólidos:	min 20%
Comprimento mínimo:	4,5m
Ângulo de instalação:	30°

O transportador mecânico contínuo de Rosca Helicoidal tipo calha utilizado como referência neste projeto foi indicado pela Centroprojekt do Brasil, com rotação de 31rpm, motor de 3,0KW, 220/380V, 60Hz, IP-55P

Para limpeza deste sistema será implantada uma bomba centrífuga com as seguintes características:

Vazão:	3,5 m ³ /h
Altura manométrica (Hman):	6,0 mca

Foi utilizado como referência o Conjunto moto-bomba IMBIL, INI 25-150 ou similar, 1720 rpm, rendimento = 49,9%, P = 0,15CV, 60HZ

2.3.5.6 Condicionamento químico

Para as etapas de adensamento e de desaguamento do lodo será utilizado um condicionamento químico com polímero sintético do tipo catiônico. A dosagem inicial de polímero para o adensamento será de 10,3 g/KgSST, na concentração de 1% (Ensaio realizado na ETA Capim Fino de Piracicaba, SP - Sistema convencional completo com utilização de sulfato de alumínio – REALI, 1999). A dosagem inicial para o desaguamento com centrífuga será de 3,6 g/kgSST, na concentração de 1% (REALI, 1999). A dosagem de polímeros deverá ser ajustada ao longo da operação, conforme a necessidade em função dos resultados obtidos.

Nestas condições, considerando o descarte de lodo dos decantadores a cada 10 dias e a lavagem diária dos filtros deverão ser utilizados em torno de 74Kg de polímero por mês para o adensamento e 26kg por mês para desaguamento, totalizando

aproximadamente 100kg de polímero por mês. A área para armazenamento, adjacente à centrífuga, possui capacidade para até 5 bombonas de 30Kg de polímero, suficiente para suprir a demanda de até um mês e meio.

O preparo será em tanque de 300 litros com agitador vertical, duas vezes ao dia. As características do tanque de preparo são:

Bombona:	02 un.
Diâmetro:	0,8 m
Altura total:	0,8 m
Altura útil:	0,6 m
Volume útil:	0,30 m ³

O tanque contará com um misturador vertical para tanque de até 1m³ - modelo de referencia MRV 47-0 da Ecosan, P = 0,5CV.

A aplicação de polímero no adensador será por gravidade, utilizando dosador de nível constante de 400L/h em tubulação de PVC no diâmetro de 25mm.

A aplicação de polímero na centrífuga se dará por recalque, utilizando bomba dosadora com as seguintes características:

Vazão:	298,61 L/h
Diâmetro de recalque:	25mm / mangote flexível
Altura manométrica (Hman):	5,0 m
Bomba de referência:	Bomba dosadora 5-1 em PP/EPDM, BOMBETEC ou similar, conexão de sucção e recalque ½", 4 pólos, P = 0,33 CV, 220/380V, 60 Hz, IP 55

2.3.6 CASA DE QUÍMICA

A Casa de Química existente não atende a nova demanda de projeto devendo ser reformulada quanto a sua divisão interna, sendo mantida as suas dimensões externas. A mesma deverá armazenar os produtos químicos sulfato, cal e flúor necessários para atender a vazão de 90L/s. O sistema de preparo e dosagem será independente para

cada ETA. O sistema de cloro gás foi re-projetado sendo instalado em uma nova construção junto ao sistema de desaguamento de lodo. O dimensionamento deste sistema é apresentado a seguir.

2.3.6.1 Sulfato de alumínio

Armazenamento para vazão de 90L/s:

Admitindo que este produto será fornecido na forma líquida, sendo o consumo médio mensal de 15 mg/l e pureza comercial em torno de 48%, o volume a estocar por um período de 1 mês será:

$$V = \frac{90,0 \cdot 79200 \cdot 15 \cdot 10^{-6} \cdot 30}{0,48} = 6.683L$$
$$V = 7m^3$$

Como na estação já existem dois tanques de 5,0m³ que apresentam boas condições de uso, serão aproveitados com reabastecimento previsto em média a cada 25 dias.

O sulfato de alumínio será bombeado para os tanques de preparo localizado na Casa de Química através de bombas de processo dimensionadas para encher o tanque num período de aproximadamente 10min. As principais características do conjunto motobomba são apresentadas a seguir:

Vazão:	3,30 m ³ /h (0,92l/s)
Altura manométrica (Hman):	11,0 mca
Bomba utilizada como referência:	Bomba de transferência química Bombetec Modelo BTQ-20, conexão de sucção de 1.1/4" e de recalque de 1" , P =1,0 cv, 220V, 60Hz

Preparo para vazão de 90,0 L/s:

Os tanques de preparo existentes serão substituídos por tanques em fibra de vidro. O preparo da solução será feito em 02 tanques de fibra de vidro com diâmetro de 1,0m e altura de 1,0m. Considerando altura útil de 0,7m teremos um volume de 0,55m³. O sistema deverá funcionar no tipo: 01 funciona e 01 fica de reserva atendendo as duas ETA.

A agitação da solução é feita através de motor elétrico de média rotação, haste e hélice, em aço inoxidável. Agitador utilizado como referencia: Misturador rápido, marca Ecosan, modelo MRV 47-0, P = 0,5CV, 60Hz, 220V, 1750rpm.

Dosagem:

A dosagem ocorrerá de forma independente para cada ETA, sendo todo o sistema novo. Admitindo que a solução será preparada na concentração de 20%, uma dosagem máxima diária de 15 mg/l, o volume de solução consumido diariamente será:

Para a ETA existente:

$$V = \frac{40,0 \cdot 79200 \cdot 15 \cdot 10^{-6}}{0,20} = 237,60L/d$$
$$V = 10,80L/h$$

Para a ETA pré-fabricada:

$$V = \frac{50,0 \cdot 79200 \cdot 15 \cdot 10^{-6}}{0,20} = 297,00L/d$$

A dosagem será feita através de dosador de nível constante, provido de um orifício com abertura regulável.

O dosador utilizado como referência possui as seguintes características: Dosador de nível constante ou de coluna marca INCCER, modelo DNC 01-400L/H.

Este produto é conduzido aos pontos de aplicação através de tubo de PVC 1". A aplicação será no ressalto hidráulico da calha Parshall da ETA existente e da ETA pré-fabricada.

2.3.6.2 Cal hidratada

O sistema de armazenamento, preparo e dosagem de cal será todo reformulado.

Armazenamento para vazão de 90,0 L/s:

Admitindo que este produto será fornecido em sacas de 20 Kg, sendo o consumo médio mensal de 8 mg/L e pureza comercial em torno de 90%, o número de sacas a estocar por um período de 1 mês será:

$$N = \frac{90,0 \cdot 79200 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 30}{0,90 \cdot 0,20} = 95,04 \text{ sacas}$$

$$N = 100 \text{ sacas}$$

A sala de armazenamento de cal será redimensionada com a sua redução para implantação de uma copa/cozinha.

Preparo para vazão de 90,0 L/s:

Os tanques de preparo existentes serão substituídos por tanques de fibra de vidro. O preparo da solução será feito em 02 tanques de fibra de vidro com diâmetro de 1,0m e altura de 1,0m. Para uma altura útil de 0,80m teremos uma capacidade útil de 0,63m³. O sistema deverá funcionar no tipo: 01 funciona e 01 fica de reserva atendendo as duas ETA.

A agitação da solução é feita através de motor elétrico de rápida rotação, haste e hélice, em aço inoxidável. Especificação do agitador de referência: marca Ecosan, modelo MLV-09-1, P = 1,5CV, 320 rpm.

Dosagem:

A dosagem ocorrerá de forma independente para cada ETA, sendo todo o sistema novo. Admitindo que a concentração da saturação de cal hidratada seja igual 10%, a vazão da solução para a dosagem máxima diária de 8 mg/L será:

Para a ETA existente:

$$q = \frac{40,0 \cdot 79200 \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{0,90 \cdot 0,10} = 281,60 \text{ L/d}$$

A vazão de dosagem será de 0,21 L/min.

Para a ETA pré-fabricada:

$$q = \frac{50,0 \cdot 79200 \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{0,90 \cdot 0,10} = 352,00 \text{ L/d}$$

A vazão de dosagem é de 0,27 L/min.

É indicado que a dosagem seja realizada através de dosador de leite de cal do tipo caneca com dosagem máxima por saída de até 0,27 L/min.

Especificação do dosador de referencia: Dosador do tipo caneca, marca Ecosan, modelo DLC -1, volume de 500L, dosagem máxima por saída de 1 L/min

Este produto será conduzido até os pontos de aplicação através de tubo em PVC no diâmetro de 1.1/2". A aplicação ocorrerá no tanque de contato existente na ETA existente e na caixa de saída da ETA pré fabricada.

2.3.6.3 Cloro gás

Armazenamento para vazão de 90,0 L/s:

Admitindo que a dosagem média mensal de cloro gás na ETA seja de 2,5mg/L o consumo mensal será:

$$C = 90,0 \cdot 79200 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 30 = 530,60 \text{ kg/mês}$$

Serão necessários 8 cilindros de cloro gás de 68 kg que ficarão estocados em um cômodo apropriado, dotado de balança, a ser implantado na área.

O sistema de cloro gás existente será abandonado, sendo previsto uma nova construção que abrigará tanto o sistema de cloro como o sistema de desagüamento de lodo.

Dosagem:

A dosagem ocorrerá de forma independente para cada ETA. Admitindo-se que o clorador dose 2,5mg/L de cloro gasoso, a dosagem correspondente em libras por dia será:

Para a ETA existente:

$$q = \frac{40,0 \cdot 79200 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{0,454} = 17,44 \text{ lb/d}$$

$$q = 0,36 \text{ kg/h}$$

Para a ETA pré-fabricada:

$$q = \frac{50,0 \cdot 79200 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{0,454} = 21,81 \text{ lb/d}$$

$$q = 0,45 \text{ kg/h}$$

Nestas condições os cloradores especificados e utilizados como referência são do modelo FFCL 01 da *Fluid Feeder* com montagem em parede, ajuste de dosagem manual, capacidade máxima de dosagem de 10kg/d, range de operação de 20:1. O sistema é composto por:

- 02 (dois) sistemas de cloração (sendo 01 para a ETA projetada e 01 para a ETA existente), cada um contendo: 1 rotâmetro completo, 1 injetor $\varnothing 3/4"$, 1 válvula reguladora de pressão, reguladora de vácuo e retenção, 1 conjunto de mangueiras de polietileno 3/8".

Como complementação do sistema de cloro-gás, temos ainda:

- 01 conjunto manifold para cloro gás (tubo em aço carbono, sem costura, Grau A, Sch80, ASTM-A-106, curvas, tês e conexões em aço forjado 3000 lb, CWP, Gr A-105, $\varnothing 1"$, NPT);
- 01 manômetro para cloro gás (0-21 kgf/cm², aço inox AISI 304/301, $\varnothing 1/2"$, visor 4");
- 03 válvulas tipo Header para manifold (em latão, sem bujão, assento de teflon, $\varnothing 3/4"$ NPT);
- 01 filtro tipo "Y" para cloro gás ($\varnothing 1"$, em aço carbono pintado com elemento filtrante em inox, roscável);

- 01 conector flexível para cloro gás, em cobre, com 1,80m de comprimento, com adaptação nas extremidades para grampo YOKE, com gaxeta de chumbo, Ø3/8");
- 01 conj. Moto-bomba centrífuga (booster dos injetores, Q=1,0m³/h, Hman=40,0mca);
- 01 válvula de isolamento de cloro gás (para montagem em cilindro de cloro 68 kg, sem bujão, em aço carbono galvanizado, Ø3/4");
- 01 pressostato selado para cloro (faixa ajustável 0,5 a 6 bar, Ø1/2" NPT-F, elemento sensor - pist. Selado/diafragma - aço inox AISI 316, 10a a 125/250vca, com alarme sonoro);
- 01 válvula esfera PVC Ø1";
- 01 manômetro para água (0 a 5 kgf/cm², Ø1/2", soquete AISI 316, visor 4").

Este produto será conduzido ao ponto de aplicação através de tubo de PVC 1", sendo todo o sistema novo. A aplicação poderá ocorrer na caixa no tanque de contato existente na ETA existente e na caixa de saída de água filtrada da ETA pré-fabricada.

2.3.6.4 Ácido fluorsilícico

Armazenamento para vazão de 90,0 L/s:

Admitindo que a concentração correspondente ao íon fluoreto é de 0,8mg/L, que a concentração do íon no ácido é de 16% (182,6 g/L), e que o tempo de operação é de 22 h/dia temos que o consumo de um mês será:

$$q = \frac{1,263 \cdot 90,0 \cdot 0,8 \cdot 79200 \cdot 30}{182,6 \cdot 1000} = 1183,26 \text{ L/mês}$$

Na estação de tratamento já existe um tanque estacionário de 3m³ que será suficiente para a demanda das duas estações.

O Ácido fluorsilícico será bombeado para os tanques de preparo localizado na Casa de Química através de bombas de processo dimensionadas para encher o tanque num período de aproximadamente 5 minutos. As principais características do conjunto motobomba são apresentadas a seguir:

Vazão: 1,40 m³/h (0,39l/s)
Altura manométrica (Hman): 7,5 mca
Bomba utilizada como referência: Bomba de transferência química Bombetec Modelo BTQ-10, conexão de sucção de 1" e de recalque de 3/4", P = 0,50 cv, 220V, 60Hz

Preparo para a vazão de 90,0 L/s:

Os tanques de preparo existentes serão substituídos por tanques de fibra de vidro. O preparo da solução será feito em 02 tanques de fibra de vidro com diâmetro de 0,6m e altura de 0,70m. Considerando altura útil de 0,40m teremos capacidade útil de 0,11m³. O sistema deverá funcionar no tipo: 01 funciona e 01 fica de reserva atendendo as duas ETA.

A agitação da solução é feita através de motor elétrico de média rotação, haste e hélice, em aço inoxidável.

Agitador utilizado como referência: Misturador rápido, marca Ecosan, modelo MRV 47-0, P = 0,5CV, 60Hz, 220V, 1750rpm.

Dosagem:

A dosagem ocorrerá de forma independente para cada ETA, sendo todo o sistema novo. Admitindo que a solução armazenada já apresenta características para aplicação na água tratada, a vazão de dosagem do ácido é:

Para a ETA existente:

$$q = \frac{1,263 \cdot 40,0 \cdot 0,8}{182,6 \cdot 1000} = 0,00022 \text{ L/s}$$

A vazão de dosagem será de 0,80 l/h.

Para a ETA pré-fabricada:

$$q = \frac{1,263 \cdot 50,0 \cdot 0,8}{182,6 \cdot 1000} = 0,00028 \text{ L/s}$$

A vazão de dosagem será de 1,00 l/h.

A dosagem será feita através de dosador de nível constante.

Dosador utilizado como referencia: Dosador de nível constante ou de coluna, marca INCCER, modelo DNC 01-400L/H.

O ácido fluorsilícico será conduzido ao ponto de aplicação através de tubo de PVC 1/2".
A aplicação é realizada no tanque de contato existente na ETA existente e no tanque de água filtrada na ETA pré fabricada.

2.4 SISTEMA ELEVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

2.4.1 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA IRIRI – EEAT IRIRI

Considerando que o projeto apresentado trata-se de uma solução provisória, as melhorias da EEAT Iriri previstas no Projeto Emergencial, serão mantidas para esta fase, já que, segundo o dimensionamento, serão utilizados os mesmos conjuntos motobomba para recalque da água tratada para o reservatório de 2000m³ (2x1000m³).

A seguir, os dados para dimensionamento da EEAT:

Dimensionamento:

Vol. Reserv.	2000 m ³
População	30839 hab
K1	1,2
Per capita	200 l/habxdia
Vazão	120,00 L/s

Diâmetro do diâmetro econômico do recalque - Bresse:

$D = K * Q^{1/2}$	sendo K = 1,1		
D recalque =	0,381 m	(calculado)	
D adotado =	357,2 mm	FºFº (DN350mm)	
D sucção =	258 mm	FºFº	(existente)
Verificação da velocidade de recalque		Vmáx = 3 m/s	V mín = 0,60 m/s
D adotado	357,2		
Área	0,1002106		
Velocidade	1,20 m/s	ok V mínimo	
		ok V máximo	
Verificação da velocidade da sucção		Vmáx = 0,90 m/s	V mín = 0,30 m/s
D adotado	258		
Área	0,0522794		
Velocidade	1,15 m/s	ok V mínimo	
		> recomendado NBR V máximo	

A velocidade na sucção, considerando a vazão de recalque de 60,0 L/s por conjunto, será de 1,15m/s, que é acima do que a norma NBR 12214/1992 recomenda (Vmáx sucção = 0,90m/s), porém justificável, já que se trata de um sistema que funcionará provisoriamente, além de não prejudicar o sistema com intervenção direta no

reservatório existente. Já a velocidade de recalque no barrilete, que também está sendo mantido, será de 2,30m/s, atendendo aos requisitos da referida norma.

Perda de carga distribuída: Fórmula Universal

Trecho 1: Na sucção da EEAT Iriri

Trecho 1	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
Sucção da EEAT	Vazão de Projeto	0,0600	m3/s
	Diâmetro Interno	0,2580	m
	Área de Escoamento	0,0523	m2
	Velocidade do Fluxo	1,148	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	294.043,22	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,020303	
	Perda de carga unitária "hf"	0,005288	m/m
	comprimento tubo	3,00	m
Tr 1	Perda de carga distribuida	0,016	

Trecho 2: Na saída do barrilete até a interligação (estaca 0) da adutora projetada

Trecho 2	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
Barrilete/ saída EEAT	Vazão de Projeto	0,1200	m3/s
	Diâmetro Interno	0,2580	m
	Área de Escoamento	0,0523	m2
	Velocidade do Fluxo	2,295	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	588.086,45	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019767	
	Perda de carga unitária "hf"	0,020595	m/m
	comprimento tubo	6,50	m
Tr 2	Perda de carga distribuida	0,134	

Trecho 3: Adutora de água tratada, da estaca 0 até a entrada no reservatório

Trecho 3	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
EEAT/Reserv 2000m3	Vazão de Projeto	0,1200	m3/s
	Diâmetro Interno	0,3572	m
	Área de Escoamento	0,1002	m2
	Velocidade do Fluxo	1,197	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	424.765,69	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,018756	
	Perda de carga unitária "hf"	0,003842	m/m
	comprimento tubo	140,02	m
Tr 3	Perda de carga distribuida	0,538	

Perda de carga localizada:

PERDA DE CARGA LOCALIZADA - VALORES DE K						
PEÇAS	DN	Quant./ Comprim(m)	K (unit.)	K (total)	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Sucção Q (m ³ /s) = 0,06000						
Curva 90	258,0	1	0,40	0,40	1,15	0,027
Válvula de pé	258,0	1	1,75	1,75	1,15	0,117
Registro de gaveta	258,0	1	0,20	0,20	1,15	0,013
Redução	101,6	1	0,15	0,15	7,40	0,419
						0,576
Recalque Q (m ³ /s) 0,06000						
Ampliação	127,0	1	0,30	0,30	4,74	0,343
Válvula de retenção	258,0	1	2,50	2,50	1,15	0,168
Registro de gaveta	258,0	1	0,20	0,20	1,15	0,013
Tê saída de lado	258,0	1	1,30	1,30	1,15	0,087
Curva 90	258,0	1	0,40	0,40	1,15	0,027
Tê passagem direta	258,0	1	0,60	0,60	1,15	0,040
Recalque Q (m ³ /s) 0,12000						
Redução	258,0	1	0,15	0,15	2,30	0,040
Tê saída de lado	258,0	1	1,30	1,30	2,30	0,349
Tê passagem direta	258,0	1	0,60	0,60	2,30	0,161
Registro de gaveta	326,0	1	0,20	0,20	1,44	0,021
Curva 90	326,0	1	0,40	0,40	1,44	0,042
Curva 90	357,2	3	0,40	1,20	1,20	0,088
Tê passagem direta	357,2	1	0,60	0,60	1,20	0,044
Tê saída de lado	357,2	1	1,30	1,30	1,20	0,095
Curva 45	357,2	5	0,40	2,00	1,20	0,146
Curva 22	357,2	3	0,10	0,30	1,20	0,022
Curva 11	357,2	1	0,05	0,05	1,20	0,004
Entrada normal	357,2	1	0,50	0,50	1,20	0,037
						1,742
Total		32	13,8			2,318

Resumo:

- Vazão total: 120,0 L/s;
- Trecho 1: - extensão barrilete sucção da EEAT DN250: 3,00m;
- Trecho 2: - extensão barrilete recalque, saída da EEAT DN250: 6,50m;
- Trecho 3: - extensão recalque – EEAT até início do reservatório DN350: 103,82m;
- extensão do recalque – início até entrada no reservatório DN350: 36,20m;
- Cota sucção da EEAT (N.A. mín): EL.57.495m;
- Cota N.A. máximo (reservatório 2000m³): EL.75,250m;
- Folga: 3,00m
- Desnível geométrico: 20,755m;
- Perda de carga distribuída sucção (trecho 1): 0,016m;
- Perda de carga distribuída recalque (trecho 2 + trecho 3): 0,672m;
- Perda de carga localizada sucção: 0,576m;
- Perda de carga localizada recalque: 1,742m;

➤ Altura manométrica total: 23,761mca

Obs.: 1 - Velocidade calculada para a redução com base na menor seção.

2 - Os valores de K foram extraídos do livro Manual de Hidráulica de Azevedo Netto

Determinação do K equivalente:

$$hl = \frac{k.v^2}{2.g}$$

Sendo:

hl = 2,318 m
v = 1,20 m/s
g = 9,81 m/s²

Então k = 31,72

SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTO-BOMBA

2 + 1 BOMBAS

Dados de entrada		
Q total (2026)	120,00	L/s
Hman	23,761	m
Diameto Suc.	250	mm
Diam. Int. suc.	0,258	m
Diameto rec.	350	mm
Diam. Int. rec.	0,3572	m
Comp. Sucção	3,00	m
Comp. Recalque DN350	140,02	m
Peças K	31,72	
Pressão disp.suc.	0,00	m

Os conjuntos motobomba especificados no Projeto Emergencial atendem ao ponto de operação desta Fase 2.

Conjunto Moto-bomba

Marca:	IMBIL
Modelo	ITAP 100-160 ou similar
Q total =	432,00 m ³ /h
Hman.=	23,76 mca
Potência =	30 cv
rotação=	3510 rpm
tensão=	220 v
Npsh requerido =	7 mca
Diâmetro rotor =	142 mm
Rendimento =	74 %
Diâmetro sucção bomba =	125 mm
Diâmetro recalque bomba =	100 mm

Dados para traçado da curva característica do sistema:

VAZÃO		VELOC.	PERDA DE CARGA					Folga	ALTURA MANOM.
(m³/h)	(l/s)		UNIT. SUC.	UNIT. REC.	DISTRIB.	LOCALIZ.	TOTAL		
		(m/s)	(m/m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	0,00	0,00	0,00000	0,00000	0,000	0,000	0,000	3,000	0,000
50	13,89	0,14	0,00008	0,00008	0,011	0,031	0,042		20,797
100	27,78	0,28	0,00030	0,00028	0,041	0,124	0,165		20,920
150	41,67	0,42	0,00066	0,00062	0,088	0,279	0,368		21,123
200	55,56	0,55	0,00116	0,00107	0,153	0,497	0,650		21,405
250	69,44	0,69	0,00180	0,00165	0,236	0,776	1,013		21,768
300	83,33	0,83	0,00258	0,00235	0,337	1,118	1,455		22,210
350	97,22	0,97	0,00349	0,00318	0,455	1,522	1,977		22,732
400	111,11	1,11	0,00454	0,00413	0,591	1,987	2,579		23,334
432,00	120,00	1,20	0,00529	0,00480	0,688	2,318	3,006		23,761
450	125,00	1,25	0,00573	0,00520	0,745	2,515	3,260		24,015
500	138,89	1,39	0,00706	0,00639	0,916	3,105	4,022		24,777
550	152,78	1,52	0,00853	0,00771	1,105	3,757	4,862		25,617
600	166,67	1,66	0,01013	0,00915	1,312	4,472	5,783		26,538
650	180,56	1,80	0,01187	0,01071	1,536	5,248	6,784		27,539
700	194,44	1,94	0,01375	0,01240	1,777	6,086	7,864		28,619
750	208,33	2,08	0,01577	0,01421	2,037	6,987	9,024		29,779

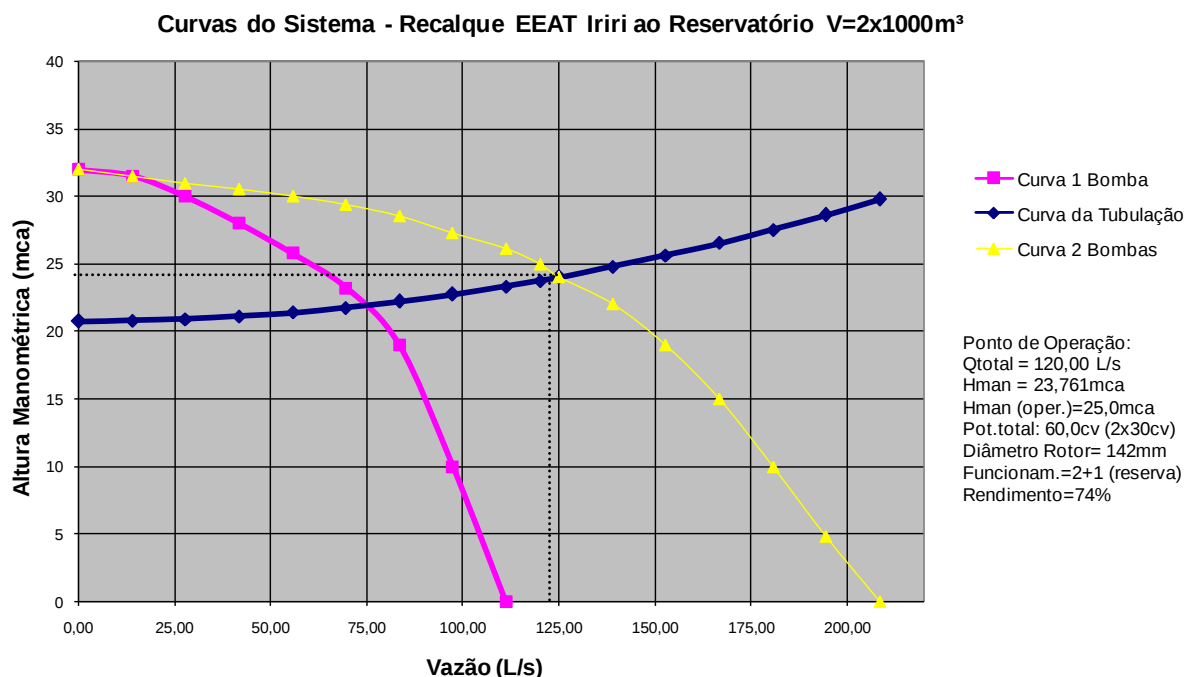


Figura 62 – Curvas do Sistema - Recalque EEAT Irii ao Reservatório V=2x1000m³
 Fonte: AQUACONSULT, 2014.

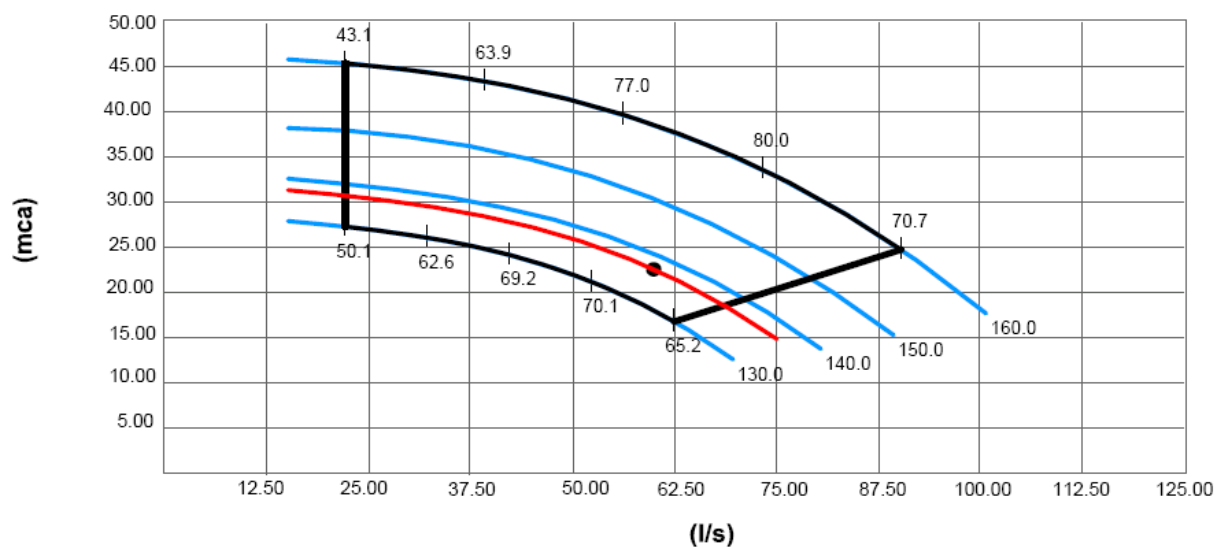


Figura 63 – Curva da bomba – 1 bomba

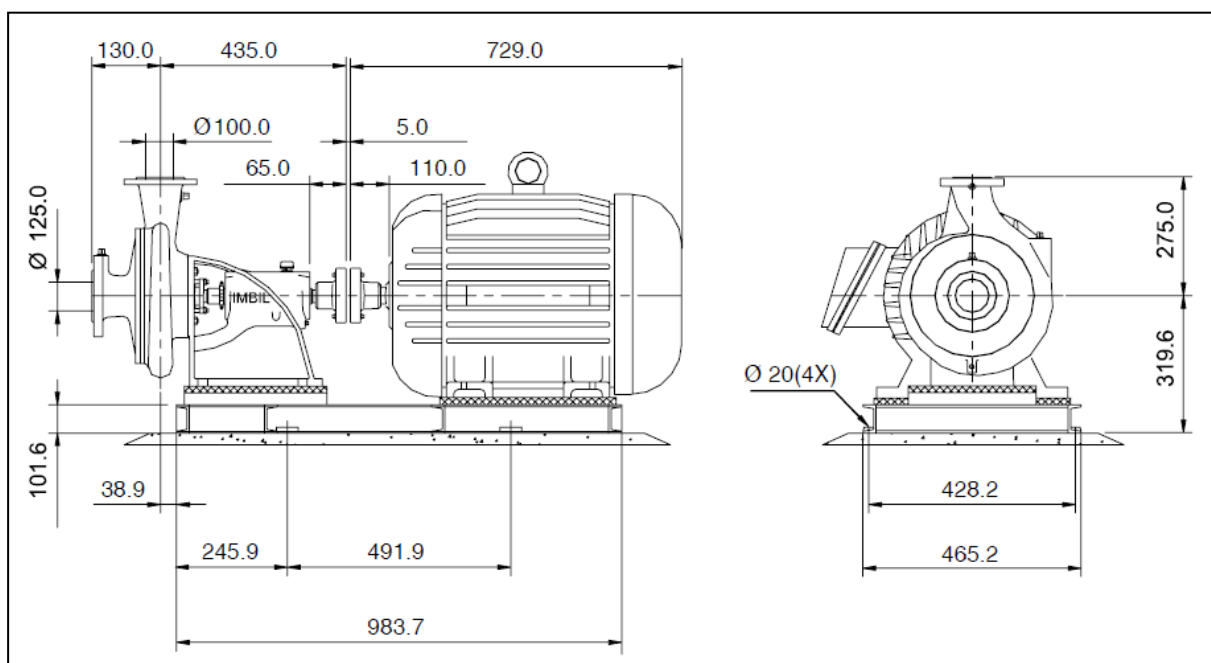


Figura 64 – Curva da bomba – 1 bomba

2.4.2 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – TRECHO POR RECALQUE

A adutora de água tratada por recalque interliga a EEAT ao reservatório de 2000m³. O diâmetro principal da adutora de água tratada por recalque será DN 350mm, em ferro fundido, inclusive no barrilete do reservatório.

Adutora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão	Perda distribuída (m)
Barrilete/ saída EEAT	258,0	6,50	FºFº	120,0 l/s	0,134
EEAT/Reserv 2000m³	357,2	140,02	FºFº	120,0 l/s	0,538

2.4.3 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA – TRECHO POR GRAVIDADE

O diâmetro principal da adutora será DN 350mm, no entanto a saída do barrilete do reservatório e as entradas nos reservatórios de Anchieta possuem diâmetros diferenciados, conforme listado a seguir.

Adutora	Diâmetro interno (mm)	Extensão (m)	Material	Vazão	Perda Distribuída (m)
Saída do Reserv. 2000m³	309,6	3,00	FºFº	90,0 l/s	0,014
Reserv ETA/Interl AAT	357,2	131,10	FºFº	90,0 l/s	0,288
Interl AAT/Reserv Anch	357,2	5802,49	FºFº	90,0 l/s	13,017
Interl 1 a Interlig 2	408,4	222,63	FºFº	90,0 l/s	
Chegada no Reserv. Anch	357,2	25,50	FºFº	90,0 l/s	0,056
Entrada no reserv. Anch	309,6	11,15	FºFº	90,0 l/s	0,051
Ext. Total =		6195,87	m		

O trecho a partir da interligação AAT ao reservatório Anchieta (extensão de 6.025,12m + 25,50m + 11,15m) já foi detalhado no Projeto Emergencial.

A seguir apresentamos as perdas de carga distribuída nos referidos trechos.

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
Saída do Reserv. 2000m³	Vazão de Projeto	0,0900	m³/s
	Diâmetro Interno	0,3096	m
	Área de Escoamento	0,0753	m²
	Velocidade do Fluxo	1,196	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	367.554,03	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019398	
	Perda de carga unitária "hf"	0,004569	m/m
	comprimento tubo	3,00	m
Perda de carga distribuida		0,014	

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
Reserv ETA/Interl AAT	Vazão de Projeto	0,0900	m³/s
	Diâmetro Interno	0,3572	m
	Área de Escoamento	0,1002	m²
	Velocidade do Fluxo	0,898	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	318.574,27	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019042	
	Perda de carga unitária "hf"	0,002194	m/m
	comprimento tubo	131,10	m
Perda de carga distribuida		0,288	

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
	Vazão de Projeto	0,0900	m³/s
	Diâmetro Interno	0,3572	m
	Área de Escoamento	0,1002	m²
	Velocidade do Fluxo	0,898	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	318.576,28	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019051	
	Perda de carga unitária "hf"	0,002195	m/m
	comprimento tubo	5.802,49	m
Interl AAT/Reserv Anch	Perda de carga distribuida	12,771	

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
	Vazão de Projeto	0,0900	m³/s
	Diâmetro Interno	0,4084	m
	Área de Escoamento	0,1310	m²
	Velocidade do Fluxo	0,687	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	278.637,48	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,018775	
	Perda de carga unitária "hf"	0,001107	m/m
	comprimento tubo	222,63	m
Entre Interl 1 e Interl 2	Perda de carga distribuida	0,246	

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUIDA	VALOR	UN
Chegada no Reserv. Anch	Vazão de Projeto	0,0900	m3/s
	Diâmetro Interno	0,3572	m
	Área de Escoamento	0,1002	m2
	Velocidade do Fluxo	0,898	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	318.574,27	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019042	
	Perda de carga unitária "hf"	0,002194	m/m
	comprimento tubo	25,50	m
	Perda de carga distribuída	0,056	

Trecho	PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA	VALOR	UN
Entrada no reserv. Anch	Vazão de Projeto	0,0900	m3/s
	Diâmetro Interno	0,3096	m
	Área de Escoamento	0,0753	m2
	Velocidade do Fluxo	1,196	m/s
	Viscosidade Cinemática	0,000001007	
	Número de Reynolds	367.554,03	
	Coef. Rugosidade "K"	0,00023	m
	Coef de Perdas "f"	0,019398	
	Perda de carga unitária "hf"	0,004569	m/m
	comprimento tubo	11,15	m
	Perda de carga distribuída	0,051	

A seguir as perdas localizadas na adutora de água tratada:

PERDA DE CARGA LOCALIZADA - VALORES DE K						
PEÇAS	DN	Quant./ Comprimento(m)	K (unit.)	K (total)	v (m/s)	kv ² /2g (m)
Tê saída de lado	326,0	2	1,30	2,60	1,44	0,274
Registro de gaveta	326,0	2	0,20	0,40	1,44	0,042
Tê passagem direta	326,0	1	0,60	0,60	1,44	0,063
Tê passagem direta	357,2	16	0,60	9,60	1,20	0,702
Curva 45	357,2	12	0,40	4,80	1,20	0,351
Curva 22	357,2	29	0,10	2,90	1,20	0,212
Curva 11	357,2	26	0,05	1,30	1,20	0,095
Crivo	326,0	1	0,75	0,75	1,44	0,079
Tubulação C = 110	357,2	6,50	-	-	1,20	0,011
Entrada normal	326,0	1	0,50	0,50	1,44	0,053
Curva 90	326,0	3	0,40	1,20	1,44	0,126
Válvula borboleta bóia	326,0	1	2,75	2,75	1,44	0,290
Medidor de vazão	357,2	1	2,50	2,50	1,20	0,183
						2,714
Total		109,5	11,50			

O Quadro 30 apresenta as informações das ventosas previstas para o trecho a partir da interligação.

Quadro 30 – Dados das ventosas projetadas na adutora DN350mm e 400mm.

NÚMERO	ESTACA	CT (m)	CARACTERÍSTICAS			Diâmetro adotado (mm)	Ventosa
			i (m/m)	Desnível (m)	Extensão (m)		
1	12+0,00	51,467	0,1684	23,575	140,00	100	tríplice
			0,0261	15,687	600,00		
2	71+0,00	41,103	0,0092	5,323	580,00	100	tríplice
			0,0537	30,095	560,00		
3	121+0,00	35,478	0,0548	24,122	440,00	100	tríplice
			0,0442	20,340	460,00		
4	183+4,56	47,066	0,0414	32,256	780,00	100	tríplice
			0,0504	14,100	280,00		
5	201+0,00	35,319	0,0297	2,373	80,00	100	tríplice
			0,0424	20,351	480,00		
6	228+9,73	19,211	0,0672	4,031	60,00	100	tríplice
			0,0443	14,165	320,00		
7	256+11,35	7,695	0,0197	4,330	220,00	100	tríplice Travessia
			0,0293	7,617	260,00		
1A	6A+0,20	35,178	0,0735	32,086	436,60	100	tríplice

Para dimensionamento das descargas, foi considerado um tempo máximo de descarga de 1800 segundos.

A descarga 2 será lançada na drenagem existente (DN1000mm), com extensão de 15m, e a descarga 8 também será lançada na drenagem existente (DN600mm), com extensão de 8m. Para as demais descargas, o esgotamento deverá ser feito através de conjunto moto-bomba, tipo “sapo”, com vazão de 10m³/h, com lançamento na drenagem da pista (descidas d’água).

O Quadro 31 apresenta as informações descargas projetadas.

Quadro 31 – Dados das descargas projetadas na adutora DN350mm e 400mm.

NÚMERO	ESTACA	CARACTERÍSTICAS			Diâmetro calculado (mm)
		C. Terreno	Extensão	Desnível	
		(m)	(m)	(m)	
1	5+0	27,892	227,00	43,305	1,72
			140,00	23,575	1,57
2	40+0	3,092	560,00	9,47	3,96
			620,00	8,32	4,30
3	99+0	11,008	560,00	30,10	2,96
			440,00	24,12	2,78
4	145+0	14,506	480,00	20,34	3,03
			760,00	32,26	3,39
5	197+0	32,946	280,00	14,10	2,53
			80,00	2,37	2,11
6	224+0	14,715	460,00	20,35	2,96
			80,00	4,03	1,85
7	244+0	4,834	320,00	14,17	2,70
			220,00	4,33	3,02
8	268+0	1,335	260,00	7,62	2,85
			446,57	43,78	2,41
1A	5A+6,73	34,380	190,39	17,29	1,98
			13,47	1,03	1,07

2.4.4 RESERVATÓRIO APOIADO DE ANCHIETA – IRIRI

Os reservatórios existentes no centro de reservação de Anchieta – Sede totalizam 794m³ de reservação, sendo dois reservatórios apoiados de 250m³ e um reservatório elevado de 294m³, considerando as informações da CESAN obtidas no arquivo técnico quanto ao dimensional dos reservatórios, e confirmado junto ao Pólo Piúma.

Com a implantação das melhorias, como a nova na adutora de água tratada DN350mm, a altura útil dos reservatórios apoiados reduzirá alguns centímetros, passando o volume útil para 470m³, e incluindo o volume do reservatório elevado, totalizam 764m³.

Considerando a população residente e flutuante na área de projeto, até o ano de 2027, seriam necessários implantar volume de reservação complementar de 1.703m³, e considerando o ano de 2047 seriam necessários complementar a reservação com 3.881m³. Portanto, optou-se por implementar 2.000m³ na área da ETA Iriri.

Dados:	Etapa única
Cota do NA mín. no Reservatório 2000m ³	71,850m
Cota da geratriz superior entrada reservatório Anchieta Sede	45,590m
Desnível geométrico	26,260m
Cota da Geratriz Inferior – Descarga de fundo DN200mm	70,750m
Cota da Geratriz Inferior – Extravasor DN400mm	74,350m
Perda de carga distribuída total	13,425m
Perda de carga localizada total	2,714m
Carga disponível na entrada do reservatório de Anchieta – Sede	10,121m

A CESAN deverá prever um sistema operacional automatizado, para que haja comunicação entre o reservatório de 2000m³ e os reservatórios do Centro de Reserva de Anchieta – Sede, ou seja, quando os reservatórios de Anchieta – Sede estiverem cheios, as válvulas de saída de água (AAT por gravidade – distribuição) nas câmaras do reservatório de 2000m³ deverão ser fechadas.

2.5 ESTUDOS DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Os estudos dos transientes hidráulicos da adutora de água bruta são apresentados no Anexo 1, e os estudos referentes à adutora de água tratada já foram apresentados no Volume II – Projeto Emergencial.

3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E SERVIÇOS

3.1.1 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - RIO PONGAL

3.1.1.1 Materiais

- Tubos e conexões de ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. Os flanges deverão ter o dimensional conforme os gabaritos definidos pela norma ISO 2531. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. A classe de pressão e os diâmetros encontram-se especificados no projeto.

3.1.1.2 Válvulas e Acessórios

a) Válvula de gaveta em Ferro Fundido

- Válvula de gaveta, com cunha metálica revestida com elastômero sintético EPDM, corpo e tampa em ferro fundido dúctil, revestidos interna e externamente com epóxi depositado eletrostaticamente, com espessura mínima de 150 microns, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inoxidável, extremidades flangeadas conforme ISO 2531, de fácil desmontagem, permitindo isolamento para manutenção em carga, tipo Euro 23 ou similar. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

b) Guarda-corpo

- Guarda-corpo em fibra de vidro, para especificação técnica, verificar caderno de Projetos Padrões e Detalhes Gerais – CESAN – N.º A-000-000-00-0-CP-0001 e N.º A-000-000-00-0-XX-0016 FOLHA: A2.3.

c) Gradeamento

- Grade média em aço inox, espaçamento de 20mm e inclinação com o piso de 60°, para especificação técnica, verificar caderno de Projetos Padrões e

Detalhes Gerais – CESAN – N.º A-000-000-00-0-CP-0001 e N.º A-000-000-00-0-XX-0016 FOLHA: A2.3.

d) Stop-log

- Stop-log em madeira de lei. Peças com encaixe macho/fêmea, espessura de 3cm, altura total de 1,40m. Manter uma peça do stop-log no fundo para evitar passagem de material retido no fundo do rio.

e) Escada de acesso

- Escada tipo marinho, em fibra de vidro, composta por perfil portante em tubo quadrado de 2"x1/4", degrau em tubo $\varnothing 1.1/2$ "x3/16" antiderrapante e parafusos e chumbadores em aço inox, largura de 450mm, altura a vencer de 1450mm.

3.1.1.3 Serviços

a) Serviços Preliminares

- Os serviços preliminares objetivam a remoção e limpeza nas áreas destinadas à implantação das obras e naquelas correspondentes a empréstimos onde porventura existir arbustos, entulhos, estruturas, etc.

b) Limpeza Geral

- Após o término dos serviços, a área envolvida com as obras será limpa e todos os materiais e equipamentos de propriedade da empreiteira, bem como toda a sobra de material e sucatas serão retiradas e transportadas para local a ser definido pela fiscalização. O local utilizado para execução dos serviços será totalmente restaurado, a área externa totalmente limpa pelo sistema de varrição.

c) Obras na barragem

- O prolongamento da barragem, a elevação do nível da crista (para cota de projeto EL.12,150m) e a construção do canal, serão em concreto armado, a ser especificado no projeto estrutural.

d) Blocos de apoio

- Os blocos para apoio para a tubulação de sucção são em concreto armado, possuem selo de borracha lonada (e=5mm). Têm dimensões variáveis conforme

tabela apresentada no projeto mecânico e a altura deve ser definida no projeto estrutural.

3.1.2 ELEVATÓRIA E BOOSTER DE ÁGUA BRUTA

3.1.2.1 Equipamentos, Válvulas e Acessórios

a) Bombas

- Bombas centrífugas de eixo horizontal para recalque de água bruta da captação de água no Rio Pongal até a ETA Iriri, devendo atender as condições operacionais indicadas no projeto:
 - Vazão;
 - Altura manométrica;
 - Potência;
 - Rotação;
 - Potência.

a.1) Teste das Bombas

- Teste Hidrostático: Todas as bombas deverão ser submetidas a teste hidrostático a uma pressão igual ao mais elevado valor das seguintes condições, de acordo com o *Hydraulic Institute*: 125% da pressão de fechamento (Shut-off); e 150% da pressão no ponto de projeto. A pressão de teste será mantida pelo período estabelecido pela norma.
- Teste de Desempenho: Todas as bombas deverão ser submetidas a teste de desempenho, com elaboração de curvas e relatórios correspondentes. Os testes serão realizados de acordo com as normas do *Hydraulic Institute*. Nos ensaios, serão determinadas as seguintes características: Curva característica de vazão x altura manométrica; Curva de potência (Bhp); Potência hidráulica (Whp); Rotação nominal (RPM) e Rendimento da bomba.

b) Motores

- O motor elétrico deverá ser de indução trifásico, de rotor tipo gaiola, com carcaça em ferro fundido aletada, totalmente fechado com ventilação externa,

dotado de aletas externas e internas, otimizando desta forma a refrigeração do motor, eixo de aço ABNT 1040/45, isolamento classe F, bidirecional, exceto para 02 (dois) pólos, fabricado conforme prescrição da norma ABNT, com as seguintes características: tensão: 220 V; frequência: 60Hz; fator de serviço: 1,15; tipo de partida : direta; proteção: IPW-55

b.1) Teste dos Motores

- Os motores deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, de acordo com a norma ABNT-NBR-5383.

c) Válvulas e registros

c.1) Válvula de retenção

- Válvula de retenção em ferro fundido, tipo wafer, com portinhola única, PN16, nos diâmetros especificados no projeto.

c.2) Válvula de gaveta em Ferro Fundido

- Válvula de gaveta, com cunha metálica revestida com elastômero sintético EPDM, corpo e tampa em ferro fundido dúctil revestidos interna e externamente com epóxi depositado eletrostaticamente, com espessura mínima de 150 microns, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inoxidável, extremidades flangeadas conforme ISO 2531, de fácil desmontagem, permitindo isolamento para manutenção em carga, tipo Euro 23 ou similar. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

c.3) Válvula borboleta em Ferro Fundido

- Válvula borboleta, flangeada, dimensional norma AWWA C504, flanges conforme ISO 2531, corpo, disco, tampa e porta junta em ferro dúctil NBR 6916 classe 42012, alavanca em aço carbono revestido com epóxi, corpo em ferro fundido dúctil NBR 6916, junta de vedação em borracha sintética tipo Buna N. Classe de pressão PN16. Diâmetro conforme especificado no projeto.

d) Manômetro Utilitário e acessórios

- Manômetro de processo em aço inox AISI 304/316, faixa de pressão de 0 a 15,0Kg/cm², anel em aço inox AISI 304/316, vedação em borracha nitrílica,

ponteiro leve, balanceado e com ajuste micrométrico. Fluido anti-vibrante: Glicerina. Proteção IP-65. Sensor Tubo "bourdon" em C em aço Inox AISI 316, tipo Helicoidal. Precisão de $\pm 1,5\%$ F.E. Conexões em BSP de 1/4". Visor em vidro de espessura de 3mm e diâmetro de 100mm.

e) Ventosa

- Ventosas de tríplice função para água bruta, corpo, tampa e suporte em ferro fundido dúctil NBR 6916, flanges conforme ISO 2531, classe de pressão PN16, diâmetro DN100mm.

f) Talha, trole e monovia

- Talha e trole manual com capacidade de 2000 kg, elevação padrão de 3,0 a 5,0m e corrente ripo elos.
- Monovia com perfil tipo "I", bitola de 10", massa linear de 44,65 kg/m, em aço carbono ASTM A-36. Comprimentos conforme especificado no projeto;

3.1.2.2 Materiais

a) Tubos e Conexões de FºFº

- Tubos e conexões em ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. Os flanges deverão ter o dimensional conforme os gabaritos definidos pela norma ISO 2531. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. A classe de pressão e os diâmetros encontram-se especificados no projeto.

3.1.2.3 Serviços

a) Serviços Preliminares

a.1) Remoção de Vegetação/Entulho

- Os serviços preliminares objetivam a remoção e limpeza nas áreas destinadas à implantação das obras e naquelas correspondentes a empréstimos onde porventura existir arbustos, entulhos, estruturas, etc.
- Toda a área deverá ser limpa, de forma a permitir a marcação da obra com a necessária precisão.

a.2) Transporte

- Todos os materiais provenientes da demolição deverão ser removidos imediatamente da área.
- Caso o material escavado seja aproveitado para reaterro, o mesmo deverá ser empilhado próximo à obra.

a.3) Locação da Obra

- A fiscalização, antes de aprovar a locação, procederá as verificações dos níveis, que deverão ser compatíveis com as cotas determinadas pelo projeto. Na hipótese de serem constatadas divergências, providenciará, junto a contratada para que sejam adotadas, com urgência, todas as medidas necessárias à correção das discrepâncias existentes.

b) Movimento de Terra

b.1) Escavação

- As escavações serão executadas com a utilização de equipamentos, ferramentas adequadas, que permitam agilizar a execução dos serviços nos prazos previstos e não coloquem em risco as estruturas existentes.
- Os materiais provenientes de escavações e que poderão ser novamente usados ficarão estocados nas proximidades da cava. Aqueles que não atenderem as condições para aterro deverão ser transportados para bota fora.
- A escavação será executada conforme projeto e a orientação dada pela fiscalização. A escavação será precedida da execução dos serviços de limpeza e remoção de entulhos. Para escavação mecânica, deverá ser usada a retro escavadeira ou similar. Para escavação manual serão usadas ferramentas manuais, tais como picareta, pá, enxada, etc.

b.2) Aterro

- Para execução dos aterros, deverão estar concluídas as desformas e limpeza de áreas adjacentes às estruturas.
- O lançamento do material para aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam umedecimento e compactação.
- Deverá ser feita compactação mínima de 95% do Proctor Normal com variação máxima de $\pm 2\%$ da umidade ótima.
- A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista as condições locais, será de 1:2, e orientadas pela fiscalização.

b.3) Reaterro

- O reaterro das valas e cavas será feito com materiais selecionados, aprovados pela fiscalização, oriundos das próprias cavas ou jazidas, lançados em camadas de até no máximo 20cm de espessura e compactados até o grau correspondente a 95% do Proctor Normal. Os solos deverão apresentar, na fase de compactação, umidade em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima correspondente, não se aceitando materiais com umidade excessiva. A aceitação dos serviços executados será feita mediante testes de compactação em amostras retiradas das camadas já compactadas, a critério da fiscalização.

c) Pintura

- Pintura geral nas paredes internas e externas da elevatória e do booster com tinta acrílica fosca, na cor branco neve, três demãos. A logomarca da CESAN deverá ser pintada em uma das paredes externas com tinta acrílica, na cor azul padrão CESAN, em duas demãos.

e) Limpeza Geral

- Após o término dos serviços, a área envolvida com as obras será limpa e todos os materiais e equipamentos de propriedade da empreiteira, bem como toda a sobra de material e sucatas serão retiradas e transportadas para local a ser definido pela fiscalização. O local utilizado para execução dos serviços será totalmente restaurado, a área externa totalmente limpa pelo sistema de varrição.

3.1.3 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

3.1.3.1 Materiais

- Tubos e conexões de ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser prevista proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. Classe de pressão TK7 e diâmetros 300mm.
- Tampão para caixas de abrigo para os registros de descarga e caixa para abrigo de ventosa no diâmetro 600mm, tipo TDA 600, articulado e com travas com capacidade para 30 toneladas.

3.1.3.2 Serviços

a) Adutora

- Escavação mecanizada de valas para assentamento das tubulações. Valas com largura de 0,80m e profundidade conforme projeto.
- Reaterro compactado com sobra de material escavado, previamente selecionado.
- Retirada de pavimentação, em asfalto, paralelepípedo ou blocos de concreto, na largura da vala acrescida de 0,10m.
- Recomposição de pavimentação sobre aterro compactado.
- Valas com profundidade de até 1,25m não necessitarão de escoramento. Para valas com profundidade superior à 1,25m utilizar escoramento contínuo com largura de 0,80m e altura conforme indicado.

Valas com profundidade de 1,26 a 1,75m: Altura média = 1,50m

Valas com profundidade de 1,76 a 2,25m: Altura média = 2,00m

Valas com profundidade de 2,26 a 2,75m: Altura média = 2,50m

b) Caixa para registro de manobra, ventosa e descarga

- Escavação mecanizada para execução da caixa, até a cota de geratriz inferior da tubulação, acrescidas as folgas, conforme detalhe em projeto.

- Escavação manual para execução da caixa, até 0,20m.
- Escoramento tipo estaca prancha metálica em valas com profundidades acima de 1,250m.
- Compactação do fundo da cava, e regularização com camada de concreto magro, $e = 0,05m$.
- Base da caixa em concreto simples, $e = 0,10m$, consumo de 300 kg cimento/m³.
- Caixa em blocos de concreto estrutural preenchido, nas dimensões indicadas no projeto.
- Impermeabilização interna e externa, em 2 (duas) demãos, com Sikatop 107 ou similar na parte interna e Igolflex ou similar na parte externa.
- Dreno: abertura na laje de fundo. Para os locais em que o lençol freático for profundo, o fundo das caixas deverão ser preenchidas com brita N°2 conforme o projeto. Já para os locais em que o lençol freático for elevado, as caixas deverão ser feitas toda em concreto armado, inclusive o fundo, sem furo para drenagem. O fundo deverá ter inclinação de 1% para facilitar o escoamento da caixa por meio de bombeamento.

c) Blocos de Ancoragens

- Todas as singularidades (tês e curvas) deverão ser ancoradas para sobrepressão máxima de 110,0 mca, conforme padrão CESAN, em concreto ciclópico, ou conforme indicado no projeto executivo.

3.1.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA - ETAR

3.1.4.1 Equipamentos, Válvulas e Acessórios

a) ETA pré-fabricada

- Estação de tratamento de água pré-fabricada em fibra de vidro com capacidade para 50L/s. Fabricante de referência: A&E Equipamentos.
- Ocupação de área contendo dimensões em torno de 14,00m x 20,00m;
- 01 calha parshall 6"
- 02 floculadores hidráulicos composto por 21 câmaras de $\varnothing 0,80m \times 3,90m$ cada;

- 02 decantadores lamelares (6,00x3,00)m
- 06 filtros descendentes ($\varnothing$ 2,00x4,00)m
- 01 caixa de equilíbrio
- Inclui escada para **operação**, guarda-corpo, passarelas de acesso, válvulas e tubulações de interligações/descargas.
- Ressalta-se que a ETA pré-fabricada será do tipo convencional, conforme analisado no item 1.6.3.1 (Qualidade do manancial abastecedor), deverá atender a norma técnica NBR 12.216/92, e possuir sistema de amostragem individualizada da água filtrada e decantada, conforme exigência da Portaria N. 2914/2011.

b) Bombas

b.1) Bomba de transferência de flúor:

- Quantidade: 01 conjunto moto-bomba;
- Motor elétrico: Carcaça 71, 0,50cv, 1750rpm, trifásico, 220/380/440V, 60hz, IPW-55, classe F;
- Vazão = 1,40 m³/h e altura manométrica = 7,50 mca.

b.2) Bomba de transferência de sulfato:

- Quantidade: 01 conjunto moto-bomba;
- Motor elétrico: Carcaça 71, 1,00cv, 1750rpm, trifásico, 220/380/440V, 60hz, IPW-55, classe F;
- Vazão = 3,30 m³/h e altura manométrica = 11 mca.

b.3) Bomba de amostragem de água filtrada (02 cj) e água decantada (01 cj):

- Quantidade: 03 conjuntos moto-bomba;
- Bomba centrífuga, 1cv, 1750rpm, proteção IP55, 4 pólos, 60hz, 220/380v, trifásico;
- Sucção com diâmetro de 32mm e recalque com diâmetro de 25mm;
- Vazão = 1,80 m³/h (0,50 l/s) e altura manométrica = 8,34 mca.

b.4) Bomba dosadora de polímero:

- Quantidade: 01 conjunto moto-bomba;

- Bomba tipo diafragma, com instalação acima do produto a ser dosado. Capacidade de 0 a 300L/h, entrada e saída de $\varnothing 1/2"$, conexão para mangueira, proteção IP55, 4 pólos, 60hz, 0,33cv, 220/380V, trifásico. Sucção com diâmetro de 32mm e recalque com diâmetro de 25mm;
- Vazão = 298,61 L/h e altura manométrica = 5,0 mca.

b.5) Bomba de água para centrífuga:

- Quantidade: 01 conjunto moto-bomba;
- Bomba centrífuga de eixo horizontal, monoestágio, 2cv, 1750rpm, 60hz, proteção IP55, 4 pólos, trifásico;
- Vazão = 3,50 m³/h e altura manométrica = 20,0 mca (altura máxima).

b.6) Bomba de lodo:

- Quantidade: 02 conjuntos moto-bomba;
- Bomba helicoidal, 3,7kW, rotação de 268rpm, 4 pólos, 60hz, trifásico, 4 tensões, proteção IP55, isolamento classe F, sucção e recalque flangeadas com diâmetro de 3". Peso de 125kg;
- Vazão = 10,57 m³/h e altura manométrica = 14,94 mca.

b.7) Bomba de água clarificada (recirculação):

- Quantidade: 02 conjuntos moto-bomba;
- Bomba centrífuga de eixo horizontal, 3cv, 1750rpm, 4 pólos, 60hz, trifásico, rendimento de 69,3%, proteção IP55, isolamento classe F. Sucção com diâmetro de 80mm e recalque com diâmetro de 65mm. Peso de 94kg;
- Vazão = 9,00L/s e altura manométrica = 16,93 mca.

b.8) Teste das bombas e motores:

- Teste Hidrostático: Todas as bombas deverão ser submetidas a teste hidrostático a uma pressão igual ao mais elevado valor das seguintes condições, de acordo com o *Hydraulic Institute*: 125% da pressão de fechamento (*Shut-off*); e 150% da pressão no ponto de projeto. A pressão de teste será mantida pelo período estabelecido pela norma.

- Teste de Desempenho: Todas as bombas deverão ser submetidas a teste de desempenho, com elaboração de curvas e relatórios correspondentes. Os testes serão realizados de acordo com as normas do *Hydraulic Institute*. Nos ensaios, serão determinadas as seguintes características: Curva característica de vazão x altura manométrica; Curva de potência (Bhp); Potência hidráulica (Whp); Rotação nominal (RPM) e Rendimento da bomba.
- Os motores deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, de acordo com a norma ABNT-NBR-5383.

c) Dosadores

c.1) Dosador de nível constante:

- Dosador de coluna a nível constante em PRFV, volume de 35L, sistema de dosagem por orifício regulável manualmente, situado na saída da caixa aberta, solução mantida a nível constante através de válvula com escala graduada. Vazão máxima: 400 L/h.

c.2) Dosador de leite de cal tipo caneca:

- Quantidade: 01 dosador;
- Dosador com 2 saídas de dosagem em aço carbono, com volume de 500L e dosagem máxima de saída de 1L/min.
- Unidade motriz: motor 0,75cv, 4pólos, 220/380V, IP-55 e redutor Cestari modelo K-50, I=80, FC.: N-101.
- Alimentação do cal: Ø2"
- Alimentação de água Ø1.1/2"
- Dreno: Ø2"
- Peso total: 570kg
- Peso de operação: 1100kg.

d) Sistema de dosagem de cloro gás

Sistema completo de dosagem de cloro gás com capacidade de 10kg/dia, composto por:

- 02 (três) sistemas de cloração, cada um contendo: 1 rotâmetro completo, 1 injetor $\varnothing 3/4"$, 1 válvula reguladora de pressão, reguladora de vácuo e retenção, 1 conjunto de mangueiras de polietileno 3/8".
- 01 conjunto manifold para cloro gás (tubo em aço carbono, sem costura, Grau A, Sch80, ASTM-A-106, curvas, tês e conexões em aço forjado 3000 lb, CWP, Gr A-105, $\varnothing 1"$, NPT);
- 01 manômetro para cloro gás (0-21 kgf/cm², aço inox AISI 304, $\varnothing 1/2"$, visor 4");
- 03 válvulas tipo Header para manifold (em latão, sem bujão, assento de teflon, $\varnothing 3/4"$ NPT);
- 01 filtro tipo "Y" para cloro gás ($\varnothing 1"$, em aço carbono pintado com elemento filtrante em inox, roscável);
- 01 conector flexível para cloro gás, em cobre, com 1,80m de comprimento, com adaptação nas extremidades para grampo YOKE, com gaxeta de chumbo, $\varnothing 3/8"$);
- 01 conj. Moto-bomba centrífuga (booster dos injetores, Q=1,0m³/h, Hman=40,0mca);
- 01 válvula de isolamento de cloro gás (para montagem em cilindro de cloro 68 kg, sem bujão, em aço carbono galvanizado, $\varnothing 3/4"$);
- 01 pressostato selado para cloro (faixa ajustável 0,5 a 6 bar, $\varnothing 1/2"$ NPT-F, elemento sensor - pist. Selado/diafragma - aço inox AISI 316, 10a a 125/250vca, com alarme sonoro);
- 01 válvula esfera PVC $\varnothing 1"$;
- 01 manômetro para água (0 a 5 kgf/cm², $\varnothing 1/2"$, soquete AISI 316, visor 4").

e) Válvulas e registros

e.1) Válvula de gaveta

- Válvula de gaveta em ferro fundido, com cunha metálica revestida com elastômero sintético EPDM, corpo e tampa em ferro fundido dúctil revestidos interna e externamente com epóxi depositado eletrostaticamente, com espessura mínima de 150 microns, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inoxidável, extremidades flangeadas conforme ISO 2531, de fácil desmontagem, permitindo isolamento para manutenção em carga, tipo Euro 23

ou similar. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

- Registro de gaveta em bronze, acabamento bruto, classe de pressão 150, dimensões pelo padrão MSS-SP-80 e NBR 15055, com rosca conforme NBR 6.414

e.2) Válvula de retenção

- Válvula retenção em bronze ASTM B.62, classe #150, dimensões conforme MSS-SP-80, com conexões roscáveis. Instalação horizontal ou vertical e diâmetros conforme indicado no projeto.
- Válvula de retenção em ferro fundido, tipo wafer, com portinhola única, PN16, nos diâmetros especificados no projeto.

e.3) Válvula de diafragma

- Válvulas diafragma em ferro fundido dúctil para lodo, dotadas de flanges classe de pressão PN-10, conforme norma ISO 2531, diafragma em borracha natural, acionamento manual, diâmetros e quantidades conforme indicado no projeto.

e.4) Registro de esfera

- Registro de esfera em PVC, classe de pressão PN10, vedação com borracha nitrílica, conforme NBR 5626. Conexão roscável ou soldável e diâmetros conforme indicado no projeto.

e.5) Registro de pressão

- Registro de pressão com corpo em bronze e acabamento bruto, conforme norma brasileira NBR 10071. Conexão roscável. Diâmetro conforme indicado no projeto.

e.6) Válvula de pé

- Válvula de pé com crivo em PVC, pressão de até 10 kgf/cm a temperatura de 20°C, instalação conforme NBR 5626. Conexão roscável. Diâmetros conforme indicado no projeto.

f) Ventosas

- Ventosas de simples função para lodo, corpo, tampa e suporte em ferro fundido dúctil NBR 6916, flanges conforme ISO 2531, classe de pressão PN16, diâmetro especificado no projeto.

g) Tanques em fibra de vidro

- Tanque para armazenamento de flúor: 01 tanque de fundo plano, diâmetro Ø600mm, altura de 700mm e capacidade de 200L;
- Tanque para armazenamento de sulfato: 02 tanques de fundo plano, diâmetro Ø1000mm, altura de 1020mm e capacidade de 800L;
- Tanque para armazenamento de cal: 02 tanques de fundo plano, diâmetro Ø1000mm, altura de 1020mm e capacidade de 800L;
- Tanque para armazenamento de polímero: 02 tanques de fundo plano, diâmetro Ø800mm, altura de 615mm e capacidade de 300L;

h) Adensador de lodo

- Adensador de lodo com diâmetro de 5m, Parede vertical com 3,5m de altura útil, declividade do fundo de 1:6. Inclui o fornecimento de tubo de torque central, sistema de acionamento (motoredutor), ponte em aço carbono (passadiço), difusor central (*baffle*), braços raspadores, lâminas raspadoras, vertedores, chumbadores, suportes em geral e guarda corpo. Itens de fixação em aço inox. Rotação 0,25rpm. Não inclui painel elétrico.

i) Misturador

- Misturador rápido para tanques de volume até 1m³. Agitadores fabricados em aço carbono com pintura em epóxi localizado no centro do tanque, eixo e hélice em aço inoxidável AISI 304, motor 0,75cv, 60hz, trifásico, proteção IP55, 1750rpm.
- Misturador lento para tanques de volume até 1m³. Agitadores fabricados em aço carbono com pintura em epóxi localizado no centro do tanque, eixo e hélice em aço inoxidável AISI 304, motor 1,0cv, 60hz, trifásico, proteção IP55, 120rpm.

j) Centrífuga

- 01 Centrífuga Decanter, vazão de 10,0 m³/h (operando no máximo 4 horas por dia), fabricada em aço inox AISI 316, bipartida com retirada do rotor na vertical. Peso: 1500kg. Motor: 18,5kW, IPW55, 380/440v, 4400rpm. Incluso painel de controle e inversor de frequência IP42.

k) Rosca transportadora

- Rosca transportadora com mecanismo de transporte do lodo tipo parafuso, para remoção de do lodo da centrífuga. Capacidade de 2,30m³/h, fabricada em aço protegido contra corrosão. Rotação de 31rpm, grau de enchimento de 30%, e hélice com diâmetro de Ø250mm.

l) Caçamba estacionária

- Caçamba estacionária com tampa, capacidade de 4,0m³, em aço carbono SAE 1010/1020, espessura de 3,2mm, em perfil "U" 4", reforços internos e externos nos 4 cantos, tampa e teto em chapa 14 (2.0mm). Soldagem: MIG/MAG.

m) Talha e trole

- Talha e trole manual. Talha com capacidade 3000kg, fabricada conforme norma NBR 10.401, equipada com correntes de alta resistência, ganchos forjados e travas de segurança. Trole com capacidade 3000kg, estrutura toda estampada em chapa de aço, fabricado com rodas universais, conforme norma NBR 10.401.

n) Caixa de gordura

- Caixa de gordura para efluente sanitário doméstico. Corpo em PVC e tampa em ABS. Inclui cesto de limpeza com alça para auxiliar na retirada de resíduos sólidos (gordura). Dimensões de 558mm x 300mm e capacidade de 19L. Entradas com diâmetro de 75mm (02) e de 50mm (1) e saída com diâmetro de 100mm. Conforme norma NBR 8.160.

o) Stop-Log

- Stop-log caixa divisora de vazão em fibra de vidro com espessura de 1cm, fornecimento completo com guia. Dimensões conforme indicado no projeto.

Quadro guia de embutir em PRFV (polietileno reforçado com fibra de vidro).
Dimensões conforme indicado no projeto.

p) Vertedores

- Caixa divisora de vazão: Vertedores retangulares fabricados em fibra de vidro conforme detalhes indicados em projeto. Fixação com chumbadores de expansão $\varnothing 3/8$ "x70, porca tipo borboleta e arruela de pressão em aço inoxidável AISI 304.
- Decantadores: Vertedores fabricados em placas de fibra de vidro conforme detalhes indicados em projeto. Fixação com parafusos com porca tipo borboleta e arruelas em aço inoxidável AISI 304 - $\varnothing 3/8$ "x60.

q) Canaletas/Calhas

- Canaletas para coleta de água decantada projetadas em fibra de vidro. Dimensões conforme detalhes indicados em projeto. Fixação com chumbadores de expansão $\varnothing 3/8$ "x80 em aço inoxidável AISI 304. As calhas de recolhimento de água decantada existentes deverão ser trocadas por calhas de fibra de vidro.

r) Chicanas

- Chicanas em madeira de lei com espessura de 20cm. Dimensões conforme detalhes indicados em projeto (B-078-001-40-5-XX-0017). Fixação com cantoneiras L. 2"x2"x1/4" em fibra de vidro e chumbadores de expansão $\varnothing 3/8$ "x70 em aço inoxidável AISI 304.

s) Grades de piso

- Caixa divisora de vazão: Grade de piso montada com perfis pultrudados em fibra de vidro 1.1/2"x1.1/2". Fixação com cantoneiras tipo "Y" 1.1/2"x1.1/2"x5mm em fibra de vidro, para apoio das tampas de piso. Dimensões e quantidades conforme indicado no projeto.
- Plataforma de acesso aos tanques de produtos químicos: Grade de piso em fibra de vidro com antiderrapante dimensões de 4,60x0,70m. Fixação com perfis U.6"x1.5/8"x1/4" e L.3"x3/8"x130mm em fibra de vidro, chumbadores de expansão M12x100mm e parafusos com cabeça sextavada com porca e arruela M12x100mm em aço inox. Degraus com grade de piso de 1.1/2"x0,56x0,30m em

fibra de vidro com antiderrapante, fixados com perfis F.6"x3/8" e tubos quadrados com antiderrapante de 1.1/2"x1/4" em fibra de vidro e parafusos com cabeça panela M6x60mm em aço inox.

- Sala da centrífuga: Grade de piso montada em fibra de vidro com altura de 1.1/2". Fixação com cantoneiras tipo "Y" 1.1/2"x1.1/2"x7,5mm em fibra de vidro, para apoio das grades de piso. Dimensões e quantidades conforme indicado no projeto.

t) Guarda-corpo e corrimão

- Guarda-corpo e corrimão em fibra de vidro. Dimensões conforme indicações do projeto. Detalhes conforme caderno de detalhes padrão - CESAN, desenho N°: A-000-000-00-0-XX-0016, folha A2.3.

u) Medidor eletromagnético de inserção – Medidor de vazão

- Sensor eletromagnético de inserção tipo hot-tap: material corpo - AISI 316l; grau de proteção - IP67 NEMA 6; sinal de saída: frequência e digital; conexão elétrica: prensa cabo; alimentação: 24 Vdc 2 fios; conexão de processo: 1.1/4" NPT aço inox; velocidade do fluido: 0,05 a 10,0 m/s; comprimento do cabo flexível: 10,0m; distância máxima: 300,0m.
- Controlador multi-parâmetros (vazão): montagem: painel; indicação: vazão; display: cristal líquido com iluminação de fundo; grau de proteção: IP65; alimentação: 12 a 32 Vcc; sinal de saída 4-20mA (ajustável); indicação de vazão: 2 totalizadores (resetável e acumulativa); calibração/ajuste: via teclado e/ou USB.
- O ângulo de instalação, a quantidade de sensores (transdutores - sondas) e a disposição destes no ponto de medição ultrassônico, variam de acordo com as técnicas de instalação (particular ao fabricante), a precisão da medição, as peculiaridades de cada trecho da tubulação e as especificações técnicas da CESAN.

3.1.4.2 Materiais

a) Tubos e Conexões de FºFº

- Tubos e conexões em ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. Os flanges deverão ter o dimensional conforme os gabaritos definidos pela norma ISO 2531. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. A classe de pressão e os diâmetros encontram-se especificados no projeto.

b) Tubos e Conexões em PVC

- Tubos e conexões em PVC rígido para sistemas enterrados de esgoto e drenagem, parede maciça, fabricado por processo de extrusão, temperatura máxima de operação de 40º Celsius, extremidades com ponta e bolsa, anéis de borracha fabricados em borracha SBR integrados, conforme norma NBR 7362.
- Tubos e conexões em PVC DEFoFo fabricados de acordo com a Norma ABNT NBR 7665/07. Tensão circunferencial admissível de 12 MPa (PVC 12), com diâmetros externos equivalentes aos dos tubos de ferro fundido. Conexões com junta elástica com anel fabricado de borracha EPDM. Pressões de serviço de até 1,0 MPa à temperatura de 25°C. Diâmetros conforme indicado no projeto.
- Tubos e conexões de PVC rígido roscável para água fria. Fabricação conforme PECP 34, instalação de acordo com NBR 5626 e roscas conforme NBR NM ISO 7/1
- Tubos e conexões de PVC rígido soldável para água fria. Fabricação conforme NBR 5648 e instalação de acordo com NBR 5626.

c) Tampão de Ferro Fundido

- Tampão para caixas de abrigo para os registros no diâmetro 600mm , tipo TDA 600, articulado e com travas com capacidade para 30 toneladas

d) Suportes

- Suportes para as tubulações da casa de química com perfis L.2.1/2"x2.1/2"x3/8", grampos tipo "U" $\varnothing 1/4"$ e $\varnothing 3/16"$ para tubo $\varnothing 1"$, chumbadores de expansão bicromatizado de $\varnothing 3/8"$ x80mm e abraçadeiras tipo "D" para tubos de PVC $\varnothing 1"$ e $\varnothing 1.1/2"$. Todos os materiais em aço galvanizado.
- Suportes para as tubulações da sala da centrífuga com perfis L.1.1/2"x1.1/2"x1/4", grampos tipo "U" $\varnothing 3/16"$ para tubo $\varnothing 1.1/4"$ e de DN100, barra chata de 3"x3/8"x200mm e chumbadores de expansão bicromatizado de $\varnothing 5/16"$ x80mm em aço carbono ASTM A-36. Abraçadeiras tipo "D" para tubos de PVC $\varnothing 1"$ em aço inoxidável e aço galvanizado.

3.1.4.3 Serviços

a) Serviços Preliminares

a.1) Remoção de Vegetação/Entulho

- Os serviços preliminares objetivam a remoção e limpeza nas áreas destinadas à implantação das obras e naquelas correspondentes a empréstimos onde porventura existir arbustos, entulhos, estruturas, etc.
- Toda a área deverá ser limpa, de forma a permitir a marcação da obra com a necessária precisão.

a.2) Transporte

- Todos os materiais provenientes da demolição deverão ser removidos imediatamente da área.
- Caso o material escavado seja aproveitado para reaterro, o mesmo deverá ser empilhado próximo à obra.

a.3) Locação da Obra

- A fiscalização, antes de aprovar a locação, procederá as verificações dos níveis, que deverão ser compatíveis com as cotas determinadas pelo projeto. Na hipótese de serem constatadas divergências, providenciará, junto a contratada para que sejam adotadas, com urgência, todas as medidas necessárias à correção das discrepâncias existentes.

b) Movimento de Terra

b.1) Escavação

- As escavações serão executadas com a utilização de equipamentos, ferramentas adequadas, que permitam agilizar a execução dos serviços nos prazos previstos e não coloquem em risco as estruturas existentes.
- Os materiais provenientes de escavações e que poderão ser novamente usados ficarão estocados nas proximidades da cava. Aqueles que não atenderem as condições para aterro deverão ser transportados para bota fora.
- A escavação será executada conforme projeto e a orientação dada pela fiscalização. A escavação será precedida da execução dos serviços de limpeza e remoção de entulhos. Para escavação mecânica, deverá ser usada a retro escavadeira ou similar. Para escavação manual serão usadas ferramentas manuais, tais como picareta, pá, enxada, etc.

b.2) Aterro

- Para execução dos aterros, deverão estar concluídas as desformas e limpeza de áreas adjacentes às estruturas.
- O lançamento do material para aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam umedecimento e compactação.
- Deverá ser feita compactação mínima de 95% do Proctor Normal com variação máxima de $\pm 2\%$ da umidade ótima.
- A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista as condições locais, será de 1:2, e orientadas pela fiscalização.

b.3) Reaterro

- O reaterro das valas e cavas será feito com materiais selecionados, aprovados pela fiscalização, oriundos das próprias cavas ou jazidas, lançados em camadas de até no máximo 20cm de espessura e compactados até o grau correspondente a 95% do Proctor Normal. Os solos deverão apresentar, na fase de compactação, umidade em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima correspondente, não se aceitando materiais com umidade excessiva. A aceitação dos serviços

executados será feita mediante testes de compactação em amostras retiradas das camadas já compactadas, a critério da fiscalização.

c) Pintura

- Pintura geral nas paredes internas e externas com tinta acrílica fosca, na cor branco neve, três demãos. A logomarca da CESAN deverá ser pintada em uma das paredes externas com tinta acrílica, na cor azul padrão CESAN, em duas demãos.

e) Limpeza Geral

- Após o término dos serviços, a área envolvida com as obras será limpa e todos os materiais e equipamentos de propriedade da empreiteira, bem como toda a sobra de material e sucatas serão retiradas e transportadas para local a ser definido pela fiscalização. O local utilizado para execução dos serviços será totalmente restaurado, a área externa totalmente limpa pelo sistema de varrição.

3.1.5 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

3.1.5.1 Materiais

- Tubos e conexões em ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. Os flanges deverão ter o dimensional conforme os gabaritos definidos pela norma ISO 2531. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. A classe de pressão e os diâmetros encontram-se especificados no projeto.

3.1.5.2 Válvulas

- Válvula borboleta em Ferro Fundido, flangeada, dimensional norma AWWA C504, flanges conforme ISO 2531, corpo, disco, tampa e porta junta em ferro

dúctil NBR 6916 classe 42012, alavanca em aço carbono revestido com epóxi, corpo em ferro fundido dúctil NBR 6916, junta de vedação em borracha sintética tipo Buna N. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

3.1.5.3 Serviços

a) Serviços Preliminares

a.1) Remoção de Vegetação/Entulho

- Os serviços preliminares objetivam a remoção e limpeza nas áreas destinadas à implantação das obras e naquelas correspondentes a empréstimos onde porventura existir arbustos, entulhos, estruturas, etc.
- Toda a área deverá ser limpa, de forma a permitir a marcação da obra com a necessária precisão.

a.2) Transporte

- Todos os materiais provenientes da demolição deverão ser removidos imediatamente da área.
- Caso o material escavado seja aproveitado para reaterro, o mesmo deverá ser empilhado próximo à obra.

a.3) Locação da Obra

- A fiscalização, antes de aprovar a locação, procederá as verificações dos níveis, que deverão ser compatíveis com as cotas determinadas pelo projeto. Na hipótese de serem constatadas divergências, providenciará, junto a contratada para que sejam adotadas, com urgência, todas as medidas necessárias à correção das discrepâncias existentes.

b) Movimento de Terra

b.1) Escavação

- As escavações serão executadas com a utilização de equipamentos, ferramentas adequadas, que permitam agilizar a execução dos serviços nos prazos previstos e não coloquem em risco as estruturas existentes.

- Os materiais provenientes de escavações e que poderão ser novamente usados ficarão estocados nas proximidades da cava. Aqueles que não atenderem as condições para aterro deverão ser transportados para bota fora.
- A escavação será executada conforme projeto e a orientação dada pela fiscalização. A escavação será precedida da execução dos serviços de limpeza e remoção de entulhos. Para escavação mecânica, deverá ser usada a retro escavadeira ou similar. Para escavação manual serão usadas ferramentas manuais, tais como picareta, pá, enxada, etc.

b.2) Aterro

- Para execução dos aterros, deverão estar concluídas as desformas e limpeza de áreas adjacentes às estruturas.
- O lançamento do material para aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam umedecimento e compactação.
- Deverá ser feita compactação mínima de 95% do Proctor Normal com variação máxima de $\pm 2\%$ da umidade ótima.
- A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista as condições locais, será de 1:2, e orientadas pela fiscalização.

b.3) Reaterro

- O reaterro das valas e cavas será feito com materiais selecionados, aprovados pela fiscalização, oriundos das próprias cavas ou jazidas, lançados em camadas de até no máximo 20cm de espessura e compactados até o grau correspondente a 95% do Proctor Normal. Os solos deverão apresentar, na fase de compactação, umidade em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima correspondente, não se aceitando materiais com umidade excessiva. A aceitação dos serviços executados será feita mediante testes de compactação em amostras retiradas das camadas já compactadas, a critério da fiscalização.

c) Caixa para interligação

- Escavação mecanizada para execução da caixa, até a cota de geratriz inferior da tubulação, acrescidas as folgas, conforme detalhe em projeto.

- Escavação manual para execução da caixa, até 0,20m.
- Escoramento tipo estaca prancha metálica em valas com profundidades acima de 1,250m.
- Compactação do fundo da cava, e regularização com camada de concreto magro, $e = 0,05m$.
- Base da caixa em concreto simples, $e = 0,10m$, consumo de 300 kg cimento/ m^3 .
- Caixa em blocos de concreto estrutural preenchido, nas dimensões indicadas no projeto.
- Impermeabilização interna e externa, em 2 (duas) demãos, com Sikatop 107 ou similar na parte interna e Igolflex ou similar na parte externa.
- Dreno: abertura na laje de fundo. Para os locais em que o lençol freático for profundo, o fundo das caixas deverão ser preenchidas com brita N°2 conforme o projeto. Já para os locais em que o lençol freático for elevado, as caixas deverão ser feitas toda em concreto armado, inclusive o fundo, sem furo para drenagem. O fundo deverá ter inclinação de 1% para facilitar o escoamento da caixa por meio de bombeamento.

d) Limpeza Geral

- Após o término dos serviços, a área envolvida com as obras será limpa e todos os materiais e equipamentos de propriedade da empreiteira, bem como toda a sobra de material e sucatas serão retiradas e transportadas para local a ser definido pela fiscalização. O local utilizado para execução dos serviços será totalmente restaurado, a área externa totalmente limpa pelo sistema de varrição.

e) Blocos de Ancoragens

- Todas as singularidades (tês e curvas) deverão ser ancoradas para sobrepressão máxima de 50,0 mca, conforme padrão CESAN, em concreto ciclópico, ou conforme indicado no projeto executivo.

3.1.6 ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

3.1.6.1 Equipamentos

a) Medidor eletromagnético de inserção – Medidor de vazão

- Sensor eletromagnético de inserção tipo hot-tap: material corpo - AISI 316l; grau de proteção - IP67 NEMA 6; sinal de saída: frequência e digital; conexão elétrica: prensa cabo; alimentação: 24 Vdc 2 fios; conexão de processo: 1.1/4" NPT aço inox; velocidade do fluido: 0,05 a 10,0 m/s; comprimento do cabo flexível: 10,0m; distância máxima: 300,0m.
- Controlador multi-parâmetros (vazão): montagem: painel; indicação: vazão; display: cristal líquido com iluminação de fundo; grau de proteção: IP65; alimentação: 12 a 32 Vcc; sinal de saída 4-20mA (ajustável); indicação de vazão: 2 totalizadores (resetável e acumulativa); calibração/ajuste: via teclado e/ou USB.
- O ângulo de instalação, a quantidade de sensores (transdutores - sondas) e a disposição destes no ponto de medição ultrassônico, variam de acordo com as técnicas de instalação (particular ao fabricante), a precisão da medição, as peculiaridades de cada trecho da tubulação e as especificações técnicas da CESAN.

3.1.6.2 Materiais

- Tubos e conexões de ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. Classe de pressão TK7 e diâmetros 350mm.
- Tampão tipo TD-600, articulado e com travas com capacidade para 30 toneladas, para caixa de medidor de vazão e caixa de estação pitométrica. E, tampa tipo Td-5, para caixa de estação pitométrica.

3.1.6.3 Serviços

a) Adutora

- Escavação mecanizada de valas para assentamento das tubulações. Valas com largura de 0,80m e profundidade conforme projeto.
- Reaterro compactado com sobra de material escavado, previamente selecionado.
- Retirada de pavimentação, em asfalto, paralelepípedo ou blocos de concreto, na largura da vala acrescida de 0,10m.
- Recomposição de pavimentação sobre aterro compactado.
- Valas com profundidade de até 1,25m não necessitarão de escoramento. Para valas com profundidade superior à 1,25m utilizar escoramento contínuo com largura de 0,80m e altura conforme indicado.

b) Caixa para medidor de vazão e estação pitométrica

- Escavação mecanizada para execução da caixa, até a cota de geratriz inferior da tubulação, acrescidas as folgas, conforme detalhe em projeto.
- Escavação manual para execução da caixa, até 0,20m.
- Escoramento tipo estaca prancha metálica em valas com profundidades acima de 1,25m.
- Compactação do fundo da cava, e regularização com camada de concreto magro, $e = 0,05m$.
- Base da caixa em concreto simples, $e = 0,10m$, consumo de 300 kg cimento/m³.
- Caixa em blocos de concreto estrutural preenchido, nas dimensões indicadas no projeto.
- Impermeabilização interna e externa, em 2 (duas) demãos, com Sikatop 107 ou similar na parte interna e Igolflex ou similar na parte externa.
- Dreno: abertura na laje de fundo. Para os locais em que o lençol freático for profundo, o fundo das caixas deverão ser preenchidas com brita N°2 conforme o projeto. Já para os locais em que o lençol freático for elevado, as caixas deverão ser feitas toda em concreto armado, inclusive o fundo, sem furo para drenagem. O fundo deverá ter inclinação de 1% para facilitar o escoamento da caixa por meio de bombeamento.

3.1.7 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

3.1.7.1 Válvulas, Equipamentos e Acessórios

a) Válvula de gaveta em Ferro Fundido

- Válvula de gaveta, com cunha metálica revestida com elastômero sintético EPDM, corpo e tampa em ferro fundido dúctil revestidos interna e externamente com epóxi depositado eletrostaticamente, com espessura mínima de 150 microns, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inoxidável, extremidades flangeadas conforme ISO 2531, de fácil desmontagem, permitindo isolamento para manutenção em carga, tipo Euro 23 ou similar. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

b) Válvula de gaveta em Ferro Fundido

- Válvula borboleta em Ferro Fundido, flangeada, dimensional norma AWWA C504, flanges conforme ISO 2531, corpo, disco, tampa e porta junta em ferro dúctil NBR 6916 classe 42012, alavanca em aço carbono revestido com epóxi, corpo em ferro fundido dúctil NBR 6916, junta de vedação em borracha sintética tipo Buna N. A classe de pressão e o diâmetro encontram-se especificados no projeto.

c) Medidor de Nível Ultrassônico

- Transmissor de nível ultrassônico: em polipropileno, tipo: 0,25 a 6,0m, montagem com rosca BSP, alimentação: 4-20mA + Hart função programação completa, medição de nível configurável através de teclado frontal, grau de proteção: IP68 / NEMA 6 cabo integral com 5m, ângulo de abertura: 5 a 7 linearização de 32 pontos.
- Controlador multi-parâmetros: entrada: canal único para sensor único, saída: display + 1 rele + 1 corrente, alimentação: 85-255 v AC, indicação: por display 128x64mm backlight, grau de proteção: IP-65/NEMA 4x, montagem em superfície, parede função programação completa, medição de nível resolução: 1mm p/ range até 2m, 5mm p/ range até 10m consumo máximo: 10va.

d) Escada de acesso

- Escada tipo marinheiro com proteção, em aço, para detalhes, verificar caderno de Projetos Padrões e Detalhes Gerais – CESAN – N.º A-000-000-00-0-CP-0001 e N.º A-000-000-00-0-XX-0016 FOLHA: A2.1.

e) Tampas

- Tampão tipo TD-600, articulado e com travas com capacidade para 30 toneladas, para caixa de medidor de vazão e caixa de estação pitométrica. E, tampa tipo Td-5, para caixa de estação pitométrica. Para PV 1, PV A e PV B.
- Tampa quadrada, dupla face, em ferro fundido, 400x400. Para as caixas de areia (CA-1 a CA-6).
- Tampa em grade de piso, fibra de vidro, montada revestida com chapa ($e=1/4"$).

3.1.7.2 Materiais

- Tubos e conexões em ferro fundido dúctil centrifugado para canalização sob pressão, conforme norma ABNT-NBR 7663. A junta elástica dos tubos será um anel de borracha, segundo norma ISO 4633. Os flanges deverão ter o dimensional conforme os gabaritos definidos pela norma ISO 2531. O revestimento interno será em argamassa de cimento, aplicada por centrifugação. O revestimento externo de zinco, norma ISO 8179/NBR 11827. Deverá ser previsto proteção complementar com envoltório de polietileno, para solos muito agressivos conforme norma ISO 8180/NBR 12588. A classe de pressão e os diâmetros encontram-se especificados no projeto.

3.1.7.3 Serviços

a) Serviços Preliminares

a.1) Remoção de Vegetação/Entulho

- Os serviços preliminares objetivam a remoção e limpeza nas áreas destinadas à implantação das obras e naquelas correspondentes a empréstimos onde porventura existir arbustos, entulhos, estruturas, etc.
- Toda a área deverá ser limpa, de forma a permitir a marcação da obra com a necessária precisão.

a.2) Transporte

- Todos os materiais provenientes da demolição deverão ser removidos imediatamente da área.
- Caso o material escavado seja aproveitado para reaterro, o mesmo deverá ser empilhado próximo à obra.

a.3) Locação da Obra

- A fiscalização, antes de aprovar a locação, procederá as verificações dos níveis, que deverão ser compatíveis com as cotas determinadas pelo projeto. Na hipótese de serem constatadas divergências, providenciará, junto a contratada para que sejam adotadas, com urgência, todas as medidas necessárias à correção das discrepâncias existentes.

b) Movimento de Terra

b.1) Escavação

- As escavações serão executadas com a utilização de equipamentos, ferramentas adequadas, que permitam agilizar a execução dos serviços nos prazos previstos e não coloquem em risco as estruturas existentes.
- Os materiais provenientes de escavações e que poderão ser novamente usados ficarão estocados nas proximidades da cava. Aqueles que não atenderem as condições para aterro deverão ser transportados para bota fora.
- A escavação será executada conforme projeto e a orientação dada pela fiscalização. A escavação será precedida da execução dos serviços de limpeza e remoção de entulhos. Para escavação mecânica, deverá ser usada a retro escavadeira ou similar. Para escavação manual serão usadas ferramentas manuais, tais como picareta, pá, enxada, etc.

b.2) Aterro

- Para execução dos aterros, deverão estar concluídas as desformas e limpeza de áreas adjacentes às estruturas.
- O lançamento do material para aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam umedecimento e compactação.

- Deverá ser feita compactação mínima de 95% do Proctor Normal com variação máxima de $\pm 2\%$ da umidade ótima.
- A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista as condições locais, será de 1:2, e orientadas pela fiscalização.

b.3) Reaterro

- O reaterro das valas e cavas será feito com materiais selecionados, aprovados pela fiscalização, oriundos das próprias cavas ou jazidas, lançados em camadas de até no máximo 20cm de espessura e compactados até o grau correspondente a 95% do Proctor Normal. Os solos deverão apresentar, na fase de compactação, umidade em torno de $\pm 2\%$ da umidade ótima correspondente, não se aceitando materiais com umidade excessiva. A aceitação dos serviços executados será feita mediante testes de compactação em amostras retiradas das camadas já compactadas, a critério da fiscalização.

c) Caixas de Areia e Poços de Visita

- Escavação mecanizada para execução da caixa, até a cota de geratriz inferior da tubulação, acrescidas as folgas, conforme detalhe em projeto.
- Escavação manual para execução da caixa, até 0,20m.
- Escoramento tipo estaca prancha metálica em valas com profundidades acima de 1,25m.
- Compactação do fundo da cava, e regularização com camada de concreto magro, $e = 0,05m$.
- Base da caixa em concreto simples, $e = 0,10m$, consumo de 300 kg cimento/m³.
- Caixa em blocos de concreto estrutural preenchido, nas dimensões conforme projeto.
- Impermeabilização interna e externa, em 2 (duas) demãos, com Sikatop 107 ou similar na parte interna e Igolflex ou similar na parte externa.
- Dreno: abertura na laje de fundo. Para os locais em que o lençol freático for profundo, o fundo das caixas deverão ser preenchidas com brita N°2 conforme o projeto. Já para os locais em que o lençol freático for elevado, as caixas deverão ser feitas toda em concreto armado, inclusive o fundo, sem furo para

drenagem. O fundo deverá ter inclinação de 1% para facilitar o escoamento da caixa por meio de bombeamento.

d) Limpeza Geral

- Após o término dos serviços, a área envolvida com as obras será limpa e todos os materiais e equipamentos de propriedade da empreiteira, bem como toda a sobra de material e sucatas serão retiradas e transportadas para local a ser definido pela fiscalização. O local utilizado para execução dos serviços será totalmente restaurado, a área externa totalmente limpa pelo sistema de varrição.

4 PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS (ETAR) - IRIRI

4.1 INTRODUÇÃO

O manual de operação foi elaborado para oferecer ao operador:

- Uma visão geral da Estação de Tratamento de Água e Estação de Tratamento de Águas Residuárias;
- Informações técnicas fundamentais referentes a cada unidade de tratamento;
- Rotinas de operação e manutenção das unidades de tratamento e seus equipamentos;
- Principais rotinas de laboratório; e
- Informações sobre primeiros socorros.

Este manual indicará os procedimentos operacionais básicos para a ETA e a ETAR.

As recomendações operacionais para a ETA pré-fabricada, bem como dos demais equipamentos a serem adquiridos deverão ser incorporadas a este manual quando da sua aquisição.

4.2 DESCRIÇÃO SUCINTA DAS UNIDADES DE TRATAMENTO

A Figura 65 apresenta a ETA (existente de 40 L/s e projetada de 50 L/s) e a ETAR dispostas na área, que atualmente é utilizada pela CESAN. Não houve necessidade de ampliação da área. A Figura 66 apresenta o perfil hidráulico da ETA e ETAR Iriri.

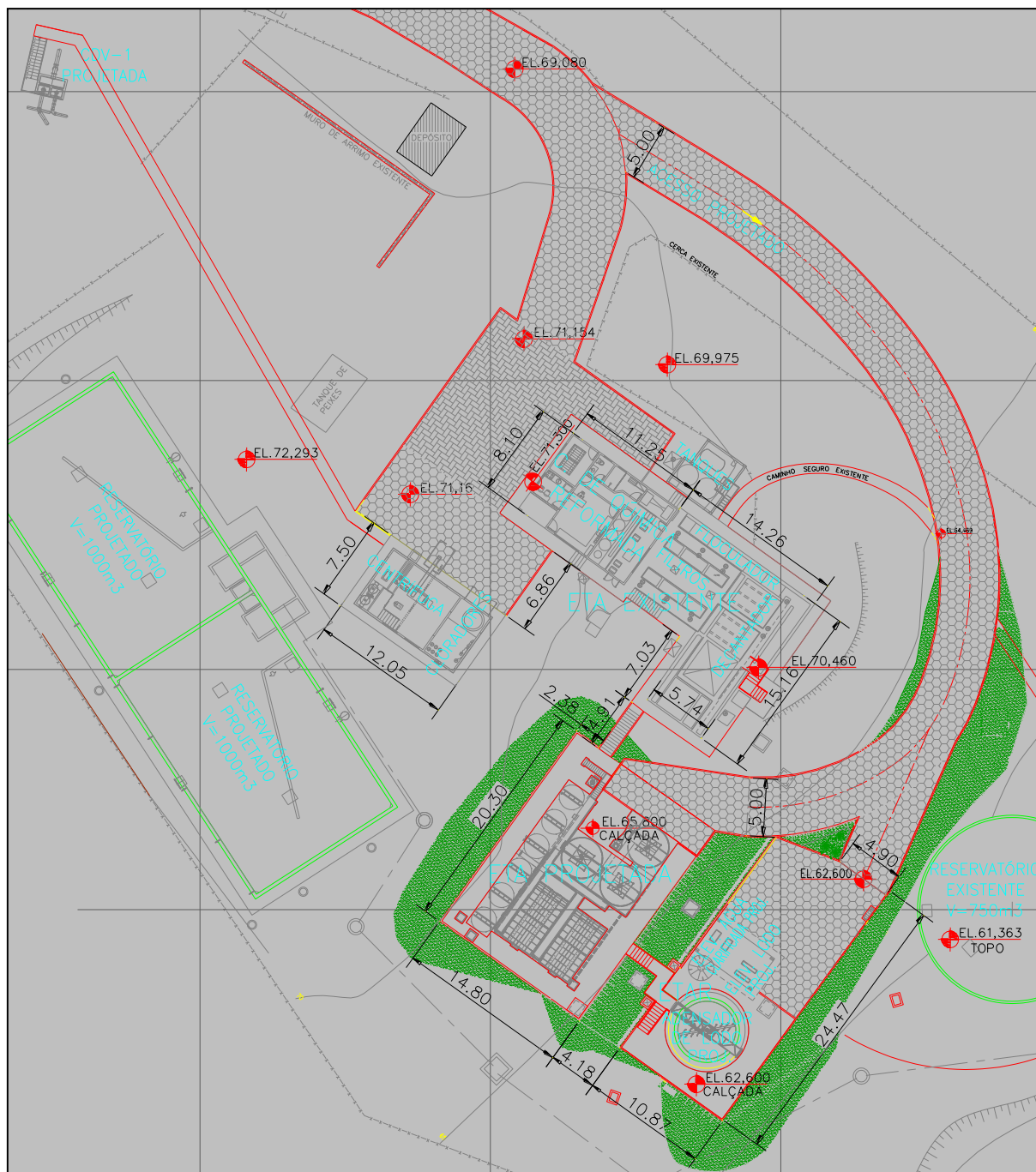


Figura 65 – Área da ETA e ETAR - Iriri

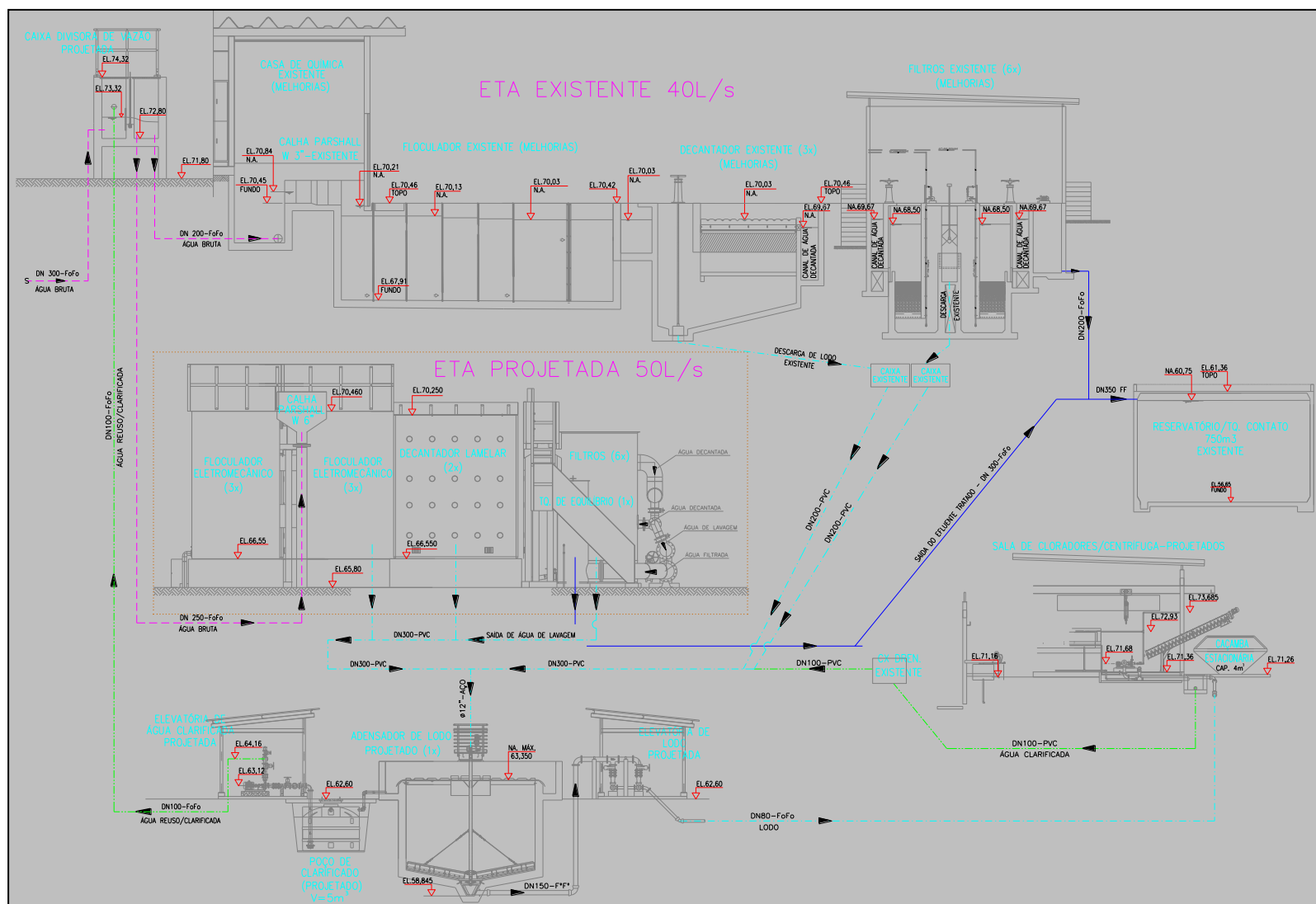


Figura 66 – Perfil Hidráulico – ETA e ETAR - Iriri

4.2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

- CAPACIDADE NOMINAL: 90,0 L/s com operação de duas unidades. ETA existente operando com vazão de 40,0 L/s e ETA pré-fabricada projetada operando com vazão de 50,0 L/s;
- TIPO: Convencional completa;
- UNIDADES DE PROCESSO:
 - Caixa divisora de vazão – CDV-1, chegada de água bruta;
 - Calha Parshall;
 - Floculação hidráulica vertical;
 - Decantação de alta taxa com módulos tubulares;
 - Filtração rápida descendente com dupla camada;
 - Tanque de contato;
 - Casa de Química.

4.2.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR

- CAPACIDADE NOMINAL: projetada para a condição operacional crítica da ETA que corresponde à descarga dos decantadores, atendendo a ETA existente de 40L/s, e a ETA pré-fabricada proposta de 50L/s;
- TIPO: Adensador seguido de desaguamento mecanizado;
- UNIDADES DE PROCESSO:
 - Adensador;
 - Elevatória de lodo;
 - Reservatório de água de recirculação e elevatória de recirculação;
 - Sistema desaguamento com centrífuga.

4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

4.3.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EXISTENTE – ETA 40 L/S

4.3.1.1 *Chegada de Água Bruta*

A água bruta chega à caixa divisora de vazão projetada através de uma tubulação em ferro fundido DN 300mm. Esta unidade apresenta as seguintes dimensões 2,10m x 1,40m x 1,00m, está localizada na área da ETA e é equipada com dois vertedores retangulares, de fibra de vidro. A ETA existente continuará sendo alimentada pela linha existente de DN200mm em ferro fundido e a ETA pré-fabricada será alimentada por uma linha projetada de DN250mm em ferro fundido. O controle da vazão de água bruta será feito por medidores eletromagnéticos por inserção.

4.3.1.2 *Mistura Rápida / Canal de Distribuição de Água Bruta*

Em seguida a água bruta é conduzida a uma unidade de mistura rápida de cada ETA do tipo calha Parshall. A calha Parshall de 3" da ETA existente será mantida. Neste ponto é feita a aplicação dos produtos químicos: sulfato de alumínio e cal hidratada. A água assim coagulada será conduzida aos floculadores

4.3.1.3 *Floculação*

A água coagulada, introduzida nos floculador será continuamente agitada para provocar o crescimento dos flocos até atingirem peso suficiente para serem removidos por sedimentação nos decantadores.

O floculador existente é do tipo chicanas verticais e foi redimensionado para atender a vazão de 40,0 L/s. Composto por 20 (vinte) compartimentos agrupados em gradientes de velocidade decrescentes determinando um tempo de detenção de 21,14 min. O Quadro 32 apresenta as principais características hidráulicas dessas unidades.

Quadro 32 – Características Hidráulicas do floculador.

Série	Número de câmaras	Tempo de detenção (s)	Dimensão das passagens (m)		Passagens inferiores		Passagens superiores	
			b	a	Nº pass.	G (s ⁻¹)	Nº pass.	G (s ⁻¹)
1ª	3	190,28	0,45	0,20	2	60	1	63
2ª	3	190,28	0,45	0,25	1	48	2	50
3ª	5	317,14	0,45	0,40	3	30	2	31
4ª	9	570,85	0,45	0,65	4	18	5	19
TOTAL	20	1268,56			10		10	

A perda de carga total na floculação é de 0,171 m. O canal de água floculada existente tem dimensões (0,40 x 0,75 e 0,45 x 0,75m) e deverá ser mantido sendo substituídas as comportas de acesso aos decantadores por comportas em fibra de 0,30 x 0,20m.

O operador deverá efetuar ensaio de jarros utilizando os gradientes de velocidade e os tempos de detenção indicados no Quadro 32 a fim de determinar as dosagens de aplicação dos produtos químicos.

4.3.1.4 Decantação

A água floculada é admitida no decantador em uma câmara com largura de 1,13m com passagem inferior conduzindo a água floculada sob os módulos de decantação. Os decantadores são em número de 3 (três) do tipo alta taxa formados por módulos de decantação tubular. As principais características são:

Comprimento útil do módulos.....	2,50 m
Largura útil.....	2,83 m
Taxa de escoamento superficial.....	30,39 m³/m²xd

Os módulos de decantação são tubulares, construídos em PVC rígido com perfis de decantação de 44,80 x 90mm, espessura de 1,0mm e comprimento de 0,60m. A inclinação dos módulos será de 60° com a horizontal.

As calhas coletoras de água decantada providas de vertedores triangulares nas bordas, serão em número de 3 (três) com dimensões de 0,15 m e 0,20 m, comprimento de 2,50 m e vazão linear de 0,89 l/sxm.

A descarga do decantador existente deverá ocorrer a cada 7 dias aproximadamente.

4.3.1.5 Filtração

A água decantada será encaminhada aos filtros em número de 6 (seis), do tipo rápido de fluxo descendente, de camada dupla de areia e antracito sobre camada suporte de pedregulhos e fundo falso formado por vigas californianas. O sistema de lavagem é feito contra corrente pelos demais filtros (auto laváveis). As principais características dos filtros são:

Largura.....	2,40 m
Comprimento.....	1,00 m
Taxa de filtração.....	240,008 m ³ /m ² xd
Velocidade de lavagem.....	60 cm/min
Tempo de lavagem.....	10 min
Volume de lavagem.....	14,40m ³

Será implantada amostragem individualizada de água filtrada. A bomba de amostragem coletada na saída de cada filtro conduzindo a água filtrada de cada filtro ao laboratório da casa de química com as seguintes características: $Q = 1,80 \text{ m}^3/\text{h}$ (0,50 L/s), $H_{\text{man}} = 8,34 \text{ mca}$, 1750 RPM, $\eta = 50,3 \%$, $P = 1,0 \text{ cv}$, 60Hz, $\text{NPSHr} = 1,20 \text{ m}$

4.3.1.6 Tanque de Contato

O tanque de contato da ETA existente será mantido com aplicação de cal, cloro e flúor na entrada do mesmo.

O reservatório existente de 750m³ funcionará também como tanque de contato para a vazão de projeto da ETA (90,0 L/s). A unidade possui as seguintes características:

Diâmetro interno.....	15,0 m
Altura útil.....	3,80 m

O tempo de contato promovido é de aproximadamente 18,73 min.

4.3.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PROJETADA PRÉ-FABRICADA – ETA 50 L/S

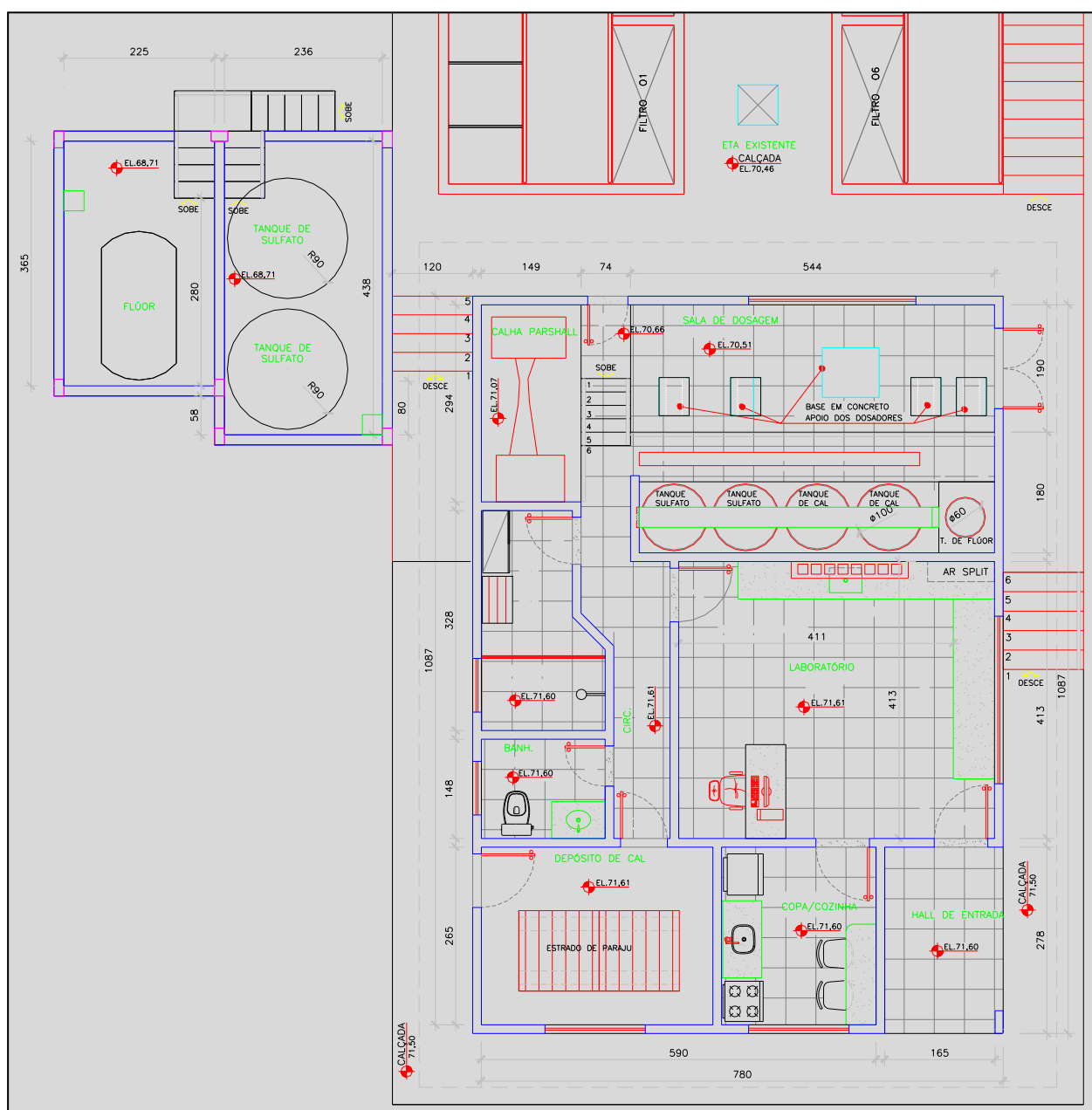
A ETA pré-fabricada de 50,0 L/s será composta por:

- A mistura rápida será do tipo hidráulica por meio de calha Parshall, para garantir gradientes de velocidade de 700 a 900 s⁻¹ e tempo de mistura menor que 5s.
- A floculação será do tipo hidráulica com 21 câmaras tubulares verticais, garantindo um tempo de detenção de 30 minutos. A água floculada será conduzida ao decantador por tubulação localizada na parte inferior do floculador, ascendendo ao decantador lamelar.
- O sistema de decantação será de alta taxa com módulos do tipo lamelar e de fluxo ascendente, com taxa máxima de aplicação de 160m³/m².d e tempo de detenção de cerca de 30 minutos. Os módulos tubulares para decantação laminar, são instalados formando um ângulo com a horizontal de 60°, assegurando a autolimpeza e o arraste em direção ao fundo.
- O sistema de filtração será composto por filtros rápidos de fluxo descendente como leito de camada dupla (areia e carvão antracito). Deverá atender uma taxa de filtração inferior a 280m³/m².dia. Devem operar no regime de auto-laváveis com velocidade mínima de 0,70m/min. A carreira de filtração esperada é em torno de 36 horas.

O manual de operação da ETA pré-fabricada deverá ser fornecido pelo fabricante. A aplicação do sulfato e cal ocorrerá na calha Parshall e de cal, cloro e flúor na caixa de distribuição localizada na saída dos filtros.

4.3.3 CASA DE QUÍMICA PARA ATENDER A VAZÃO DE 90,0 L/S

A casa de química existente redimensionada para atender a vazão de 90L/s. O sistema de preparo e dosagem será independente para cada ETA. O sistema de cloro gás foi projetado sendo instalado em uma nova construção junto ao sistema de desaguamento de lodo. A Figura 67 apresenta o layout da casa de química da ETA Iriri e a Figura 68 apresenta o *layout* da sala de cloradores. A descrição sucinta do armazenamento, preparo e dosagem dos produtos químicos será apresentado a seguir:



[illegible]

206

Os tanques de preparo existentes foram substituídos por tanques em fibra de vidro, em número de dois com diâmetro e altura de 1,0m. A agitação da solução será feita através de misturador rápido de eixo vertical com $P = 0,5 \text{ CV}$, 60Hz, 220V, 1750rpm.

A dosagem máxima prevista de 15mg/L será na concentração de 20% na calha Parshall da ETA existente (237,60L/d) e ETA pré-fabricada (297,00L/d), por meio de dosador de nível constante de 400L/h e tubulação de PVC de 1".

A dosagem deste produto será feita por gravidade através de dosador de nível constante em fibra de vidro provido de orifício com abertura regulável para a vazão de dosagem de 106,23 L/h.

A aplicação deste produto será feita no ressalto hidráulico na caixa de chegada de água bruta na ETA através de tubulação em PVC 1".

4.3.3.2 Cal Hidratada

A cal hidratada será fornecida em sacas e armazenada na Casa de Química, sobre estrados de madeira. A quantidade de produtos estocados (100 sacas) será suficiente para suprir um mês de consumo.

Os tanques de preparo existentes serão substituídos por tanques em fibra de vidro, em número de 2 com diâmetro e altura de 1,0m. A agitação da solução será feita por meio de misturador lento de eixo vertical com $P = 1,5\text{CV}$, 320 rpm.

Com dosagem máxima de 8mg/L na concentração de 10% a cal será dosada por meio de dosador de leite de cal do tipo caneca com duas saídas.

A aplicação será na calha Parshall da ETA existente (281,60L/d) e da ETA pré-fabricada (352,00L/d) com vazão de dosagem de 0,21 L/min e 0,27 L/min respectivamente. A condução do leite de cal ao ponto de aplicação será em tubulação de PVC no diâmetro de 1.1/2".

4.3.3.3 Cloro Gasoso

O cloro gás será fornecido em cilindros de 68Kg e armazenado em área própria construído com balança e talha adjacente a área de desaguamento do lodo. Previsão de armazenamento de 8 cilindros para atendimento da demanda mensal da ETA.

Com dosagem média mensal estimado de 2,5 mg/l, os cloradores foram especificados para atender a dosagem de 0,36Kg/h para a ETA existente e 0,45Kg/h para atender a ETA pré-fabricada. Foram previstos dosadores individuais para a ETA existente e para a ETA pré-fabricada e um dosador adicional para funcionar como reserva/rodízio.

4.3.3.4 Ácido Fluorsilícico

O ácido fluorsilícico será armazenado fora da Casa de Química, em um tanque estacionário em resina poliéster de fibra de vidro com capacidade unitária de 3m³.

A dosagem média mensal estimado é de 0,8 mg/l com solução fornecida na concentração de 16%. O ácido fluorsilícico será bombeado para os tanques de preparo na Casa de química por meio de bomba de transferência para $Q = 1,40 \text{ m}^3/\text{h}$ (0,39 l/s), $H_{\text{man}} = 7,5\text{m}$. $P = 0,5\text{CV}$, 220V, 60Hz.

A dosagem deste produto será feita por dosador de nível constante de 400L/h sendo aplicada a vazão de 0,80L/h na ETA existente e 1,00L/h na ETA pré-fabricada. O ácido fluorsilícico será conduzido ao tanque de contato da ETA existente e a saída da água filtrada da ETA pré-fabricada em tubulação de PVC de 1"

4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR

4.4.1 CONDICIONAMENTO QUÍMICO

Para otimização das unidades de tratamento de resíduos foi previsto o condicionamento químico com aplicação de polímero no adensador e na centrífuga.

O polímero sintético do tipo catiônico será armazenado na casa de desaguamento de lodo em 5 bombonas de 30 Kg. A solução será preparada em tanques dois tanques de fibra de vidro com diâmetro e altura de 0,8m com misturador de eixo vertical com $P = 0,5CV$, 60Hz, 220V, 1750rpm.

A aplicação de polímero no adensador se dará por meio de dosador de nível constante de 400L/h em tubulação de PVC de 25mm.

A aplicação de polímero na centrífuga se dará por recalque, utilizando bomba dosadora com as características: $Q = 298,61L/h$, $P = 0,33CV$, 220/380V, 60 Hz.

4.4.2 ADENSADOR

Deverá receber a descarga dos decantadores, filtros e eventualmente dos floculadores e tanques de contato da ETA existente. Foi projetado com as características descritas a seguir:

Diâmetro.....	5,00m
Profundidade útil.....	2,00m
Volume útil.....	39,27m ³

Provido com adensador mecanizado e com ponte, trabalhará com taxa de aplicação superficial de 10,16 m³/m².d, produzindo um lodo com teor de sólidos em torno de 5%.

O lodo adensado será conduzido ao sistema de desaguamento por meio de bomba tipo helicoidal com $Q = 9,12\text{m}^3/\text{h}$, $H_{\text{man}} = 14,89\text{m}$, $P = 3,7\text{KW}$, 268 rpm, 220V, 60 Hz. O lodo é recalcado para a centrífuga, em tubulação de ferro fundido, diâmetro de 80mm.

4.4.3 RECIRCULAÇÃO DO CLARIFICADO

O clarificado do adensador será conduzido a um tanque de armazenamento com volume de 5m^3 . O recalque do clarificado para a caixa de distribuição de vazão localizada na entrada da ETA, será feito em tubulação de PVC de 100 mm. As características da elevatória de recirculação são: $Q = 9,0\text{L/s}$, $H_{\text{man}} = 16,93\text{m}$, $P = 3,0\text{ CV}$, 60HZ, 1750 rpm.

4.4.4 DESAGUAMENTO

O desaguamento será do tipo mecanizado em Centrífuga Decanter com $Q = 36,50\text{m}^3/\text{d}$ com $P = 18,5\text{KW}$, 380/440V, e inversor de frequência. Este sistema deverá operar com lodo na entrada com concentração de 5% e na saída com concentração de 25%. Foi prevista adição de polímero na concentração de 1%, e consumo médio de 3,6Kg/ton.

O líquido clarificado que sai do tambor será conduzido novamente ao adensador. O sólido (torta) que sai do tambor será conduzida as caçambas de armazenamento por uma rosca sem fim que deverá possuir as seguintes características: $Q = 2,3\text{m}^3/\text{h}$, comprimento mínimo de 4,5m e ângulo de instalação de 30° , com rotação de 31rpm, motor de 3,0KW, 220/380V, 60Hz.

A torta de lodo será inicialmente encaminhada para o aterro sanitário definido pela CESAN, até que seja definida uma alternativa de reúso e reaproveitamento do mesmo.

4.5 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

4.5.1 INÍCIO DE OPERAÇÃO DA ETA

Para se iniciar a operação da ETA:

- Medir a turbidez da água bruta;
- Verificar se houve modificação significativa na turbidez da água bruta com relação àquela do final de operação do dia anterior;
- Se não houver mudança significativa iniciar a operação da ETA com as mesmas dosagens de coagulantes do dia anterior e imediatamente proceder a um teste de jarros determinando as dosagens corretas;
- Caso tenha havido modificação significativa na turbidez da água bruta, proceder a um teste de jarros para determinação das novas dosagens antes de iniciar a operação da ETA;
- Inicialmente utilizar as dosagens de cloro gasoso e se necessário de cal do dia anterior e imediatamente proceder aos ensaios para determinação das novas dosagens.

4.5.2 PARALISAÇÃO DA ETA

Em caso de paralisação da ETA:

- Desligar as bombas de recalque de água bruta;
- Fechar completamente as saídas dos dosadores de sulfato de alumínio e cal hidratada;
- Fechar completamente o dispositivo de regulação da vazão do clorador e a válvula de saída do cilindro de cloro;
- Fechar completamente a saída dos dosadores de ácido fluorsilícico.

4.5.3 MANUTENÇÃO DIÁRIA DA ETA

Na superfície do floculador e do decantador aparecem espumas amarronzadas ou esbranquiçadas que devem ser retiradas por meio de peneiras de nylon e depositadas no lixo. Se as espumas surgirem em grande quantidade, é sinal de que os coagulantes estão sendo aplicados em quantidade maior que a necessária.

4.5.4 VAZÃO AFLUENTE À ETA

A vazão afluente à ETA será aferida através de medidores eletromagnéticos de inserção que serão implantados em cada linha de alimentação das estações de tratamento da água. As medições deverão ser transmitidas através de sinais para o painel de instrumentação localizado na sala de controle com indicação das vazões instantâneas.

A partir do conhecimento da vazão afluente as estações 40,0 L/s na ETA existente e 50,0 L/s na ETA pré-fabricada proceder-se-á a operação das unidades de tratamento tendo como referência as características da água bruta (cor, pH, temperatura, turbidez, oxigênio consumido, alcalinidade) e os testes de jarros.

Com a realização do teste dos jarros obtém-se uma faixa de pH onde, com a menor dosagem de coagulantes se obtém a melhor floculação. O ponto médio da faixa de pH é denominado pH ótimo, e a água de mistura deverá ter pH igual ou próximo deste.

Com base na dosagem definida no teste dos jarros (*jar test*), procede-se ao preparo, dosagem e aplicação de cal hidratada e sulfato de alumínio, cuja sequência operacional é apresentada no item 4.6.

4.5.5 FLOCULADORES

a) Controle

Os floculadores não dispõem de recursos para que sejam alterados os gradientes de velocidade introduzidos na água em tratamento. Assim sendo, o ensaio de jarros deve ser feito utilizando os tempos de detenção e os gradientes de velocidade explicitados nas características técnicas da unidade, para que seus resultados sejam representativos.

Para verificar se o sistema está operando corretamente deve-se verificar se a característica da água floculada está compatível com o resultado do ensaio de jarros.

O operador periodicamente deve observar se toda a massa líquida está em movimento dentro das câmaras. A presença de zonas mortas possibilita a deposição de flocos, que são facilmente fermentáveis, propiciando a proliferação de microrganismos e sais solúveis que podem ocasionar gosto e odor ao efluente da ETA. Ao ser detectada a existência de zonas mortas nas câmaras dos floculadores, deve-se a princípio diminuir o intervalo de tempo entre as limpezas e informar tal incidência ao coordenador que procurará sanar o problema com o remanejamento das chicanas.

b) Limpeza

O floculador é a unidade da ETA que apresenta maior grau de “sujeira aparente”, devido à reação dos produtos químicos adicionados à água.

O aspecto da água superficial comumente se apresenta com espumas amarronzadas ou esbranquiçadas, que devem ser removidas com peneiras de nylon, especialmente construídas para esse fim. Após serem recolhidas, as espumas deverão ser condicionadas em latas de lixo para posterior remoção. Ao lavar os floculadores, proceder da seguinte forma:

- Programar as limpezas para o horário em que normalmente a ETA estaria parada, ou com os reservatórios cheios, de modo a não prejudicar o abastecimento; neste caso, interromper a adução de água bruta;

- Abrir o registro de esgotamento dos flocladores, de modo que a água escoe lentamente;
- Simultaneamente, com mangueira e água sob pressão, aplicar jatos d'água nas paredes, auxiliado por uma vassoura de cabo comprido, de modo a remover o lodo acumulado nas mesmas. Não deixar nunca que as paredes sequem, pois isto dificultará, em muito a limpeza;
- Eventualmente, no caso de grande acúmulo de lodo, esvaziar os flocladores, após haver removido o máximo possível e com auxílio de jato d'água e rodo, retirar o lodo restante;
- Com auxílio de escovões e água, lavar as paredes e fundo dos flocladores. Fechar o esgotamento dos flocladores e iniciar a operação da ETA. No caso da lavagem fora do horário de operação, operar a ETA até que os níveis dos flocladores e decantadores se igualem.

ATENÇÃO: Segurança é fundamental em toda e qualquer operação. A ETA deverá dispor de escada em tamanho adequado, para evitar que a mesma cause acidentes. O lodo do fundo é bastante escorregadio. Cuidados especiais são requeridos na colocação da escada. Durante a limpeza do floclador os operadores são obrigados usar equipamentos de segurança;

4.5.6 DECANTADORES

a) Controle

Deve-se verificar constantemente se existe arraste de flocos para a canaleta de saída do decantador. Tal ocorrência pode ser devida a existência de curtos circuitos ou aumento da camada de lodo. A distinção de uma destas ocorrências se faz pela inspeção mais apurada na água ascendente. Se houver incidência de pequenas bolhas é porque a camada de lodo está muito alta. Neste caso deve-se proceder a uma descarga no decantador. No primeiro caso deve-se solicitar o nivelamento das canaletas de saída.

Deve-se observar a existência de grandes placas de lodo. Tal ocorrência indica camada espessa de lodo com fermentação de lodo inferior. Para correção desta deficiência, deve-se proceder à lavagem do decantador e das canaletas.

b) Limpeza

Tal como acontece nos flocladores, nos decantadores pode haver ocorrência de espuma. Também aí, deverão ser removidas com peneiras de tela de nylon e jogadas na lata de lixo. Para a perfeita lavagem dos decantadores, seguir as instruções abaixo:

- Fechar as comportas de entrada do decantador;
- Abrir o esgoto (descarga), e à medida que o nível da água for abaixando, aplicar fortes jatos d'água, para remover o lodo que se encontra nas paredes e módulos tubulares.
- Periodicamente deve-se proceder a descida ao fundo do decantador com a retirada dos módulos de decantação e com rodo e jatos de água remover o lodo em excesso não descarregado;
- Fechar o esgoto (descarga);
- Com o esgoto (descarga) fechado, encher o decantador com água já decantada, pelo extravasamento do outro decantador. Para isso deve ser fechada a admissão de água nos filtros. Se necessário, dividir a vazão entre os filtros e o decantador;
- Com o decantador cheio, abrir as comportas de entrada de água floclada.

ATENÇÃO:

- O período entre as lavagens dos decantadores e flocladores pode ser determinado pelo desprendimento do lodo do fundo, que ocorre com a fermentação do mesmo que usualmente chamamos de “jacaré”, ou pelo surgimento de bolhas, também causadas pela fermentação. Entretanto quando isto ocorre é porque já está passando da hora de lavar as unidades. Marcar o aparecimento dos “jacarés” ou bolhas e ajustar o tempo para que eles não ocorram;

- A sequência correta é a apresentada, ou seja, lavar os floculadores e depois os decantadores;
- Não há necessidade de lavar, num mesmo dia, os floculadores, e os decantadores, a não ser que haja necessidade;
- Para os sistemas que não são operados 24 horas, programar as lavagens de tal modo que o abastecimento não sofra interrupção, isto é, operar o sistema mais horas antes da lavagem, a fim de encher os reservatórios;
- A limpeza do decantador deverá ser realizada quando a percentagem de remoção de cor ou turbidez for inferior a 90%.

$$\%Rt = \frac{TAB - TAD}{TAB} \times 100\% \quad \%Rc = \frac{CAB - CAD}{CAB} \times 100$$

Sendo:

Rt = Remoção da turbidez em %

RC = Remoção da cor em %

TAB = Turbidez da água bruta em uT

TAD = Turbidez da água decantada em uT

CAB = Cor da água Bruta em mg/L

CAD = Cor da água Decantada em mg/L

Para determinar estes percentuais é fundamental a realização do monitoramento da água decantada identificando a TAD e CAD.

4.5.7 FILTROS

a) Controle

É importante que se acompanhe o desempenho de cada unidade filtrante isoladamente. Se a água filtrada proveniente de um dos filtros apresentar qualidade inadequada, esse filtro deverá ser lavado antes dos demais. Se a evolução das características de sua água filtrada mostrar-se diferente do sistema, deteriorando-se rapidamente, poderá constituir sinal de algum tipo de problema no leito filtrante. Neste caso esse filtro deverá ser estudado minuciosamente.

Os filtros quando sujos não conseguem reter as impurezas que acabem por trespassar a camada de areia e antracito provocando o aumento da turbidez da água. Portanto, sempre que a turbidez da água filtrada for maior que a 1 uT, sabe-se que é hora de lavar o filtro. É essencial que a lavagem de um filtro se processe na hora exata. O filtro lavado antes ou fora do tempo acarreta perturbações que devem ser evitadas.

b) Limpeza

Para proceder à lavagem de um dos filtros do sistema, deve-se agir da forma descrita a seguir:

- Lavar o filtro que está trabalhando há mais tempo sem lavar (pela primeira vez lavar o filtro que estiver filtrando menor quantidade de água, o que pode ser determinado verificando-se a altura da lâmina de água nas câmaras dos vertedores de água filtrada);
- Interromper a entrada de água decantada no filtro;
- O nível da água no interior do filtro baixará até o nível do vertedor de água de filtrada. Neste instante, o fluxo de água inverte-se no filtro que está sendo lavado;
- Abre-se o registro de descarga de água de lavagem e ao mesmo tempo procede-se a limpeza das paredes do filtro com escovão e jatos de água;
- Essa operação deverá continuar até que a água de lavagem tenha sua turbidez bastante reduzida (duração máxima de 10 min), ou seja, deve-se esperar que a água da superfície do filtro fique límpida, livre de flocos;
- Fecha-se então o registro de descarga de água de lavagem do filtro;
- Abre-se o registro de admissão de água decantada no filtro;
- A expansão do leito deve ser tal que atinja o fundo da calha coletora de água de lavagem. Deve-se ter cuidado para não haver perda do material filtrante, o que poderá ocorrer com vazão de lavagem muito alta;
- Deve ser observada a existência de bolas de lodo no leito filtrante que são oriundas de material floculento, algas e microrganismos que atingem o filtro e se aglutinam devido a incorreta dosagem do coagulante, má floculação e decantação. As bolas de lodo podem ir se afundando nas camadas filtrantes

atingindo o pedregulho, formando uma massa homogênea que obstruem os fluxos de água;

- Deve ser observada também se existe colmatção do leito filtrante. A colmatção do leito filtrante é caracterizada por fendas entre o leito e a parede do filtro, provocadas pela redução do volume do material filtrante quando o mesmo está aglomerado por materiais gelatinosos (algas, hidróxido de alumínio e micro organismos) ou desnivelamento da camada suporte. Pelas fendas a água passará preferencialmente, causando efeitos nocivos ao efluente e ao processo de lavagem dos filtros. Ao ser detectada a ocorrência da colmatção do leito filtrante, torna-se necessário determinar o estado (nivelamento) da camada suporte e limpeza mais apurada com recomposição das demais camadas filtrantes.

4.5.8 TANQUE DE CONTATO

a) Controle

A água filtrada receberá na entrada do tanque de contato existente e saída dos filtros da ETA pré-fabricada a aplicação de cloro gasoso e ácido fluorsilícico. A água tratada deverá ser analisada para que se verifique o residual de cloro e o PH da água tratada. Após a análise se o pH não se encontrar entre 6,8 e 7,2 é necessário a aplicação de cal para correção do pH da água filtrada.

b) Limpeza.

O tanque deve ser lavado em intervalos máximos de 6 meses, seguindo o seguinte procedimento:

- Paralisar o abastecimento do tanque;
- Abrir o registro de descarga, e esperar que o nível da água fique com 30 ou 40 cm de água;
- Descer ao fundo do tanque com cuidado, pois ele poderá estar muito escorregadio. Usar botas de borracha;
- Remover todo o lodo do fundo para o esgoto;

- Lavar o fundo e as paredes jogando água e esfregando;
- Enxaguar o tanque e puxar toda a sujeira carregada pela água para a descarga;
- Pintar as paredes e o fundo com a solução de cloro previamente preparada. Usar máscara e sair periodicamente para respirar, não permanecendo todo o tempo exposto a emissão de cloro;
- Esperar 30 minutos para completa desinfecção;
- Aplicar jatos de água nas paredes e fundo do tanque, para retirar o excesso de cloro;
- Fechar o registro de descarga e colocar o sistema em funcionamento normal.

ATENÇÃO: A solução de cloro para desinfecção do tanque de contato deverá conter 100 mg/l de cloro disponível, ou seja, para cada litro de água acrescentar 1 ml de solução de cloro.

4.6 OPERAÇÃO DA CASA DE QUÍMICA

4.6.1 SULFATO DE ALUMÍNIO

a) Armazenamento

Fornecido em forma líquida deve ser estocado em tanques de resina poliéster localizados fora da casa de química.

b) Manipulação

Para o manuseio exige-se o uso de luvas, botas e máscaras próprias, evitando queimaduras e irritações provocadas pelo contato desse produto com a pele.

c) Preparo

- Verificar se o tanque de preparo está limpo;
- Verificar se os registros de saída e descarga estão fechados;
- Acionar a bomba de recalque do sulfato de alumínio até atingir um volume para atendimento de 1 dia de operação;
- Acionamento do misturador rápido de eixo vertical;
- Antes que um tanque se esvazie por completo, transfere-se a operação para o segundo tanque.

d) Limpeza dos tanques de preparo

- Procede-se então a limpeza do tanque que estava em operação abrindo o registro de esgotamento;
- Limpeza das paredes e fundo do tanque com escovão e jatos de água para remoção de todos os resíduos;
- Fechar o registro de esgotamento para preparar novamente o tanque;
- A limpeza deverá ocorrer mensalmente.

4.6.2 CAL HIDRATADA

a) Armazenamento

Apresenta-se em forma de pó seco. Pode provocar irritações na pele e nas mucosas se não for manipulado convenientemente. Este problema é agravado pelo fato de ser um material muito fino que apresenta grande quantidade de poeira ao ser movimentado.

O armazenamento corresponde ao consumo mensal e deve ser feito em local pré-determinado em projeto, evitando que a poeira da cal se espelhe. Deverá ser estocado em pilhas, de altura não superior a 1,50m, sobre estrados, evitando contato com o piso, que acarretaria transferência de umidade para o material.

b) Manipulação

Fornecida em sacas de 20Kg, exige que no manuseio sejam usadas luvas, botas e máscaras próprias para evitar queimaduras e irritações pelo contato deste produto com a pele.

c) Preparo

- Verificar se o tanque de preparo está limpo;
- Verificar se os registros de saída e descarga estão fechados;
- Abrir o registro de admissão de água e em seguida despejar 3,5 sacas de cal hidratada no tanque (para o preparo da solução para 1 dia);
- Em seguida deve-se elevar o nível da solução até no máximo 30 cm da borda do tanque, fechando em seguida o registro de admissão de água no tanque.
- Para homogeneizar a solução de cal hidratada deve-se agitá-la através de misturador lento continuamente;
- Em seguida a solução já pode ser encaminhada ao dosador de caneca onde continua a ser promovida uma agitação da solução;
- Quando o tanque que alimenta o dosador de sulfato de alumínio estiver pela metade, prepara-se solução no outro tanque;
- Antes que o tanque usado para a alimentação do dosador se esvazie por completo, transfere-se a operação para o segundo tanque.

d) Limpeza dos tanques de preparo

- Procede-se então a limpeza do tanque que estava em operação abrindo o registro de esgotamento;
- Limpeza das paredes e fundo do tanque com escovão e jatos de água para remoção de todos os resíduos.
- Fechar o registro de esgotamento para preparar novamente o tanque;
- A limpeza deverá ocorrer mensalmente.

4.6.3 CLORO GASOSO

a) Armazenamento

O depósito de cloro tem capacidade para estocar o consumo mensal, além de abrigar balança para pesagem. Assim que o cilindro que estiver em operação esvaziar ele será substituído pelo cheio. O fato deve ser comunicado à equipe responsável pelo suprimento da ETA que deverá promover a compra de outro cilindro cheio imediatamente.

b) Manipulação

Deverá ser feita somente por pessoal treinado e com o equipamento de segurança adequado. É recomendado que sejam ministrados cursos específicos de formação e testes simulados na própria ETA. O processo de manuseio exige muito cuidado e atenção.

Antes de entrar na sala de estocagem de cilindros de cloro, certifique-se que a sala esteja adequadamente ventilada, mantendo o exaustor em operação.

c) Preparo

- Logo após a colocação do cilindro na balança, retira-se o capacete de proteção da válvula, utilizando-se para isto um alicate de pressão. A retirada do capacete é feita girando a cabeça do parafuso fixado para a esquerda até a canopla ficar frouxa;

- Verificar se a válvula esfera do manifold está totalmente fechada;
- Abrir a válvula de cilindro, com o frasco contendo amônia, borrifa-se as junções para detectar possíveis vazamentos. A combinação de amônia com cloro produz fumaça branca e densa, bem visível;
- Na incidência de fumaça branca, deve-se fechar a válvula do cilindro e verificar se o vazamento foi por falta de aperto na junção;
- Em seguida volta a se abrir a válvula do cilindro e testa-se com amônia se o vazamento acabou. Caso contrário, fechar novamente a válvula do cilindro e reiniciar a junção deste ao manifold;
- Não havendo mais vazamentos, nas junções, deve-se abrir a válvula esfera do manifold correspondente aos cilindros que entrarão em operação. Os outros cilindros ficarão como reserva;
- O manômetro instalado na linha medirá a pressão no manifold;
- Para segurança foi instalado na sala dos cloradores um detector de cloro no ar.

Para efeito de operação dos equipamentos, o pessoal deverá proceder da forma indicada nos manuais específicos fornecidos pelo fabricante.

Quando a retirada de cloro dos cilindros é elevada, há uma tendência de água que se condensa na superfície do cilindro a se congelar, formando uma capa que impede a transferência de calor do meio ambiente ao cloro líquido, reduzindo gradativamente a vazão produzida. Caso isto ocorra, o responsável pela operação, auxiliado por um ventilador, fará circular o ar em torno do cilindro, aumentando a descarga de cloro. Não se recomenda de forma alguma, banho de água quente ou aplicação direta de calor, que poderão danificar o cilindro.

4.6.4 ÁCIDO FLUORSILÍCICO

a) Armazenamento

Fornecido em forma líquida deve ser estocado em tanques de resina poliéster localizadas fora da casa de química.

b) Manipulação

Para o manuseio exige-se o uso de luvas, botas e máscaras próprias, evitando irritações provocadas pelo contato desse produto com a pele.

c) Preparo

- Verificar se o tanque de preparo está limpo;
- Verificar se os registros de saída e descarga estão fechados;
- Acionar a bomba de recalque do ácido fluorsilícico até atingir um volume necessário para 1 dia de consumo;
- Acionamento do misturador rápido de eixo vertical;
- Antes que um tanque se esvazie por completo, transfere-se a operação para o segundo tanque.

d) Limpeza dos tanques de preparo

- Procede-se então a limpeza do tanque que estava em operação abrindo o registro de esgotamento;
- Limpeza das paredes e fundo do tanque com escovão e jatos de água para remoção de todos os resíduos;
- Fechar o registro de esgotamento para preparar novamente o tanque;
- A limpeza deverá ocorrer mensalmente.

4.7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS - ETAR

É fundamental para esta operação o conhecimento prévio das unidades geradoras de resíduos com vazão de descarga, tempo e frequência da descarga e caracterização física, química e microbiológica.

4.7.1 ADENSADOR

a) Controle

Os adensadores tem como proposta regularizar a vazão de descarga afluente e promover o adensamento por gravidade dos sólidos presentes no líquido, com o auxílio de um equipamento de mistura e condicionamento químico.

O controle operacional dessa unidade deve ser realizado com o monitoramento do afluente, do clarificado e do lodo tendo como base as características:

- **Afluente:** vazão e ensaio de sedimentação aferindo velocidade de sedimentação e tempo de adensamento;
- **Clarificado:** turbidez, pH, cor, série de sólidos. Os demais parâmetros devem ser analisados e comparados com a qualidade da água bruta buscando o seu reuso ou com padrões de lançamento caso o mesmo seja descartado. A característica do clarificado pode ser influenciada pela frequência de descarte do lodo adensado.
- **Lodo:** série de sólidos. Lodo com concentração de sólidos <5% indica operação inadequada do adensador devendo ser ajustado o tempo de adensamento e/ou a velocidade de adensamento, ou inadequada frequência de descarte do lodo concentrado.

b) Limpeza

Pode ser verificada a ocorrência de espuma, devendo a mesma ser removidas com peneiras de tela de nylon e jogadas na lata de lixo. A manutenção dos equipamentos deverá ser realizada em de acordo com o manual do equipamento e a limpeza do tanque deverá ocorrer em casos de necessidade de manutenção na estrutura do mesmo com do equipamento existente.

Para a perfeita lavagem dos adensadores, seguir as instruções abaixo:

- Não proceder a limpeza ou manutenção de nenhuma unidade da ETA evitando a condução de resíduos para o adensador;
- Esgotar com bomba de lodo o máximo de lodo presente no adensador sem comprometimento do funcionamento do adensador;
- Durante o esgotamento do lodo, aplicar fortes jatos d'água, para remover o lodo que se encontra nas paredes;
- Abrir a descarga de fundo para esgotamento total do mesmo. Este procedimento caso necessário deve ter anuência do órgão ambiental com a informação de que é eventual e necessário para ajustes operacionais da ETAR;
- Fechar o esgoto;
- Com o esgoto fechado, o sistema poderá receber os resíduos da ETA de forma regular.

4.7.2 CONDICIONAMENTO QUÍMICO COM POLIELETRÓLITO

Para definição da dosagem de polímero a ser aplicada em cada etapa da ETAR é fundamental a realização de ensaios de jarros, com caracterização do sobrenadante.

a) Armazenamento

Fornecido em forma líquida deve ser estocado em bombonas localizadas sobre estrados na sala de desaguamento de lodo.

b) Manipulação

Para o manuseio exige-se o uso de luvas, botas e máscaras próprias, evitando irritações provocadas pelo contato desse produto com a pele.

c) Preparo

- Verificar se o tanque de preparo está limpo;
- Verificar se os registros de saída e descarga estão fechados;
- Abrir o registro de admissão de água sobre o tanque e despejar o polieletrólito no tanque para preparo da solução para 1 dia;
- Em seguida deve-se elevar o nível da solução até no máximo 40 cm da borda do tanque, fechando em seguida o registro de admissão de água no tanque;
- Para homogeneizar a solução de polímero no tanque deve-se agitá-la através de misturador rápido por aproximadamente 2 horas;
- Em seguida a solução já pode ser encaminhada ao dosador de nível constante e acionada a bomba de dosagem;
- Quando o tanque que alimenta o dosador de polieletrólito estiver pela metade, prepara-se solução no outro tanque;
- Antes que o tanque usado para a alimentação do dosador se esvazie por completo, transfere-se a operação para o segundo tanque.

d) Limpeza dos tanques de preparo

- Procede-se então a limpeza do tanque que estava em operação abrindo o registro de esgotamento;
- Limpeza das paredes e fundo do tanque com escovão e jatos de água para remoção de todos os resíduos;
- Fechar o registro de esgotamento para preparar novamente o tanque;
- A limpeza deverá ocorrer mensalmente.

4.7.3 DESAGUAMENTO

a) Controle

A operação da unidade de desaguamento deverá seguir as diretrizes dos fabricantes da centrífuga e da bomba de transferência do lodo

O controle operacional dessa unidade deve ser realizado com o monitoramento do lodo afluyente e da torta produzida com base às seguintes características:

- **Lodo Afluyente:** vazão afluyente e concentração de sólidos;
- **Torta de lodo:** concentração de sólidos < 20% pode inviabilizar o transporte para aterro ou outros usos.

4.8 MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

A realização de análises físico-químicas, durante as várias etapas do tratamento, possibilita o acompanhamento da eficiência do mesmo e determina a necessidade, ou não, da implementação de medidas preventivas e/ou corretivas.

A portaria 2914/2011 deve ser atendida na íntegra tendo como base os parâmetros e frequência de monitoramento recomendados.

Para controle operacional da ETA é fundamental o monitoramento rotineiro da vazão afluente e da qualidade da água bruta, decantada, filtrada e tratada com os parâmetros mínimos:

- Água bruta: Turbidez, cor e pH;
- Água decantada: Turbidez, cor, pH;
- Água filtrada: Turbidez, cor, pH;
- Água tratada: Turbidez, cor, pH, cloro residual e flúor.

É fundamental o registro destas informações bem como da dosagem e consumo dos produtos químicos.

4.8.1 CONTROLE DE TURBIDEZ

a) Importância

A turbidez é decorrente de sólidos suspensos finamente divididos ou em estado coloidal e de organismos microscópicos. Pode ser determinada através do turbidímetro.

A determinação da turbidez é de fundamental importância para o desenvolvimento de todas as operações e controles posteriores:

- *Turbidez da água bruta* - Determinar as dosagens de sulfato de alumínio e cal hidratada através do ensaio de jarros;
- *Turbidez da água decantada* – Se a eficiência de remoção for menor que 90% proceder à limpeza dos decantadores;
- *Turbidez da água filtrada* - Se maior que 0,5 UNT proceder à lavagem dos filtros rápidos;
- *Turbidez da água tratada* - Se menor que 0,5 UNT o tratamento é eficiente. Se maior que 0,5 UNT avaliar o processo de floculação, decantação e filtração. Este valor não deve ser superior a 1,0UNT.

b) Processo de determinação

Medida em equipamento de bancada denominado turbidímetro, que utiliza o método nefelométrico. Este equipamento é dotado com uma fonte de luz que incide na amostra, e um detector fotoelétrico capaz de medir a luz que é dispersa em um ângulo de 90° em relação a luz incidente.

Antes da determinação da turbidez da amostra, a escala apropriada deverá ser escolhida e calibrada. Para esta calibração, são utilizadas suspensões-padrão de formazina (contém sulfato de hidrazina e hexametilenotetramina) ou de sílica.

A operação deve seguir a determinação do fabricante do equipamento.

c) Frequência de análises

O operador deverá determinar a turbidez (da água bruta, água decantada, da água filtrada e tratada) de 2 em 2 horas, registrando os resultados obtidos no livro de ocorrências.

Nunca desligar o turbidímetro, pois este aparelho necessita de um pré-aquecimento de no mínimo 12 horas.

4.8.2 CONTROLE DE COR

a) Importância

A cor é decorrente de substância coloridas em solução, na grande maioria dos casos, de natureza orgânica. A cor verdadeira da água é devida a materiais em solução enquanto que a cor aparente é devido a materiais em solução enquanto que a cor aparente é devido a materiais finamente dispersos na água (solução) é matéria em suspensão.

Lagos e represas frequentemente apresentam água coloridas devido a material orgânico, ferro, manganês.

A cor constitui uma característica de ordem estética, o seu acentuado teor pode causar repugnância ao consumidor com consequente rejeição.

b) Processo de determinação

Medido através de comparação visual empregando solução padrão de cor e fonte de luz.

O procedimento analítico deve seguir a sequência operacional:

- Encher uma cubeta com água destilada e colocar o mergulhador, não permitindo a formação de bolhas de ar e introduzi-lo ao lado esquerdo do aparelho;
- Colocar a amostra de água na outra cubeta, colocar o mergulhador sem deixar bolha de ar e adaptá-la do lado direito do aparelho;
- Com a lâmpada ligada, olhar no visor a uma distância de 25 cm aproximadamente;
- Girar o disco até coincidência de intensidade de cor.

Quando da análise quando houver:

- Coincidência de cor: a cor é lida diretamente em mg Pt/L;
- Cor compreendida entre duas cores: a cor lida pela média aritmética em mg/Pt/L;

- Cor mais intensa que a de maior leitura do disco: faz-se a diluição em partes iguais (amostra + água destilada) e proceda-se nova determinação cujo resultado é multiplicado por 2 (dois).

c) Frequência de análises

O operador deverá determinar a cor (da água bruta, da água decantada e da água tratada) de 2 em 2 horas, registrando os resultados obtidos no livro de ocorrências.

4.8.3 DETERMINAÇÃO DO PH

a) Importância

O controle do pH é de grande importância no tratamento da água.

O sulfato de alumínio empregado no tratamento reage com os álcalis presentes na água, produzindo hidróxidos gelatinosos que envolvem e absorvem impurezas, e íons que atraem e neutralizam os colóides. É importante, portanto, que a água apresente álcalis em quantidade suficiente para as reações necessárias. Pode se assegurar esta alcalinidade através da aplicação de dosagem correta de cal.

Também o pH da água tratada deverá ser controlado para que permaneça em torno de 7. Valores menores podem indicar corrosividade (a água atacará peças metálicas existentes na linha de abastecimento) e valores elevados podem indicar possibilidade de efeitos fisiológicos (desordens digestivas), assentamento de crosta nas tubulações, ou dificuldade na desinfecção (o poder bactericida do cloro decresce à medida que o pH aumenta). O pH da água tratada determina então a necessidade ou não de aplicação de cal de correção.

b) Processo de determinação

O pH pode ser determinado pelos seguintes métodos:

- Método eletrométrico (eletrodo de pH ou pH-metro);
- Método comparativo utilizando-se o papel indicador universal de pH;
- “Kits” utilizados em piscinas (indicadores colorimétricos em solução líquida).

O método usualmente empregado em estações de tratamento de água é o eletrométrico, por ser o mais preciso.

Os pH-metros devem ser calibrados com “soluções tampão”, antes da sua utilização, apresentando uma variação de 55 a 59 mV/unidade de pH, em ambas as faixas de calibração. O bulbo do eletrodo deve ser sempre bem conservado, mantido imerso em solução de cloreto de potássio. A imersão em água destilada provoca diluição da solução interna, não sendo procedimento recomendado.

A operação do equipamento deve seguir as recomendações do fabricante.

c) Frequência de análises

O operador deverá determinar o pH (da água bruta e da água tratada) de 2 em 2 horas, registrando os resultados obtidos no livro de ocorrências.

4.8.4 CONTROLE DO CLORO RESIDUAL

a) Importância

Quando se aplica o cloro gasoso à água, este reage com os microrganismos sendo consumido em um determinado espaço de tempo. A quantidade de cloro absorvida por essas reações representa a demanda de cloro pela água.

É necessário então, que se determine a dosagem para aplicação do produto, de maneira que se obtenha após o intervalo de contato, um pequeno residual de cloro livre, disponível para novas reações.

Este residual é importante, pois destrói pequenas concentrações de microrganismos que porventura venham a penetrar no sistema, evitando assim a contaminação da água na linha de abastecimento.

O cloro residual deverá estar compreendido nas seguintes faixas:

- 0,2 a 0,5 mg/l : faixa ideal
- 0,5 a 1,0 mg/l : faixa aceitável

b) Processo de determinação

Na maior parte das aplicações práticas, o cloro residual é determinado através de processos colorimétricos de comparação visual. O método de comparação visual atualmente mais empregado é o do DPD, que reage com o cloro formando complexo de coloração roxa.

O cloro pode ser determinado também através de titulação com tiosulfato de sódio (titulação de óxido-redução: iodometria): adiciona-se iodeto de potássio ao meio, que também deve ser acidificado com ácido acético, e o indicador é o amido (viragem de azul para incolor).

c) Frequência de análises

O operador deverá determinar o cloro residual na água tratada de 2 em 2 horas, registrando os resultados obtidos no livro de ocorrências.

4.8.5 CONTROLE DO FLÚOR

a) Importância

O fluoreto é adicionado às águas de abastecimento público para conferir-lhes proteção à cárie dentária. Por outro lado, acima de certas dosagens o fluoreto provoca a fluorose dentária, ou seja, o mosqueamento do esmalte dos dentes.

Nesse sentido, a fluoretação das águas deve ser executada sob um controle rigoroso, utilizando-se bons equipamentos de dosagem e implantando-se programas efetivos de controle de residual de fluoreto na rede de abastecimento de água, o que nem sempre tem acontecido.

A Organização Mundial de Saúde considera 1,5 mg/L o valor máximo permissível. A rigor, o consumo de água varia com a temperatura do local, devendo ser recomendadas as dosagens de fluoreto, conforme apresentado no Quadro 33 a seguir.

Quadro 33 – Dosagens recomendadas de fluoreto.

Temperatura média da máxima diária (°C)	Limites recomendados de fluoreto (ppm)		
	Inferior	Ótimo	Superior
10 - 12,1	0,9	1,2	1,7
12,2 - 14,6	0,8	1,1	1,5
14,7 - 17,7	0,8	1,0	1,3
17,8 - 21,4	0,7	0,9	1,2
21,5 - 26,3	0,7	0,8	1,0
26,4 - 32,5	0,6	0,7	0,8

Para o Brasil, que apresenta temperaturas elevadas, a dosagem recomendada é de 0,7 ppm.

b) Processo de determinação

Para a determinação de fluoreto, podem ser utilizados métodos colorimétricos. Existe o método de comparação visual empregando-se a alizarina, que forma um complexo amarelo na presença de fluoreto. Pode-se também recorrer ao método do reagente SPADNS que, na presença de fluoreto, forma um complexo avermelhado que pode ser determinado por espectrofotometria. Existe ainda o método eletrométrico com eletrodo de íon seletivo para a determinação direta de fluoreto.

c) Frequência de análises

O operador deverá determinar o flúor na água tratada de 2 em 2 horas, registrando os resultados obtidos no livro de ocorrências.

4.8.6 ANÁLISES FÍSICO, QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA

Além do controle operacional descrito nos itens anteriores, alguns outros parâmetros de qualidade da água deverão ser periodicamente controlados com objetivo de assegurar sua potabilidade.

Os limites de alguns produtos presentes na água devem obedecer aos limites determinados na Portaria N^o2914/2011 do Ministério da Saúde - Normas e Padrão da Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano. As análises com objetivo de quantificar a presença destes produtos deverão ser feitas em laboratórios especializados com a frequência determinada pela Portaria 2914/2011 ou no mínimo a cada 30 dias.

Após um período de funcionamento da ETA caso a qualidade da água bruta não sofra variações significativas esta frequência poderá ser reduzida desde que acordado com o órgão de vigilância.

As instruções para execução das coletas e para conservação da água, principalmente no caso das análises bacteriológicas, serão fornecidas pelo laboratório que executará as análises, que também fornecerá os recipientes adequados. Essas recomendações são constantes do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” APHA/AWWA.

4.8.7 ENSAIO DE JARROS

a) Importância

O ensaio de jarros é realizado para se conhecer a quantidade de reagentes a ser aplicada na água, para que se obtenha uma floculação ideal e se estabeleça o pH ótimo de floculação, para a água a ser tratada.

Diversas modificações vêm sendo propostas para a rotina de realização deste ensaio. A rotina apresentada a seguir, entretanto, fornece resultados bastante aceitáveis, e pode ser utilizada com segurança para o fim a que se destina. Com o tempo, o operador poderá introduzir as modificações e os aprimoramentos que se mostrarem possíveis e/ou necessários.

b) Aparelhagem e reagentes empregados

- **APARELHAGEM**

Turbidímetro

“Jartest” completo

Conjunto para determinação de pH

Proveta de 1.000ml de capacidade - 02 unidades

Pipetas graduadas de 20 ml de capacidade - 04 unidades

Pipeta volumétrica de 100 ml de capacidade - 01 unidade

Bastão de vidro - 02 unidades

Cronômetro - 01 unidade

- **REAGENTES**

Solução de sulfato de alumínio (do tanque de solução)

Solução de cal (do tanque de solução)

Indicador Azul de Bromotimol

c) Processo de Determinação

- Determinar em uma amostra de água a ser tratada os seguintes parâmetros: pH e Turbidez;
- Enumerar os frascos do aparelho “Jar Test” (por exemplo: de 1 a 6), enchê-los com água em estudo, após agitá-la, até a marca recomendada pelo fabricante do equipamento;
- Consultar o Quadro 34 para se orientar quanto à dosagem de sulfato de alumínio (dosagem máxima) a ser aplicada, de acordo com a turbidez da água.

OBS.: Para valores que não constam do Quadro 34, proceder do seguinte modo:

- Como valor mínimo da dosagem de solução de sulfato, adotar o mínimo indicado para um valor de turbidez imediatamente abaixo, que conste no Quadro 34;
- Como valor máximo da dosagem de solução de sulfato, adotar o máximo indicado para um valor de turbidez imediatamente acima que conste no Quadro 34;

- Exemplo: Para uma turbidez de 130 mg/l, a dosagem mínima de solução de sulfato será 16 ml e a máxima de 37 ml.

Quadro 34 – Dosagens recomendadas de sulfato de alumínio.

Turbidez (UNT)	Dosagem de sulfato de alumínio em mg/litro		
	Mínima	Máxima	Média
10	5	17	10
15	8	20	14
20	11	22	17
40	13	25	19
60	14	28	21
80	15	30	22
100	16	32	24
150	18	37	27
200	19	42	30
300	21	51	36
400	22	62	39
500	23	70	42

Em função da dosagem máxima de solução de sulfato escolhida no Quadro 34, de acordo com a turbidez, adicionar, com uma pipeta graduada, aos recipientes do “Jar Test” dosagens crescentes de água de cal, conforme sugere o Quadro 35, a seguir, e ligar o aparelho na rotação máxima.

Quadro 35 – Dosagem recomendada de leite de cal em função da dosagem máxima de sulfato.

Dosagem máxima de Sulfato (mg/l)	Dosagem de leite de cal (ml) em cada recipiente					
	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
25	2	3	4	5	6	7
30	3	4	5	6	7	8
35	4	5	6	7	8	9
40	5	6	7	8	9	10
50	7	8	9	10	11	12
60	9	10	11	12	13	14

- Com outra pipeta, adicionar agora a dosagem máxima de solução de sulfato selecionada. Após a adição do sulfato no último béquer, manter a agitação máxima por 30 segundos;
- Diminuir a rotação de forma a compatibilizar o gradiente de velocidade e tempo de detenção em cada jarro, com valores que ocorrerão nos flocculadores da ETA;

- Cessar a agitação. Deixar em repouso e anotar o tempo de decantação em cada béquer, observar a qualidade do floco (tamanho da cabeça de um alfinete);
- Após 30 minutos do término da agitação, observar o decantado e/ou aspecto da água (transparência);
- Retirar, cuidadosamente, com a pipeta limpa, 100 ml do conteúdo sobrenadante do béquer de melhor resultado aparente e efetuar as determinações do pH e Turbidez;
- O pH ótimo de floculação será considerado o do béquer que apresentar a menor turbidez.

OBS.: Caso o melhor resultado obtido seja no béquer 1 ou 6, repetir o ensaio, tomando este resultado como termo médio, isto é, colocando dosagens de cal acima e abaixo da dosagem colocada neste béquer.

A determinação da dosagem mínima de sulfato de alumínio é feita seguindo o procedimento abaixo:

- Repetir o ensaio, marcando para cada béquer dosagens de sulfato de alumínio crescentes do mínimo ao máximo indicado no Quadro 34.

Exemplo: Turbidez	40 mg/l
Dosagem mínima:	13 ml (Quadro 34)
Dosagem máxima:	25 ml (Quadro 34)
Diferença:	12 ml

Para a interpolação basta dividir esta diferença por 5 e acrescentar o quociente obtido à dosagem do jarro anterior, assim:

$$\frac{\text{Diferença}}{5} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ ml}$$

Deve-se, portanto colocar as seguintes dosagens:

Jarro 1 : 13 ml (mínimo do Quadro 34)

Jarro 2 : 13 + 2,4 = 15,4 ml = 15 ml

Jarro 3 : 15,4 + 2,4 = 17,8 ml = 18 ml

Jarro 4 : 17,8 + 2,4 = 20,2 ml = 20 ml

Jarro 5 : $20,2 + 2,4 = 22,6 \text{ ml} = 23 \text{ ml}$

Jarro 6 : $22,6 + 2,4 = 25 \text{ ml}$ (máximo do Quadro 34)

- De posse das dosagens de sulfato que serão aplicadas em cada jarro, calculamos quais devem ser as dosagens de cal para que o pH em todos os jarros seja o mesmo e posteriormente, depois de decantada a água, igual ao pH de floculação. Tais dosagens podem ser calculadas mediante simples “regra de três”, a partir das dosagens aplicadas no jarro que apresentar o melhor resultado na primeira fase do teste (determinação do pH ótimo de floculação);
- Sabendo as dosagens de cal e sulfato que serão aplicadas em cada jarro, repetir o ensaio seguindo o mesmo roteiro apresentado para a determinação do pH ótimo de floculação;
- As dosagens de cal e sulfato aplicadas ao béquer, cuja amostra apresentar melhor floculação e menor turbidez final, são denominadas dosagens ótimas e serão as que deverão ser utilizadas na operação da ETA.

d) Frequência da determinação

Deverá ser executado todos os dias antes de dar início a operação da ETA e durante o dia sempre que a turbidez da água bruta sofrer alteração.

4.9 CUIDADOS ESPECIAIS

4.9.1 COMO PROCEDER NO CASO DE FALTA DE ÁGUA BRUTA

No caso de não chegar água bruta na ETA deve-se;

- Interromper a aplicação de todos os produtos químicos;
- Desligar as bombas de recalque para os reservatórios, bombas de amostragem, de processo e dosadoras.

No caso de falta de energia elétrica, não há forma de manter a aplicação de cloro e ácido fluorsilícico, pois as bombas paralisarão.

Neste caso proceder a paralisação do tratamento. No retorno do fornecimento de energia elétrica proceder à colocação da ETA em operação.

4.9.2 ACIDENTES COM PESSOAS

Alguns tipos de acidentes como os causados por reagentes químicos foram abordados nos itens específicos a cada produto. Entretanto, existe a possibilidade da ocorrência de outros tipos de acidentes, apesar das precauções que devem ser tomadas habitualmente (uso de luvas, botas, máscaras, macacões, etc.) com o intuito de prevenir, devendo ser tomadas as seguintes medidas na ETA:

- Dispor de uma caixa para primeiros socorros contendo todos os medicamentos e meios necessários para atender ao acidentado, em função dos tipos de atividades desenvolvidas na ETA;
- Indicar em diversos locais da ETA, de forma bem visível, o(s) número(s) de telefone do(s) Pronto Socorro(s) mais próximo(s).

Todavia, cada funcionário deve lembrar que os primeiros socorros são de grande importância, mas evitar que os acidentes ocorram é ainda mais importante.

4.9.3 ACIDENTES COM EQUIPAMENTOS

Conforme o equipamento é possível que a sua parada venha a prejudicar grandemente a continuidade da produção de água potável.

Portanto, é necessário que as paradas por acidentes deste tipo sejam as mais curtas possíveis.

Recomenda-se que os operadores da ETA chamem prontamente o socorro das áreas de manutenção da CESAN.

4.9.4 ACIDENTES COM O SISTEMA DE CLORAÇÃO

a) Detecção de Vazamentos

O operador, ao perceber a existência de cloro na atmosfera, através do já referido analisador, não deve fazer uso de água; a solução de água e cloro é extremamente corrosiva e certamente atacará as paredes do cilindro aumentando o vazamento.

O responsável pela Estação de Tratamento deverá ser imediatamente avisado para que possa dar entrada no quadro de manutenção.

b) Controle de Vazamentos

Os vazamentos de cloro líquido são mais perigosos do que vazamentos de gás cloro, devido à alta expansibilidade em volume do cloro líquido se convertendo em gás (1: 457). Proceder-se-á da seguinte forma:

- Se um cilindro de cloro estiver vazando cloro líquido, o cilindro deve ser girado para posicionar o vazamento na parte de cima do cilindro, convertendo o

vazamento em perda de gás ao invés de líquido. Aplicar ao cilindro o “Kit” de reparos de emergência que deve ser fornecido pelo fabricante;

- Vazamentos no corpo das válvulas normalmente podem ser solucionados apertando-se a porca de vedação da válvula. Se o vazamento de uma válvula do cilindro de cloro não puder ser solucionado, a válvula deve ser fechada e um cap ou plug deve ser colocado na saída;
- Vazamentos nas tubulações, ou em equipamentos, são controlados pelo fechamento imediato das válvulas dos cilindros de cloro. Deve aliviar-se a pressão da linha, removendo o cloro através do uso de injetores. Caso seja necessário o uso de solda para complementar os reparos, primeiramente limpar o sistema utilizando ar anidro, nitrogênio gasoso ou dióxido de carbono;
- Ocasionalmente, as válvulas dos cilindros de cloro apresentam defeitos quando as roscas estão espanadas. Normalmente o defeito é detectado enquanto são abertas, após feita a conexão com as tubulações do “manifold”. Nesta condição, deve manter-se o cilindro conectado até que o conteúdo do mesmo se esgote. Então, dever-se-á removê-lo, colocando um cap ou plug na válvula, imediatamente. Caso o cilindro não tenha sido conectado à tubulação do “manifold”, colocar um plug ou cap na válvula e remover da área. Assinalar o cilindro e avisar o fornecedor;
- Entrar em contato com o fabricante ou fornecedor para que seja dada assistência em qualquer problema que não possa ser controlado por métodos convencionais.

c) Emergências

Para o caso de alguma emergência causada pelo desenvolvimento de um vazamento de sérias proporções em um cilindro de cloro, que não possa ser controlado pelos métodos previamente descritos, recomenda-se seguir os seguintes procedimentos:

- Evacuar todo o pessoal da área.
- Se possível, isolar os ambientes com atmosfera de cloro. Desligar o exaustor. tomar todas as medidas cabíveis para evitar que o gás se espalhe.
- Avisar o responsável pela estação e informá-lo da natureza do problema.

- Informar as autoridades (polícia e departamento de bombeiros) caso exista alguma possibilidade de perigo para a população próxima.
- Entrar em contato com o fabricante ou com o fornecedor para alguma assistência que eles possam oferecer.
- NÃO ENTRAR NA ÁREA a menos que haja 2 ou mais pessoas presentes com equipamentos e roupas de proteção completas; essas pessoas devem ser treinadas no controle de vazamento de cloro;
- O PESSOAL DESIGNADO PARA TRABALHAR NO CONTROLE DE VAZAMENTOS DEVE UTILIZAR TANQUE E MÁSCARAS PARA RESPIRAÇÃO;
- NUNCA JOGUE ÁGUA OU SOLUÇÃO ALCALINA SOBRE O CILINDRO DE CLORO;
- Os “Kits” para reparo dos cilindros de cloro devem estar disponíveis em pontos estratégicos. Estes conjuntos possuem ferramentas e partes necessárias para controlar vários vazamentos. O pessoal de operação deve ser treinado no uso dos “Kits” de emergência;
- Anotar todas as informações referentes a uma emergência no quadro de manutenção diária do operador.

d) Segurança Operacional

A segurança da estação depende, em grande parte, que os operadores saibam como fazer os serviços corretamente. Circunstâncias de emergência frequentemente não permitem que se tenha tempo para ler o manual. Portanto, para a segurança dos trabalhadores da ETA, é essencial que os operadores tornem-se plenamente familiarizados com certos procedimentos básicos de segurança, antes que as emergências aconteçam. Manutenção adequada de equipamentos - seguindo os procedimentos de operação dos fabricantes e adequadas técnicas de trabalho são os primeiros passos para minimizar acidentes e danos nos equipamentos.

5 REFERÊNCIAS

5.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.211: 1992. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Abr. 1992;
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.214: 1992. Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Abr. 1992;
3. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.215: 1991. Projeto de adutora de água para abastecimento público. Dez. 1991;
4. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.216: 1992. Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Abr. 1992;
5. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.217: 1994. Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Jul. 1994;
6. AWWA - American Water Works Association, Water Quality e Treatment – A Handbook of Community Water Supplies, Fifth Edition, McGraw-Hill, USA, 1999.
7. BRASIL. Lei Federal nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; 1997;
8. CESAN/ETEP - Companhia Espírito Santense de Saneamento. Plano operacional da superintendência de engenharia na elaboração de estudos e projetos – Sistema de abastecimento de água – Projeto básico – Anchieta / Iri / Ubu. Município: Anchieta – Nov/1997 – B – 7800-00-0-MD-001.
9. DI BERNARDO, L. DANTAS, A. Métodos e Técnicas de tratamento de água. 2ª edição. São Carlos: Editora RiMa, 2005;
10. DI BERNARDO, L. DANTAS, A. VOLTAN, P. Métodos e Técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: Editora LDiBe, 2012;

11. GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geo-espaciais do Estado do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em <http://www.geobases.es.gov.br/portal/>, Acesso em abril de 2014;
12. GRANDIN, S. R. – Desidratação de lodos produzidos nas Estações de Tratamento de Água. São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1992;
13. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Governo Federal do Brasil. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Acesso em maio de 2014;
14. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Governo Federal do Brasil. Programa Estatcart referente ao Censo 2010, 2010;
15. IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves. Governo do Estado do Espírito Santo. Perfil “ES” – Dados Gerais, Ago. 2012. Disponível em <http://www.ijsn.es.gov.br>, Acesso em março de 2014;
16. INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em <http://www.incaper.es.gov.br>. Acesso em março de 2014;
17. LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 1ª edição. Campinas: Editora Átomo, 2005;
18. METCALF & EDDY, Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal. USA: McGraw Hill, inc., 1972;
19. NETTO, Azevedo; FERNANDEZ, Miguel; ARAÚJO, Roberto de; ITO, Acácio Eiji; Manual de Hidráulica, 8ª Edição. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 1998;
20. NETTO, José M. de Azevedo; Tratamento de Água – Volumes 1 e 2; 2ª Edição. São Paulo: CETESB, 1979;
21. REALI. M. A. P. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Rio de Janeiro: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, ABES, 1999

22. RICHTER, C. A. Tratamento de Água. Tecnologia Atualizada. 1ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1991;
23. SANKS, Robert L. Water Treatment Plant Design for the practicing engineer, Michigan, USA: Ann Arbor Science; 1978;
24. SILVESTRE, Paschoal; Hidráulica Geral, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1979;

ANEXOS

ANEXO 1 - ESTUDO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO DA AAB



Robson Sarmento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

1 - APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o estudo para o transiente hidráulico para sistema de recalque de água bruta na adutora Anchieta-Iriri.

O estudo foi realizado com base no método das características.

Os dados da adutora, perfil, reservatório, estação de bombeamento e do booster requeridos para a modelagem, foram fornecidos pela Aquaconsult.

A adutora Anchieta – Iriri tem o diâmetro de 0,3m em ferro dúctil K7, numa extensão de 10.258,691m.

2 - DADOS BÁSICOS UTILIZADOS

Todas as informações hidráulicas e topográficas requeridas para a modelagem foram fornecidos pela Aquaconsult, incluindo as informações dos sistemas de recalque, ou sejam:



Robson Sarmento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

PARTE 1 - Trecho por recalque da EEAB

DESNÍVEL GEOMÉTRICO

Cota do vertedor na captação =	11.385	m
Cota do eixo da bomba =	10.158	m
Cota mais elevada no recalque =	67.985	m
Pressão admitida à jusante =	5.00	m
Desnível geométrico =	61.60	m

PERDAS DE CARGA

Comprimento da adutora =	3700	m
Perda de carga distribuída =	17.159	m
Perda de carga localizada =	2.551	m

PONTO DE TRABALHO

Vazão total =	90.000	l/s
Altura manométrica =	81.310	mca

CONJUNTO MOTOBOMBA

IMBIL - BEW 100/3 (R261.4) ou similar

Quantidade =	2+1	
Vazão por bomba =	45.0	l/s
Hman =	84.0	mca
Potência do motor =	100.0	cv
Rendimento =	74.0	%
Pólos =	4	pólos
Frequência =	60.0	hz
Rotação =	1750.0	rpm
Diâmetro do rotor =	261.4	mm



Robson Sarmento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

PARTE 3 - Trecho por recalque do Booster

DESNÍVEL GEOMÉTRICO

Cota do terreno no booster =	53.247	m
Pressão de sucção no booster =	10.00	m
Cota do eixo da bomba =	53.800	m
Cota mais elevada no recalque =	89.753	m
Pressão admitida à jusante =	5.00	m
Desnível geométrico =	31.51	m

PERDAS DE CARGA

Comprimento da adutora =	2370	m
Perda de carga distribuída =	10.991	m
Perda de carga localizada =	1.116	m

PONTO DE TRABALHO

Vazão total =	90.000	l/s
Altura manométrica =	43.613	mca

CONJUNTO MOTOBOMBA

IMBIL - BEW 125/1 (R297.9)

Quantidade =	2+1	
Vazão por bomba =	45.0	l/s
Hman =	44.0	mca
Potência do motor =	50.0	cv
Rendimento =	72.0	%
Pólos =	4	pólos
Frequência =	60.0	hz
Rotação =	1750.0	rpm
Diâmetro do rotor =	297.9	mm

3 - MODELAGEM

A modelagem do transiente hidráulico se fundamenta nas equações:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{fQ|Q|}{2DA} = 0$$



Robson Sarmento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

onde:

Q - vazão [m^3/s]

A - área do escoamento ou do conduto [m^2]

f - fator de resistência ao escoamento

D - diâmetro do conduto [m]

g - aceleração da gravidade ($9.8 \text{ m}^2/\text{s}$)

a - celeridade da onda elástica [m/s]

t - tempo [s]

x - distância (m)

A metodologia para a solução das equações é o método das características com a ajuda de sistema computacional.

Na modelagem do transiente hidráulico foi considerado o cenário: parada brusca dos sistemas de recalque operando em regime permanente com a vazão de 0,090 l/s.

4 - RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados nos gráficos na sequência.

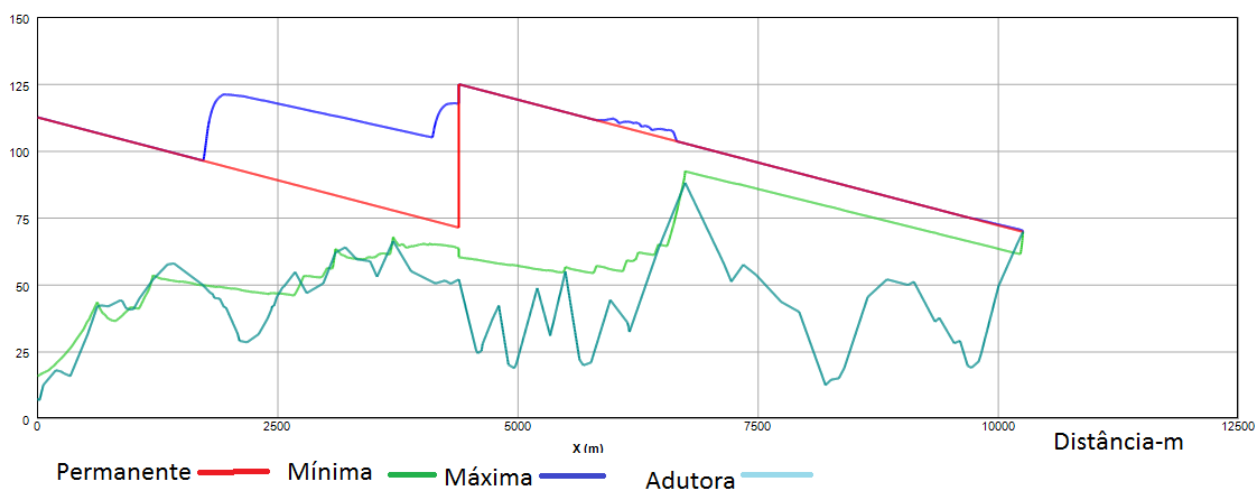


Robson Sarmento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

1 - Linha Piezométrica após 60 segundos da parada das bombas.

Energia -m

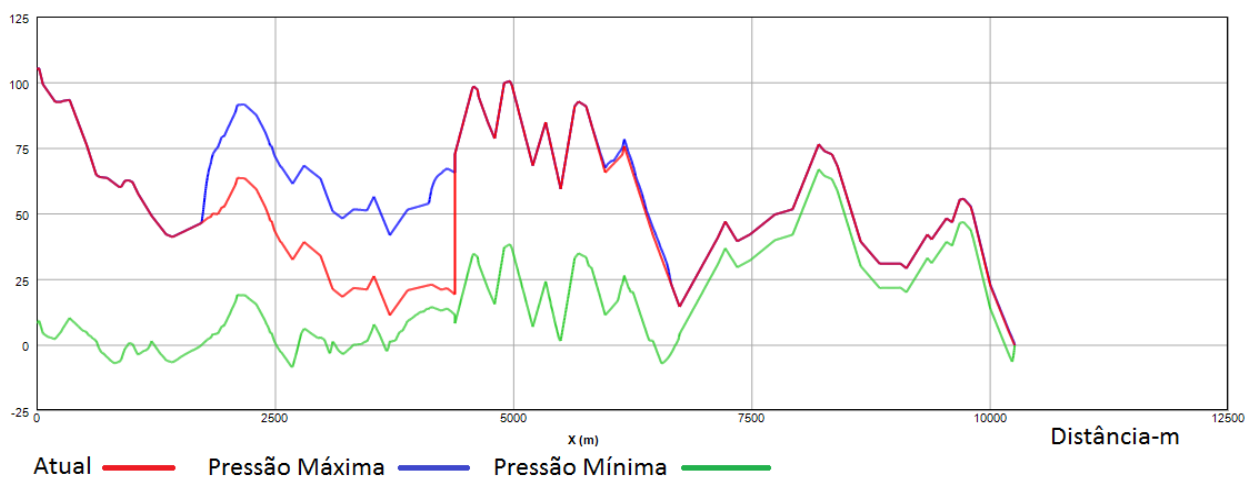


Mínima= 15,951m

Máxima= 125,092m

2 - Pressão máxima e mínima na adutora.

Pressão -m



Pressão máxima= 105.724m

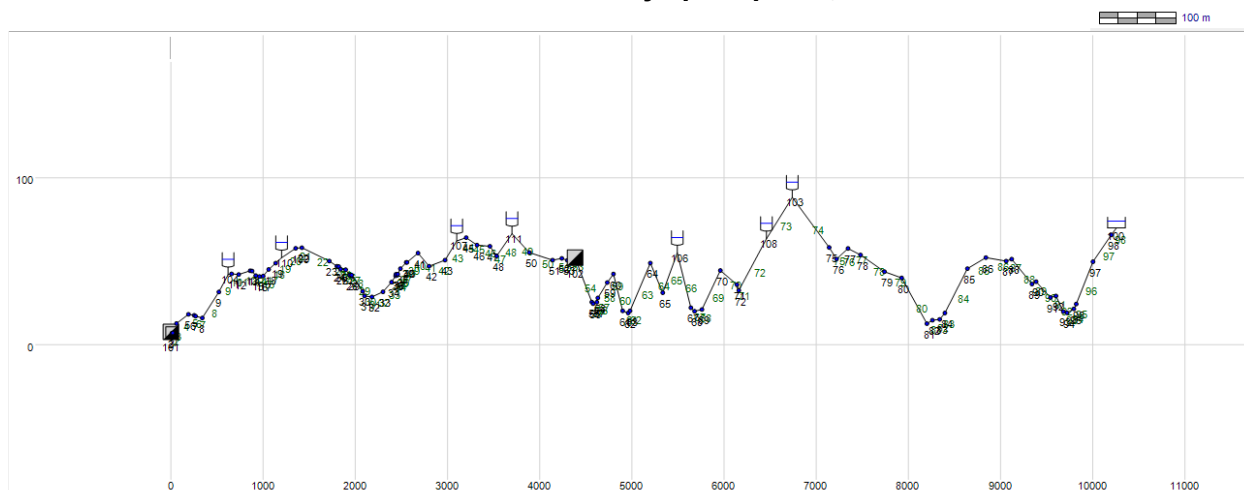
Pressão Mínima= -8,263



Robson Sarmiento

Cons. Est. Pr.Eng. EIRELI ME

3 - Perfil da adutora com os "One Way" para proteção contra transiente.



5 - CONCLUSÃO

Em função dos resultados apresentados pela modelagem do transiente hidráulico na adutora de água bruta Anchieta - Iriri, é concluído que:

1 - Pressões máxima e mínima na adutora:

Pressão máxima = 105.724mca

Pressão Mínima = -8,263mca

2 - A instalação de 07 (sete) One Way, a saber:

One-Way	Estaca	Volume (m³)	Diâmetro (m)	GI da adutora (m)	Nível d'água (m)
1	32+0,00	4,0	1,50	41,993	46,423
2	61+0,00	4,0	1,50	52,086	56,512
3	156+0,00	4,0	1,50	62,145	66,571
4	185+18,54	4,0	1,50	66,185	71,150
5	276+1,25	4,0	1,50	54,766	59,966
6	324+3,540	4,0	1,50	62,923	97,623
7	337+18,54	10,0	2,00	87,953	93,953

ANEXO 2 - LISTA DE DOCUMENTOS E DESENHOS - PROJETO HIDRÁULICO – EMERGENCIAL – FASE 1
SAA ANCHIETA / SEDE - 078 - AS 007 - CONTRATO 0275/2013

ITEM	NÚMERO CESAN	NÚM. AQUACONSULT	INSTALAÇÃO	TÍTULO 1	TÍTULO 2
1	B-078-000-00-5-MD-0001	099.HS.3.AG.001	GERAL - ÁGUA - 00	VOLUME II - PROJETO HIDRÁULICO	MEMORIAL DESCRITIVO - TOMO A -EMERGENCIAL IRIRI E ANCHIETA - EEAT, AAT e RESERVATÓRIO
2	B-078-000-00-5-RT-0001	099.HS.3.AG.002	GERAL - ÁGUA - 00	VOLUME II - PROJETO HIDRÁULICO	SÍNTESE DO PROJETO - RELATÓRIO TÉCNICO -TOMO D - EMERGENCIAL
3	B-078-000-60-5-XX-0003	099.HS.5.AG.001	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - 60	EEAT IRIRI - ANCHIETA	EMERGENCIAL - EEAT - PLANTA BAIXA E PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
4	B-078-000-60-5-XX-0004	099.HS.5.AG.002	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - 60	EEAT IRIRI - ANCHIETA	EMERGENCIAL - EEAT -CORTES AA, BB E DETALHE DA INTERLIGAÇÃO
5	B-078-000-50-5-XX-0001	099.HS.5.AG.003	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - PLANTA E PERFIL - PARTE 1 DE 5
6	B-078-000-50-5-XX-0002	099.HS.5.AG.004	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - PLANTA E PERFIL - PARTE 2 DE 5
7	B-078-000-50-5-XX-0003	099.HS.5.AG.005	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - PLANTA E PERFIL - PARTE 3 DE 5
8	B-078-000-50-5-XX-0004	099.HS.5.AG.006	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - PLANTA E PERFIL - PARTE 4 DE 5
9	B-078-000-50-5-XX-0005	099.HS.5.AG.007	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - PLANTA E PERFIL - PARTE 5 DE 5, E LISTA DE MATERIAL
10	B-078-000-50-5-XX-0007	099.HS.5.AG.011	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - DETALHES DE VENTOSA E DESCARGA
11	B-078-000-50-5-XX-0006	099.HS.5.AG.008	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FF	EMERGENCIAL - TRAVESSIA AAT DN350FF SOB A PONTE - PLANTA BAIXA, CORTES E DETALHES
12	B-078-000-70-5-XX-0011	099.HS.5.AG.009	RESERVATÓRIO - 70	RESERVATÓRIO APOIADO 2x250m3	CHEGADA DA ATT DN350 FF - PLANTA BAIXA E SITUAÇÃO
13	B-078-000-70-5-XX-0012	099.HS.5.AG.010	RESERVATÓRIO - 70	RESERVATÓRIO APOIADO 2x250m3	CHEGADA DA ATT DN350 FF NO RESERVATÓRIO - CORTES E LISTA DE MATERIAL
14	B-078-000-50-5-OR-0001	099.HS.7.ED.001	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	VOLUME III	TOMO A-AAT-MEM. CÁLCULO, COMPOSIÇÕES CUSTOS E PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS
15	B-078-000-50-5-OR-0002	099.HS.7.ED.002	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - 50	VOLUME III	TOMO B-AAT-TRAVESSIAS-MEM. CÁLCULO, COMP. CUSTO E PLAN. ORÇAMENTÁRIAS
16	B-078-000-60-5-OR-0001	099.HS.7.ED.003	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - 60	VOLUME III	TOMO C-EEAT-MEM. CÁLCULO, COMP. CUSTOS E PLAN. ORÇAMENT.
17	B-078-000-70-5-OR-0001	099.HS.7.ED.004	RESERVATÓRIO - 70	VOLUME III	TOMO D-RESERVATÓRIO-MEM. CÁLCULO, COMP. CUSTOS E PLAN. ORÇAMENT.

ANEXO 3 - LISTA DE DOCUMENTOS E DESENHOS - PROJETO HIDRÁULICO – COMPLETO – FASE 2
SAA ANCHIETA / SEDE / IRIRI - 078 - AS 007 - CONTRATO 0275/2013

ITEM	NÚMERO CESAN	NÚM. AQUACONSULT	TÍTULO 1	TÍTULO 2
1	B-078-001-00-5-MD-0001	099.HS.3.AG.002	VOLUME IV - CAPTAÇÃO, EEAB, AAB, ETA, EEAT, AAT E RESERVATÓRIO - PROJETO HIDRÁULICO	TOMO A - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO, ESTUDOS DE TRANSIENTES E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
2	B-078-001-00-5-RT-0001	099.HS.3.AG.003	VOLUME IV - CAPTAÇÃO, EEAB, AAB, ETA, EEAT, AAT E RESERVATÓRIO - PROJETO HIDRÁULICO	TOMO E-RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
3	B-078-001-00-5-XX-0001	099.HS.5.AG.011	CAPTAÇÃO, EEAB, AAB, ETA, EEAT, AAT E RESERVATÓRIO - PROJETO HIDRÁULICO	MAPA GERAL DO SISTEMA PROJETADO
4	B-078-001-10-5-XX-0001	099.HS.5.AG.012	CAPTAÇÃO / BARRAGEM	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E PLANTA BAIXA
5	B-078-001-10-5-XX-0002	099.HS.5.AG.013	CAPTAÇÃO / BARRAGEM	CORTES E DETALHES
6	B-078-001-20-2-XX-0001	099.HS.5.AG.014	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL	PLANTA BAIXA-SITUAÇÃO ATUAL E PROJETADA, CORTE E PLANTA DE SITUAÇÃO
7	B-078-001-20-5-XX-0001	099.HS.5.AG.015	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL	PLANTA BAIXA, CORTES, DETALHES E LISTA DE MATERIAL
8	B-078-001-20-5-XX-0002	099.HS.5.AG.016	BOOSTER DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL	URBANIZAÇÃO, PLANTA BAIXA, E SITUAÇÃO
9	B-078-001-20-5-XX-0003	099.HS.5.AG.017	BOOSTER DE ÁGUA BRUTA - EEAB PONGAL	CORTES, DETALHES E LISTA DE MATERIAL
10	B-078-001-30-5-XX-0001	099.HS.5.AG.018	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 1 DE 9 - EST. 0+0,00 A 61+0,00
11	B-078-001-30-5-XX-0002	099.HS.5.AG.019	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 2 DE 9 - EST. 61+0,00 A 120+12,84
12	B-078-001-30-5-XX-0003	099.HS.5.AG.020	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 3 DE 9 - EST. 120+12,84 A 187+3,54
13	B-078-001-30-5-XX-0004	099.HS.5.AG.021	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 4 DE 9 - EST. 187+3,54 A 244+3,54
14	B-078-001-30-5-XX-0005	099.HS.5.AG.022	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 5 DE 9 - EST. 244+3,54 A 302+13,08
15	B-078-001-30-5-XX-0006	099.HS.5.AG.023	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 6 DE 9 - EST. 302+13,08 A 360+3,54
16	B-078-001-30-5-XX-0007	099.HS.5.AG.024	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 7 DE 9 - EST. 360+3,54 A 421+5,47
17	B-078-001-30-5-XX-0008	099.HS.5.AG.025	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL - PARTE 8 DE 9 - EST. 421+5,47 A 481+14,62
18	B-078-001-30-5-XX-0009	099.HS.5.AG.026	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	PLANTA BAIXA E PERFIL-PARTE 9 DE 9-EST. 481+14,62 A 516+11,31 E L.M.
19	B-078-001-30-5-XX-0010	099.HS.5.AG.027	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	DETALHES - CAIXA DE VENTOSA E DESCARGA E LISTA DE MATERIAL

ITEM	NÚMERO CESAN	NÚM. AQUACONSULT	TÍTULO 1	TÍTULO 2
20	B-078-001-30-5-XX-0011	099.HS.5.AG.028	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TRAVESSIA AAB SOB ES-060 - PLANTA, CORTES E DETALHES
21	B-078-001-30-5-XX-0012	099.HS.5.AG.029	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 1 A 6 - URBANIZAÇÃO E SITUAÇÃO
22	B-078-001-30-5-XX-0013	099.HS.5.AG.030	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 1 A 6 - PLANTA BAIXA, CORTE BB' E DETALHES
23	B-078-001-30-5-XX-0014	099.HS.5.AG.031	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 1 A 6-CORTES AA' E CC', DETALHES E LISTA DE MATERIAL
24	B-078-001-30-5-XX-0015	099.HS.5.AG.032	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 7 - URBANIZAÇÃO E SITUAÇÃO, PLANTA BAIXA E CORTE BB'
25	B-078-001-30-5-XX-0016	099.HS.5.AG.033	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 7 - CORTES AA' E CC' E LISTA DE MATERIAL
26	B-078-001-30-5-XX-0017	099.HS.5.AG.034	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB DN300 FºFº	TANQUE ONE-WAY 7 - DETALHES
27	B-078-001-40-2-XX-0012	099.HS.5.AG.043	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-MELH.-PASSARELA, G CORPO, CORRIM. E ESC.-PL. BAIXA
28	B-078-001-40-2-XX-0013	099.HS.5.AG.044	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-MELH.-PASSAR.,G CORPO, CORRIM. E ESC.-CORT. E DET.
29	B-078-001-40-2-XX-0014	099.HS.5.AG.047	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-CASA DE QUÍMICA-MELHORIAS- PLANTA BAIXA - REFORMA
30	B-078-001-40-2-XX-0015	099.HS.5.AG.048	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-C. QUÍMICA-MELH.-CORTES AA', BB', CC', DD' E DET.
31	B-078-001-40-2-XX-0016	099.HS.5.AG.049	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-C. QUÍM-MELH.-CORTES EE' E FF' E FACH 1, 2, 3 E 4
32	B-078-001-40-2-XX-0017	099.HS.5.AG.056	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL-S CLORAD./ETAR-CENTRÍF-PL. BAIX, COBERT E CORTES AA' E BB'
33	B-078-001-40-2-XX-0018	099.HS.5.AG.057	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL-S CLORAD./ETAR-CENTRÍF-CORTES CC' E DD', FACHADAS E DET.
34	B-078-001-40-5-XX-0010	099.HS.5.AG.035	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	URBANIZAÇÃO - PLANTA BAIXA E SITUAÇÃO
35	B-078-001-40-5-XX-0011	099.HS.5.AG.036	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	URBANIZAÇÃO - SEÇÕES
36	B-078-001-40-5-XX-0012	099.HS.5.AG.037	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	TUBULAÇÕES EXTERNAS E LISTA DE MATERIAL
37	B-078-001-40-5-XX-0013	099.HS.5.AG.038	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	CAIXA DIVISORA DE VAZÃO - PLANTA, CORTES E DETALHES
38	B-078-001-40-5-XX-0014	099.HS.5.AG.039	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	PERFIL HIDRÁULICO
39	B-078-001-40-5-XX-0015	099.HS.5.AG.040	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-MELHORIAS FLOCULADOR E DECANTADOR-PLANTA BAIXA

ITEM	NÚMERO CESAN	NÚM. AQUACONSULT	TÍTULO 1	TÍTULO 2
40	B-078-001-40-5-XX-0016	099.HS.5.AG.041	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-MELHORIAS FLOCULADOR E DECANTADOR-CORTES E DET.
41	B-078-001-40-5-XX-0017	099.HS.5.AG.042	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-MELHORIAS-FLOCULADOR E DECANTADOR-DET. CHICANAS
42	B-078-001-40-5-XX-0018	099.HS.5.AG.045	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA PROJETADA 50 L/S - PLANTA BAIXA, CORTES E DETALHE
43	B-078-001-40-5-XX-0019	099.HS.5.AG.046	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA PROJETADA 50 L/S- VISTAS A, B E C
44	B-078-001-40-5-XX-0020	099.HS.5.AG.050	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-C QUÍM-SIST. DOS-CAL, SULF E FLÚOR-PL. BAIXA E DET
45	B-078-001-40-5-XX-0021	099.HS.5.AG.051	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST 40 L/S-C QUÍMICA-SIST DOS-CORTES AA', BB', CC', DD' E EE'
46	B-078-001-40-5-XX-0022	099.HS.5.AG.052	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST 40 L/S-C QUÍM-SIST DOS-PLATAF DE ACESSO AOS TANQUES E SUP.
47	B-078-001-40-5-XX-0023	099.HS.5.AG.053	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXISTENTE 40 L/S- CASA DE QUÍMICA-SISTEMA DE DOSAGEM-ISOMÉTRICO
48	B-078-001-40-5-XX-0024	099.HS.5.AG.054	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL - CAMINHAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS
49	B-078-001-40-5-XX-0025	099.HS.5.AG.055	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA AMOSTRAGEM DE ÁGUA FILTRADA E DECANTADA-PL GERAL E CORTES AA' E CC'
50	B-078-001-40-5-XX-0026	099.HS.5.AG.058	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL - SALA DE CLORADORES / ETAR-CENTRÍFUGA - PLANTA BAIXA
51	B-078-001-40-5-XX-0027	099.HS.5.AG.059	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL-SALA CLORADORES / ETAR-CENTRÍFUGA-CORTES AA', BB' E DET.
52	B-078-001-40-5-XX-0028	099.HS.5.AG.060	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA GERAL-S. CLORADORES/ETAR-CENTRÍFUGA-CORTES CC', DD', EE' E DET.
53	B-078-001-40-5-XX-0029	099.HS.5.AG.061	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-C. QUÍM-HIDROSSANITÁRIO-ÁGUA-PL. BAIXA, ISOM E DET
54	B-078-001-40-5-XX-0030	099.HS.5.AG.062	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA EXIST. 40 L/S-C. QUÍM.-HIDROSSANITÁRIO-ESGOTO-PL. BAIXA E DET.

ITEM	NÚMERO CESAN	NÚM. AQUACONSULT	TÍTULO 1	TÍTULO 2
55	B-078-001-40-5-XX-0031	099.HS.5.AG.063	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL - ETAR	ETAR-ADENSADOR,ELEV. CLARIFICADO, ELEV. LODO-V. SUPERIOR E CORTE AA'
56	B-078-001-40-5-XX-0032	099.HS.5.AG.064	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL - ETAR	ETAR-ADENS, ELEV CLARIF, ELEV LODO-PL. BAIXA E CORTES BB', CC' E DD'
57	B-078-001-40-5-XX-0033	099.HS.5.AG.072	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA	ETA AMOSTRAGEM DE ÁGUA FILTRADA E DECANTADA-PL BAIXA, CORTE BB', SUP E LM
58	B-078-001-50-5-XX-0001	099.HS.5.AG.065	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DN350 FOFO - TRECHO POR RECALQUE - INTERLIGAÇÃO EEAT x RESERVATÓRIO	PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL
59	B-078-001-50-5-XX-0002	099.HS.5.AG.066	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT - DN350 FOFO - TRECHO POR GRAVIDADE - RESERVATÓRIO x INTERLIGAÇÃO NA EEAT	PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL
60	B-078-001-50-5-XX-0003	099.HS.5.AG.073	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT - DN350 FOFO - TRECHO POR GRAVIDADE - RESERVATÓRIO x INTERLIGAÇÃO NA EEAT	DET CX MED VAZÃO, CX ESTAÇÃO PITOMÉTRICA E CX. INTERLIGAÇÃO COM SAÍDA DO RESERVATÓRIO PARA IRIRI
61	B-078-001-60-5-XX-0001	099.HS.5.AG.067	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - EEAT - INTERLIGAÇÕES	PLANTA BAIXA, CORTES, DETALHES E LISTA DE MATERIAL
62	B-078-001-70-5-XX-0001	099.HS.5.AG.068	RESERVATÓRIO APOIADO V=2x1000m³	VISTA SUPERIOR E FACHADA
63	B-078-001-70-5-XX-0002	099.HS.5.AG.069	RESERVATÓRIO APOIADO V=2x1000m³	PLANTA BAIXA E CORTE AA'
64	B-078-001-70-5-XX-0003	099.HS.5.AG.070	RESERVATÓRIO APOIADO V=2x1000m³	CORTES BB', CC' E DD', DETALHES-PL. LOCALIZAÇÃO E LISTA MATERIAL
65	B-078-001-70-5-XX-0004	099.HS.5.AG.071	RESERVATÓRIO APOIADO V=2x1000m³	DET. GERAIS-DRENO FUNDO, VISITA, RESPIRO, TRANSM. NÍVEL ULTRASSÔNICO
66	B-078-001-00-0-OR-0001	099.HS.7.AG.005	VOLUME V - CAPTAÇÃO, EEAB, AAB, ETA, EEAT, AAT E RESERVATÓRIO - ORÇAMENTO	ORÇAMENTO - MEMÓRIA DE CÁLCULO, PLANILHAS, COMPOSIÇÕES DE CUSTO, LISTA DE MATERIAIS