Companhia de Água e Esgoto do Ceará

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

Fortaleza - CE

Projeto Básico de Ampliação e Melhorias da Estação Elevatória Praia do Futuro 2 e Linha de Recalque.

VOLUME I - TOMO I
Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e ART

Cagece

FEVEREIRO/2018

EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos
Produto: Projeto Básico De Ampliação e Melhorias da Estação Elevatória Praia do Futuro 2 e Linha de Recalque.

Gerente de Projetos

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Projetos Técnicos

Engº. Celso Lira Ximenes Júnior

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Gerardo Frota Neto

Engenheiros Projetistas

Engª. Larissa Goncalves Maia Caracas

Desenhos

João Maurício e Silva Neto

Paulo Helano Pinheiro Veras

Engenheira Eletricista

Engª. Amanda Rodrigues Rangel

Engº. Marcos Leno Ferreira Pompeu

Desenhos dos Projetos Elétricos

Roberto Pinheiro Sampaio

Edição

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Sibelle Mendes Lima

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

Colaboração

Ana Beatriz Caetano de Oliveira

I - APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste na readequação da Estação Elevatória de Esgoto Praia do Futuro 2 no município de Fortaleza/CE. O projeto é composto por estação elevatória e linha de recalque. No quadro 01, encontra-se o resumo do projeto.

Quadro 01 – Processo motivador do projeto

Processo	Data	Interessado	Assunto
0766.000689/2017-23	01/11/2017	DDO	Projeto de tratamento preliminar da PF-2

Este projeto constitui-se de 3 (três) volumes, com os seguintes elementos:

- **Volume I**
  - **Tomo I – Memorial Descritivo, Memória de Cálculo e ART;**
  - Tomo II – Orçamento.
- Volume II
  - Tomo I – Peças Gráficas;
  - Tomo I – Peças Gráficas;
- Volume III – Projeto Elétrico
  - Tomo I - Automação
  - Tomo II - Elétrico

II - SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 8
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO 11
2.1. Dados gerais 11
2.2. Estação Elevatória de Esgoto Praia do Futuro 2 11
2.3. População e características urbana 12
2.4. Economia 13
2.5. Saneamento 14
2.6. Saúde 15
2.7. Vegetação 16
2.8. Solo 16
2.9. Ocupação e uso do solo 16
2.10. Relevo e geologia 17
2.11. Hidrologia 17
3 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA 19
3.1. Parâmetros de projeto 19
4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS 22
4.1. Estudo de alternativas de diâmetro econômico 22
5 PROJETO PROPOSTO 26
5.1. Descrição geral 26
6 PLANILHAS DE CÁLCULO 30
6.1. Planilha de vazões 30
6.2. Tratamento preliminar 32
6.3. Estação Elevatória e Linha De Recalque 41
6.4. Poço de Sucção 50
6.5. Dimensionamento da linha piezométrica 54
55
6.6. Transiente hidráulico 56
7 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS 63
7.1. Fibra pulturada 63
7.1.1 Processos de fabricação 63
7.1.2 Descrição dos produtos e/ou serviços 63
7.1.3 Resina utilizada 63
7.1.4 Normas relacionadas 63
7.1.5 Impermeabilização polimérica 63
7.2. Válvula ventosa combinada (cinética e automática com duplo orifício) de tríplice função para esgoto 64

7.1.6 Características de Projeto e Operacionais Básicas Mínimas de Referência 64
7.1.7 Materiais de Fabricação do Corpo e Normas Construtivas 64
7.1.8 Disposições Complementares 65
7.3. Comportas 66
7.1.9 Comportas deslizantes 66
7.4. Válvula de retenção para esgoto 66
7.5. Válvula esfera excêntrica 66
7.6. Tanque hidropneumático 67
7.7. Bombas submersíveis 68
7.1.10 Características da bomba 68
7.1.11 Curva da bomba EEE PF2 Projetada 69
7.1.12 Medidor de nível ultrassônico para canais abertos 70
8 ART 72

Resumo do Projeto:
Ficha Técnica

III - FICHA TÉCNICA

Informações do Projeto:

Projeto		
Projeto Básico de Ampliação e Melhorias da Estação Elevatória Praia do Futuro 2 e Linha de Recalque.		
Responsável Técnico (Projeto)		Programa
Larissa Gonçalves Maia Caracas		-
Município	Localidade	Data De Elaboração Do Projeto
Fortaleza	Fortaleza/Bairro Antônio Diogo	Dezembro/2017

Dados da População:

Método de Estimativa Populacional	Taxa de Crescimento	Alcance do Projeto	Ano de Início do Projeto	População Inicial de Projeto	Ano Final de Projeto	População Final de Projeto
-	-	20 anos	2017		2037	77.276

Vazões do Projeto:

Vazão – Início de Projeto (L/s)			Vazão – Final de Projeto (L/s)		
Qmin	Qmed	Qmáx	Qmin	Qmed	Qmáx
68,05	136,11	245	89,6	208,4	351,7

Dados da Estação Elevatória de Esgoto PF2:

Micro-bacia	Vazões (L/s)	Altura Manométrica (mca)	Potência (cv)	Nº de Bombas
E3	1º estágio = 200 L/S 2º ESTÁGIO = 245 L/S	1º estágio = 45,2 2º estágio = 57,9	185 CV (cada)	2A+1R

Linha de Recalque PF2:

Nº da LR	Extensão (m)	Diâmetro (mm)	Material	Ponto de Injetamento
LREEE-PF2	Existente a ser substituída = 2.800 Existente a ser aproveitada = 2.050 Projetada = 6.788	Existente a ser substituída = 500 Existente a ser aproveitada = 500 Projetada = 600	FoFo k7	Caixa de entrada da grade na epc

Considerações Iniciais

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Tendo em vista a ocorrência de extravasamentos no Interceptor Leste (IL), e o alto índice de assoreamento do mesmo, foi solicitado para a GPROJ, a construção de um sistema de tratamento preliminar na Estação Elevatória de Esgoto Praia do Futuro 2 (EEE-PF2), compreendido de gradeamento, caixa de areia e calha Parshall, com medidor ultrassônico de vazão, além do prolongamento de sua linha de recalque até a Estação de Pré-Condionamento de Esgoto (EPC).

Atualmente, a EEE-PF2 recebe contribuição das sub-bacias CE-1 e E3 e lança seu efluente no coletor tronco localizado na Rua Frei Mansueto, que posteriormente é encaminhado para o IL. Este projeto contempla a readequação/melhorias da estação elevatória. Esta readequação/melhoria será compreendida pela desativação do tanque pulmão, a fim de aproveitar a área atual para construção do tratamento preliminar, além da mudança de bombas centrífugas para bombas submersíveis e prolongamento da linha de recalque até a EPC, solicitado pela Unidade de Negócios Metropolitana de Tratamento de Esgoto (UNMTE) na reunião do dia 28/11/2017 registrado na ata n° 64.

Desta forma, todo o efluente proveniente da EEE-PF2 será direcionado diretamente à EPC, através de uma linha de recalque de aproximadamente 11,6 quilômetros. A linha existente, que consta de aproximadamente 4,85 quilômetros será parcialmente aproveitada, pois foi solicitado pela UNMTL em reunião dia 16/01/2018 registrado na ata n° 11, que o trecho compreendido entre a estação elevatória e estaca 140, seja substituído por uma nova tubulação, conservando seu material e diâmetro (500mm em FoFo), sendo executada paralela à existente. Após a construção da nova linha, a tubulação existente, a ser desativada, será totalmente preenchida com concreto não estrutural. Será aproveitado 2,06 quilômetros da linha existente (500mm em DEFoFo), além disso, será necessário o incremento de aproximadamente 6,8 quilômetros (600 mm em FoFo k7).

A linha de recalque projetada (600mm em FoFo k7), será interligada através de uma caixa de manobra na linha de recalque existente. A partir desta caixa de manobra, será possível o lançamento do efluente diretamente na EPC ou até mesmo retornar para o IL (Interceptor Leste). A linha de recalque projetada foi dimensionada para atender uma vazão máxima de 245 L/s (vazão atual), enquanto o tratamento preliminar e estrutura física da elevatória, foram dimensionados para atender a vazão de final de plano (2037) de 351,7 L/s. Caso a vazão de final de plano seja realmente lançada na EEE-PF2, a mesma terá capacidade de

ampliação da linha de recalque. Para este projeto, está sendo considerado a interligação do efluente na caixa de entrada da grade na EPC, conforme acordado com a UN-MTE

Portanto, o presente relatório apresenta as alterações e melhorias na estação elevatória e em sua linha de recalque, tendo em vista a minimização de extravasamentos no IL. As alterações foram desenvolvidas baseadas em dados fornecidos pela UN-MTE, responsável por fornecer a topografia da área. As interferências possíveis no decorrer do caminhamento da linha de recalque, não foram consideradas, já que os mesmos não foram cadastrados na topografia em questão e esta premissa foi levantada em reunião, com isso, deverá ser verificado essas possíveis interferências antes do início da obra, para detalhamento se necessário.

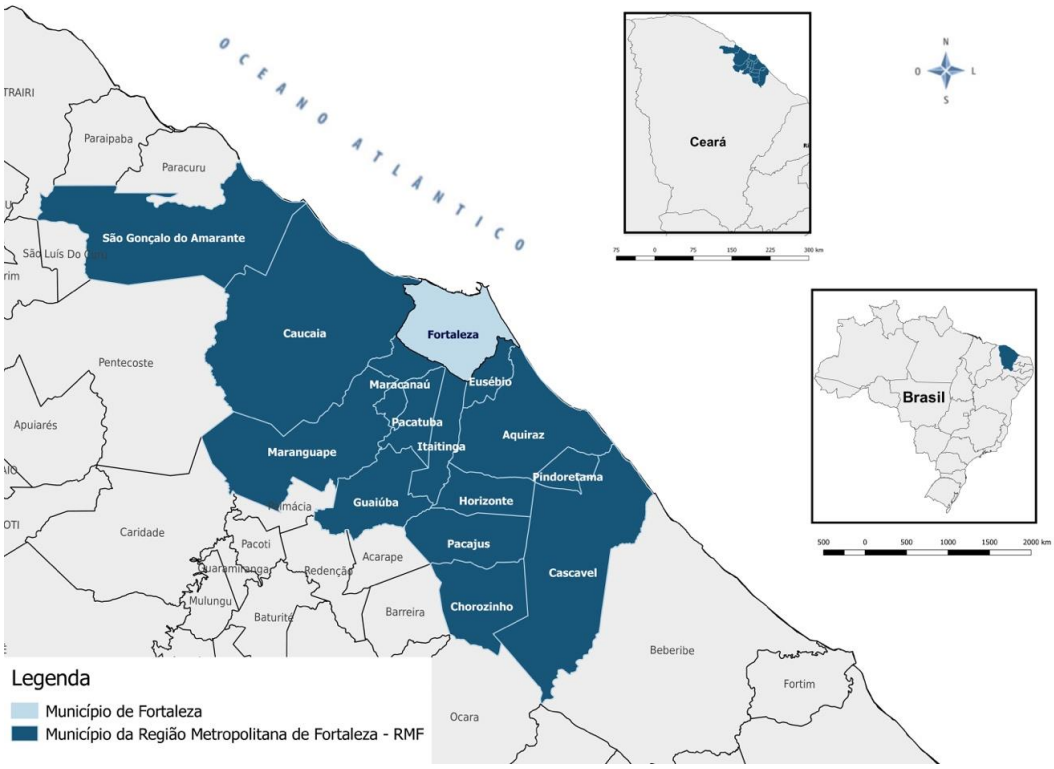
Caracterização da Área de Projeto

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

2.1. Dados gerais

Fortaleza, Capital do Estado do Ceará, localiza-se na região nordeste do Brasil, a 3º31'23" de latitude sul e 38º31'23" de longitude oeste de Greenwich, distando em linha reta 1.685Km da Capital do País. A Figura 2.1 a seguir mostra o mapa de localização da cidade de Fortaleza dentro do contexto da região metropolitana.

Figura 2. 1 - Localização do município de Fortaleza



Fonte: Cagece (2017)

Com uma área de 314,930 km^2, o município limita-se ao norte e leste com o Oceano Atlântico, a oeste com o município de Caucaia e ao sul com os municípios de Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga, Eusébio e Aquiraz, todos integrantes da RMF.

2.2. Estação Elevatória de Esgoto Praia do Futuro 2

A EEE-PF2, ilustrada na figura 2.2, localiza-se no município de Fortaleza, na Avenida Clóvis Arrais Maia, a 3°43'13.86" latitude sul e 38°27'49.67" longitude oeste, compreendendo uma área de aproximadamente 1.633 metros quadrados. Recebe contribuição da Sub-bacia CE-1 e E3 e, atualmente, recalca seu efluente para o Interceptor Leste (IL), por uma linha de recalque com extensão de 4.850 metros. Sua operação é dada por um número de bombas de 2+1, vazão de 494 m3/h, potência de 50 CV e com uma altura manométrica de 16 m.

Figura 2. 2 - EEE-PF2

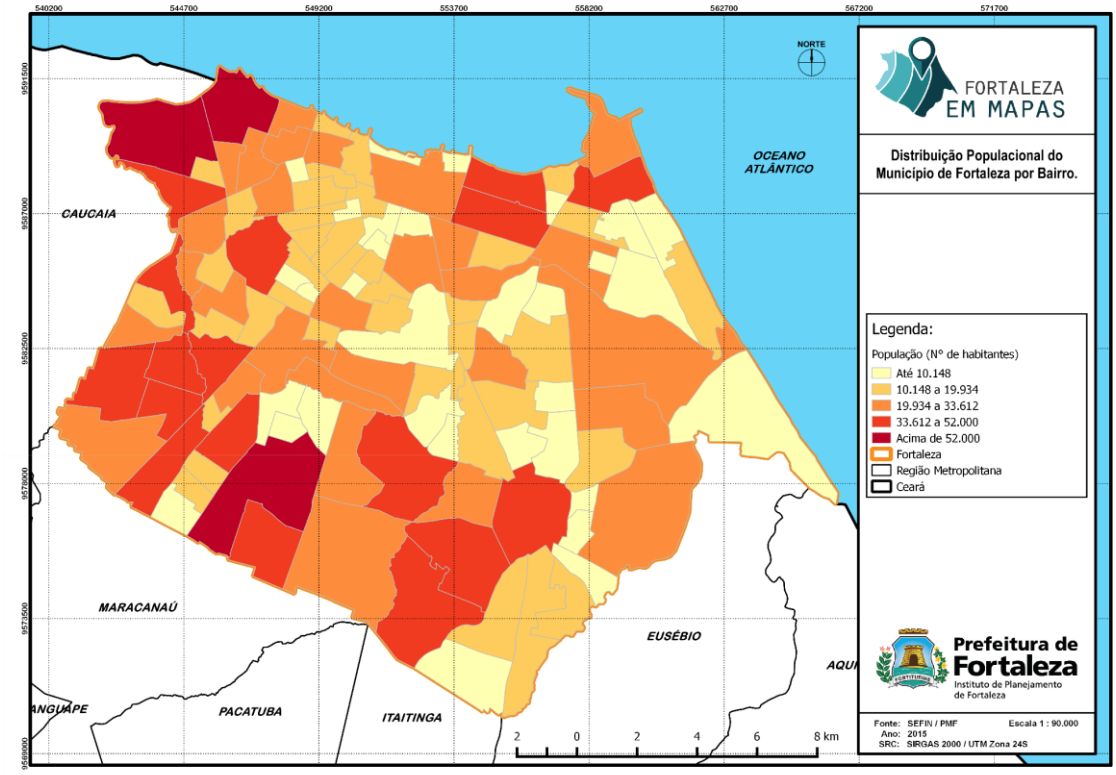
Fonte: Cagece (2017)

2.3. População e características urbana

Segundo o último Censo do IBGE (2010), a população residente no município de Fortaleza era de 2.452.185 habitantes, para o ano de estima-se um crescimento de aproximadamente 7%, havendo 2.627.482 habitantes. A taxa de urbanização do município é de 100%. A

densidade demográfica do município é de 7.786,44 hab/km². A figura 2.4 mostra a distribuição de habitantes no município de Fortaleza por bairros.

Figura 2. 3 - População Fortaleza

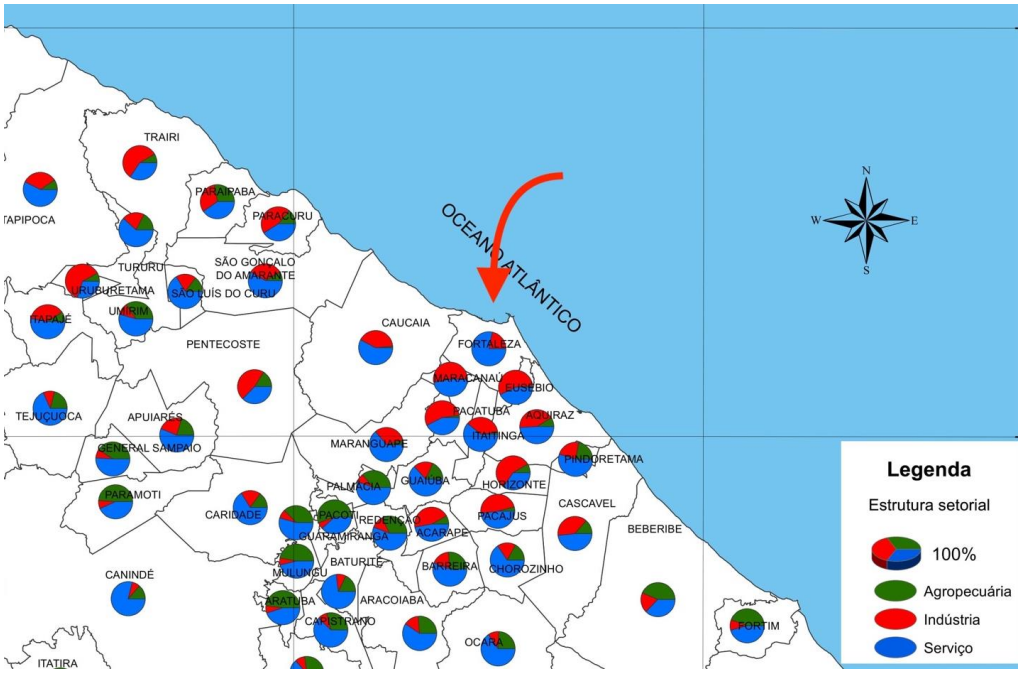


Fonte: Fortaleza em Mapas (2015)

2.4. Economia

De acordo com dados do IPECE, a estrutura setorial do PIB do município de Fortaleza é dividida em: setor agropecuário 0,20%, setor secundário que engloba atividades indústrias 20,30% e o setor terciário, comércio e demais serviços 79,60%. Como pode ser observado na figura 2.5.

Figura 2. 4 - PIB Fortaleza - 2013



Fonte: IPECE (2013)

Segundo o IBGE, o PIB per capita de Fortaleza em 2015 foi de R$ 22.092,58, sendo 54,4% das receitas do município oriunda de fontes externas e, segundo o Censo de 2010 o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi de 0,754, deixando Fortaleza no 1º lugar do ranking do estado do Ceará, seguido por Maracanaú (2º) e Caucaia (3º).

2.5. Saneamento

Apesar de apontar um alto índice de acesso à água tratada (99,72%), Fortaleza possui somente 57,72% da população com coleta de esgotos. Entre as capitais, Fortaleza aparece entre as 10 melhores no resumo dos índices de população com água tratada, população com coleta de esgotos, esgoto tratado x água consumida e perdas de água. Observando a tabela 2.1 e 2.2 é possível fazer uma relação entre o abastecimento de água e a coleta de esgoto da capital.

Tabela 2. 1 - Abastecimento de água

Discriminação	Abastecimento de água		
	Município	Estado	% sobre o total do Estado
Ligações reais	837.020	1.757.582	47,62
Ligações ativas	766.380	1.613.578	47,50
Volume produzido (m^3)	197.868.556	368.392.488	53,71
Taxa de cobertura d´água urbana (%)	99,72	92,06	-

Fonte: IPECE (2016)

Tabela 2. 2 - Esgotamento Sanitário

Discriminação	Esgotamento sanitário		
	Município	Estado	% sobre o total do Estado
Ligações reais	457.972	593.711	77,14
Ligações ativas	416.955	544.028	76,64
Taxa de cobertura urbana de esgoto (%)	57,72	38,24	-

Fonte: IPECE (2016)

2.6. Saúde

No ano de 2015 foram notificados no município 459 óbitos, a taxa de mortalidade infantil era de 11,65%. No município de Fortaleza, em 2015, foi constatado dentre as crianças acompanhadas pelo Programa Saúde da Família (PSF), um percentual de 66,22% até quatro meses só mamando, 89,40% de 0 a 11 meses com vacinas em dias, 0,63% de 0 a 11 meses subnutridas e 7,85% de crianças com peso inferior a 2,5kg ao nascer.

Em 2015, o município dispunha de 20.239 profissionais de saúde ligados ao SUS, sistema único de saúde. Sendo 5.031 médicos, 661 dentistas e 2.459 enfermeiros.

Nesse mesmo ano, 286 unidades de saúde estavam ligadas ao SUS, sendo 194 na zona pública, correspondendo a 67,83% e 92 na área privada, correspondendo a 32,17%.

Os principais indicadores de saúde são mostrados abaixo.

Tabela 2. 3 - Principais Indicadores de Saúde

Discriminação	Principais Indicadores de Saúde	
	Município	Estado
Médicos/1.000 hab.	1,94	1,37
Dentistas/1.000 hab.	0,26	0,34
Leitos/1.000 hab.	3,34	2,18
Unidades de saúde/1.000 hab.	0,11	0,43
Taxa de internação por AVC (40 anos ou mais)/10.000 hab.	34,55	28,87
Nascidos vivos	39.394	129.578
Óbitos	459	1.584
Taxa de mortalidade infantil/1.000 nascidos vivos	11,65	12,22

Fonte: IPECE (2016)

2.7. Vegetação

A vegetação de Fortaleza é tipicamente litorânea com áreas de mangue e restinga. As áreas de restinga encontram-se nas proximidades das dunas ao sul da cidade e perto da foz dos rios Ceará, Cocó e Pacoti. Nos leitos destes rios a mata predominante é a de mangue. Estas matas estão protegidas por lei e constituem-se na maior área verde da cidade.

Figura 2. 5 - Unidades Fitoecológicas de Fortaleza

Fonte: IPECE (2013)

2.8. Solo

O solo do município é do tipo Areias Quartzosas Marinhas, Planossolo Solódico, Podzólico Vermelho-Amarelo e Solonchak. A localidade a ser beneficiada está inserida numa região de solo tipo Gleissolo (Solonchak).

2.9. Ocupação e uso do solo

O uso do solo no município é composto principalmente de área urbana edificável, de vegetação natural, agricultura, pastagem natural, campo antrópico, solo e substrato exposto e dunas.

2.10. Relevo e geologia

A região do EEE-PF2 tem relevo acidentado, composto de Planície Litorânea e Tabuleiros Pré-Litorâneos. O município de Fortaleza apresenta um quadro geológico caracterizada pela presença de terrenos cristalinos (rochas metamórficas e ígneas), datados da era proterozóica, e coberturas sedimentares da era cenozóica. As principais classes pedológicas existentes em Fortaleza são: podzólico vermelho amarelo, planosolos, bruno não cálcico, solos arenoquartzosos, solos halomórficos, solos litólicos e vertisolos.

2.11. Hidrologia

A hidrografia pode ser dita rica denotando-se a presença de vários riachos e lagoas. Fortaleza é cortada por dois rios e alguns riachos, que correm riscos de desaparecer em razão dos aterramentos.

Elementos para Concepção do Sistema

3 ELEMENTOS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O projeto em questão constou na readequação da EEEE-PF2, a partir do projeto já existente da sub-bacia E-3, a substituição de um trecho da linha existente por uma tubulação nova, com o mesmo material e diâmetro, além do prolongamento da linha de recalque, lançando o efluente da estação elevatória diretamente na EPC.

Segue lista do material fornecido para elaboração do SES do projeto em questão:

- Topografia elaborada pela UNMTE;
- Ficou acordado em reunião dia 28/11/2017 e registrado em ata n° 64 que o projeto seria dividido em duas etapas, a estação elevatória seria projetada para um horizonte de final de plano e a linha e recalque e o bombeamento para metade da vazão de final de plano, sendo modificada quando necessário.
- Ficou acordado em reunião dia 16/01/2018, registrado na ata n° 11, que o trecho compreendido entre a estação elevatória e estaca 140 seria substituído por uma nova tubulação, conservando seu material e diâmetro. A nova tubulação será assentada ao lado da existente. A tubulação a ser desativada terá em toda sua extensão preenchimento com concreto não estrutural.

3.1. Parâmetros de projeto

Para o cálculo das vazões, foram utilizados os seguintes parâmetros de dimensionamento:

- Alcance do Projeto .....20 anos;
- População Atendida Final de Plano (P_a) .....77.276 hab;
- Coeficiente do dia de maior consumo (K_1) 1,20
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2) 1,50
- Coeficiente da hora de menor consumo (K3) 0,50
- Coeficiente de retorno (q) 0,80
- Consumo Per-Capta (C) .....250 L/hab.dia
- Índice de atendimento.....100,00 %

*Todos os parâmetros foram baseados no projeto SANEAR II

Equação 1: Vazão Mínima

$$Q_{máx(d)} = (P_a \times q \times C \times K_3) / 86.400$$

Equação 2: Vazão máxima

$$Q_{máx(h)} = (P_a \times q \times C \times K_1 \times K_2) / 86.400$$

Equação 3: Vazão Média

$$Q_{méd} = (P_a \times C \times q) / 86.400$$

A tabela 3.1 traz o resumo das vazões utilizadas no projeto:

Tabela 3. 1 - Resumo das Vazões de Projeto - Final de Plano

VAZÃO – Início de Projeto (L/s)			VAZÃO – Final de Projeto (L/s)		
Qmin	**Qmed**	**Qmáx**	**Qmin**	**Qmed**	**Qmáx**
68,05	136,11	245	89,6	208,4	351,7

Estudo de Alternativas

4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O projeto proposto não dispõe de estudo de alternativas da concepção do sistema, pois esta foi prevista em reunião do dia 28/11/2017 e registrada na ata n° 64. Sendo assim, foi realizado apenas o estudo de alternativas de diâmetro econômico, levando em consideração custo de tubulação e energia consumida pelo sistema.

4.1. Estudo de alternativas de diâmetro econômico

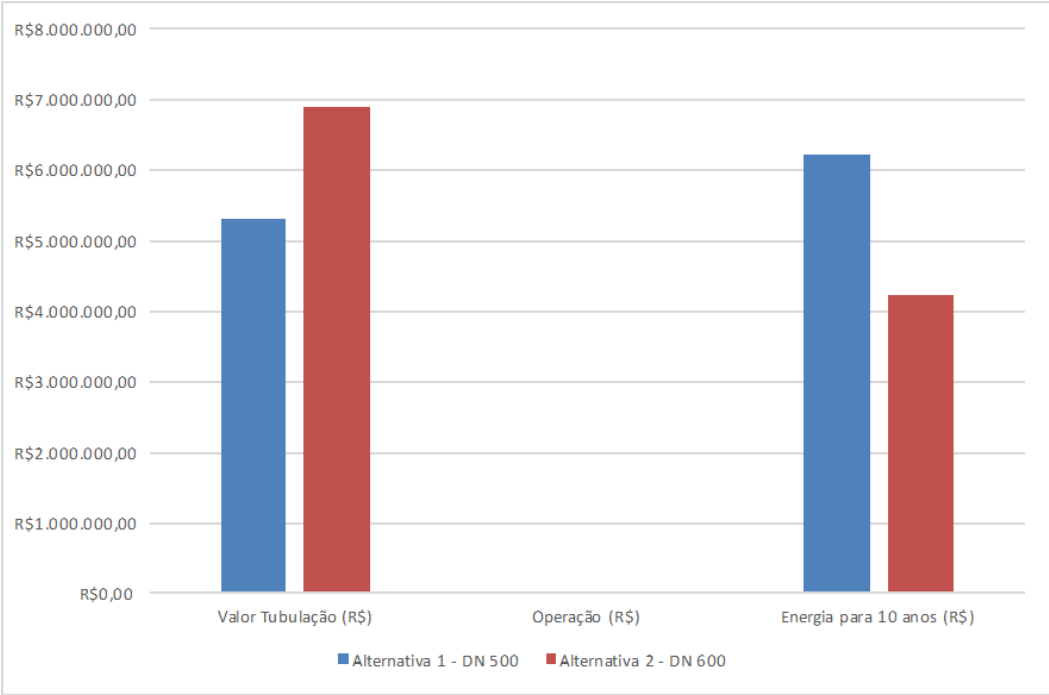
O estudo de alternativas está representado na tabela abaixo:

Tabela 4. 1 - Análise de alternativas de diâmetro

Alternativas	Extensão do Trecho (m)	Valor Tubulação (R$)	Operação (R$)	Energia para 10 anos (R$)
Alternativa 1 - DN 500	6780	R$5.305.282,20	R$ 18.416,10	R$6.212.870,40
Alternativa 2 - DN 600	6780	R$6.904.480,80	R$ 18.416,10	R$4.236.048,00

O Gráfico 4.1 ilustra o resumo dos custos na utilização do diâmetro de 500 e de 600 milímetros.

Gráfico 4. 1 - Análise de alternativa de diâmetro



Para cálculo do custo de energia foi levado em consideração o custo de 0,474 reais por quilowatt hora consumida e considerado para demanda de energia 31,40 reais por quilowatt, os resultados detalhados são mostrados na tabela 4.2 e 4.3.

Tabela 4. 2 - Cálculo de energia consumida diâmetro 500 mm

ALTERNATIVA 01 - DN 500MM							
ELEVATÓRIA	**Nº DE BOMBAS EM OPERAÇÃO**	**POTÊNCIA (KW)**	**Nº DE HORAS DE FUNCIONAMENTO**	**CONSUMO DE ENERGIA (KWH)**	**DEMANDA DE ENERGIA (KW)**	**CUSTO ANUAL (R$)**	**CUSTO PARA 10 ANOS (R$)**
EEEPF-2	1	161,92	7.300,00	1.182.016,00	161,92	621.287,04	6.212.870,40
TOTAL						R$621.287,04	R$6.212.870,40

Tabela 4. 3 - Cálculo de energia consumida diâmetro 600 mm

ALTERNATIVA 02 - DN 600mm							
ELEVATÓRIA	**Nº DE BOMBAS**	**POTÊNCIA (KW)**	**Nº DE HORAS DE FUNCIONAMENTO**	**CONSUMO DE ENERGIA**	**DEMANDA DE**	**CUSTO ANUAL (R$)**	**CUSTO PARA 10 ANOS**

	EM OPERAÇÃO			(KWH)	ENERGIA (KW)		(R$)
EEEPF-2	1	110,40	7.300,00	805.920,00	110,40	423.604,80	4.236.048,00
TOTAL						R$423.604,80	R$4.236.048,00

Analisando os dados acima, pode-se concluir que a utilização da tubulação com diâmetro de 600 milímetros se torna mais viável, quando comparado um horizonte de 10 anos.

Projeto Proposto

5 PROJETO PROPOSTO

5.1. Descrição geral

O projeto proposto compreende a construção de um sistema preliminar na Estação Elevatória Praia do Futuro 2, a substituição parcial da linha de recalque existente (500 mm em FoFo), além do prolongamento da linha de recalque que conduz o efluente da EEE-PF2 até a EPC. Devido ao acréscimo de aproximadamente 6.800 metros ao trecho de recalque, houve a necessidade de readequação no conjunto motor-bomba da estação elevatória.

O projeto proposto foi divido em 2 etapas. Primeiramente, o sistema preliminar, contendo gradeamento, caixa de areia e calha parshal com medidor ultrassônico, foi projetado para um horizonte de 20 anos (final de plano), atendendo a vazão de 351,7 L/s. Já a linha de recalque e o sistema motor-bomba foram projetados para um horizonte de 10 anos, suportando atender uma vazão de 245 L/s.

A necessidade de uma divisão em 2 etapas diferentes, foi baseada na urgência do prolongamento do trecho de recalque, retirando o injetamento da EEE no Interceptor Leste (IL). Essa mudança foi ocasionada em decorrência ao alto índice de assoreamento do IL, que, neste momento, não suporta a vazão de lançamento da EEE-PF2, já que a mesma, não contempla um sistema de tratamento preliminar que reduza a carga de sedimentos lançada ao IL. A linha de recalque não foi projetada para receber a vazão final de 351,7 L/s pois, acredita-se que após a limpeza do interceptor e a construção do sistema preliminar na EEE-PF2, a mesma poderá ser reconectada ao IL.

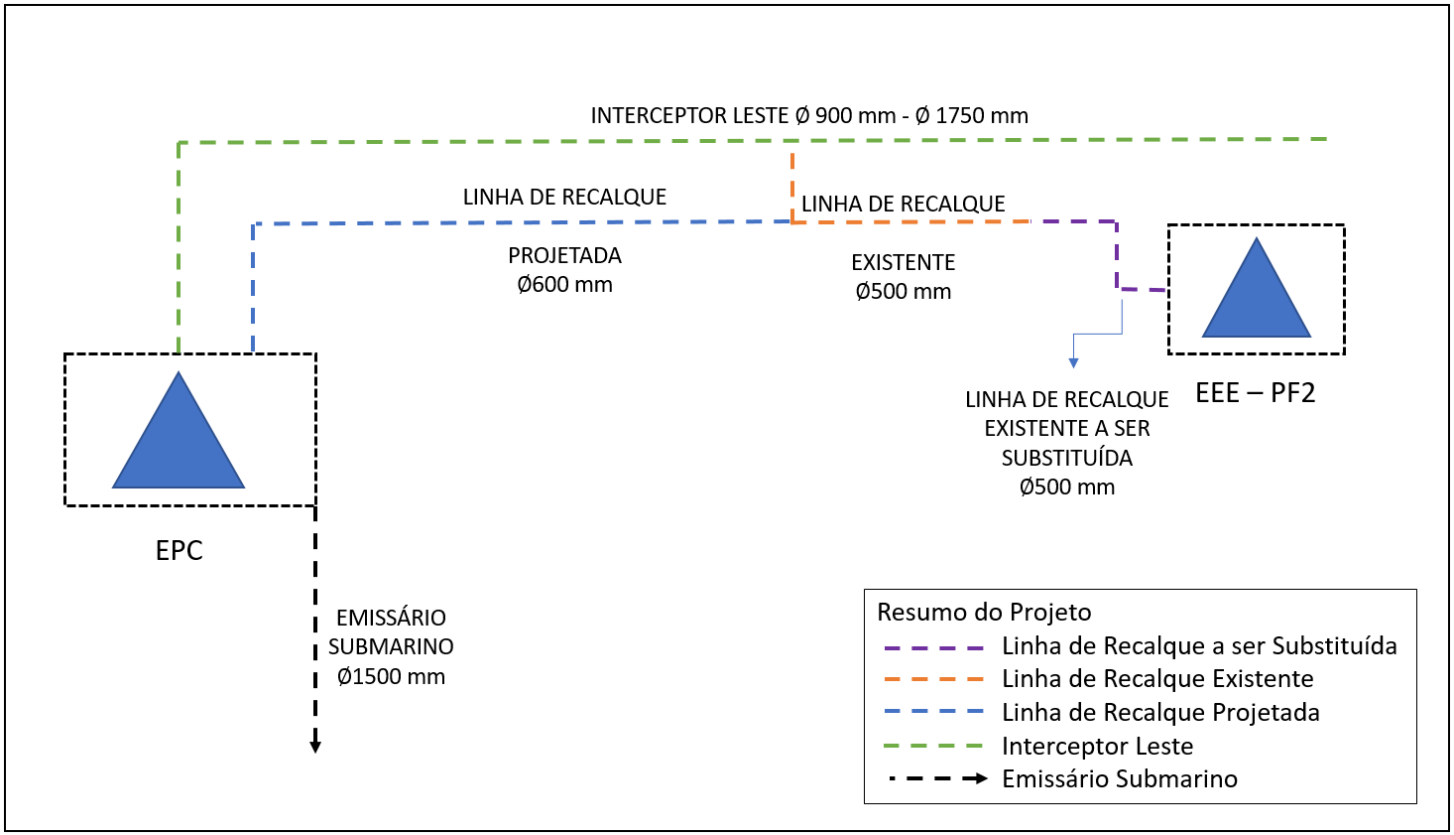
A substituição parcial da linha de recalque existente foi solicitada devido à incerteza quanto ao estado atual da tubulação, visando garantir o bom funcionamento do sistema durante os próximos 20 anos. O diâmetro e material da linha será conservado, não havendo necessidade de um novo dimensionamento. A tubulação a ser substituída será assentada paralela à existente. A tubulação a ser desativada terá em toda sua extensão preenchimento com concreto não estrutural.

O objetivo maior do tratamento proposto para a tubulação desativada, é garantir que não haverá, no futuro, carreamento de material (solo) para dentro da tubulação, ocasionando abatimento das estruturas executadas sobre a mesma.

O preenchimento proposto será através de concreto bombeado, com a adição de aditivo expansor na proporção de 1% da massa de cimento. O preenchimento ocorrerá através de seções retangulares, 30x30 cm, a serem abertas no dorso do tubo a cada 40m, quando possível.

O preenchimento deverá iniciar nas tubulações assentes em contas menores. Este procedimento garantirá que toda a tubulação será preenchida.

Figura 5. 1 - Croqui do Sistema Proposto



Planilhas de Cálculo

6 PLANILHAS DE CÁLCULO

6.1. Planilha de vazões

	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ	Data
Cagece	READEQUAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA PRAIA DO FUTURO 2	23/01/18
	EEE PF2 - VAZÕES DE PROJETO	v.1

6.1.1 - DADOS DO PROJETO

População de final de Plano	P_F	77.276	hab
Consumo per capita	q	250	L/hab.d
Coeficiente de retorno	C	0,8	-
Coeficiente do dia de maior consumo	k1	1,2	-
Coeficiente da hora de maior consumo	k2	1,5	-
Coeficiente da hora de menor consumo	k3	0,5	-
Taxa de infiltração	Ti	0,00251	L/s
Comprimento da rede	L	11638	m

6.1.2 - VAZÕES DE PROJETO

Tabela 6.1 - Vazões de final de plano

EEE PF2 - ANO 2037					
	Q (l/s)	Q (m³/s)	(m³/min)	Q(m³/h)	Q(m³/d)
Máx	351,7	0,35173	21,10	1266,24	30389,72
Méd	208,4	0,20837	12,50	750,14	18003,31
Mín	89,6	0,08960	5,38	322,56	7741,51

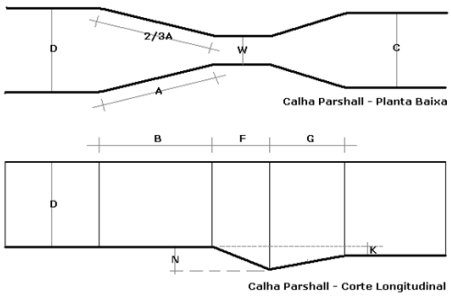
6.2. Tratamento preliminar

6.2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar será composto por gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall. Os sistemas foram dimensionados considerando as condições de final de plano.

6.2.2. MEDIDOR DE VAZÃO : CALHA PARSHALL

A partir das vazões máximas e mínimas da EEE, pela Tabela 6.2 define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).



As vazões a serem consideradas para dimensionamento são:

Tabela 6.2 - Vazões de projeto

Vazão		
Q mín	89,60	L/s
Q méd	208,37	L/s
Q máx	351,73	L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmín e a Qmáx

A tabela 6.3 mostra as especificações utilizadas para dimensionamento de Calha Parshal

Tabela 6.3 - Parâmetros Calha Parshall

W		Q min (l/s)	Q max (l/s)	n	K
(pol)	(cm)				
3	7,6	0,85	53,8	1,547	0,176
6	15,2	1,52	110,4	1,58	0,381
9	22,9	2,55	251,9	1,53	0,535
12	30,5	3,11	455,6	1,522	0,69
1 1/2	45,7	4,25	696,2	1,538	1,054
2	61	11,89	936,7	1,55	1,426
3	91,5	17,26	1426,3	1,566	2,182
4	122	36,79	1921,5	1,578	2,935
5	152,5	62,8	2422	1,587	3,728
6	183	74,4	2929	1,595	4,515
7	213,5	115,4	3440	1,601	5,306
8	244	130,7	3950	1,606	6,101

Especificação escolhida: **1 1/2**

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação: $Q = k * H^n$
onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela acima

Para W =	1 1/2
K =	**1,054**
n =	**1,538**

Fórmula = Q =1,054H^1,538

A determinação da lâmina de esgoto é dada pela equação da Calha Parshall

Tabela 6.4 - Lâmina de esgoto na Calha Parshall

Vazão	L/s	m³/s	H	
Q mín	89,6	0,0896	0,201	m
Q máx	351,7	0,3517	0,490	m
Q méd	208,4	0,2084	0,349	m

Rebaixo da Calha Parshall (z) é calculado através da seguinte equação:

$$z = \frac{Q\ máx\ * H\ mín - Qmín\ * H\ máx}{Q\ máx\ - Q\ mín}$$

z = 0,10 m

Altura máxima da lâmina d'água (hmáx) é a diferença entre a altura de lâmina de água máxima (Hmáx) e o rebaixo da Calha Parshall (Z)

hmáx = 0,39 m

Tabela 6.5 - Altura da lâmina d'água

Vazão	m³/s	H (m)	H - z	
Q mín	0,0896	0,201	0,10	m
Q máx	0,3517	0,490	0,39	m
Q méd	0,2084	0,349	0,25	m

6.2.3. GRADEAMENTO

O gradeamento é a primeira parte da remoção dos sólidos no tratamento preliminar de resíduos domésticos ou industriais. São dispositivos de retenção e,serão barras em aço inox dispostas paralelamente em vertical ou inclinada de modo a permitir o fluxo normal do esgoto. O espaçamento das barras é definido em termos das dimensões dos sólidos a serem retidos:

a) Grades grosseiras: 4 a 10 cm
b) Grades médias: 2 a 4 cm
c) Grades finas: 1 a 2 cm

Tabela 6.6 - Tipos de gradeamento

Tipo de grade	Material retido na grade	Espaçamento a (mm)	Seção da barra (t x e) (mm)	pol
Grosseira	Galhos de árvore, restos de mobília, pedaçõs de colchão, brinquedos, etc.	40 - 100	9,5 x 50,0	3/8 x 2
			9,5 x 63,5	3/8 x 2 1/2
			12,7 x 38,1	1/2 x 1 1/2
			12,7 x 50,0	1/2 x 2
Média	Latinha de cerveja, plásticos, madeiras, papel, panos, etc.	20 - 40	7,9 x 50,0	5/16 x 2
			9,5 x 38,1	3/8 x 1 1/2
			9,5 x 50,0	**3/8 x 2**
			6,4 x 38,1	1/4 x 1 1/2

Fina	Fibras de tecido, cabelos, etc.	10 - 20	7,9 x 38,1	5/16 x 1 1/2
			9,5 x 38,1	3/8 x 1 1/2

Fonte: Adaptado de NBR 12209/2011

O gradeamento será realizado através dois tipos de grades, manual e mecanizada. Devido a limitação de área, será considerada apenas a grade média para ambos os tipos. Tanto a manual quanto a mecanizada serão do tipo média. A limpeza das grades se dará de forma mecanizada para as grades do tipo mecanizada e manual para grade do tipo manual, conforme detalhes construtivos nos projetos, através dos seguintes equipamentos:

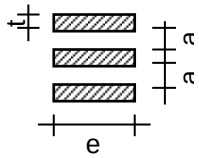
1. Grade de barras com limpeza mecanizada - tipo corrente 20mm totalmente em aço inoxidável 316L. Controlada por temporizador (minuto) e alarme de nível (sensor ultrassônico). A grade mecanizada poderá ser operada via CECOE.
2. Grade de barras com limpeza manual - 20mm em aço inoxidável 316L

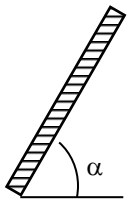
Obs: *A grade manual só será usada em caso de by-pass, ou seja, caso de manutenção ou parada ocasionada no canal principal.*

6.2.3.1 GRADEAMENTO MECANIZADO

Gradeamento adotado:

Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	9,5	mm
Espessura (e)	50	mm
Espaçamento (a)	20	mm
Inclinação das barras (α):	80	º
Velocidade entre as barras (Vo):	0,8	m/s
Vazão de dimensionamento		
Q mín	89,60	L/s
Q méd	208,37	L/s
Q máx	351,73	L/s
Obstrução máxima (R)	50%	





Dimensionamento

a) Área útil da grade

A área útil é a razão entre a vazão máxima afluente e a velocidade do escoamento entre barras.

$$Au = \frac{Q\ máx}{Vo}$$

Área útil (Au)=	0,440 m²

b) Eficiência da grade

A eficiência da grade é relação entre o espaçamento da grade e sua largura.

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Eficiência da grade (E) =	67,80% %

c) Área efetiva do canal da grade

Relação entre a área útil e sua eficiência.

$$At = \frac{Au}{E}$$

Área efetiva (At) =	0,649 m²

d) Comprimento do canal da grade

O comprimento do canal de acesso deve ser tal que evite o turbilhonamento junto à grade. Este comprimento é função do tempo de detenção adotado para este canal e da vazão máxima afluente.

$$Lg = \frac{Q\ máx\ * TDH}{At}$$

onde;
TDH = *3 seg*

Comprimento do canal (Lg) =	1,63 m

e) Largura teórica do canal da grade

Função da parea do canal e da altura máxima da caixa de areia

$$bg = \frac{At}{hmáx}$$

Largura do canal (bg) =	1,67	m
Largura do canal adotado (bg) =	***2,00***	***m***
Largura do canal adotado com folga (bg) =	***2,5***	***m***

f) Verificação das velocidades

As velocidades no canal são calculadas com a seguinte fórmula:

$$V = \frac{Q}{bg\ * h\ * E}$$

Tabela 6.7 - Verificação das velocidades

	Vazão (Q) (m³/s)	H (m)	H - z (m)	At = Bg . (H-z) (m²)	Au = At . E (m²)	V (m/s)
Qmin	0,0896	0,201 m	0,099 m	0,1973	0,1337	0,67
Qmed	0,2084	0,349 m	0,246 m	0,4917	0,3333	0,63
Qmax	0,3517	0,490 m	0,387 m	0,7743	0,5250	0,67

Como os valores de velocidade obtidos situam-se entre 0,4 e 1,20m/s (conforme NBR 12209:2011), o dimensionamento está adequado.

g) Número de barras

Calcula-se o número de barras de uma grade relacionando a largura do canal da grade, a espessura da barra e o afastamento entre elas. Como mostra a fórmula a seguir:

$$N = \frac{bg}{t + a}$$

Número de barras (N) = 67,80 unidades

Número de barras adotado (Nad 67 unidades

h) Verificação da perda de carga na grade

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

(Metcalf & Eddy)

$$hf = \frac{1,43 * (V^2 - v'^2)}{2g}$$

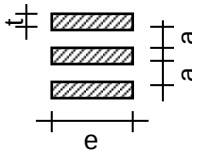
Tabela 6.8 - Verificação da perda de carga na grade

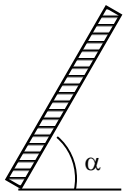
Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,80m/s	0,54m/s	0,025 m
50%Obstruída	1,60m/s	0,54m/s	0,165 m

6.2.3.2 GRADEAMENTO MANUAL

Gradeamento adotado:

Tipo de gradeamento	Médio	
Especificação das barras:		
Largura (t)	9,5	mm
Espessura (e)	50	mm
Espaçamento (a)	20	mm
Inclinação das barras (α):	60	º
Velocidade entre as barras (Vo):	0,6	m/s
Vazão de dimensionamento		
Q mín	89,60	L/s
Q méd	208,37	L/s
Q máx	351,73	L/s
Obstrução máxima (R)	50%	





Dimensionamento

a) Área útil da grade

A área útil é a razão entre a vazão máxima afluente e a velocidade do escoamento entre barras.

$$Au = \frac{Q\ máx}{Vo}$$

Área útil (Au)=	0,586 m²

b) Eficiência da grade

A eficiência da grade é relação entre o espaçamento da grade e sua largura.

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Eficiência da grade (E) =	67,80% %

c) Área efetiva do canal da grade

Relação entre a área útil e sua eficiência.

$$At = \frac{Au}{E}$$

Área efetiva (At) =	0,865 m²

d) Comprimento do canal da grade

O comprimento do canal de acesso deve ser tal que evite o turbilhonamento junto à grade. Este comprimento é função do tempo de detenção adotado para este canal e da vazão máxima afluente.

$$Lg = \frac{Q\ máx\ * TDH}{At}$$

onde;
TDH = *3 seg*

Comprimento do canal (Lg) =	1,22 m

e) Largura teórica do canal da grade
Função da parea do canal e da altura máxima da caixa de areia

$$bg = \frac{At}{hmáx}$$

Largura do canal (bg) =	2,23	m
Largura do canal adotado (bg) =	***2,50***	***m***
Largura do canal adotado com folga (bg) =	***2,5***	***m***

f) Verificação das velocidades
As velocidades no canal são calculadas com a seguinte fórmula:

$$V = \frac{Q}{bg\ * h\ * E}$$

Tabela 6.9 - Verificação das velocidades grade manual

	Vazão (Q) (m³/s)	H (m)	H - z (m)	At = Bg . (H-z) (m²)	Au = At . E (m²)	V (m/s)
Qmin	0,0896	0,201 m	0,099 m	0,2466	0,17	0,54
Qmed	0,2084	0,349 m	0,246 m	0,6146	0,42	0,50
Qmax	0,3517	0,490 m	0,387 m	0,9679	0,66	0,54

Como os valores de velocidade obtidos situam-se próximos a 0,60m/s (+/- 20%), o dimensionamento está adequado.

g) Número de barras
Calcula-se o número de barras de uma grade relacionando a largura do canal da grade, a espessura da barra e o afastamento entre elas. Como mostra a fórmula a seguir:

$$N = \frac{bg}{t + a}$$

Número de barras (N) =	84,75	unidades
Número de barras adotado (Nad	84	unidades

h) Verificação da perda de carga na grade

Utilizando a equação abaixo, estima-se a perda de carga através da grade. Deve-se verificá-la tanto para a grade

limpa como para a grade obstruída, geralmente considerando 50% suja.

(Metcalf & Eddy)

$$hf = \frac{1,43 * (V^2 - v'^2)}{2g}$$

Tabela 6.10 - Verificação da perda de carga na grade manual

Obstrução	v	v'	hf
Grade Limpa	0,60m/s	0,41m/s	0,014 m
50%Obstruída	1,20m/s	0,41m/s	0,093 m

6.2.4. CAIXA DE AREIA (DESARENADOR)

A caixa de areia ficará à montante da calha Parshall e será circular com fundo cônico, agitador na sua parte superior e classificador de areia com rosca transportadora acoplada, conforme detalhes

1. Caixa de areia circular com fundo cônico completa, constituída por: tanque em aço inoxidável, misturador acoplado a estrutura e bomba de vácuo (conforme projeto);

1.1 Tanque circular com fundo cônico totalmente em aço inox 316, confome projeto;

1.2 Misturador acoplado a estrutura incluíndo a estrutura de fixação do equipamento, totalmente em aço inox, conforme projeto;

1.3 Bomba de vácuo para recalque da areia à superfície (ao classificador de areia), acionada por temporizador, incluindo-se a tubulação de recalque e conexões em aço inox;

1.4 Painel elétrico de controle acoplado ao equipamento.

2. Classificador de areia com a rosca transportadora acoplada, o equipamento deverá ser carenado (com tampas para visualização e acesso) evitando sujeiras, inclusive a rosca transportadora, com tubo de despejo de material até a altura do contêiner, além de um sifão para eliminar partículas menores e extravasor, conforme projeto;

2.1 Classificador de areia de 9", totalmente em aço inox, incluíndo a tubulação na saída do parafuso até a altura do contêiner em aço inox e na entrada do equipamento podendo ser em PEAD, conforme projeto;

2.2 Sifão na parte superior do classificador de areia ou seja na entrada da areia ao equipamento, juntando-se a tubulação de extravasor do classificador e tubulação de partículas menores, totalmente em aço inox, conforme projeto ;

2.3 O equipamento deverá ser equipado com tubulação de retorno ao desarenador do líquido percolado, totalmente em aço inox, conforme projeto;

2.4 Painel elétrico de controle acoplado ao equipamento.

3. Escada e plataforma (se necessário) para acesso á parte superior do equipamento, também em aço inox.

6.2.4.1 DESARENADOR CIRCULAR

a) Parâmetros de projeto considerados para dimensionamento:

Tabela 6.11 - Parâmetros para dimensionamento de desarenador circular

PARÂMETROS		
Tempo de detenção hidráulica	0,025	horas
Q méd	750,1	m³/h
Q máx	1266,2	m³/h

b) Volume da Caixa de Areia:

O volume total da caixa de areia corresponde a relação do tempo de detenção hidráulica e da vazão

média do projeto, como pode ser observado na fórmula abaixo:

$$\boxed{Vt = Q\ méd\ * TDH}$$

Tabela 6.12 - Volume total e unitário da caixa de areia

Volume da Caixa de Areia		
Volume Total	18,753	m³
Número de Caixas de areia projetadas	1,0	unid.
Volume unitário	18,8	m³

c) Dimensões da Caixa de Areia:

Tabela 6.13 - Dimensões de caixa de areia

Volume da Caixa de Areia		
Altura útil	1,500	m
Área	12,5	m²
Diâmetro	5,0	m

d) Verificação de Área, Volume e TDH corrigidos:

Tabela 6.14 - Verificações da caixa de areia circular

Volume da Caixa de Areia		
Área Corrigida	19,63	m²
Volume Corrigido	29,5	m³
Tempo de detenção hidráulica corrigido	0,04	horas
Tempo de detenção hidráulica corrigido	2,36	minutos

Já que o TDH corrigido encontra-se entre 1,5 e 2,5 minutos, o dimensionamento do desarenador circular encontra-se adequado.

6.2.4.2 DESARENADOR CÔNICO

a) Dimensionamento:

Tabela 6.15 - dimensionamento de desarenador cônico

DIMENSIONAMENTO		
Taxa de produção de material retido	0,00006	m³/m³
Período de limpeza	1,0	dia
Volume diário de material retido	1,08	m³
Volume do depósito	1,080	m³
Base maior do depósito de areia	1,5	m
Base menor do depósito de areia	0,5	m
Profundidade útil do depósito de areia	1,175	m
Profundidade útil do depósito de areia adotada	1,35	m
Volume máximo do depósito cônico	1,15	m³

6.3. Estação Elevatória e Linha De Recalque

6.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

a) Linha de Recalque

Para dimensionamento da linha de recalque o projeto foi dividido em duas etapas, inicialmente foi projetada uma linha de recalque que suporta aproximadamente metade da vazão de final de plano, tendo como horizonte de projeto 10 anos. Após esse período, se necessário, será realizado um novo dimensionamento visando atender a vazão de final de plano da elevatória

A primeira etapa é subdividida em 2 trechos distintos, conservando o atual com diâmetro de 500 mm e extensão de 4.850 metros, e acrescentando 6.788 metros com diâmetro de 600 mm. Os dois trechos operam com duas vazões diferentes, nomeadas de 1º estágio e 2º estágio. Onde, o 1º estágio faz referência ao funcionamento de apenas uma bomba, e o 2º estágio corresponde as duas bombas funcionando conjuntamente.

Tabela 6.16 - Características gerais linha de recalque

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
	Trecho 1		Trecho 2	
Tipo de material da tubulação	FoFo	FoFo	FoFo	FoFo
Q máx (L/s)	200,00	245,00	200,00	245,00
Comprimento da Tubulação (m)	4.850,00	4.850,00	6.788,00	6.788,00

b) Estação Elevatória

Tabela 6.17 - Características gerais Estação Elevatória

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
	Trecho 1		Trecho 2	
Número de bombas ativas (Nb)	1	2	1	2
Número de bombas reservas (Nbr)	1	1	1	1
Tipo de bombas	Submersível	Submersível	Submersível	Submersível

6.3.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

a) Diâmetro Econômico Linha de Recalque

Para o cálculo do diâmetro econômico, foi utilizada a equação de Bresse.

$$D = k * \sqrt{Q}$$

Onde:

Constante de Bresse, geralmente assume valores entre 0,7 e 1,3. Depende de fatores como custos de material, mão-de-obra, operação e manutenção do sistema.

k	1,2

Tabela 6.18 - Diâmetro Econômico Linha de recalque

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
	Trecho 1		Trecho 2	
Q máx fim de plano (m³/s)	0,2	0,245	0,2	0,245
Coeficiente Bress (K)	1,20	1,20	1,20	1,20
Diâmetro econômico calculado (m)	0,537	0,594	0,537	0,594
Diâmetro de recalque utilizado (m)	0,50	0,50	0,60	0,60

b) Velocidade do fluxo na Linha de Recalque

A velocidade do fluxo na tubulação depende diretamente do diâmetro utilizado, sendo calculada pela seguinte equação:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Tabela 6.19 - Velocidade do fluxo na Linha de Recalque

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
	Trecho 1		Trecho 2	
Q máx fim de plano (m³/s)	0,2	0,245	0,2	0,245
Diâmetro de recalque (m)	0,50	0,50	0,60	0,60
Velocidade do fluxo na tubulação (m/s)	1,02	1,25	0,71	0,87

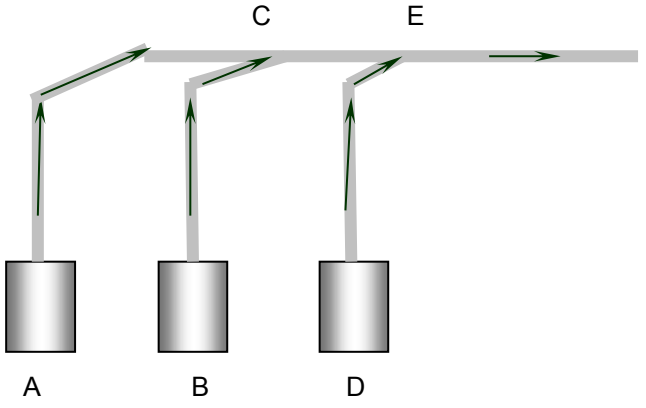
Os valores de velocidade calculados estão entre os valores 0,6 e 1,5 m/s, intervalo determinado pela NBR 12208/1992 e pela SPO-024.

c) Dimensionamento das tubulações do barrilete

O diâmetro do barrilete varia em função da vazão prevista para cada trecho, considerando o arranjo das bombas. Neste sentido, as vazões e os diâmetros previstos para cada trechos do barrilete são:

Tabela 6.20 - Dimensionamento barrilete

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
Trechos	Qac = Qbc = Qde	Qce	Qce	Qce
Q df (m³/s)	0,2	0,245	0,2	0,245
Diâmetros calculados (m): fac = fbc = fde =	0,537	0,594	0,537	0,594
Diâmetros adotados (m): fac = fbc = fde =	0,500	0,500	0,500	0,500
Velocidade do fluxo na tubulação (m/s)	1,02	1,25	1,02	1,25



6.3.3 CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LINEAR

Utiliza-se a fórmula de Hazen-Williams para obter a perda de carga linear na tubulação de recalque, de acordo com a equação abaixo:

$$J = \frac{10,643}{C^{1,85}} * \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}}$$

Onde:

J = Perda de carga linear

Q = Vazão no trecho

D = Diâmetro no tubo

C = Coeficiente de Hazen - Williams

Os coeficientes utilizados para os diversos tipos de tubulação são demonstrados na tabela abaixo:

Tabela 6.21 - Coeficientes de rugosidade de Hazen-Williams

Material	C_{NOVO}	C_{VELHO}	Material	C_{NOVO}	C_{VELHO}
Aço corrugado	60	-	Concreto comum	130	110
Aço galvanizado rosc.	125	100	FoFo epóxico	140	120
Aço rebitado novo	110	80	**FoFo cimentado**	**130**	**105**
Aço soldado	125	90	Manilha cerâmica	110	110
Aço soldado epóxico	140	115	Latão	130	130
Chumbo	130	120	Aduelas de madeira	120	110
Cimento amianto	140	120	Tijolos	100	90
Cobre	140	130	Vidro	140	140
Concreto bem acabado	130	-	PVC/DeFoFo	140	130

Tabela 6.21 - Perda de carga linear

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
Q (m³/s)	0,2	0,245	0,2	0,245
D (m)	0,50	0,50	0,60	0,60
C	105	105	105	105
J (m/m)	0,00289	0,00421	0,00119	0,00173
C dist	275,11	275,11	158,45	158,45

6.3.4 CÁLCULO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidades existentes nas tubulações. Como na equação abaixo:

$$\boldsymbol{hf = Kb * \frac{Vb^2}{2g} + Kr * \frac{Vr^2}{2g}}$$

Onde:

K_b = Coeficiente relacionado às singularidades no barrilete

K_r = Coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque

V_b = Velocidade do fluxo no barrilete

V_r = Velocidade do fluxo na linha de recalque

g = Aceleração da gravidade

h_b = Perda de carga localizada no barrilete

h_r = Perda de carga localizada na linha de recalque

h_f = Perda de carga localizada total

O coeficiente (K) foi obitido através do somatório de todos os K's relativo às singularidades na linnha de recalque e sucção. Segundo a tabela a seguir:

Tabela 6.22 - Cálculo Kb

BARRILETE

TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45°	0,20	3,00	0,60
Ampliação	0,19	2,00	0,38
Redução	0,33	0,00	
Curva 90º	0,40	3,00	1,20
Tê (passagem direta)	0,90	2,00	1,80
Tê (saída lateral)	2,00	2,00	4,00
Te bilateral	1,80		
Registro de gaveta	0,20	3,00	0,60
Válvula de retenção	3,00	2,00	6,00
Outros	1,00	1,00	1,00

Kb =	15,58

Tabela 6.23 - Cálculo Kb

RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARCIAL
Curva 45º	0,20	2,00	0,40
Curva 22º	0,10	12,00	1,20
Ampliação	0,19		
Redução	0,33		
Curva 90º	0,40	25,00	10,00
Tê (passagem direta)	0,90	35,00	31,50
Tê (saída lateral)	2,00	1,00	2,00
Te bilateral	1,80		
Válvula de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	3,00		
Outros	1,00	1,00	1,00

Kr =	46,30

Tabela 6.24 - Perda de carga localizada

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
Kb	15,58	15,58	15,58	15,58
Kr	46,30	46,30	46,30	46,30
Vb (m/s)	1,02	1,25	1,02	1,25
Vr (m/s)	1,02	1,25	0,71	0,87
g (m/s²)	9,81	9,81	9,81	9,81
hb (m)	0,82	1,24	0,82	1,24
hr (m)	2,45	3,67	1,18	1,77
hf (m)	**3,27**	**4,91**	**2,00**	**3,01**
C loc	**81,81**	**81,81**	**50,12**	**50,12**

6.3.5 CÁLCULO DA PERDA DE CARGA TOTAL

A perda de carga total da tubulação é calculada através da seguinte equação:

$$Hj = L * j + hf$$

Onde:

L = Comprimento da tubulação

j = Perda de carga linear
hf = Perda de carga localizada
hj = Perda de carga distribuída
Hj = Perda de carga total na tubulação

Tabela 6.25 - Perda de carga total

1ª ETAPA				
	1º estágio	2º estágio	1º estágio	2º estágio
L (m)	4.850,00	4.850,00	6.788,00	6.788,00
J (m/m)	0,00289	0,00421	0,00119	0,00173
hf (m)	3,27	4,91	2,00	3,01
C dist	64,26	66,25	39,37	158,49
hj (m)	14,01	20,40	8,07	11,75
Hj (m)	17,29	25,31	10,08	14,76
HJ (m) - 2 TRECHOS	27,36		40,06	

6.3.6 DIMENSIONAMENTO ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

6.3.6.1 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA E GEOMÉTRICA

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção. Como na equação abaixo:

$$\boldsymbol{Hg = Cmáx,rec - Cmín,suc}$$

Onde:

Cmáx,rec = Cota do ponto mais alto da linha de recalque

Cmín,suc = Cota do nível mínimo do poço de sucção

Tabela 6.26 - Altura geométrica

EE - ALTURA GEOMÉTRICA	
Cmáx, rec (m)	16,487
Cmín, suc (m)	-0,351
Hg (m)	16,84
h' (coef. Segurança) (m)	1,00
Hg' (m)	17,84

A altura manométrica (AMT) será dada pela seguinte fórmula:

$$\boldsymbol{AMT = Hg' + Hj}$$

Tabela 6.27 - Altura manométrica

EE - ALTURA MANOMÉTRICA		
	1º estágio	2º estágio
Hg' (m)	17,84	17,84
Hj (m)	27,36	40,06
AMT (m)	45,20	57,90

6.3.6.2 CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$\boldsymbol{P = \frac{W * Qmáx * AMT}{Nb * 75 * \eta} * Fs}$$

Onde:

P =	Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória
W =	Peso específico do líquido a ser recalcado
Qmáx =	Vazão de bombeamento para fim de plano
Hg' =	desnível geométrico
AMT =	Altura Manométrica Total
Nb =	Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo
n =	Rendimento do conjunto motor-bomba
FS =	Fator de segurança

Tabela 6.28 - Potência dos Motores

1ª ETAPA	
W (Kg/m³)	1.000
Q máx (m³/s)	0,245
Hg' (m)	17,84
AMT (m)	57,90
Nb	2,00
n (%)	0,56
Fs	1,10

Para cálculo do rendimento do conjunto motor-bomba, adotou-se as bombas com as seguintes características:

Tabela 6.29 - Rendimento CMB

RENDIMENTO DO CONJUNTO MOTOR - BOMBA	
Tipo de bomba	Submersível
Modelo avaliado	NP 3231/705 - 60 HZ
hb = Rendimento da bomba	0,70
hm = Rendimento do motor	0,80

Aplicando a equação acima, temos que a potência instalada em cada conjuto motor-bomba é igual a:

Tabela 6.30 - Potência motor-bomba

Potência (CV)	185,77
Potência (HP)	183,17
Potência (kW)	136,54

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:	185 CV
Potência comercial total da estação elevatória:	**370 CV**
Rotação da bomba:	**1780 rpm**

6.3.6.3 CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA E DO SISTEMA

Decidida as principais características do projeto, resta a escolha do conjunto motor-bomba que cumpra o trabalho de elevação nas condições assim fixadas. Para melhor decisão a respeito da escolha do conjunto motobomba, é necesário traçar a curva da bomba selecionada e a curva característica do sistema, que é decorrente da equação da altura manométrica.

$$AMT = Hg + h_{dist} + h_{loc} \qquad \text{ou}$$

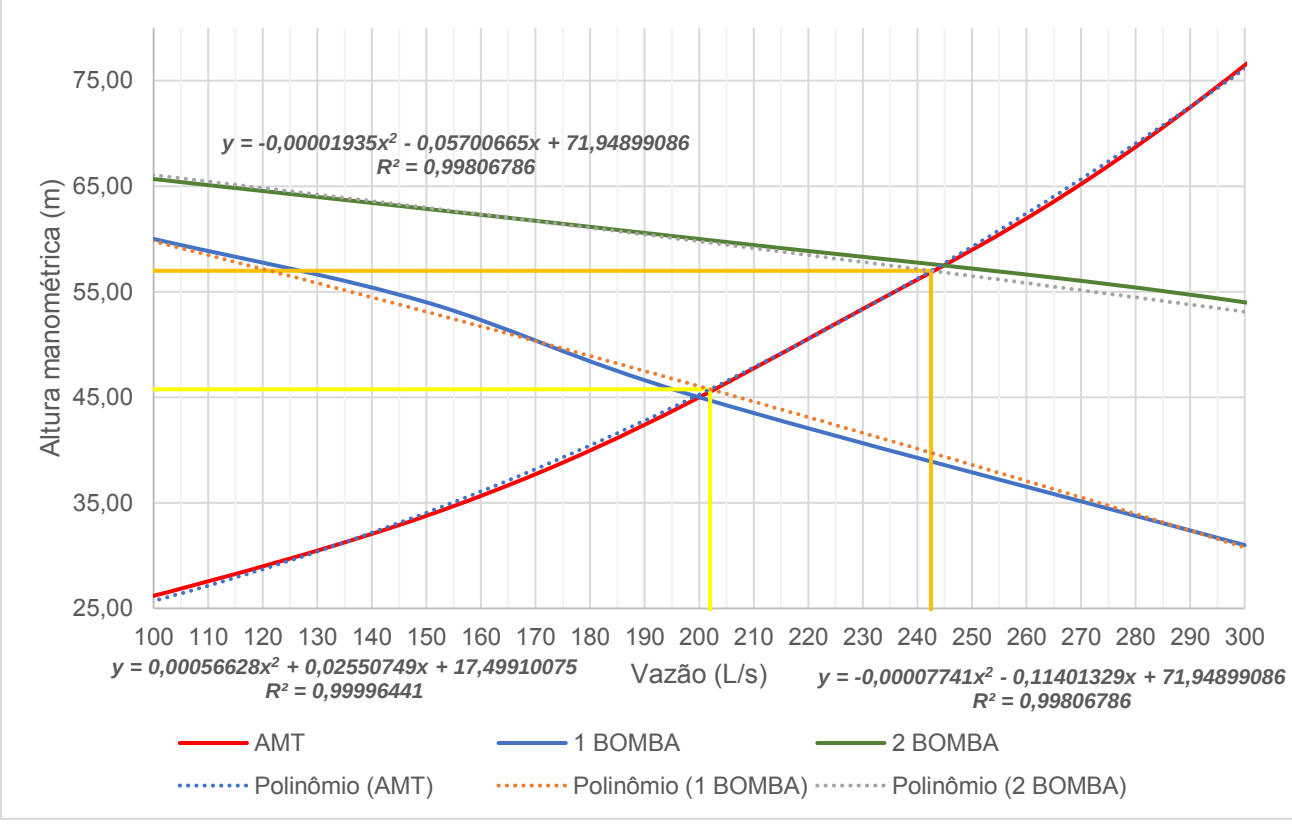
$$AMT = Hg + Q^{1,85} \cdot C_{dist} + Q^{2} \cdot C_{loc}$$

AMT = 17,84 + 433,55 Q(1,85) + 131,92 Q(2)

Tabela 6.31 - Tabela para cálculo da curva bomba x sistema

Vazão (l/s)	AMT (m)	Vazão (l/s)	1 BOMBA (m)	Vazão (l/s)	2 BOMBA (m)
1	17,84	1	72,00	2	72,00
45	19,50	30	68,00	60	68,00
150	33,77	100	60,00	200	60,00
225	51,97	150	54,00	300	54,00
300	76,45	200	45,00	400	45,00
450	143,52	300	31,00	600	31,00

Figura 6.1 - Curva caracteristica da bomba e do sistema



Ponto de operação

O ponto de operação encontrado através da interseção da curva do sistema vs a curva da bomba é:

Para 1 bomba:

Vazão de bombeamento	Q_{bom}	200,0 L/s
Altura manométrica	AMT	45,2 mca

Para 2 bombas:

Vazão de bombeamento	Q_{bom}	245,0 L/s
Altura manométrica	AMT	57,9 mca

Para 3 e 4 bombas:

Vazão de bombeamento	Q_{bom}	490,0 L/s
Altura manométrica	AMT	0,0 mca

6.3.6.4 CÁLCULO NPSH

A sigla NPSH (Net Positive Succion Head) é adotada universalmente para designar a energia

disponível na sucção. Há dois valores a considerar: NPSH requerido que é uma característica da bomba, fornecida pelo fabricante e o NPSH disponível, que é uma característica das instalações de sucção, que pode ser calculada pelas equações abaixo:

$$\boxed{Z = h\ bomba\ - h\ disp}$$

$$\boxed{NPSH\ disp = \frac{Pa\ - Pv}{\gamma} - \mathrm{Z} - \mathrm{Hf}}$$

Onde:

h bomba = Cota do eixo da bomba
h min,suc = Cota NA mínimo do poço de sucção
Z = altura de sucção
Pa = Pressão atmosférica
Pv = Pressão de vapor
Hf = Perda de carga localizada na sucção
γ = Peso específico da água

Tabela 6.32 - Cálculo do NPSH

NPSH	
h bomba (m)	-0,701
h min,suc (m)	-0,351
Z (m)	-0,35
Pa (Kg/m²)	9400
Pv (Kg/m²)	343
γ (Kg/m³)	996,6
Hf (m)	0,6
NPSH disp (m)	**8,84**
NPSH req (m)	**5,00**

Como NPSHdisp. > HPSHreq. o sistema funcionará normalmente

6.4. Poço de Sucção

6.4.1 DADOS INICIAIS

Para dimensionamento do poço de sucção, temos que:

Vazão máxima afluente de fim de plano - Qmáx (L/s) =	245
Vazão média afluente de início de plano - Qméd (L/s)	136,1
Nº de bombas utilizadas =	2
Nº de bombas reservas =	1
Tipo de bomba =	Submersível

6.4.2 DIMENSIONAMENTO POÇO DE SUCÇÃO

a) Volume útil

Volume compreendido entre os níveis máximos e mínimos de operação da bomba, segundo a equação:

$$Vu = \frac{T * Qbom}{4}$$

Onde:

Q bom = Vazão de bombeamento

T = Tempo de ciclo - menor tempo entre duas partidas sucessivas do motor. Não deve ser inferior a 10 minutos, conforme SPO-024.

Tabela 6.33 - Cálculo do volume útil

VOLUME ÚTIL DO POÇO DE SUCÇÃO	
T (min)	10
Q bom (m³/min)	14,700
Vu (m³)	**36,75**

b) Altura útil

É a diferença entre os níveis máximo e mínimo de operação das bombas. É obtido pela divisão entre o volume útil e a área do poço de sucção.

$$h = \frac{Vu}{L * B}$$

Onde:

B = Largura adotada do poço de sucção

L = Comprimento adotado do poço de sucção

h = Altura útil calculada

h adot = Altura útil adotada

A largura e o comprimento do poço de sucção são definidos segundo parâmetros abaixo:

Cota do terreno após terraplanagem - CT (m)	6,1
Cota do tampão do PV (m)	6,2
Cota do canal de chegada	0,599
Folga entre o NA,max e a soleira do tubo - F (m)	0,35
Submergência Mínima - Sbm (m)	0,8
Secção transversaç do poço de sucção - S	RETANGULAR
Largura do lado interno do poço (m)	7,00

Comprimento interno do lado do poço (m)	13,00
Profundidade do poço em relação ao terreno - P (m)	7,25

Tabela 6.34 - Cálculo da altura útil

ALTURA ÚTIL DO POÇO DE SUCÇÃO	
B (m)	7,00
L (m)	13,00
h (m)	**0,40**
h adot (m)	**0,60**

O volume útil adotado em projeto depende diretamente da altura útil adotada. Podemos calcula-lo utilizando a mesma fórmula acima.

Tabela 6.35 - Volume útil adotado

ALTURA ÚTIL DO POÇO DE SUCÇÃO	
B (m)	7,00
L (m)	13,00
h adot (m)	**0,60**
V adot (m³)	**54,60**

c) Cotas de projeto

definida como a diferença entre cota do canal de chegada e a folga do nível máximo com a soleira do tubo =	0,249
A **cota do nível mínimo de água** (NA mín) corresponde a diferença entre a cota de nível máximo e a altura adotada =	-0,351
A **cota do fundo do poço** (CFp) é a diferença entre a cota do nível mínimo de água e o nível de submergência mínima =	-1,151

6.4.3 VERIFICAÇÕES

a) Área interna do poço

$$Ai = \frac{Vu\ adot}{h\ adot}$$

Área interna do poço =	**91**	**m²**

b) Altura média

$$h\ méd = \frac{h\ adot}{2} + (C\ NA\ mín - C\ fundo)$$

Altura média =	**1,1**	**m**

c) Volume efetivo do poço

$$Ve = Ai * h\ méd$$

Volume efetivo =	**100,1**	**m³**

d) Tempo de Detenção médio

É a relação entre o volume efetivo e a vazão média de início de plano. Este tempo deve ser inferior a 30 min, conforme orienta a NBR 12208/1992, a fim de se evitar a septicidade do esgoto. Para elevatórias projetadas com as dimensões mínimas, a SPO-024 permite TDH's superiores a este valor. Assim,

$$TDH = \frac{Ve}{Q\ méd}$$

TDH médio=	**12,26**	**min**

e) Tempo de ciclo mínimo

O templo de ciclo é o menor tempo entre duas partidas sucessivas do motor. Não deve ser inferior a 10 minutos, conforme prevê item 5.7.2 da SPO-024. O templo de ciclo também é dado pela soma dos tempos de parada e funcionamento da bomba, expresso por:

$$Tc = Tp + Tf$$

O tempo de parada T_p é o tempo necessário para encher o poço se sucção. É dado pela divisão entre o volume útil e a vazão afluente ao poço:

$$Tp = \frac{Vu}{Qa}$$

O tempo de funcionamento T_f é o tempo necessário para esvaziar o poço de sucção. É dado pela razão entre o volume útil e a diferença entre as vazões de bombeamento e afluente:

$$Tf = \frac{Vu}{Q\ bom\ - Q\ a}$$

Assim,

Tabela 6.36 - Verificação dos tempos de ciclo

Q_a (L/s)	T_p (min)	T_f (min)	T_c (min)
24,50	37,14	4,13	41,27
61,25	14,86	4,95	19,81
122,50	7,43	7,43	14,86
183,75	4,95	14,86	19,81
220,50	4,13	37,14	41,27
		$Tc_{mín}$ (min)	**14,86**

f) Número de partidas por hora

O número de partidas/hora de uma bomba é dado pela divisão entre a quantidade de minutos equivalente a 1 hora e o templo de ciclo mínimo obtido. Este valor deve ser menor que 6 partidas, número equivalente a um tempo de ciclo de 10 minutos.

$$N = \frac{60\ min}{Tc}$$

Número de partidas/hora =	**4,04**	**batidas**

6.5. Dimensionamento da linha piezométrica

Para dimensionamento da linha piezométrica foram utilizados os seguintes dados:

Vazão (Ano 2037): 245 L/s

Altura manométrica total: 59,793 m

Coeficiente de Hazen – Williams: 105

O escoamento interno em tubulações sofre forte influência das paredes, dissipando energias devido ao atrito. Essa dissipação de energia provoca um abaixamento da pressão total do fluido ao longo do escoamento, esse fenômeno é conhecido como perda de carga.

Para dimensionamento da linha piezométrica, deve-se levar em consideração a perda de carga total de cada trecho, sendo calculada através da equação de Hazen-Williams abaixo:

$$Perda\ de\ carga\ por\ trecho = L * \frac{10{,}641}{C^{1{,}85}} * \frac{Q^{1{,}85}}{D^{4{,}87}}$$

A tabela abaixo mostra os resultados do dimensionamento do perfil da linha piezométrica em toda a extensão da tubulação.

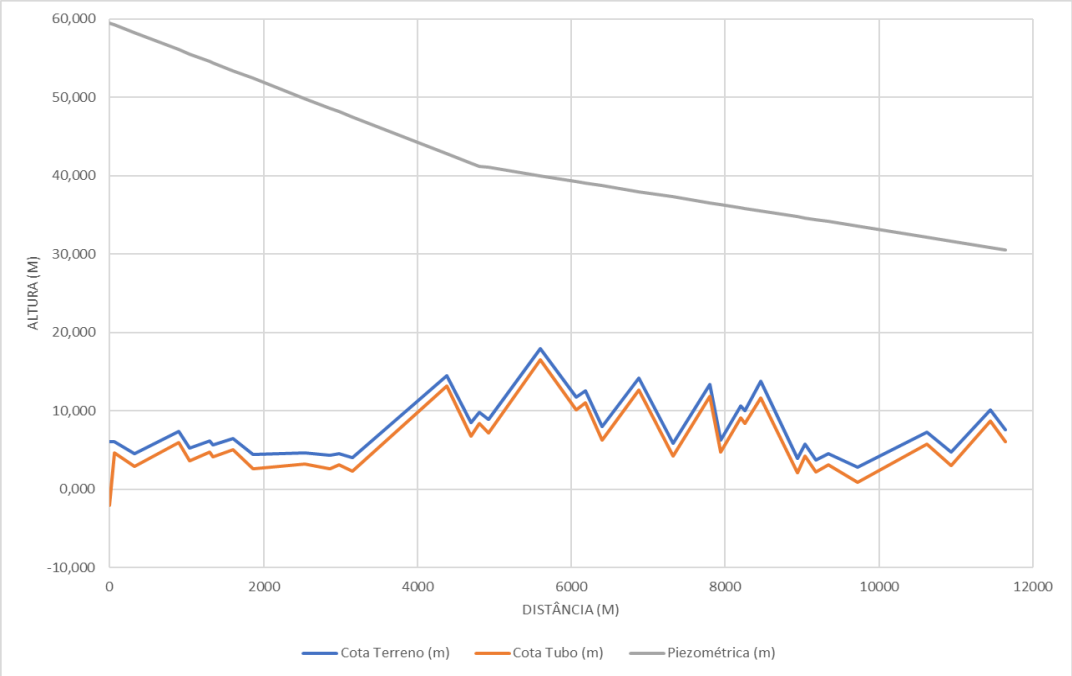
Tabela 6. 1 - Planilha de cálculo da linha piezométrica

CÁLCULO LINHA PIEZOMÉTRICA													
L (m)	L acum. (m)	Estaca	+	comp.	Cota Terreno (m)	Cota Tubo (m)	Diâmetro (mm)	Vazão (l/s)	V (m/s)	J (m/m)	Perda de Carga do Trecho (m)	Piezométrica (m)	Δp (m)
0	0	0	+	0,00	6,100	-2,000	508	245	1,21	0,000	0,00	59,739	61,739
60	60	3	+	0,00	6,076	4,676	508	245	1,21	0,004	0,23	59,51	54,830
260	320	16	+	0,00	4,525	2,885	508	245	1,21	0,004	1,01	58,49	55,609
580	900	45	+	0,00	7,404	6,004	508	245	1,21	0,004	2,26	56,24	50,233
140	1040	52	+	0,00	5,236	3,667	508	245	1,21	0,004	0,54	55,69	52,025
260	1300	65	+	0,00	6,156	4,746	508	245	1,21	0,004	1,01	54,68	49,934
40	1340	67	+	0,00	5,715	4,126	508	245	1,21	0,004	0,16	54,52	50,398
260	1600	80	+	0,00	6,483	5,083	508	245	1,21	0,004	1,01	53,51	48,429
260	1860	93	+	0,00	4,444	2,653	508	245	1,21	0,004	1,01	52,50	49,847
680	2540	127	+	0,00	4,636	3,236	508	245	1,21	0,004	2,65	49,85	46,617
320	2860	143	+	0,00	4,354	2,649	508	245	1,21	0,004	1,25	48,61	45,959
120	2980	149	+	0,00	4,534	3,134	508	245	1,21	0,004	0,47	48,14	45,007
180	3160	158	+	0,00	4,089	2,351	508	245	1,21	0,004	0,70	47,44	45,089
1220	4380	219	+	0,00	14,535	13,135	508	245	1,21	0,004	4,75	42,69	29,557
320	4700	235	+	0,00	8,525	6,829	508	245	1,21	0,004	1,25	41,45	34,618
100	4800	240	+	0,00	9,810	8,410	508	245	1,21	0,004	0,39	41,06	32,647

120	4920	246	+	0,00	8,927	7,234	610	245	0,84	0,002	0,19	40,87	33,632
680	5600	280	+	0,00	17,938	16,487	610	245	0,84	0,002	1,09	39,78	23,293
460	6060	303	+	0,00	11,782	10,145	610	245	0,84	0,002	0,73	39,05	28,901
120	6180	309	+	0,00	12,580	11,094	610	245	0,84	0,002	0,19	38,85	27,760
220	6400	320	+	0,00	8,029	6,275	610	245	0,84	0,002	0,35	38,50	32,228
480	6880	344	+	0,00	14,170	12,719	610	245	0,84	0,002	0,77	37,74	25,018
440	7320	366	+	0,00	5,880	4,234	610	245	0,84	0,002	0,70	37,03	32,800
480	7800	390	+	0,00	13,339	11,888	610	245	0,84	0,002	0,77	36,27	24,380
140	7940	397	+	0,00	6,23	4,711	610	245	0,84	0,002	0,22	36,04	31,333
260	8200	410	+	0,00	10,60	9,123	610	245	0,84	0,002	0,42	35,63	26,506
60	8260	413	+	0,00	10,064	8,446	610	245	0,84	0,002	0,10	35,53	27,087
200	8460	423	+	0,00	13,749	11,636	610	245	0,84	0,002	0,32	35,21	23,578
480	8940	447	+	0,00	3,968	2,127	610	245	0,84	0,002	0,77	34,45	32,321
100	9040	452	+	0,00	5,728	4,277	610	245	0,84	0,002	0,16	34,29	30,011
140	9180	459	+	0,00	3,698	2,197	610	245	0,84	0,002	0,22	34,06	31,867
160	9340	467	+	0,00	4,577	3,126	610	245	0,84	0,002	0,26	33,81	30,683
380	9720	486	+	0,00	2,867	0,915	610	245	0,84	0,002	0,61	33,20	32,287
900	10620	531	+	0,00	7,260	5,809	610	245	0,84	0,002	1,44	31,77	25,956
320	10940	547	+	0,00	4,781	2,994	610	245	0,84	0,002	0,51	31,25	28,261
500	11440	572	+	0,00	10,175	8,724	610	245	0,84	0,002	0,80	30,46	21,732
198	11638	581	+	18,00	7,602	6,062	610	245	0,84	0,002	0,32	30,14	24,078

O perfil da linha piezométrica é ilustrado abaixo:

Figura 6. 1 - Perfil da linha piezométrica PF2



6.6. Transiente hidráulico

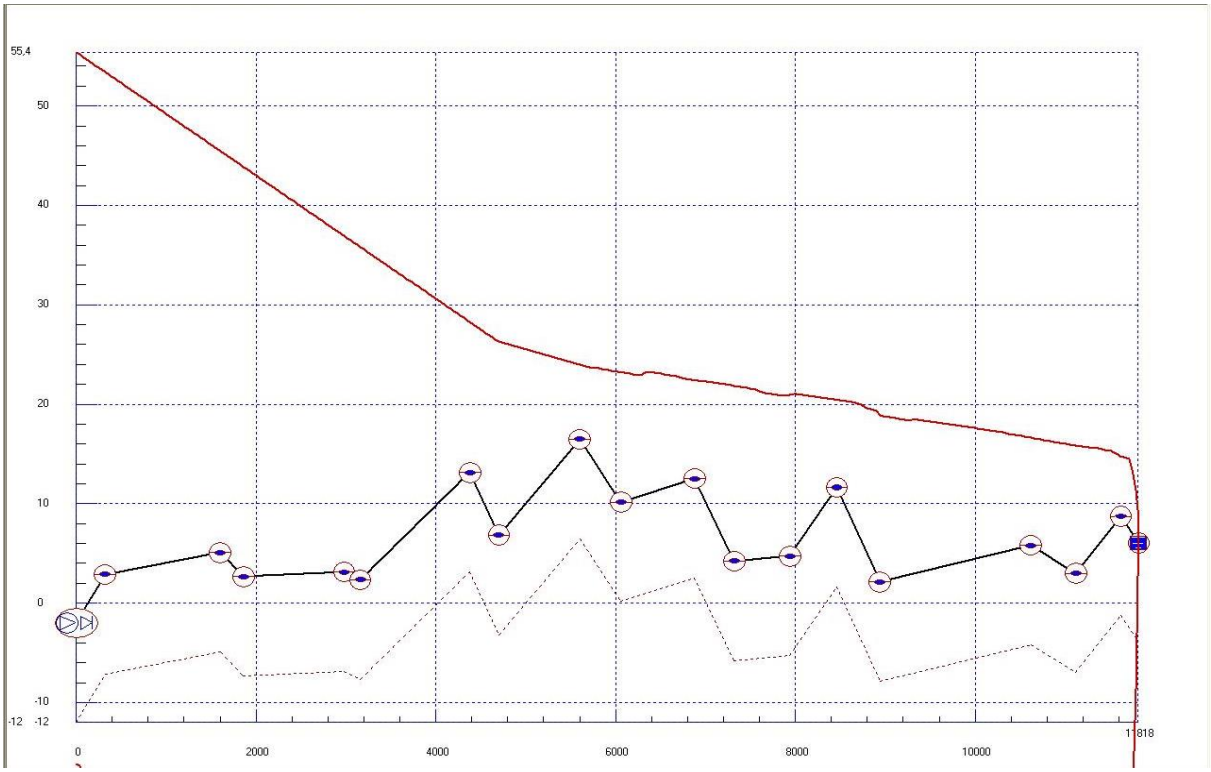
Dados de projeto:

Vazão (Ano 2037) – 245 L/s

Extensão – 11.638 m

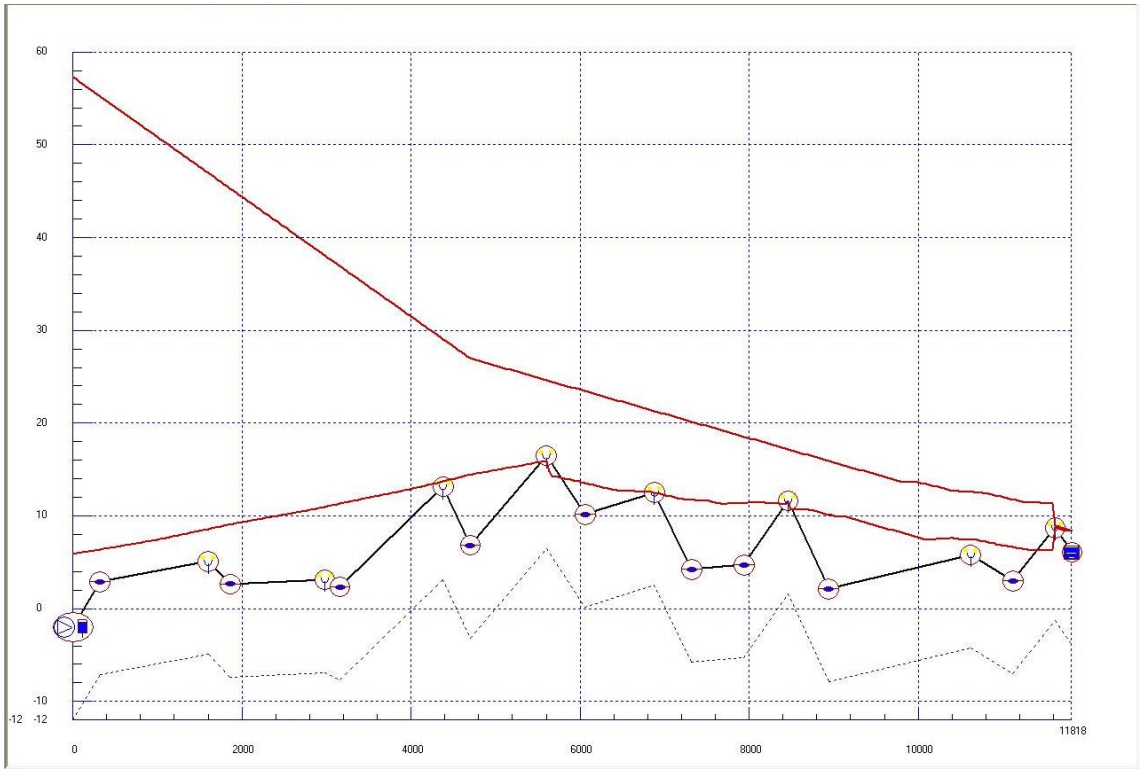
Tubulação – DN 500 / DN 600 FoFo

Figura 6. 2 - Regime permanente (linha piezométrica) - Sem proteção



Após a realização dos cálculos com o software de análise do golpe de aríete, DYAGATS, pode-se concluir que houve a necessidade de utilização de um tanque hidropneumático com o volume de 10.000L como dispositivo de proteção. Este equipamento será responsável por garantir que as pressões máximas e mínimas estejam dentro da faixa de suporte da tubulação adotada (figura 6.2).

Figura 6. 3 - Regime Transitório - Com proteção



As tabelas com os resultados da simulação sem e com proteção são demonstradas abaixo:

Tabela 6. 2 - Resultados sem proteção

RESULTADOS - SEM PROTEÇÃO					
REGIMEN PERMANENTE					
Caudal Régimen (m³/seg)	**0,4472**				
Altura que da la Bomba (m)	**57,4**				
Rendimiento Bomba (%)	**22,48**				
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 1**	**Tramo 2**	**Tramo 3**	**Tramo 4**	**Tramo 5**
Altura inicial (m)	**55,401**	**53,418**	**45,484**	**43,873**	**36,931**
Altura final (m)	**53,418**	**45,484**	**43,873**	**36,931**	**35,815**
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 6**	**Tramo 7**	**Tramo 8**	**Tramo 9**	**Tramo 10**
Altura inicial (m)	**35,815**	**28,253**	**26,27**	**24,012**	**22,858**
Altura final (m)	**28,253**	**26,27**	**24,012**	**22,858**	**20,801**
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 11**	**Tramo 12**	**Tramo 13**	**Tramo 14**	**Tramo 15**
Altura inicial (m)	**20,801**	**19,698**	**18,142**	**16,838**	**15,634**
Altura final (m)	**19,698**	**18,142**	**16,838**	**15,634**	**11,42**
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 16**	**Tramo 17**	**Tramo 18**		
Altura inicial (m)	**11,42**	**10,166**	**8,912**		
Altura final (m)	**10,166**	**8,912**	**8,415**		

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS						
NODOS TRAMO 1	1	2	4	6	8	10
Presión Máxima (mca)	57,403	56,639	55,113	53,587	52,06	50,534
Instante (s)	0,03	0,061	0,122	0,182	0,243	0,304
Presión Mínima (mca)	-14,211	-14,859	-17,376	-18,675	-20,032	-21,234
Instante (s)	36,581	33,145	33,085	33,145	33,145	33,085
NODOS TRAMO 2	1	2	11	20	29	
Presión Máxima (mca)	50,534	50,253	47,72	45,187	42,654	
Instante (s)	0,304	0,334	0,608	0,882	1,156	
Presión Mínima (mca)	-21,234	-21,454	-22,801	-24,2	-25,643	
Instante (s)	33,085	33,054	33,571	33,845	34,119	
NODOS TRAMO 3	1	2	4	6	8	
Presión Máxima (mca)	40,402	40,519	40,753	40,987	41,221	
Instante (s)	1,399	1,429	1,49	1,551	1,612	
Presión Mínima (mca)	-26,787	-26,471	-25,892	-25,321	-24,784	
Instante (s)	33,936	33,906	33,845	33,784	34,21	
NODOS TRAMO 4	1	2	10	18	26	
Presión Máxima (mca)	41,221	40,989	39,133	37,277	35,421	
Instante (s)	1,612	1,642	1,885	2,129	2,372	
Presión Mínima (mca)	-24,784	-24,876	-25,568	-26,114	-26,505	
Instante (s)	34,21	34,24	34,483	34,483	34,423	
NODOS TRAMO 5	1	2	4	6		
Presión Máxima (mca)	33,798	33,731	33,598	33,465		
Instante (s)	2,585	2,615	2,676	2,737		
Presión Mínima (mca)	-27,075	-26,928	-26,731	-26,484		
Instante (s)	34,149	32,72	32,659	33,936		
NODOS TRAMO 6	1	2	11	20	29	
Presión Máxima (mca)	33,465	32,925	28,069	23,213	18,356	
Instante (s)	2,737	2,767	3,041	3,315	3,588	
Presión Mínima (mca)	-26,484	-26,846	-30,312	-33,827	-37,012	
Instante (s)	33,936	33,966	33,328	33,298	32,781	
NODOS TRAMO 7	1	2	4	6	8	10
Presión Máxima (mca)	15,119	15,599	16,56	17,52	18,481	19,441
Instante (s)	3,771	3,801	3,862	3,923	3,984	4,044
Presión Mínima (mca)	-39,316	-38,684	-37,419	-36,109	-34,64	-32,432
Instante (s)	32,781	32,75	32,75	32,811	32,841	36,642
NODOS TRAMO 8	1	2	9	16	23	
Presión Máxima (mca)	19,441	18,983	15,775	12,567	9,359	
Instante (s)	4,044	4,075	4,288	4,5	4,713	
Presión Mínima (mca)	-32,432	-32,807	-35,537	-38,088	-40,819	
Instante (s)	36,642	36,581	36,369	36,065	35,943	
NODOS TRAMO 9	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	7,526	7,925	9,574	11,319	13,054	
Instante (s)	4,835	4,865	25,087	25,178	24,996	
Presión Mínima (mca)	-42,297	-41,87	-40,107	-38,311	-36,558	
Instante (s)	35,061	35,092	35,213	35,274	35,456	
NODOS TRAMO 10	1	2	8	14	20	
Presión Máxima (mca)	13,054	12,911	12,179	11,621	10,688	
Instante (s)	24,996	25,391	23,323	23,263	23,384	
Presión Mínima (mca)	-36,558	-36,687	-37,125	-37,783	-38,555	
Instante (s)	35,456	35,396	35,304	35,031	34,848	
NODOS TRAMO 11	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	9,874	10,476	12,862	15,253	17,583	
Instante (s)	23,719	23,749	23,81	23,901	23,962	
Presión Mínima (mca)	-39,023	-37,966	-34,273	-27,563	-25,151	
Instante (s)	34,848	34,879	35	13,958	13,836	
NODOS TRAMO 12	1	2	7	12	17	
Presión Máxima (mca)	17,583	17,503	17,102	16,522	16,181	
Instante (s)	23,962	23,992	24,114	25,969	24,54	
Presión Mínima (mca)	-25,151	-25,236	-25,675	-26,108	-26,552	
Instante (s)	13,836	13,806	13,653	13,441	13,349	
NODOS TRAMO 13	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	16,227	15,868	13,856	11,817	9,791	
Instante (s)	24,692	24,692	24,753	24,874	24,996	
Presión Mínima (mca)	-26,717	-27,236	-29,315	-31,39	-33,459	
Instante (s)	13,289	13,258	13,137	13,015	12,893	
NODOS TRAMO 14	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	8,779	9,421	11,973	14,226	16,541	
Instante (s)	25,118	25,148	25,148	25,118	25,27	
Presión Mínima (mca)	-34,493	-33,853	-31,416	-28,98	-26,459	
Instante (s)	12,832	12,255	12,376	12,498	12,437	

NODOS TRAMO 15	1	2	14	26	38
Presión Máxima (mca)	16,763	16,593	15,243	13,782	12,298
Instante (s)	25,239	24,844	23,506	23,932	23,749
Presión Mínima (mca)	-25,824	-25,96	-27,622	-29,096	-30,878
Instante (s)	12,407	12,376	12,011	10,917	11,282
NODOS TRAMO 16	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	10,808	10,948	11,52	12,094	12,684
Instante (s)	23,415	23,384	23,263	23,111	22,989
Presión Mínima (mca)	-32,301	-32,139	-31,555	-30,989	-30,416
Instante (s)	10,947	10,917	10,795	10,673	10,552
NODOS TRAMO 17	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	12,831	12,376	10,561	8,734	6,622
Instante (s)	22,502	22,533	22,655	22,715	22,685
Presión Mínima (mca)	-30,271	-30,738	-32,633	-34,493	-35,64
Instante (s)	10,521	10,491	10,369	10,248	10,248
NODOS TRAMO 18	1	2	4	6	
Presión Máxima (mca)	5,998	6,369	7,133	4,863	
Instante (s)	22,928	22,898	22,837	22,898	
Presión Mínima (mca)	-35,456	-35,066	-34,286	-15,205	
Instante (s)	10,461	10,43	10,369	10,43	

Tabela 6. 3 - Resultados com dispositivo de proteção

RESULTADOS – COM PROTEÇÃO					
REGIMEN PERMANENTE					
Caudal Régimen (m³/seg)	0,4567				
Altura que da la Bomba (m)	59,3				
Rendimiento Bomba (%)	17,05				
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 1**	**Tramo 2**	**Tramo 3**	**Tramo 4**	**Tramo 5**
Altura inicial (m)	57,302	55,238	46,982	45,305	38,082
Altura final (m)	55,238	46,982	45,305	38,082	36,921

PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 6**	**Tramo 7**	**Tramo 8**	**Tramo 9**	**Tramo 10**
Altura inicial (m)	36,921	29,052	26,988	24,64	23,439
Altura final (m)	29,052	26,988	24,64	23,439	21,3
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 11**	**Tramo 12**	**Tramo 13**	**Tramo 14**	**Tramo 15**
Altura inicial (m)	21,3	20,152	18,534	17,177	15,925
Altura final (m)	20,152	18,534	17,177	15,925	11,541
PRESIONES POR TRAMO	**Tramo 16**	**Tramo 17**	**Tramo 18**		
Altura inicial (m)	11,541	10,236	8,932		
Altura final (m)	10,236	8,932	8,415		

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS						
NODOS TRAMO 1	1	2	4	6	8	10
Presión Máxima (mca)	59,302	58,53	56,986	55,441	53,897	52,353
Instante (s)	0	0	0	0,061	0	0
Presión Mínima (mca)	7,937	7,441	6,45	5,46	4,472	3,486
Instante (s)	86,955	86,955	86,955	86,955	86,955	86,955

NODOS TRAMO 2	1	2	11	20	29
Presión Máxima (mca)	52,353	52,063	49,449	46,836	44,222
Instante (s)	0	0	0,03	0	0
Presión Mínima (mca)	3,486	3,477	3,422	3,379	3,44
Instante (s)	86,955	86,955	86,714	86,502	86,26
NODOS TRAMO 3	1	2	4	6	8
Presión Máxima (mca)	41,899	42,007	42,222	42,437	42,652
Instante (s)	0	0	0,091	0,03	0
Presión Mínima (mca)	3,499	3,914	4,745	5,581	6,421
Instante (s)	85,988	85,958	85,897	85,867	85,807
NODOS TRAMO 4	1	2	10	18	26
Presión Máxima (mca)	42,652	42,412	40,485	38,559	36,633
Instante (s)	0	0	0	0	0
Presión Mínima (mca)	6,421	6,475	6,82	7,149	7,488
Instante (s)	85,807	85,776	85,474	85,202	85,02
NODOS TRAMO 5	1	2	4	6	
Presión Máxima (mca)	34,948	34,872	34,721	34,57	
Instante (s)	0	0,03	0	0	
Presión Mínima (mca)	7,835	8,061	8,512	8,971	
Instante (s)	84,839	84,809	84,748	84,688	
NODOS TRAMO 6	1	2	11	20	29
Presión Máxima (mca)	34,57	34,021	29,084	24,146	19,209
Instante (s)	0	0	0	0	0

Presión Mínima (mca)	8,971	8,725	6,473	4,206	2,014	
Instante (s)	84,688	84,657	84,355	84,113	83,871	
NODOS TRAMO 7	1	2	4	6	8	10
Presión Máxima (mca)	15,917	16,388	17,331	18,274	19,216	20,159
Instante (s)	0	0	0	0,03	0	0
Presión Mínima (mca)	0,581	1,361	2,923	4,487	6,048	7,608
Instante (s)	83,78	83,81	83,841	83,901	84,022	84,052
NODOS TRAMO 8	1	2	9	16	23	
Presión Máxima (mca)	20,159	19,697	16,465	13,232	10	
Instante (s)	0	0	0	0	0,03	
Presión Mínima (mca)	7,608	7,292	5,085	2,88	0,69	
Instante (s)	84,052	84,052	84,264	84,476	84,325	
NODOS TRAMO 9	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	8,153	8,548	10,13	11,712	13,294	
Instante (s)	0,061	0,122	0,243	0,365	0,122	
Presión Mínima (mca)	-0,576	-1,233	0,049	1,745	3,369	
Instante (s)	86,955	40,717	52,27	40,899	40,96	
NODOS TRAMO 10	1	2	8	14	20	
Presión Máxima (mca)	13,294	13,106	11,977	10,848	9,719	
Instante (s)	0,122	0,517	0,699	0	0	
Presión Mínima (mca)	3,369	3,199	2,167	1,272	0,577	
Instante (s)	40,96	41,051	41,234	41,143	40,99	
NODOS TRAMO 11	1	2	6	10	14	
Presión Máxima (mca)	8,778	9,327	11,524	13,721	15,918	
Instante (s)	0,821	0,122	1,034	1,156	1,277	
Presión Mínima (mca)	0	0,55	2,814	5,066	7,486	
Instante (s)	40,2	40,23	40,322	40,443	40,413	
NODOS TRAMO 12	1	2	7	12	17	
Presión Máxima (mca)	15,918	15,801	15,219	14,637	14,056	
Instante (s)	1,277	1,308	1,399	0	1,764	
Presión Mínima (mca)	7,486	7,422	7,198	6,761	6,695	
Instante (s)	40,413	40,291	29,709	10,704	10,552	

NODOS TRAMO 13	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	13,823	13,271	11,062	8,854	6,645
Instante (s)	1,825	1,855	1,916	2,037	3,193
Presión Mínima (mca)	6,672	6,226	4,446	2,503	0,536
Instante (s)	10,491	10,461	10,339	78,212	65,421
NODOS TRAMO 14	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	5,541	6,131	8,49	10,849	13,208
Instante (s)	3,132	3,102	3,406	3,284	3,588
Presión Mínima (mca)	-0,001	-0,288	2,424	5,025	7,42
Instante (s)	12,163	25,665	25,543	54,002	54,124
NODOS TRAMO 15	1	2	14	26	38
Presión Máxima (mca)	13,798	13,63	11,613	9,629	8,151
Instante (s)	3,558	3,527	2,737	35,031	35,061
Presión Mínima (mca)	8,013	7,868	6,108	4,115	2,532
Instante (s)	54,154	54,185	11,981	11,616	11,342
NODOS TRAMO 16	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	6,757	6,936	7,621	8,138	8,643
Instante (s)	35,821	35,852	35,882	35,913	35,791
Presión Mínima (mca)	1,595	1,79	2,382	2,894	3,472
Instante (s)	28,767	28,736	27,702	27,824	27,946
NODOS TRAMO 17	1	2	6	10	14
Presión Máxima (mca)	8,773	8,285	6,401	4,721	3,04
Instante (s)	35,821	35,791	22,685	22,807	22,928
Presión Mínima (mca)	3,62	3,133	1,295	-0,382	-1,935
Instante (s)	27,976	28,006	28,128	28,067	27,976
NODOS TRAMO 18	1	2	4	6	
Presión Máxima (mca)	0,208	0,565	1,28	1,995	
Instante (s)	5,261	5,23	5,169	5,109	
Presión Mínima (mca)	-0,006	0,343	1,073	1,863	
Instante (s)	33,875	86,381	10,339	10,278	

Especificações de Materiais e Equipamentos

7 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

7.1. Fibra pulturada

7.1.1 Processos de fabricação

O processo utilizado é a pultrusão, que consiste na fabricação de perfis contínuos com excelente acabamento superficial e pigmentação durante o processo de produção. Possui teor de fibra na ordem de 70% e 30% de resina, o que confere ao material desempenho mecânico superior com elevada resistência à ataques químicos.

7.1.2 Descrição dos produtos e/ou serviços

Guarda corpo modelo GCS02 em fibra de vidro e resina éster vinílica, fornecido em perfis pultrudados para serem montados e instalados em campo, composto dos seguintes itens:

- montantes: tubo quadrado 50,8 mm x 1100 mm para serem instalados a cada 1200 mm;
- Passa mão: Perfil U 58,9mm x 25 mm x 4 mm;
- Barra intermediária: barra ômega 58 mm x 25 mm;
- Rodapé: Barra “W” 102 mm x 25 mm;
- Sapata: base quadrada 150mm x 150mm x 65mm, com 4 furos;
- Acessórios de fixação em aço inox 316.

7.1.3 Resina utilizada

Possui como característica a sua alta resistência à corrosão, principalmente em ambientes quimicamente mais agressivos; aditivada para proteção a raios UV, excelentes propriedades de isolamento térmico e elétrico, características anti-chama (auto-extinguível), alta resistência mecânica e baixo peso.

7.1.4 Normas relacionadas

ASTM-D-2583:1995 (Dureza Barcol), IEC 60092-101-(ensaios de queima), ASTM E 84 (resistência ao fogo), ASTM D 2565 (intemperismo), IMO MSC 61 (67) (emissão de fumaça e toxidade) e USCG (ABS) Integridade ao fogo.

7.1.5 Impermeabilização polimérica

BAUCRYL 10.000 é um látex acrílico, apresentado na forma de emulsão, aniônico, isento de plastificantes, formulado a partir de um copolímero de éster de ácido acrílico, estireno e aditivos especiais. Como impermeabilizante, pode ser aplicado tanto na forma de

argamassa polimérica como de membrana acrílica, especialmente indicada para impermeabilização de áreas sujeitas a movimentações, com grande elasticidade e inodoro.

Sólidos - 40% ± 1
PH - 8,0 a 10,0
Densidade - 1,00 ± 0,05 g/cm³
Viscosidade (Brookfield RVT 3/20) - 4500 a 5500 CPS

Aplicado na forma de argamassa polimérica (AP20), numa única operação executa-se a regularização, a impermeabilização e a proteção mecânica.

Argamassa polimérica (AP20) - 0,9 kg/m2 espessura 1 cm.

7.2. Válvula ventosa combinada (cinética e automática com duplo orifício) de tríplice função para esgoto

7.2.1 Características de Projeto e Operacionais Básicas Mínimas de Referência

As ventosas deverão ter as seguintes especificações:

Modelo de referência ..... ARI D-023 NS ou similar
Tipo ..... Tríplice Função de Alto Desempenho Material do Corpo ..... Aço Fundido ou Inoxidável
Classe de Carga ..... PN 10
Diâmetro ..... 4” (100 mm)
Taxa de admissão de ar por subpressão ..... 67 m³/min.bar
Taxa de expulsão de ar por sobrepressão ..... 4 m³/min.bar
Número de orifícios (Non Slam) 01

O corpo da ventosa deve ser revestido com epóxi em conformidade com a norma DIN 30677-2.

7.2.2 Materiais de Fabricação do Corpo e Normas Construtivas

Os materiais de fabricação dos componentes da válvula tipo ventosa combinada (cinética + automática) serão os indicados a seguir, ou com características mínimas similares, se forem comprovados e aceitos pela CAGECE:

- Curva superior de descarga.....polipropileno
- Conjunto de fechamento….....nylon reforçado

- Boia (válvula de pequena vazão)….....polipropileno expandido
- Corpo da válvula automática….....nylon reforçado ou aço inox SAE 316
- Tampa e flange de ligação….....aço DIN ST-37
- Juntas….....BUNA-N
- Molas….....aço inox SAE 316
- Arruelas….....aço inox SAE 316
- Parafusos e porcas….....aço inox SAE 316
- Hastes….....aço inox SAE 316
- Boia (válvula de grande vazão).....aço inox SAE 316
- Válvula de esfera de drenagem.....latão ASTM A124/ aço inox SAE 316
- Corpo da válvula de grande vazão.....aço DIN ST-37

As ventosas deverão ser fornecidas para atender os requisitos da NBR 7675 com referência a flanges. A montagem se dará através de juntas flangeadas e o fornecimento das ventosas incluirá os respectivos parafusos, porcas e arruelas.

Todos os equipamentos a serem fornecidos deverão ter punçadas, no seu corpo, as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- Número de série da peça;
- Diâmetro e classe de pressão.

7.2.3 Disposições Complementares

Deverão ser fornecidos à CAGECE desenhos de projeto detalhado, completamente cotados e com indicação de todos os materiais a serem empregados para aprovação.

A aprovação por parte da CAGECE, não eximirá o FORNECEDOR da total responsabilidade pela perfeita fabricação do equipamento.

O início da fabricação só será permitido após a aprovação do projeto detalhado do FORNECEDOR.

O FORNECEDOR deverá providenciar, sempre que solicitado, os seguintes serviços adicionais, cujos custos estarão embutidos nos preços unitários propostos:

- Supervisão das operações de instalação e montagem no local de instalação dos materiais e equipamentos a serem fornecidos;
- Visitas técnicas da CAGECE aos locais de fabricação;

- Fornecimento de todas as ferramentas necessárias para a montagem e/ou manutenção dos equipamentos;
- Fornecimento de manuais detalhados, em língua portuguesa, de operação e manutenção para cada unidade apropriada dos materiais e equipamentos fornecidos; e,
- Treinamento de pessoal para a operação, manutenção e/ou reparos dos equipamentos e materiais fornecidos.

O fornecimento das válvulas deverá ser realizado segundo um programa previamente aprovado pela CAGECE.

7.3. Comportas

7.3.1 Comportas deslizantes

Comportas deslizantes: Quadro estrutural: ASTM A240 TP 316; comporta: ASTM A240 TP 316; haste ascendente: ASTM A276 TP 316; vedação lateral: UHMW (polietileno de ultra alta densidade molecular); cordão compressão: borracha nitrílica; vedação inferior: borracha nitrílica; classe de vedação: superior AWWA C513; parafusos e porcas: AISI 316; chumbadores de fixação: chumbadores químicos + prisioneiros de AISI 316; tipo de fixação: embutido no concreto; pintura padrão fornecedor (peças não inox); identificação: plaquetas de aço inoxidável. **Acionamento:** atuador elétrico integral com acionamento emergencial volante (440VAC, 60 hz, trifásico, IP 68); 2 chaves limites de curso (abrir e fechar); 2 chaves limites de torque (abrir e fechar); painel elétrico integral para comando local e remoto. **Acessórios:** prolongamento completo (guias laterais prolongadas, eixo, luva, mancal e prisioneiros). As comportas deverão vir com botoeira de Emergência.

7.4. Válvula de retenção para esgoto

Válvula de Retenção para Esgoto, constituída em uma única peça móvel, isenta de eixos, mancais, molas ou pesos. Ângulo de Abertura de 35º, proporcionando fechamento rápido. Corpo e Tampa em Fo. Nodular ASTM A536 Grau 65.45.12. Possibilita a retirada da tampa, para manutenção, de todas as peças internas sem a necessidade de desmontar o corpo da tubulação. Extremidades flangeadas de acordo com a ABNT NBR 7675 – PN10; Obturador em Buna-N (ASTM D2000 BG) com alma em aço e reforço em Nylon na área de flexão.

Face-a-face de acordo com a Norma DIN 3202 – Coluna F6, Instalação entre flanges com furação ABNT NBR 7675 – PN10. **Acionamento:** Auto Operada.

Terão válvulas deste modelo, com as mesmas especificações acima nos diâmetros de 400 mm e 500 mm.

7.5. Válvula esfera excêntrica

Válvula de esfera excêntrica, passagem circular plena, duplo excêntrico, ¼ de volta. Corpo em FoFo Nodular ASTM A536 Grau 65.45.12; Extremidades Flangeadas de acordo com a ABNT NBR 7675 – PN 10. Tampa em FoFo Nodular ASTM A536 Grau 65.45.12. Permite a retirada, para manutenção, de todas as peças internas sem a necessidade de desmontar o corpo da válvula da tubulação. Obturador em Aço INOX ASTM A743 CA40, revestido em Buna N vulcanizada, em forma de segmento de esfera fundido em uma única peça com os eixos. Fixação com Flanges ABNT NBR 7675 – PN 10, com a tampa aparafusada. Face a face de acordo com a Norma ISO 5752 – SÉRIE 03. **Acionamento por atuador eletromecânico** composto por um redutor ¼ de volta tipo coroa sem fim, acoplamento a válvula de acordo com a norma ISSO 5211, mais um atuador elétrico tipo standard + TAM, trifásico, 220V, IP 67, com chaves fim de curso, indicador mecânico de posição 4-20 mA e volante de emergência.

Terão válvulas deste modelo, com as mesmas especificações acima nos diâmetros de 400 mm e 500 mm.

7.6. Tanque hidropneumático

Deverá ser empregado, como dispositivo de proteção para a linha de recalque, um reservatório hidropneumático do tipo multiencapsulado com esferas em poliuretano ou do tipo com bolsa elastomérica interna em butil (espessura mínima de 2 mm) para esgoto com as seguintes especificações:

- Modelos de referência ..... Hidroballs, Charlatte ou similar
- Volume mínimo 10.000L
- Material ..... Aço Carbono ASTM A 36 Gr. C
- Diâmetro mínimo da inspeção ..... 450 mm
- Diâmetro mínimo da entrada ..... 50 mm

O reservatório deverá ser fabricado conforme norma ASME em formato cilíndrico. O interior do tanque deverá ser recoberto com tinta epóxi anticorrosão. O exterior do tanque deverá ser recoberto com pintura de poliuretano anticorrosão. No dimensionamento da parede do tanque, deverá ser considerada uma corrosão interna mínima de 2 mm. Não será permitida a execução de soldagem no tanque após o processo de alívio do stress do material construtivo.

O tanque deverá dispor de uma conexão roscada em sua parte superior, que permita a instalação de um manômetro para monitoramento da pressão de pré-carga e uma válvula para admissão do gás comprimido. Além disso, deverá dispor de um indicador de nível através de transmissor de pressão diferencial, com display LCD local e saída 4 a 20 mA, para permitir o monitoramento do gás em seu interior.

7.7. Bombas submersíveis

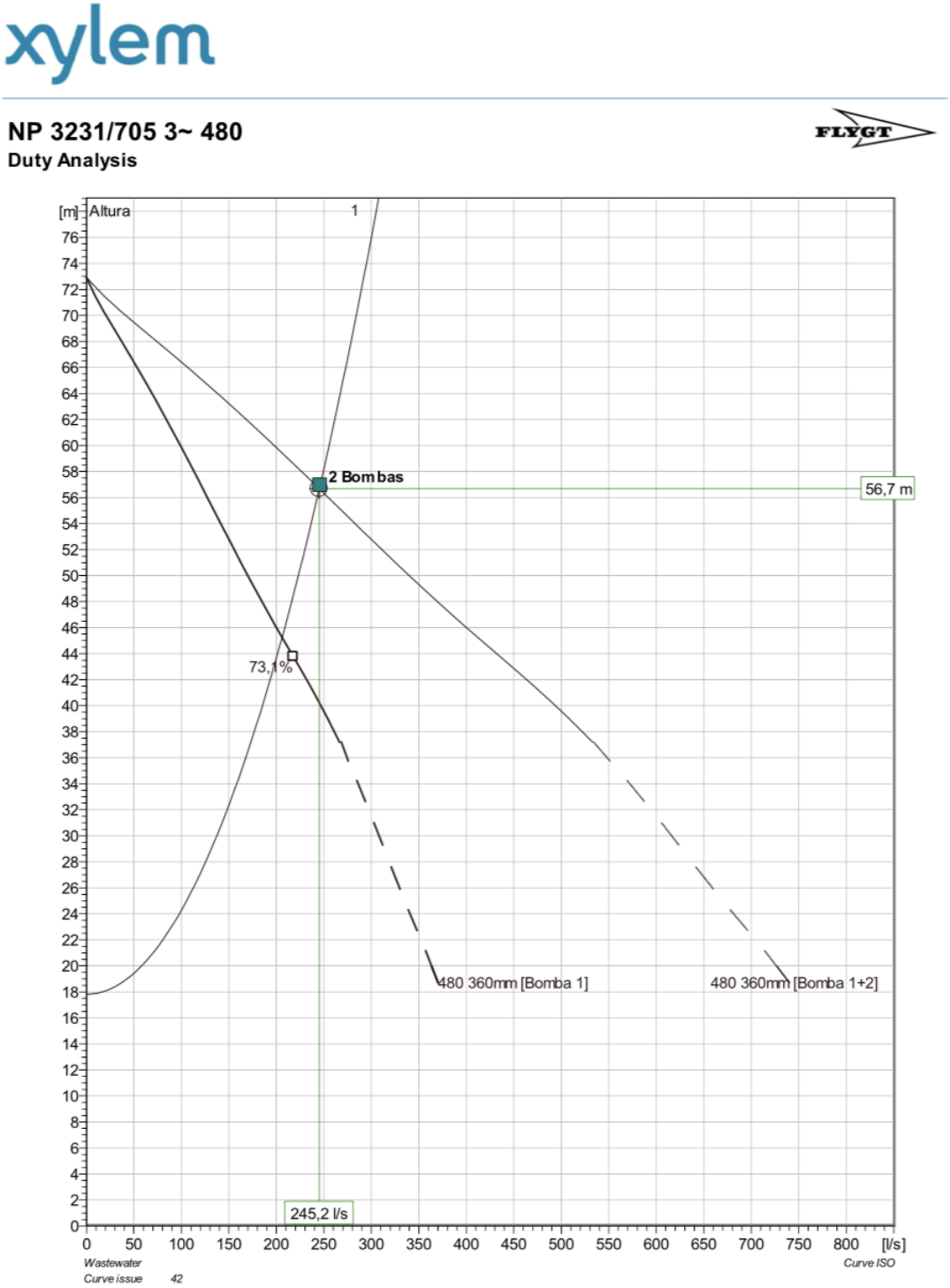
7.3.2 Características da bomba

Bombas para transporte de efluentes;
Tipo de instalação: semipermanente;
Rotor: aberto auto limpante;
Frequência: 60Hz;
Nº de fase: trifásico;
Nº de polos: 4;
Tensão de operação: 380V;
Potência nominal: 185 hp;
Diâmetro de recalque: 200 mm;
Diâmetro de sucção: 250 mm.

As bombas submersíveis deverão apresentar rotor antiabrasivo e anticorrosivo, além do agitador mecânico acoplado a bomba.

7.3.3 Curva da bomba EEE PF2 Projetada

Figura 7. 1 - Curva de desempenho da bomba utilizada



Pumps running /System	Individual pump Flow	Head	Shaft power	Total Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSHre
2 / 1	123 l/s	56,7 m	142 hp	245 l/s	56,7 m	284 hp	64,4 %	0,000258 kWh/l	4,98 m

7.3.4 Medidor de nível ultrassônico para canais abertos

O sensor de nível deverá atender as seguintes características:

• Medição sem contato com o meio medido;

• Aplicação: medir vazão de esgoto em estações;

• Fluido: Esgoto a 29º - 30ºC;

• Material: Polipropileno com conexão de 1.1/2 BSP;

• Grau de proteção: IP68;

• Faixa de operação: 0,2 e 4,0 m;

• Ângulo de emissão: 5 a 6°;

• Temperatura de operação: -30º C à +90º C;

• Compensação de temperatura incorporada e automática;

O conversor deverá atender as seguintes características:

• Vazão: 0 a 800 l/s.

• Grau de proteção: IP65;

• Circuito eletrônico: microprocessado;

• Material: plástico PBT reforçado com fibra de vidro e Display LCD (Vazão instantânea);

• Indicação simultânea ou alternada de vazão e totalização, contendo também as unidades de engenharia e o valor medido. Duas funções de totalização (resetável e acumulativa).

• Escala: configurável através do teclado frontal;

• Linearização: até 32 pontos;

• Função: programação completa, medição de nível, medição de vazão em canal aberto.

• Pressão Atmosférica;

• Possuir saídas analógicas (4-20mA) e digital. Frequência de trabalho: 80KHZ (Nominal);

• Alimentação: 12 a 36 VCC e Conexão elétrica: prensa cabo 2x m20x1,5 + 2x ½ NPT(F).

ART

8 ART

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

ART OBRA / SERVIÇO - REGISTRO ANTES DO TÉRMINO DA OBRA/SERVIÇO
Nº CE20180288301

INICIAL

1. Responsável Técnico

LARISSA GONÇALVES MAIA CARACAS
Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL** RNP: **060136479-1**

2. Contratante

Contratante: **CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ** CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**
RUA DR. LAURO VIEIRA CHAVES 1030 Nº: **1030**
Complemento: Bairro: **AEROPORTO**
Cidade: **FORTALEZA** UF: **CE** CEP: **60420280**
País: **Brasil**
Telefone: **31011794** Email: **cailiny.medeiros@cagece.com.br**
Contrato: **Não especificado** Celebrado em:
Valor: **R$ 7.000,00** Tipo de contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**
Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

Proprietário: **CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ** CPF/CNPJ: **07.040.108/0001-57**
RUA DR. LAURO VIEIRA CHAVES 1030 Nº: **1030**
Complemento: Bairro: **AEROPORTO**
Cidade: **FORTALEZA** UF: **CE** CEP: **60420280**
Telefone: **31011794** Email: **cailiny.medeiros@cagece.com.br**
Coordenadas Geográficas: **Latitude: -3.78645 Longitude: -38.549047**
Data de Início: **01/01/2018** Previsão de término: **12/01/2018**
Finalidade: **Infraestrutura**

4. Atividade Técnica

A1 - ATUACAO	Quantidade	Unidade
6 - PROJETO BÁSICO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> SANEAMENTO -> #3077 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DE MELHORIAS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 2 DA PRAIA DO FUTURO E LINHA DE RECALQUE (EM TORNO DE 12 km), ALÉM DE TRANSIENTE HIDRÁULICO.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DO CEARÁ (SENGE-CE)

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Fortaleza, 30 de Janeiro de 2018
Local data

Larissa Gonçalves Maia Caracas
LARISSA GONÇALVES MAIA CARACAS - CPF: 448.533.193-87

Eng. Raul Tigre de Arruda Leitão
Coordenador de Projetos de Engenharia
CPROI - CAGECE
CAGECE - CIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CNPJ: 07.040.108/0001-57

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 82,94** Pago em: **11/01/2018** Nosso Número: **8212303159**