

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE BEBERIBE

TOMO III

VOLUME 1- Memorial Descritivo e de Cálculo

TSA
PROJETO DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
Março 1999

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE BEBERIBE

TOMO III - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Lois 00714 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº 0075/03/01/A
Volume 1
Qtd A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

 TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA
MARÇO/1999

0075/03/01/A
ex.1

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE BEBERIBE

TOMO III - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA
MARÇO/99

150303

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	4
1 - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO.....	6
1 1 - Introdução.	7
1 2 - Localização e Acesso.....	7
1 3 - Estudos Básicos	7
1.4 - Estudos Demográficos	8
1 5 - Sistema de abastecimento atual.....	8
1.6 - Estimativa da População.....	9
1 6 1 - Dados e Parâmetros Considerados	9
1 6 2 - Evolução da População e Projeção da Demanda D'água	10
1.7 - Dimensionamento e Descrição do Sistema Proposto	11
1 7 1 - Delineamento Geral	11
1 7 2 - Captação	13
1 7 3 - Adutora	14
1 7 4 - Equipamento de Bombeamento	14
1.8 - Golpe de Ariete Máximo	23
1.9 - Dimensionamento dos blocos de ancoragem.....	26
1 10 - Reservação	38
1.11 - Tratamento D'água	38
1 12 - Movimento de Terra	39
1 13 - Chafariz Público	41
1.14 - Projeto Elétrico.....	42

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Trata o presente relatório do Memorial Descritivo e de Cálculo do Projeto Executivo da Adutora de Beberibe, TOMO III - Relatório Geral, Volume 1, desenvolvido de acordo com o Contrato nº 39/98-SRH estabelecido entre a SRH e TSA - Projetos de Engenharia Ltda, estando os relatórios referentes ao citado contrato, apresentados da maneira seguintes

TOMO I - Estudos Basicos

Volume 1 - Estudo de Alternativas de Traçado
e Estudos Básicos

Volume 2 - Estudos Básicos Complementares

TOMO II - Estudos de Concepção do Projeto

TOMO III - Relatório Geral

Volume 1- Memorial Descritivo e de Cálculo

Volume 2 - Quantitativos e Custos

Volume 3 - Especificações Técnicas

Volume 4 - Plantas

1 - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

1 - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

1.1 - Introdução

O Objetivo do Projeto é dotar a cidade de Beberibe, de uma Adutora de Água Bruta, que deverá suprir o sistema de abastecimento daquela localidade até o ano 2018, bem como, equacionar os problemas referentes ao tratamento e à reservação de água

Tal propósito se fundamenta principalmente na eleição de um manancial d'água, o açude Pacajus, capaz de dar suporte à crescente demanda d'água da população, ali radicada, até o ano horizonte do Projeto

1.2 - Localização e Acesso

A cidade de Beberibe tem por coordenadas 4°10'47" de Latitude sul e 38°7'50" de Longitude Oeste

O acesso rodoviário à cidade se faz pela BR 116 e CE 040. O percurso, desde de Fortaleza, é de 64Km

1.3 - Estudos Básicos

Os estudos básicos realizados compreendem

- Levantamento topográfico
- Investigação geológica e geotécnica
- Análise dos estudos hidrológicos existentes

Os estudos em referência foram abordados no Relatório dos Estudos Básicos Complementares e no Relatório dos Estudos de Concepção

1.4 - Estudos Demográficos

A estimativa do número de habitantes a ser contemplado com os benefícios oriundos do Projeto, se apoia, principalmente, na análise dos dados publicados pelo IBGE, referentes ao Censo Decenal (1980-1990) e no resultado da contagem da população realizada em 1996

Os dados relativos ao município de Beberibe, referentes ao decênio acima mencionado, são os seguintes, em termos de taxa geométrica do crescimento anual

- Urbana 5.56%
- Rural -1.11
- Total 0,32

Quanto à taxa de urbanização, tem-se

- Ano de 1980 16,34%
- Ano de 1990 28,54%

No que diz respeito, especificamente, à sede municipal, verificou-se o seguinte

- Ano de 1990 3824 habitantes
- Ano de 1996 4286 habitantes

Tal incremento resulta numa taxa geométrica de crescimento anual do 3,5%, no período 1990 – 1996

Tomou-se, então, citada taxa para estimar a evolução da população da cidade de Beberibe, até o ano horizonte do Projeto 2018

1.5 - Sistema de abastecimento atual

A cidade conta com um serviço de abastecimento d'água com as características e desempenho seguintes

- Manancial Lagoa Uberaba
- Adutora Extensão 5,0 Km
DN 150.0 mm
Material FoFo
- Rede de distribuição 5653 m
- Número de ligações Total 779
Ativas 566

Reservação Há um reservatório elevado, cuja capacidade é de 220m³, segundo a CAGECE

Tratamento d'água

Filtro de pressão, acoplado a decantador

- Capacidade 100m³/h
- Vol produzido atualmente 45m³/h em 22 horas/dia

Vale ressaltar, ainda, que dado a escassez e qualidade da água na lagoa Uberaba a adução de água bruta está sendo complementada com água do lençol subterrâneo a partir de poços tubulares

Não há rede de esgotos, sendo os dejetos lançados em fossa – sanitários domiciliares

1.6 - Estimativa da População

1.6.1 - Dados e Parâmetros Considerados

Para dimensionamento do sistema, ora proposto, foram considerados os seguintes parâmetros e dados

- Consumo per capita 150 l/hab/dia
- Índice de atendimento 100%
- Coeficiente de majoração do dia de maior demanda (K = 1,2)

- População atual 5195 hab
- Horizonte do Projeto 2018
- Tempo de operação da adutora 20 h/dia
- Destinação de 4% da água tratada para lavagem de filtro
- Fonte de suprimento d'água Açude Pacajus
 - Localização 15,0 Km à montante do ponto de captação
 - Vol de acumulação 148 000 000 m³
 - Vazão regularizada 1,67 m³/s (ver relatório dos Estudos de Concepção)

1.6.2 - Evolução da População e Projeção da Demanda D'água

Considerando

a) População Inicial (P_0) 5195 hab

$n = n^o$ de anos decorridos

$i = 3,5\%$ (taxa geométrica do crescimento anual)

$$P_n = P_0 (1+i)^n$$

b) Projeção da demanda d'água

$$Q = \frac{1,2 \times 1,04 \times P_n \times 150}{t}$$

t = tempo em segundos

No quadro 1, a seguir, encontram-se os dados referentes à evolução da população e projeção da demanda d'água no período 1999-2018

Quadro 1 - Evolução da População e Projeção da Demanda d'água no Distrito Sede do Município de Beberibe Período 1999 - 2018

Nº	ANO	n	POPULAÇÃO (hab)	VAZÃO (l/s)
01	1999	0	5159	13,51
02	2000	1	5377	13,98
03	2001	2	5565	14,47
04	2002	3	5760	14,97
05	2003	4	5961	15,49
06	2004	5	6170	16,04
07	2005	6	6386	16,60
08	2006	7	6609	17,18
09	2007	8	6841	17,78
10	2008	9	7080	18,41
11	2009	10	7328	19,05
12	2010	11	7584	19,72
13	2011	12	7850	20,41
14	2012	13	8125	21,12
15	2013	14	8409	21,86
16	2014	15	8703	22,63
17	2015	16	9008	23,42
18	2016	17	9323	24,24
19	2017	18	9649	25,08
20	2018	19	9988	25,96

1.7 - Dimensionamento e Descrição do Sistema Proposto

1.7.1 - Delineamento Geral

O sistema captará água do rio Choró, em ponto situado a aproximadamente, 30 m a montante de soleira vertedoura, ali existente, que por sua vez se encontra, em termos médios, a 60 m à montante da ponte da CE-040 sobre aquele rio

A Adutora, após passar sob citada ponte, inicialmente desenvolve-se pela margem esquerda da CE-040, por sua faixa de domínio, para depois acompanhar o acesso rodoviário a cidade de Beberibe e, por último, através de via urbana, chegar à ETA, onde se conectará aos equipamentos de tratamento d'água. Tem 12 300 m de extensão, diâmetro nominal de 200 mm e vence um desnível geométrico de 13.64 m.

A captação faz-se-á por meio de duas bombas submersas, montadas em paralelo, funcionando simultaneamente, as quais serão instaladas em poço que será executado junto à margem do rio. Referido poço, fará parte de um sistema de vasos comunicantes, que será alimentado a partir do ponto de menor cota da seção transversal da calha do rio.

Junto ao poço de sucção, estarão os equipamentos de controle e proteção hidroelétrico-mecânicos e o abrigo do operador de bombas.

As bombas serão alimentadas por meio de subestação de 45 KVA, a qual será suprida de corrente elétrica a partir de LT 13,8 KVA, que passa a 100 m do local aqui considerado.

Para complementar a reservação estabelecida por estudo da COELCE (1987), se encontra em execução um reservatório apoiado, com capacidade de 250m³, com o que a capacidade de reservação d'água passará para 470m³. Tal volume corresponde a ¼ do consumo d'água diário no ano 2018.

O tratamento d'água será feito em filtros defluxo ascendente, em número de 2(dois), com capacidade unitária de processamento de 7,5 l/s, estando previsto a instalação futura de terceiro filtro, de mesma capacidade, de acordo com projeto elaborado pela CAGECE, ora execução, cujo horizonte situa-se no ano 2007.

1.7.2 - Captação

A estrutura de captação compõem-se dos elementos seguintes

- a) Poço de captação constituído de 3 tubos de concreto armado ($\phi = 1,20$ m. $L = 1,00$ m). munido de grelha e tela de proteção no topo, com 2 tubos cravados verticalmente no leito do rio e um acima deste mesmo leito
- b) Poço de sucção Executado com 19 anéis de concreto armado ($\phi = 3,00$ m. $h = 0,50$ m) localizado próximo ao barraco do rio e a 26,00 m do poço de captação, profundidade 8,0 m
- c) Tubulação em concreto armado ($\phi = 0,50$ m. $L = 1,50$ m), cuja função é conectar os poços acima descritos, devendo Ter sua geratriz superior a 1,0 m abaixo do nível médio da calha do rio, na seção considerada

Dentro do poço de sucção, a 1,15m abaixo do nível do terreno natural, sera instalado um pranchão de madeira (4,15 x 0,50 x 0,05) m, segundo o diâmetro do poço, apoiado na face inferior por dois trilhos (TR – 32), sobre o qual serão instaladas as bombas

A adoção de bombas submersas é feita em razão das condições topográficas locais, em relação aos níveis mínimo e máximo do plano d'água na calha do rio (ver Estudos de Concepção do Projeto)

As seguintes cotas dão uma idéia dos níveis do plano d'água em relação ao equipamento de bombeamento, na fase de estio (verão)

- Cota média do leito do rio (seção transversal) 5,50 m
- Cota mínima para garantia de submergência das bombas 4,88 m (em relação ao crivo)
- Cota média da crista da soleira vertedoura 7,50 m

1 7 3 - Adutora

Vazão de dimensionamento adotada (Q) = 26 l/s (ver quadro 1)

- Diâmetro nominal (DN)

$$D = 1,2 \sqrt{Q} \quad \text{Bresse}$$

$$D = 1,2 \sqrt{0,026}$$

$$D = 0,193 \text{ m}$$

Adotado DN = 200 mm

Material tubo em PVC rígido, pressão de serviço 1Mpa

No quadro 2 vêem-se valores de cota piezométrica e carga de pontos significativos ao longo da adutora, calculados pela fórmula de Colebrook

- Extensão e traçado

A tubulação adutora tem uma extensão de 12,3 Km. Seu traçado, tem início próximo à margem direita do rio, em ponto situado a, aproximadamente, 90 m à montante da ponte da CE – 040 sobre aquele rio e acompanha o traçado da mesma, por sua faixa de domínio, até o acesso rodoviário à cidade de Beberibe, seguindo então pela faixa de domínio deste, até a entrada da cidade, por onde continua, por meio de via urbana (Rua Coronel Biá), numa extensão de 580, quando então se conecta com a ETA

1 7 4 - Equipamento de Bombeamento

1 7 4 1 - Dados e conteúdos adotados

- a) Serão utilizadas 2 unidades de bombeamento, que funcionarão em paralelo, de maneira simultânea, devendo haver uma bomba de reserva, em prateleira
- b) Para determinação da altura manométrica (Hman) foram considerados
 - b 1 Diferença de nível geométrico
 - b 2 Carga necessária na caixa de nível (câmara de carga)

b 3 Material da adutora PVC rígido

b 4 Material do barrilete Ferro fundido

b 5 Perdas de carga do barrilete calculadas pela fórmula de Hazen – Williams

$$h = 1064 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} \times D^{-4.87} \ell \text{ eq}$$

b 6 Perdas de carga ao longo da adutora calculadas por

- Colebrook determinação do fator "f"

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.17D} + \frac{2.51}{k\sqrt{f}} \right)$$

- Fórmula universal para perdas de carga distribuída

$$hf = f \frac{Lv^2}{2gD}$$

- Perdas de carga localizadas

$$hf = k \frac{v^2}{2g}$$

QUADRO 2: COTA PIEZOMETRICA E CARGA DE PONTOS SIGNIFICATIVOS AO LONGO DA ADUTORA

ESTACA	LN	ESTACA	LN	DIST m	VAZAO l/s	DIAM NOMINAL (mm)	DIAM Ni (mm)	VEL (m/s)	PERDA CARCA UNIT (m)	PERDA CARCA TOTAL(m)	DESN m	COTA PIEZ (m)		CARGA (mca)			
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
0	+ 0,00	10 000	1	+ 0,00	10 054	8	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,022	0,05	59,98	59,96	49,98	49,91
1	+ 0,00	10 054	5	+ 0,00	8 305	80	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,224	1,75	59,96	59,74	49,91	51,43
5	+ 0,00	8 305	6	+ 14,20	3 755	34,2	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,096	1,45	59,74	59,64	51,43	49,88
6	+ 14,20	3 755	47	+ 0,00	18 374	805,8	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,259	8,62	59,64	57,38	49,88	39,01
47	+ 0,00	18 374	53	+ 0,00	22,986	120	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,336	4,61	57,38	57,04	39,01	34,06
53	+ 0,00	22,986	58	+ 0,00	23 379	100	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,280	0,39	57,04	56,76	34,06	33,38
58	+ 0,00	23,379	67	+ 0,00	20 153	180	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,505	-3,23	56,76	56,26	33,38	36,11
67	+ 0,00	20 153	72	+ 0,00	17 538	100	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,280	-2,62	56,26	55,98	36,11	38,44
72	+ 0,00	17 538	80	+ 0,00	21 758	160	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,449	4,22	55,98	55,53	38,44	33,77
80	+ 0,00	21 758	99	+ 0,00	26 257	380	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,065	4,50	55,53	54,46	33,77	28,21
99	+ 0,00	26 257	158	+ 0,00	11,124	1180	26,00	200	204,2	0,79	0,003	3,308	-15,13	54,46	51,16	28,21	40,03
158	+ 0,00	11 124	175	+ 0,00	17,864	340	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,953	6,74	51,16	50,20	40,03	32,34
175	+ 0,00	17 864	185	+ 0,00	10 846	200	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,561	-7,02	50,20	49,64	32,34	38,80
185	+ 0,00	10 846	206	+ 0,00	15 880	420	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,178	5,03	49,64	48,46	38,80	32,58
206	+ 0,00	15 880	233	+ 0,00	6 831	540	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,514	-9,05	48,46	46,95	32,58	40,12
233	+ 0,00	6 831	244	+ 0,00	11 150	220	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,617	4,32	46,95	46,33	40,12	35,18
244	+ 0,00	11 150	263	+ 0,00	4 964	380	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,065	-6,19	46,33	45,27	35,18	40,30
263	+ 0,00	4 964	312	+ 0,00	12 784	980	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,748	7,82	45,27	42,52	40,30	29,74
312	+ 0,00	12 784	335	+ 0,00	6 933	460	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,290	-5,85	42,52	41,23	29,74	34,30
335	+ 0,00	6,933	361	+ 0,00	12 010	520	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,456	5,08	41,23	39,77	34,30	27,76
361	+ 0,00	12 010	377	+ 0,00	8 350	320	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,897	-3,66	39,77	38,88	27,76	30,53
377	+ 0,00	8 350	420	+ 0,00	14,454	860	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,411	6,10	38,88	36,46	30,53	22,01
420	+ 0,00	14 454	469	+ 0,00	23 765	980	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,748	9,31	36,46	33,72	22,01	9,95
469	+ 0,00	23 765	509	+ 0,00	19,100	800	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,243	-4,67	33,72	31,47	9,95	12,37
509	+ 0,00	19 100	526	+ 0,00	15 000	340	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,953	-4,10	31,47	30,52	12,37	15,52
526	+ 0,00	15 000	571	+ 14,00	4 730	914	26,00	200	204,2	0,79	0,003	2,563	-10,27	30,52	27,96	15,52	23,23
571	+ 14,00	4,730	586	+ 0,00	10,960	286	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,802	6,23	27,96	27,16	23,23	16,20
586	+ 0,00	10,960	588	+ 0,00	11,990	40	26,00	200	204,2	0,79	0,003	0,112	1,03	27,16	27,04	16,20	15,05
588	+ 0,00	11 990	615	+ 0,00	18 530	540	26,00	200	204,2	0,79	0,003	1,514	6,54	27,04	25,53	15,05	7,00
												34,452	8,53				
					12286												

1 7 4 2 - Determinação da altura manométrica (Hman)

- Perda da carga na sucção (Hs)
Hs = 0 (bomba submersa)
- Perda de carga no recalque (Hr)
Barrilete (hb)⁽¹⁾

N	DISCRIMINAÇÃO	QUANT.	DM (mm)	L.EQ
1	Tubo FoFo. com flange	1	150	5,70
2	Curva 90° com flange	1	150	2,50
3	Tubo com flange, FoFo L = 1,50	1	150	1,50
4	Curva 45° flange	1	150	1,10
5	Tubo FoFo. com flange. L = 1,20	1	150	1,20
6	Válvula de retenção	1	150	20,00
7	Registro de gaveta com flange	1	150	1,10
8	Junção de 45° com flange	1	200/50	4,50
9	Tê com flange	1	200/150	4,30
10	Tubo FoFo. com flange L = 1.75 m	1	200	1,75
11	Extr Flange, poleta, fofo, L=0,40m	1	200	0,40

- Perda de Carga no Barrilete (hb)⁽¹⁾

Trecho DN 150 mm

Q = 0,013 m³/s

$$hb = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \ell \text{ eq}$$

C = 100

DI = 157,40 mm

$$hb = 10,64 \left(\frac{0,013}{100} \right)^{1,85} \times (0,1574)^{-4,87} \times 33 \times 10$$

hb = 0,1854 m

⁽¹⁾ Trecho de maior perda de carga

Trecho DN 200 mm

$$h_b = 10,64 \left(\frac{0,026}{100} \right)^{1,85} \times (0,2092)^{-4,87} \cdot 10,95$$

$$Q = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_b = 0,0553 \text{ m}$$

$$C = 100$$

$$h_b = h_b + h_b$$

$$DI = 209,20 \text{ mm}$$

$$h_b = 0,24 \text{ m}$$

- Perda de Carga na Tubulação Adutora (h_a)

$$h_a = 34,45$$

Carga na caixa de nível (h_{cc}) = 7,00 m

Diferença de nível geométrico $h_g = 13,64$ (cota 18,526 – cota 4,885)

Perdas da carga localizadas (h_l) 2,76

Perdas de carga na válvula antecipadora de onda (h_v) 0,70 m

$$H_r = h_b + h_a + h_g + h_{cc} + h_l + h_v$$

$H_{man} = H_s + H_r$, como $H_s = 0$ vem

$$H_{man} = H_r$$

$$H_{man} = 0,24 + 34,45 + 13,64 + 7,0 + 2,76 + 0,70$$

$$H_{man} = 58,79 \text{ m}$$

1 7 4 3 - Potência do Equipamento

Potência requerida pela bomba (P_b)

$$P_b = \frac{1000 Q H_{man}}{75 \rho}$$

$$Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_b = \frac{1000 \cdot 0,013 \cdot 58,79}{75 \cdot 0,65}$$

$$H_{man} = 58,79 \text{ m}$$

$$\rho = 0,65 \text{ mm}$$

$$P_b = 15,67$$

Potência do motor (P_m)

$$P_m = 1,15 P_b$$

$$P_m = 18,00 \cong 20CV$$

1 7 4 4 - Características e condições de operação do equipamento

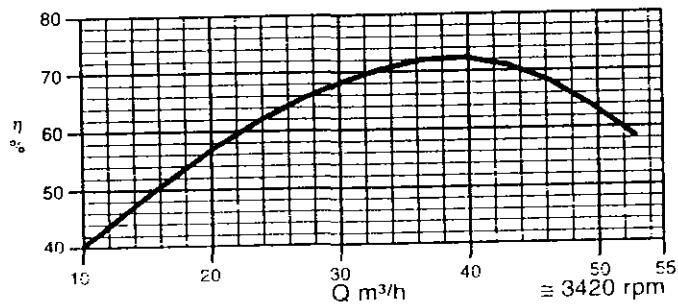
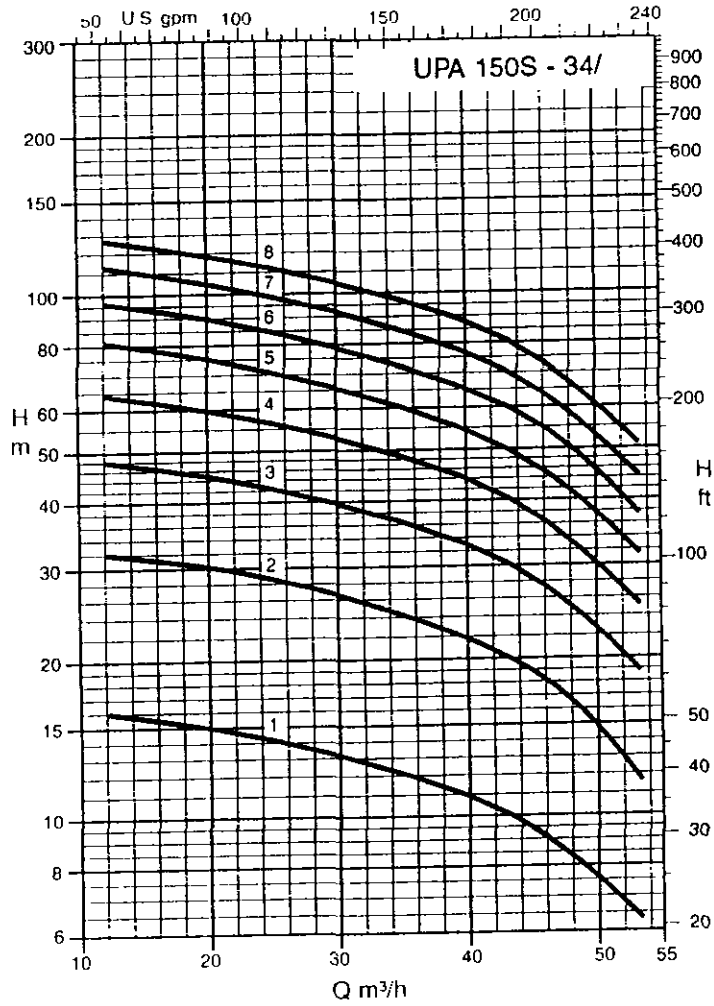
Bomba submersa. 7 estágios, $Q = 46,8 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_{man} = 60,00 \text{ m}$. Motor 20CV. 380 V, 60Hz, 3 500 rpm, tipo para poço tubular, com camisa de refrigeração

1 7 4 5 - Curva da Bomba (dados)

Q (m ³ /h)	H (m)
10,0	115
20,0	105
30,0	93
40,0	77
46,8	60
50,0	53
55,0	38

Ver figura a seguir

CURVA DA BOMBA



1 7 4 6 - Determinação da Curva do Sistema

$$H_{man} = H_0 + KQ^2 \quad (\text{equação da curva do sistema})$$

$$K = \frac{H_{man} - H_0}{Q^2}$$

$$H_{man} = 58,79 \text{ m}$$

$$K = \frac{58,79 - 20,64}{(93,60)^2}$$

$$H_0 = 20,64$$

$$Q = 93,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

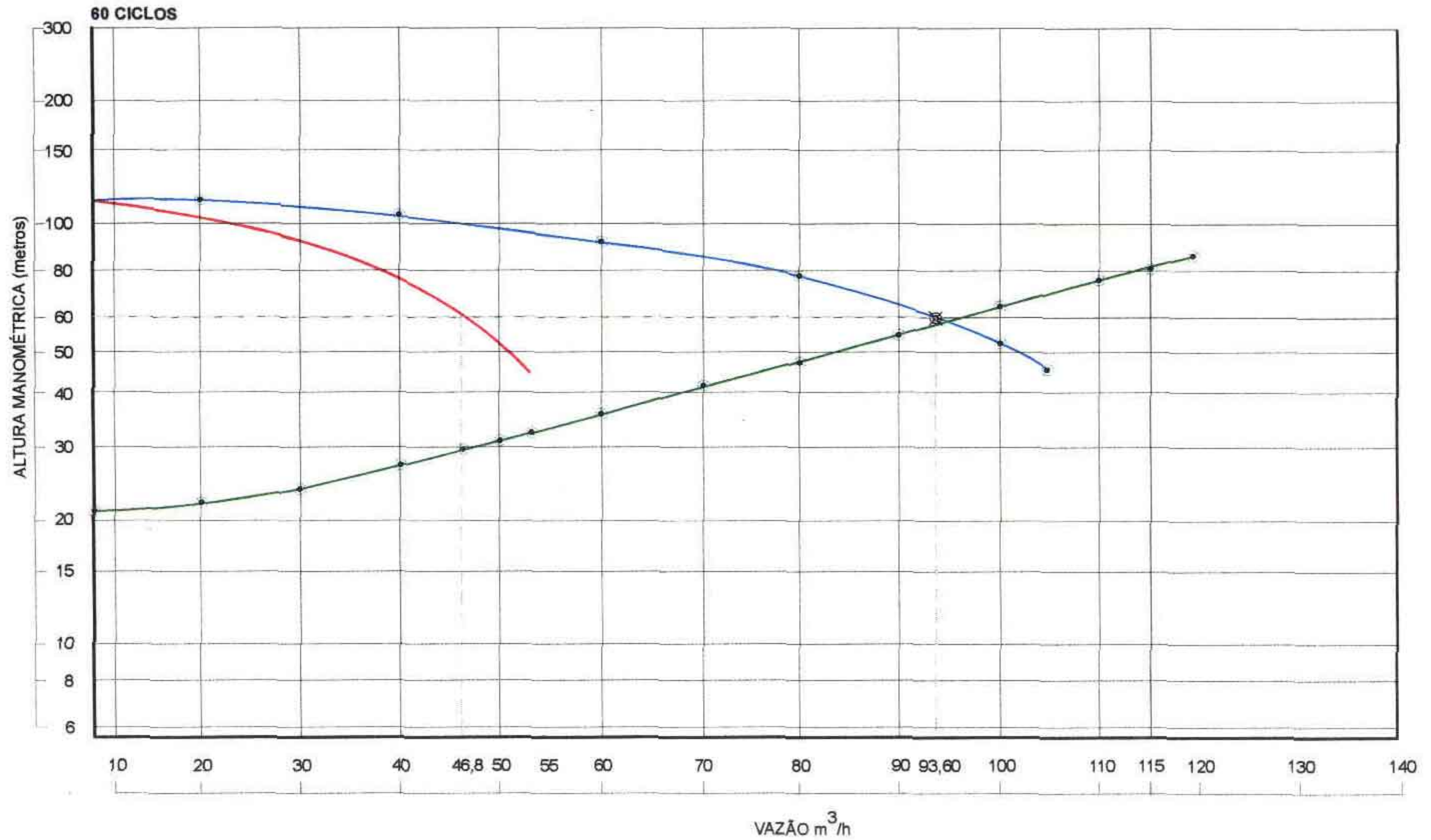
$$K = 0,0043$$

Curva do Sistema (dados)

Q (m ³ /h)	H ₀ (m)	K	KQ ² (m)	H _{man} Total (m)
10			0,43	21,07
20			1,72	22,36
30			3,87	24,51
40			6,88	27,52
46.8			9.42	30,06
50			10,75	31,39
55	20,641	0,0043	13,00	33,65
60			15,48	36,12
70			21,07	41,71
80			27,52	48,16
90			34,83	55,47
93.60			37.67	58,31
100			43,00	63,64
110			52,03	72,67
115			56,86	77,50
120			61,92	82,56

Ver figura a seguir

CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA



LEGENDA

- ☒ PONTO DE TRABALHO REQUERIDO
- 1Q
- 2Q

000024

1.8 - Golpe de Ariete Máximo

Celeridade da Onda de pressão (C)

$$C = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}, \quad C = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3 + 18 \frac{0,2042}{0,0089}}}, \quad C = 461 \text{ m/s}$$

Como tem-se $t < \frac{2L}{C}$ (fechamento rápido), o golpe de ariete independe da velocidade de fechamento (no caso paralisação da bomba) e a sobrepressão (h) é dada pela fórmula de Allievi

$$h = \frac{CV}{g}$$

Então,

$$h = \frac{461 \times 0,79}{9,81}$$

$$h = 37,12 \text{ m}$$

Tem-se ainda,

$$T = \frac{2L}{C} \text{ (período da tubulação)}$$

$$T = \frac{2\,12300}{461}$$

$$T = 53,36 \text{ s}$$

Veja que as fórmulas de Allievi e Michaud se identificam para $t = \frac{2L}{C}$, da expressão de Michaud $h = \frac{CV}{g} \frac{T}{t}$, tem-se.

$$t = \frac{CV}{g} \frac{L}{h}$$

h_{ps} (pressão de serviço) = 100 m

Hman (altura manométrica) = 58,00 m

$$t = 37,12 \frac{53,36}{42}$$

$h = H_{man} - h_{ps}$ (sobrepessão admissível) 42,00

$$t = 47s$$

Como $t < T$, então pode-se fazer

$$t = \frac{1}{K} T$$

$$t = \frac{1}{K} \frac{2L}{C}$$

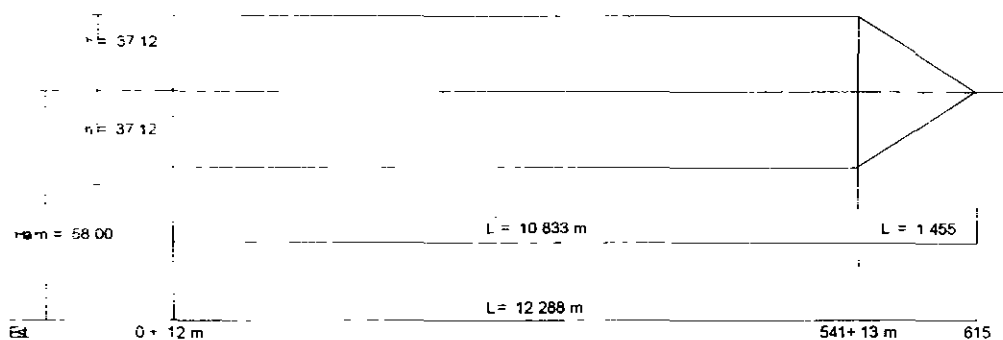
A distância "X", até à qual se estende o golpe de ariete máximo, sendo $x = \frac{L}{K}$, pode então ser determinada

$$t = \frac{2x}{C}$$

$$x = \frac{tC}{2}$$

$$x = \frac{47 \times 461}{2}$$

$x = 10\ 833$ m (correspondendo à estaca 541 + 13,0 m)



No caso, o golpe de arinete máximo (Hman) é dado por

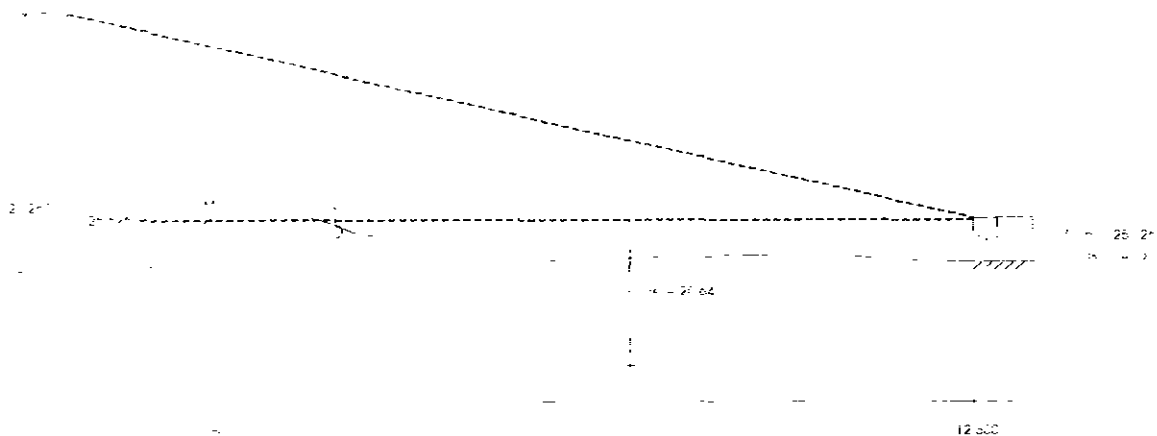
$$H_{max} = H_{man} + h$$

$$H_{max} = 58,79 + 37,12$$

$$H_{max} = 95,91 \text{ mca}$$

(Ver quadro 2 cotas piezométricas e carga de pontos significativos ao longo do caminhamentos da adutora)

Verificação da linha de carga em relação ao ponto elevado (m)



Condição para que não haja separação da coluna d'água e consequente aplastamento da tubulação

$$h' < (h_e - h) + h_b$$

$$21,372 < (20,641 - 37,12) + 10,33$$

$$21,372 > -6,149$$

$h' = 21,372$ (altura do ponto m)
 $h_e = 20,641$ (altura estática de recalque)
 $h = 37,12$ (sobrepessão/ subpressão máximas)
 $h_b = 10,33$ (pressão atmosférica)

Logo, haverá problema em relação a depressão. Em razão disso dimensiona-se uma válvula tipo BERMAD, mod 735 M, ou similar, antecipadora de onda/ contra golpe de arinete, com as dimensões e características de operação seguintes

$$\phi = 3'$$

Configuração "y"

Estanqueidade assegurada por meio de disco chato, autoalinhante

$$Q = 93,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Pressão diferencial} = 3,72 \text{ kg/cm}^2$$

Material FoFo

Referida válvula comporá o equipamento de controle e proteção hidromecânico, instalado em caixa de alvenaria de concreto simples a ser construído junto ao poço de sucção na qual serão instaladas válvulas (2) de retenção, obturador em poliuretano, com deslocamento axial, baixa inércia tipo Clasar da Mecânica Pesada, ou similar

Outrossim, na est 100, do caminhamento da adutora, instalar-se-ão duas ventosas de ϕ 50 mm

1.9 - Dimensionamento dos blocos de ancoragem

Os blocos de ancoragem, que serão executados em concreto simples, foram dimensionados com auxílio das expressões seguintes

a) Empuxo hidráulico $(E) E = 2P A \text{sen} \frac{\theta}{2}$

b) Estabilidade quanto ao tombamento $1.5 \leq \frac{Me}{Mt} = 2$

Me momento estabilizador

Mt momento de tombamento

c) Estabilidade quanto ao deslizamento

Condição de estabilidade

$$\rho = 21^{\circ}48' \quad (\gamma = 1\,800 \text{ kg/m}^3)$$

$$\theta \leq \frac{\rho}{n}, \quad \text{para o caso} \quad n = 1.2$$

$$\theta \quad \text{dado por} \quad \theta = \arctg \frac{\sum H}{\sum V}$$

d) Resistência do solo sobre a face do bloco (F)

$$F = \sigma \Delta, \quad \text{onde } \sigma = 0,6 \text{ kg/cm}^2$$

A = área da face

Bloco de ancoragem na estaca 0 + 12 m

Expurgo (E)

$$K = 2 \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

$$E = Kp A$$

$$K = 1,414 \quad (\theta = 90^{\circ})$$

$$E = 1,414 \cdot 10 \cdot 327,33$$

$$P = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 4\,628 \text{ kg}$$

$$A = 327,33 \text{ cm}^2$$

Dimensões do bloco

$$A = 1,70 \text{ m}$$

$$L = 1,30$$

$$V = 3,09 \text{ m}^3$$

$$C = 1,40$$

Peso do bloco (P)

$$P = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3,09 \text{ m}^3$$

$$P = 7\,416 \text{ kg}$$

Peso do reaterro sobre o bloco (w)

$$W = 0,57 \times 1,70 \times 1,4 \times 1800$$

$$W = 2441,8$$

$$P + W = 9857,8 \text{ kg}$$

Verificação da estabilidade

Quanto ao tombamento

Momento de bombamento (Mt)

$$Mt = 4628 \times 0,96$$

$$Mt = 4443 \text{ kg m}$$

Momento estabilizador (Me)

$$Me = 9758,8 \times 0,70$$

$$Me = 6900 \text{ kg m}$$

$$\frac{Me}{Mt} = \frac{6900}{4433}$$

$$\frac{Me}{Mt} = 1,55 \quad \text{estável}$$

Quanto ao deslizamento

$$\phi = \text{arctg} \frac{\sum H}{\sum v}$$

$$\phi = \text{arctg} \frac{4433}{9757,8}$$

$$\phi = \text{arctg} 0,45443$$

$$\phi = 24^{\circ}25' \quad \text{logo instável}$$

Resistência do solo sobre o bloco

$$F = 0,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (170 x 50) cm}^2$$

$$F = 5100 \text{ kg}$$

$$F > E. \quad \text{logo estável}$$

Blocos de ancoragem ao longo do caminhamento

Estaca 615

DN = 200 mm

Curva 90°

A = 327,33 cm²

$$E = 1,414 \times 3,5 \text{ kg/cm}^2 \times 327,33$$

$$P = 3,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 1620 \text{ kg}$$

Dimensões do Bloco

$$L = 0,70$$

$$a = 0,90$$

$$c = 0,90 \text{ m}$$

Peso do bloco (p)

$$P = \gamma V$$

$$P = 2400 \times 0,70 \times 0,90 \times 0,90$$

$$P = 1360 \text{ kg}$$

Peso do reaterro

$$W = 1800 \times 0,90 \text{m} \times 0,90 \times 0,5$$

$$W = 729 \text{ kg}$$

Peso do bloco + peso do reaterro (P + w)

$$P + w = 1360 + 729 = 2089 \text{ kg}$$

Verificação da estabilidade

1) Quanto ao tombamento

Momento de tombamento

$$Mt = 1620 \text{ kg} \times 0,289 \text{ m}$$

$$Mt = 468 \text{ kg m}$$

Momento estabilizador (Me)

$$Me = 2089 \times 0,45$$

$$Me = 940 \text{ Kg m}$$

$$\frac{Me}{Mt} = \frac{940}{418} \quad \frac{Me}{Mt} = 2,0$$

2) Quanto ao deslizamento

$$\theta \leq \frac{\varphi}{n} \quad \text{no caso} \quad \varphi = 21^{\circ}48' \quad (\gamma = 1\,800 \text{ kg/m}^3)$$

$$n = 1,2$$

$$\theta = \frac{21,8}{1,2} = 18,16 \quad (18^{\circ}10')$$

Condição de estabilidade

$$\theta \leq 18^{\circ}10'$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{\sum H}{\sum V}$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{1620}{2349}$$

$$\theta = \text{arctg} 0,6891$$

$$\theta = 34^{\circ}35'$$

$$\theta > 18^{\circ}10' \Rightarrow \text{logo, instável}$$

Resistência do solo s/ a face do bloco

$$\text{Área de contato } (70 \times 90) \text{ cm}^2 \quad 6300 \text{ cm}^2$$

$$F = \sigma A$$

$$F = 0,6 \text{ kg/cm}^2 \times 6300 \text{ cm}^2$$

$$F = 3780 \text{ Kg}$$

Trecho Est 0 + 12 a Est 615

$$\text{Curva } 45^{\circ}, \text{ DN } 200 \text{ mm}, P = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Empuxo Hidráulico

$$E = 0,766 \times 10 \times 327,33$$

$$E = 2507,35 \text{ Kg}$$

Dimensões do bloco

$$L = 0,80 \text{ m}$$

$$A = 1,00$$

$$C = 0,95$$

Peso do bloco (P)

$$P = 2400 \times 0,80 \times 1,00 \times 0,95$$

$$P = 1\,824 \text{ Kg}$$

Peso do reaterro (W)

$$W = 1\,800 \times 1,0 \times 0,95 \times 0,40$$

$$W = 684 \text{ kg}$$

Peso do bloco + Peso do reaterro (W)

$$P + w = 1824 + 684$$

$$P + w = 2508 \text{ Kg}$$

Verificação da estabilidade

Quanto ao bombeamento

Momento de bombeamento (Mt)

$$Mt = 2\,507,35 \times 0,289$$

$$Mb = 724,62 \text{ Kg m}$$

Momento estabilizador

$$Me = 2507,35 \times 0,475$$

$$Mb = 1191,3 \text{ kg m}$$

Condições de estabilidade

$$1,5 \leq \frac{Me}{Mt} = 2,0$$

$$\frac{Me}{Mt} = \frac{119,30}{724,62} = 1,64$$

Quanto ao deslizamento

$$\theta = \frac{\varphi}{n} \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi = 21^{\circ}48' \\ n = 1,2 \end{array} \right.$$

$$\theta = \frac{21,8}{1,2} = 18^{\circ}10'$$

Condição de estabilidade

$$\theta \leq 18^{\circ}10'$$

Então,

$$\theta = \arctg \frac{\sum H}{\sum V}$$

$$\theta = \arctg \frac{2507,35}{2508}$$

$$\theta = \arctg 0,99$$

$$\theta = 44^{\circ}42' \Rightarrow \text{logo, instável}$$

Resistência do solo s/ a face do bloco

$$\text{Área de contato } (80 \times 100) \text{ cm}^2 \quad 8000 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = 0,6 \text{ kg/ cm}^2$$

$$F = \sigma A$$

$$F = 0,6 \text{ kg/cm}^2 \times 8000 \text{ cm}^2$$

$$F = 4800 \text{ Kg}$$

Curva de 22°30', DN 200 mm, P = 10 kg/cm²

Empuxo Hidráulico

Expurgo

$$E = KP \Delta \quad (K = 0,390)$$

$$E = 0,390 \times 10 \times 327,33$$

$$E = 1276 \text{ Kg m}$$

Dimensões do bloco

$$L = 0,65$$

$$A = 0,90$$

$$C = 0,70$$

Peso do bloco (P)

$$P = 2400 \times 0,65 \times 0,90 \times 0,70$$

$$P = 982,8 \text{ kg}$$

Peso do reaterro (w)

$$W = 1800 \times 0,90 \times 0,70 \times 0,55$$

$$W = 623,7 \text{ kg}$$

Peso do bloco + Peso do reaterro (P + w)

$$P + w = 1606,50 \text{ kg}$$

Verificação da estabilidade quanto ao tombamento

Quanto ao tombamento

Momento de tombamento (Mt)

$$Mt = 1276 \times 0,289$$

$$Mt = 368,76 \text{ Kg x m}$$

Momento estabilizador (Me)

$$Me = 1606,50 \times 0,35$$

$$Me = 562,27 \text{ kg} \times \text{m}$$

$$\frac{Me}{Mt} = \frac{562,27}{368,76} \quad \frac{Me}{Mt} = 1,52$$

Quanto ao deslizamento

Condição de estabilidade

$$\theta \leq 18^{\circ}10'$$

Tem-se.

$$\theta = \text{arctg} \frac{\sum H}{\sum V'}$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{1276}{1606}$$

$$\theta = \text{arctg} 0,7945$$

$$\theta = 38^{\circ}28' \Rightarrow \text{logo, instável}$$

Resistência do solo s/ a face do bloco

Area de contato (90 x 65) cm² 5850 cm²

$$\sigma = 0,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \sigma A$$

$$F = 0,6 \text{ kg/cm}^2 \times 5850 \text{ cm}^2$$

$$F = 3150 \text{ Kg}$$

Tê DN 50 mm. P = 10 kg/cm²

Empuxo Hidráulico

$$E = P A (K = 1)$$

$$E = 10 \times 24,79$$

$$E = 247,9 \text{ Kg m}$$

$$P = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 24,79 \text{ cm}^2$$

Dimensões do bloco

$$l = 0,47$$

$$a = 0,45$$

$$c = 0,40$$

Peso do bloco (P)

$$P = 0,47 \times 0,45 \times 0,40 \times 2\,400$$

$$P = 203 \text{ Kg}$$

Peso do reaterro

$$W = 1800 \times 0,45 \times 0,40 \times 0,65$$

$$W = 210 \text{ Kg}$$

Peso do bloco + reaterro (P + W)

$$P + W = 203 + 210 = 413 \text{ Kg}$$

Verificação da estabilidade

a) Quanto ao tombamento (Mt)

Momento de tombamento (Mt)

$$Mt = 247,9 \text{ Kg} \times 0,21 \text{ m}$$

$$Mt = 52 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

b) Momento Estabilizador (Me)

$$Me = 413 \text{ Kg} \times 0,2$$

$$Me = 82,6 \text{ kg}$$

Condição de estabilidade

$$1.5 \leq \frac{Me}{Mt} = 2.0$$

Então

$$\frac{Me}{Me} \times \frac{82,6}{52} = 1,58 \quad \text{estável}$$

Quadro 3 - Blocos de Ancoragem

Localização	Peça	Dimensões do Bloco													Volume (m³)
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	
Est 615	Curva 90°	0,90	0,55	0,90	0,35	0,10	0,15	0,18	0,22	0,30	0,50	0,29	0,70	1,20	0,57
Est 0 + 12 m a	Curva 45°	1,00	0,60	0,95	0,35	0,10	0,15	0,18	0,22	0,40	0,40	0,29	0,80	1,20	0,76
	Curva 22°30'	0,95	0,65	0,90	0,25	0,10	0,15	0,18	0,22	0,10	0,70	0,29	0,50	1,20	0,43
Est 615	Tê 200/50	0,45	0,15	0,40	0,25	0,10	0,15	0,10	0,22	0,15	0,65	0,21	0,47	1,12	0,09
Est 0 + 12	Flange	1,70		1,40									1,30		3,09

1.10 - Reservação

A reservação d'água sera feita no reservatório elevado existente, que, segundo a CAGECE, tem capacidade de 220m³ e pelo reservatório apoiado, ora em execução, com capacidade de 250m³. A reservação total corresponderá, portanto, a ¼ do volume de água tratada consumido por dia no ano de 2018

1.11 - Tratamento D'água

O tratamento d'água será realizado em filtros de fluxo ascendente, em números de dois, com capacidade de processamento de 7,5 l/s, cada. A água bruta à entrada da ETA, próximo a câmara de carga, receberá sulfato de alumínio (floculação), a partir de dosadores instalados na Casa de Química, da qual fluirá igualmente o hipoclorito de sódio (desinfecção) que será injetado na tubulação, à saída dos filtros. Destes a água tratada escoará por gravidade para o reservatório apoiado, do qual será recalcado para o reservatório elevado por meio da estação elevatória, instalada na Casa de Química (ver planta 23/23). Está previsto a construção futura de um terceiro filtro de iguais características e capacidade de tratamento das duas unidades atualmente em construção

O processo de tratamento será do tipo padronizado pela CAGECE, caso "D", para vazão normal de 15 l/s

A lavagem será feita por gravidade, aproveitando a carga disponibilizada pelo reservatório elevado (h = 20,94 m)

A marcha do processamento se faz pela ordem

Chegada da água bruta

Injeção de sulfato de alumínio, na água bruta

Mistura rápida, na adutora

Filtração

Injeção de hipoclorito de sódio na água filtrada e armazenamento no reservatório apoiado

As unidades que compõem a ETA são

- Diafragma para mistura rápida na adutora
- Caixa de nível (câmara de carga)
- Sistema de dosagem de produtos químicos
- Filtros de fluxo ascendente
- Reservatório apoiado
- Estação elevatória

2 bombas centrífugas de eixo horizontal, tendo cada unidade

$$Q = 15,55 \text{ l/s}$$

$$P = 10 \text{ CV}$$

- Reservatório elevado

Os sistemas de reservação e tratamento d'água, acima descritos, foram projetados pela CAGECE, para a cidade de Beberibe, no ano de 1987 e postos em execução após a elaboração e apresentação dos Estudos de Concepção do Projeto, ora elaborado em conformidade com o Contrato nº 39/98 – SRH

1.12 - Movimento de Terra

A adutora será assentada no fundo de uma vala de dimensões médias 0,80 m de largura, por 1,30 m de profundidade, sendo sua extensão de 12 300 m

O solo de 1ª categoria compreende 95,67% do volume total a escavar

Nos quadros a seguir encontram-se os volumes de material por categoria, de modo resumido e discriminado por trecho

MATERIAL	VOLUME TOTAL (m³)	%
1º	12 169,80	95,67
2º	488,00	3,84
3º	62,40	0,49
TOTAL	12 720,02	100,00

TRECHO (EST)	MATERIAL	VOLUME (m³)	CLASSE
Est 0 a 3	Argila Siltosa	62,40	1
Est 3 a 6	Afloramento Rochoso	62,40	3
Est 6 a 10	Argila Siltosa	83,40	1
Est 10 a 20	Areia Siltosa/ Argila Siltosa	208,00	1
Est 20 a 30	Silte Argiloso	192,00	1
	Rocha Alterada a 1,20	16,00	2
Est 30 a 70	Areia Siltosa/ Areno Siltoso	832,00	1
Est 70 a 80	Silte Arenoso	192,00	1
	Alteração de Rocha a 1,20	16,00	2
Est 80 a 90	Silte Arenoso	176,00	1
	Alteração de Rocha a 1,10	32,00	2
Est 90 a 230	Silte Arenoso/ Argila Siltosa	2 912,00	1
Est 230 a 240	Silte Arenoso	64,00	1
	Alteração de Rocha a 0,40	144,00	2
Est 240 a 260	Silte Arenoso	416,00	1
Est 260 a 270	Silte Argiloso	64,00	1
	Alteração de Rocha a 0,40	144,00	2
Est 270 a 290	Areia Siltosa/ Silte Arenoso	416,00	1
Est 290 a 300	Silte Arenoso	128,00	1
	Alteração de Rocha a 0,50	8,00	2
Est 300 a 330	Silte Arenoso	624,00	1
Est 330 a 340	Areia Siltosa/ Silte Arenoso	160,00	1
	Alteração de Rocha a 1,00	48,00	2
Est 340 a 350	Areia Siltosa/ Silte Arenoso Argiloso	128,00	1
	Alteração de Rocha a 0,80	80,00	2
Est 350 a 615	Areia Siltosa	5 512,00	1

1.13 - Chafariz Público

Deverão ser instalados dois chafarizes públicos, ao longo do caminhamento da adutora

O primeiro na estaca 142, deverá atender aos habitantes localizados em suas vizinhanças, até uma distância não superior a 1 500 m

O segundo, na estaca 301, atenderá aos habitantes de suas imediações, até uma distância máxima de 1 300 m

Estima-se em 778 habitantes o número de pessoas a atender por citados chafarizes, no ano 2018, quando a vazão conjunta demandada em 20h de operação da adutora, será de 0.54 l/s, considerando um consumo de água de 50 l/hab/dia

Os chafarizes terão água tratada por filtros de pressão e dosadores de produtos químicos

A retrolavagem será feita com auxílio de bomba centrífuga de eixo horizontal ($Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_{\text{man}} = 20,0 \text{ m}$)

O equipamento será instalado entre a laje de piso e a laje de fundo de um reservatório elevado executado em anéis de concreto armado ($\phi = 3,00 \text{ m}$, $h = 4,0 \text{ m}$, acima da laje de piso) ver planta 22/23

Obs: O abrigo do operador de bombas contará com uma caixa d'água em cimento-amianto, que será alimentada a partir do poço de sucção, por meio de bomba tipo Vibravert, ou similar, e tubo em polietileno de $\phi = \frac{3}{4}"$. Referida caixa alimentará uma vaso sanitário, um lavatório e um chuveiro

1 14 - Projeto Elétrico

1 - Introdução

Esta memória de cálculo visa dimensionar a subestação e equipamentos elétricos destinados as estações de captação e elevatória do projeto Adutora de Beberibe

A subestação transformadora, classe 15 kV, será tipo aérea e ao tempo, instalada em poste de concreto armado, padrão COELCE Esta subestação estará ligada ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV, através da linha de distribuição rural e que fornecerá aos motores das bombas tensão 380 V trifásica

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensadas instaladas na casa de comando da estação de captação

As chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, que desligará os motores, quando o nível mínimo for atingido, ou acionarão os motores no caso do nível máximo ser atingido

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa de aço de espessura mínima de 2,0 mm (14 usg), estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção deste quadros, respeitando-se o prescrevem as NORMAS ABNT NBR 5414, NBR 6808 e 6146 Os quadros metálicos deverão ter grau de proteção mínima IP-44 (NBR 6146)

Os motores elétricos serão do tipo hermeticamente selados (NBP 7094 e 5432) e terão grau de proteção mínima IP-68 Os motores devem ser adequados para submersão contínua em água, nas condições especificadas pelo fabricante

2 - Equipamentos Eletromecânicos

2.1 - Carga Instalada A carga instalada prevista no poço de sucção será de dois (2) motores elétricos de 20CV em 380 V

Motor características elétricas

Potência nominal 20 CV

Número de motores 02 unidades

Tensão nominal 380V

Corrente nominal 37 A

Frequência 60 Hz

Rotação 3500 rpm

Fator de potência 0,88

Rendimento 0,91

2.2 - Potência instalada da Subestação

$$P_n = \frac{2 \times 20 \times 0,736}{0,88 \times 0,91} \times 0,85 = 31,24 \text{ kVA}$$

Demanda da instalação O cálculo da demanda máxima presumível da instalação será, segundo NT 02/91 da COELCE,

$D = (0,87 \times P_{nm} \times F_u) \text{ kVA}$, onde

$P_{nm} = 2 \times 20 \text{ CV} = 40 \text{ CV}$

$F_u = 0,85$

$D = 0,87 \times 40 \times 0,85 = 29,58 \text{ kVA}$

Logo será utilizados um transformador de 45 kVA – 13 800/380/220 V, em subestação tipo poste instalada ao tempo (Padrão COELCE)

2.3 - Condutores

a) Baixa tensão

$$I_t = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0,3} = 68 A$$

$S_f = 25 \text{ mm}^2$ (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_n = 25 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro, 750 V, PVC)

Eletroduto = ϕ 1 1/2"

b) Motor 20 CV

$I_n = 37 \text{ A}$ (valor médio do fabricante)

$S_f = 10 \text{ mm}^2$ (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_p = 10 \text{ mm}^2$ (condutor proteção – cobre nu)

Eletrodutor 1 1/4"

2.4 - Proteção

a) Corrente de curto-circuito

$$I_{cc} = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,035} = 1.953 A$$

b) Corrente primária

$$I_{np} = \frac{45}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 2,82 A, \text{ elo fusível primária } 3A (3H)$$

c) Corrente secundária

$$I_m = \frac{45}{\sqrt{3 \times 0,38}} = 68 A$$

d) Disjuntor geral de baixa tensão

$$I_d = \frac{68}{0,95} = 71,57 A$$

Será utilizado um disjuntor geral de 100 a/380 V e capacidade de ruptura 5 kA

2.5 - Proteção do motor

a) Fusível

$$I_p = I_m = 37 A$$

$I_{fusível} = 50 A$ – será utilizado fusível de 50 A, tipo NH

b) Relê de sobrecarga

$I_{relé} = 1,05 \times 37 = 38,8 A$, será utilizado relê bimetálico de sobrecarga com faixa de regulação de 36 a 50 A, com ajuste de 38 A