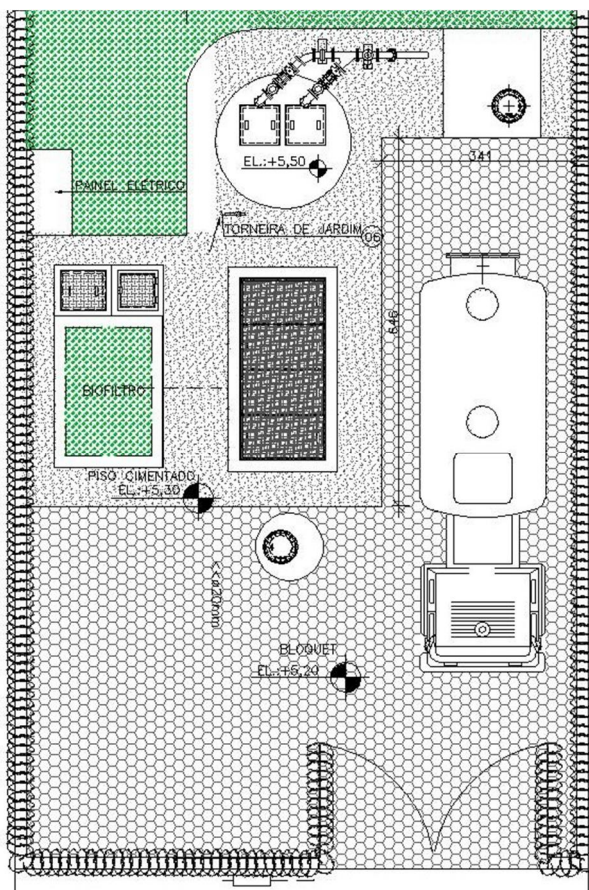


SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA GRANDE VITÓRIA

MUNICÍPIO DE VILA VELHA



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO VALE ENCANTADO I

PROJETO HIDRÁULICO

MEMÓRIA DE CÁLCULO E DESENHOS

GANEM
Engenharia Ltda

Nº CESAN: A-050-000-91-5-MC-0001

OUTUBRO DE 2014

APRESENTAÇÃO

A **GANEM Engenharia Ltda.** apresenta a seguir o projeto básico e desenhos da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado I, localizada no município de Vila Velha, conforme contrato N° 263/2009 celebrado entre a **CESAN Companhia Espírito Santense de Saneamento e GANEM Engenharia Ltda.**

O trabalho será apresentado volume único.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	II
SUMÁRIO.....	III
1 DESCRIÇÃO GERAL.....	6
2 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO.....	7
2.1 INTRODUÇÃO	7
2.2 PARÂMETROS DE PROJETO	7
2.2.1 Estação Elevatória e Linha de recalque.....	7
3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE ELEVATÓRIA	9
3.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E LINHA DE RECALQUE	9
3.1.1 Volume do poço de sucção	9
3.1.2 Pré-dimensionamento da linha de recalque.....	9
3.1.3 Altura manométrica	10
3.1.4 Potência.....	10
3.2 DESENHOS	10
ANEXO 1 – CÁLCULO DA ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO.....	12
ANEXO 2 – CURVA DA BOMBA.....	20
ANEXO 3 – DESENHOS	21

MEMORIAL DESCRITIVO

1 DESCRIÇÃO GERAL

O presente memorial visa apresentar a descrição e dimensionamento da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado I, no município de Vila Velha.

A localização da mesma está mostrada nas Figura 1.1 e Figura 1.2.



Figura 1.1 ã Área a ser implantada a EEEB Vale Encantado I (planta).



Figura 1.2 ã Área a ser implantada a EEEB Vale Encantado I (vista).

2 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

2.1 Introdução

Os parâmetros que norteiam o desenvolvimento do projeto foram fixados de acordo com as características da área em estudo, e com vistas às determinações constantes das Normas Brasileiras da ABNT e demais dispositivos legais e aos critérios da CESAN.

Para elaboração deste projeto foi utilizado o levantamento topográfico fornecido pela CESAN e foi executada uma sondagem à percussão da área de estudo (número CESAN A-050-000-91-5-RT-0002).

A vazão que chega da elevatória EEEB Vale Encantado I é de 5.31 l/s, e essa foi dimensionada através de estudos da CESAN, e o valor final foi passado para a GANEM.

2.2 Parâmetros de Projeto

2.2.1 Estação Elevatória e Linha de recalque

2.2.1.1 Remoção de sólidos grosseiros

Foram previstos grades e desarenadores como dispositivos para remoção de sólidos grosseiros nas elevatórias desse trabalho.

2.2.1.2 Poços de sucção

Os volumes dos poços de sucção foram determinados considerando-se a vazão da bomba a ser instalada, de modo que o menor intervalo de tempo entre partidas consecutivas de seu motor de acionamento seja igual ou maior que 10 minutos e que o tempo de detenção máximo não ultrapasse 30 minutos.

2.2.1.3 Conjuntos motobomba

As bombas serão do tipo submersível, e se prevê dois conjuntos motobomba (sendo um deles de reserva ou de rodízio), com capacidade para recalcar a vazão máxima afluyente prevista para o final de plano.

2.2.1.4 Linha de Recalque

O diâmetro da linha de recalque foi dimensionado através de análise econômica, considerando-se, sobretudo, a velocidade do fluxo, uma vez que esta é imprescindível para a autolimpeza da linha.

Foram observados os seguintes limites de velocidades para o dimensionamento da linha de recalque:

- Velocidade mínima: 0.60 m/s;
- Velocidade máxima: 2.00 m/s.

Devido às condições mecânicas a que as tubulações da linha de recalque serão impostas, optou-se pelo uso de tubulações em ferro fundido dúctil 1,0 MPa.

A linha de recalque da EEEB Vale Encantado I lançará o esgoto no PV 138-A, e a mesma possui uma extensão de 248 metros, no diâmetro DN100.

3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE ELEVATÓRIA

3.1 Estação Elevatória e Linha de Recalque

3.1.1 Volume do poço de sucção

O volume útil do poço de sucção da elevatória foi determinado a partir da seguinte expressão:

$$V = Q \times p \quad \text{e} \quad V = (Q_r - Q) \times f$$

onde:

V = Volume útil do poço de sucção;

Q = Vazão de chegada de esgoto bruto;

Q_r = Vazão de recalque;

p = Período de parada da bomba;

f = Período de funcionamento da bomba;

T = Tempo decorrido entre duas partidas consecutivas.

A soma de p e f corresponde ao ciclo de operação da bomba, entre duas partidas consecutivas, assim:

$$T = p + f, \quad p = \frac{V}{Q} \quad \text{e} \quad f = \frac{V}{Q - Q_r}$$

3.1.2 Pré-dimensionamento da linha de recalque

O diâmetro da linha de recalque foi pré-dimensionado a partir da fórmula de Bresse, conforme segue:

$$D = k \times Q_r^{0.5}$$

onde:

D = Diâmetro da linha de recalque;

k = Coeficiente de custo de investimento x custo operacional.

3.1.3 Altura manométrica

As expressões utilizadas para os cálculos da altura manométrica são as seguintes:

$$H_{man} = H_g + h_l + h_t$$

$$h_l = \frac{8 \times Q_r^2}{g \times \pi^2} \times \sum \frac{k}{D^4}$$

$$h_t = 10,6432 \times c^{1.85} \times D^{-4.87} \times L_r \times Q^{1.85}$$

onde:

H_{man} = Altura manométrica;

H_g = Altura geométrica;

h_l = Perdas de carga localizadas;

h_t = Perdas de carga distribuídas;

L_r = Extensão de recalque;

D = Diâmetro do recalque.

3.1.4 Potência

A potência do conjunto motobomba foi calculada pela expressão abaixo.

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75 \times \eta}$$

onde:

η = Eficiência do conjunto

O dimensionamento da elevatória e sua linha de recalque estão apresentados no Anexo 3.

3.2 Desenhos

Todos os desenhos que compõem este projeto estão apresentados no Anexo 3.

ANEXOS

ANEXO 1 ã CÁLCULO DA ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

A seguir será apresentado o memorial de cálculo da elevatória de esgoto bruto EEEB Vale Encantado I.

Dimensionamento do pré-tratamento da EEEB 1

Sub-bacia Vale Encantado I ã Dimensionamento para final de plano

1 - Gradeamento

- Vazão máxima horária afluente, $Q_{(máxh)}$:	7,00	(em l/s)
- Velocidade admitida no canal do gradeamento, V_{G1} :	0,35	(em m/s)
- Número de módulos, N_G :	1,00	un
- Área do canal até o nível d'água, A_{G1} :	0,0200	$A_{G1}=Q_{(máxh)}/(V_1 \times N_G)$ (em m²)
- Espaçamento entre barras, a:	2,50	(cm)
- Espessura da barra, b:	0,50	(cm)
- Área útil da grade, A_u :	0,0167	$A_u=(A_1 \times a)/(a+b)$ (em m²)
- Velocidade através da grade, V_{G2} :	0,42	$V_{G2}=Q_{(máxh)}/(A_u \times N_G)$ (em m/s)
- Velocidade máxima através da grade (quando estiver 50% suja), V_{G3} :	0,84	$V_{G3}=2 \times Q_{(máxh)}/(A_u \times N_G)$ (em m/s)
- Perda de carga na grade, ΔH_G :	0,04	$\Delta H_G=(V_3^2-V_1^2)/(1,4 \times g)$ em m
- Altura da lâmina d'água, H_G :	0,15	$H_G=\Delta H_G+H_D$ (em m)
- Largura mínima do canal do gradeamento, L_G :	0,14	$L_G=Q_{(máxh)}/(H_G \times N_G \times V_1)$ (em m)
- Largura adotada do canal do gradeamento, L_A :	0,30	m

2 - Desarenador

- Vazão máxima horária afluente, $Q_{(máxh)}$:	7,00	(em l/s)
- Vazão média afluente, $Q_{(med)}$:	4,67	(em l/s)
- Vazão mínima afluente, $Q_{(mín)}$:	2,33	(em l/s)
- Velocidade do fluxo, V_{D1} :	0,28	(em m/s)
- Velocidade de sedimentação da partícula com 0,2 mm de diâmetro, V_{D2} :	0,020	(em m/s)
- Altura da lâmina d'água, H_D :	0,11	
- Comprimento do desarenador (considerando acréscimo de 50% devido a turbulência), L :	2,21	$L = (V_1 / V_2) \times H \times 1,5$ (em m)
- Número de alas do desarenador, N_D :	1,00	un
- Largura da ala do desarenador, L_D :	0,30	$L_D = Q_{(máxh)} / (H \times V_1 \times N)$ (em m)
- Diâmetro da tub. que liga ao poço de sucção, DN	150	mm
- Degrau adotado na saída do desarenador, X	0,10	m

	Q (l/s)	Largura (m)	H_D (m)	$v=Q/S$ (m/s)
Máxima	7,00	0,3	0,11	0,22
Média	4,67	0,3	0,08	0,18
Mínima	2,33	0,3	0,06	0,14

Nota: H foi calculado p/ vazão em cada ala.

- Cota da GI da tubulação de chegada:	2,68
- Cota do NA a montante da grade:	2,81
- Cota do fundo do canal a montante da grade:	2,66

- Cota do NA a jusante da grade:	2,77	
- Cota do NA no desarenador:	2,77	
- Cota da GI da tubulação na entrada do poço de sucção:	2,56	
- Cota do NA de alarme:	2,36	
- Cota do NAmáx do poço:	2,26	
- Alturam útil do poço:	0,30	m
- Cota do NAmín do poço:	1,96	
- Cota do fundo do poço:	1,55	

Dados geométricos da elevatória

Cota do NA mínimo no poço de sucção:	1,850	m
Cota do NA máximo no poço de sucção:	2,360	m
Diâmetro da LR:	0,100	m
Cota da GI de lançamento na Bacia II - PV138A	5,32	m
Cota da GI de chegada à elevatória:	2,68	m
Pav. na linha de recalque:		
Pavimentação com asfalto	0	m
Pavimentação com paralelepípedo	0	m
Sem pavimentação	248	m
Número de bombas funcionando:	1	

Hora	Vazões da ETE (l/s)		Vazão de Recalque (l/s)
	Média	Máxima	
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00
00:00	2,95	5,31	7,00

Altura útil do poço de sucção adotada inicialmente:	0,50	m
Diâmetro do poço de sucção:	1,79	m
Cota de assentamento da bomba	1,55	m
Cota do fundo último PV antes da entrada da ETEB	2,68	m
Cota de chegada na elevatória	2,68	m
Declividade adotada para o trecho	0,0029	m/m

Altura útil do poço de sucção adotada:

0,50	m
1,79	m

Diâmetro calculado do poço de sucção:

As dimensões do poço de sucção serão ajustadas no item 5.5, em função das dimensões das bombas selecionadas.

4. Estudo econômico da linha de recalque:

4.1. Dados Gerais

Comprimento da linha de recalque, L:

248	m
-----	---

Altura geométrica máxima, Hgmax:

3,47	m
------	---

Altura geométrica mínima, Hgmin:

2,96	m
------	---

Pré-dimensionamento do diâmetro (Bresse):

0,079	m	$D_1 = 0,95 \times (Q_b)^{0,5}$
-------	---	---------------------------------

Pavimentação da via onde passa a linha de recalque:

Pavimentação com asfalto

0	m
---	---

Pavimentação com paralelepípedo

0	m
---	---

Sem pavimentação

248	m
-----	---

4.2. Alternativas de Diâmetros a Estudar

Alternativa	Diâmetro (m) / Etapa	
	1ª etapa	Referência
1	0,050	Comercial
2	0,075	Comercial
3	0,100	Comercial
4	0,150	Comercial

Obs.: Diâmetro existente

4.3. Perda de Carga

Rugosidade equivalente, K:

a (Coef. da fórmula ajustada de Wood), a:

b (Coef. da fórmula ajustada de Wood), b:

c (Coef. da fórmula ajustada de Wood), c:

Velocidade no recalque, Vr:

Número de Reynolds, Rn:

Viscosidade cinemática, u:

Coeficiente de atrito, f:

Perda de carga contínua, hf:

Perda de carga total, hf_{tot}:

Alternativas			
1	2	3	4
0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
0,0496	0,0426	0,0387	0,0340
15,7375	13,1661	11,6007	9,7052
0,9591	0,9084	0,8740	0,8278
3,57	1,58	0,89	0,40
178.259	118.839	89.129	59.420
0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
0,0497	0,0430	0,0392	0,0351
159,78	18,18	3,94	0,46
167,77	19,09	4,13	0,49

K = 0,0001m

$a = 0,53 \times (K/D) + 0,094 \times (K/D)^{0,225}$

$b = 88 \times (K/D)^{0,44}$

$c = 1,62 \times (K/D)^{0,134}$

$V_r = (Q_b \times 4) / (3,1415 \times D^2)$, (m/s)

$R_n = (V_r \times D) / u$

$u = 10^{-6} (20^\circ C)$

$f = a + b \times R_n^{-c}$ (Fórmula de Wood)

$h_f = (f \times L \times V_r^2) / (2 \times g \times D)$ (m)

$h_{f_{tot}} = h_f \times 1,05$ (m)

Alternativa escolhida:

3
0,100

Diâmetro eleito:

m

Primeira etapa					
	Peças e Acessórios	K	Diâmetro (mm)	Relação de Q	Perda de Carga $\hat{f}(Q)$
	Soma				
Recalque					
1	Curva de 90° (2X)	0,80	100	1,0000	661,01
2	Ampliação gradual	0,30	50	1,0000	3966,07
3	Tubulação vertical	1,00	100	1,0000	826,26
4	Válvula de retenção	2,50	100	1,0000	2065,66
5	Registro de gaveta	0,20	100	1,0000	165,25
6	Curva 45° (4X)	0,80	100	1,0000	661,01
7	Junção 45° passagem direta	0,18	100	1,0000	148,73
8	Tê passagem direta (3X)	1,80	100	1,0000	1487,28
9	Velocidade	1,00	100	1,0000	826,26
10	Saída da canalização (orifício)	1,00	100	1,0000	826,26
					11633,81

5.1. Perda de Carga

Número de bombas funcionando:

1

Equação de perda de carga localizada:

$$h_f = 11.633,81 \times Q_b^2 \quad h_f \text{ em metros ; } Q \text{ em m}^3/\text{s}$$

Rugosidade equivalente, K:

0,0010	K=0,0001 e 0,0003 m
0,0387	a=0,53x(K/D)+0,094x(K/D) ^{0,225}
11,601	b 88x(K/D) ^{0,44}
0,874	c= 62x(K/D) ^{0,134}
0,89	Vr=(Qbx4)/(3,1415xD ²), (m/s)
89.129	Rn=(VrxD)/ ν
0,000001	$\nu=10^{-6}(20^\circ \text{C})$
0,0392	f=a+b Rn ^{-c} (Fórmula de Wood)

a (Coef. da fórmula ajustada de Wood), a:

b (Coef. da fórmula ajustada de Wood), b:

c (Coef. da fórmula ajustada de Wood), c:

Velocidade no recalque, Vr:

Número de Reynolds, Rn:

 Viscosidade cinemática, ν :

Coeficiente de atrito, f:

Equação de perda de carga contínua:

$$h_f = 80.325,41 \times Q_b^2 \quad h_f \text{ em metros ; } Q \text{ em m}^3/\text{s}$$

Perda de carga total:

Equação de perda de carga total:

$$h_f = 91.959,21 \times Q_b^2 \quad h_f \text{ em metros ; } Q \text{ em m}^3/\text{s}$$

5.2. Altura Manométrica

 Cota do NA_{máx} do poço de sucção

2,36

M Cota do NA na descarga do recalque (m)

 Cota do NA_{mín} do poço de sucção

1,86

 m Altura geométrica mínima, Hg_{mín}

Cota de fundo

1,55

 m Altura geométrica máxima, Hg_{máx}

Cota da GI da tub. de chegada na elevatória

Min

Max

5,320

5,320

2,960

m

3,460

m

2,68

m

Altura manométrica

 Para Hg_{máx}

 Hm_{máx}=

$$3,46 + 91.959,21 \times Q_b^2 \quad (Q \text{ em m}^3/\text{s})$$

 Para Hg_{mín}

 Hm_{mín}=

$$2,96 + 91.959,21 \times Q_b^2 \quad (Q \text{ em m}^3/\text{s})$$

5.3. Curvas do Sistema e das Bombas

CURVAS DO SISTEMA

Vazão		Altura Manométrica (m.c.a)	
(l/s)	(m³/h)	p/Hgmáx	p/Hgmín
0,0	0	3,46	2,96
1,0	3,6	3,55	3,05
2,0	7,2	3,83	3,33
3,0	10,8	4,29	3,79
4,0	14,4	4,93	4,43
5,0	18	5,76	5,26
6,5	23,4	7,35	6,85
7,0	25,2	7,97	7,47
8,0	28,8	9,35	8,85
9,0	32,4	10,91	10,41

CURVAS DAS BOMBAS

FLYGT NP 3085 MT ADAPTIVE 3~463

Vazão 1B	Hm	Hm - Inversor
(l/s)	(m)	(m)
0,00	7,5	
4,00	7	
8,00	6,25	
12,00	5,45	

5.4. Cálculo do NPSH

Pressão atmosférica, Pa:	10,32	m
Pressão de vapor, Pv:	0,354	m
Altura de sucção, hs:	0,81	m
Perda de carga na sucção, hfs:	0,000	m
NPSH _{disp.} :	9,16	m
NPSH _{req.} :	5	m

NPSH_{disp.} = Pa - (hs+ Pv+ hfs)

(fornecido pelo fabricante)

Comparação: NPSH_{disp.} > NPSH_{req.} , condição atendida.

5.5. Resumo do Dimensionamento

Diâmetro da linha de recalque:	0,100	m
Número de conjuntos moto-bombas:	1	

Vazão de cada conjunto com rotação plena:

	1 Bomba		2 Bombas		Velocidade (m/s)
Qb	5,80	l/s		l/s	0,74
Qb _{máx}	6,30	l/s		l/s	0,80

Altura manométrica 1 bombas:

Hman _{máx}	6,70	m
Hman _{mín}	6,50	m

Dimensões finais do poço de sucção:

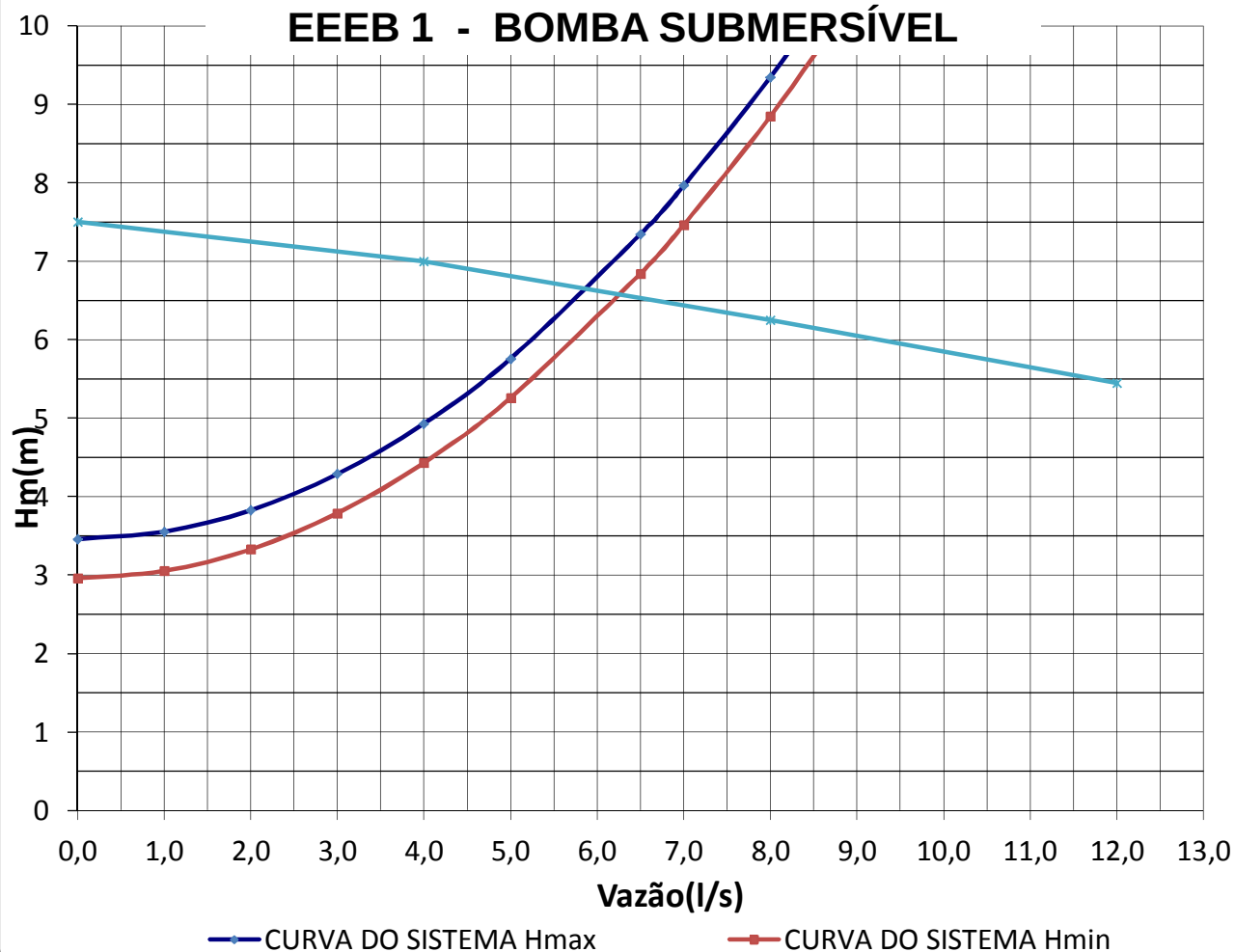
Projetado	Altura útil:	0,30	m
	Diâmetro:	2,00	m
	Volume:	0,94	m³

Rendimento:

η	30,00	%
η	30,00	%

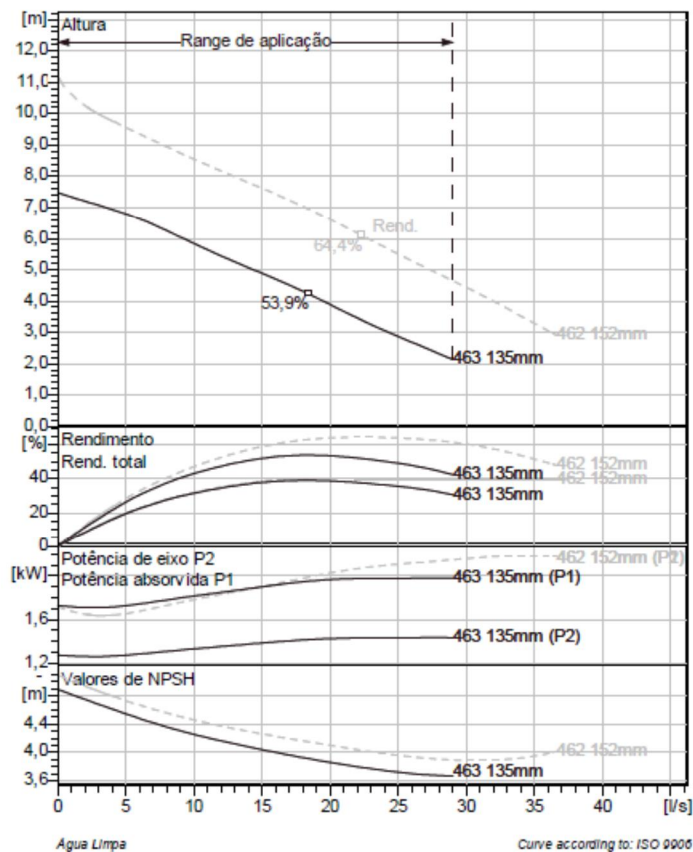
[illegible]

CURVA DA BOMBA / CURVA DO SISTEMA EEEB 1 - BOMBA SUBMERSÍVEL

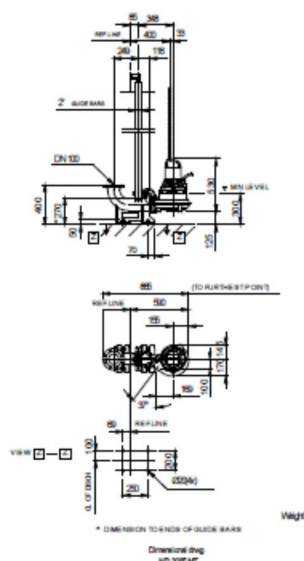


ANEXO 2 ã CURVA DA BOMBA

NP 3085 MT 3~ Adaptive 463 Technical specification



Installation: P - Semi permanent, Wet



Note: Picture might not correspond to the current configuration.

General

Patented self cleaning semi-open channel impeller, ideal for pumping in most waste water applications. Possible to be upgraded with Guide-pin® for even better clogging resistance. Modular based design with high adaptation grade.

Pump

Impeller material	Grey cast Iron
Outlet width	80 mm
Suction Flange Diameter	80 mm
Impeller diameter	135 mm
Number of blades	2

Motor

Motor #	N3085.160 15-07-4AL-W 2.2hp
Variante do estator	12
Frequência	60 Hz
Tensão nominal	220 V
Número de pólos	4
Fases	3~
Potência nominal	1,64 kW
Corrente nominal	7 A
Corrente de partida	27 A
Velocidade nominal	1650 1/min
Fator de potência	
1/1 Load	0,88
3/4 Load	0,86
1/2 Load	0,79
Rendimento	
1/1 Load	69,5 %
3/4 Load	74,0 %
1/2 Load	74,0 %

Configuração

ANEXO 3 ã DESENHOS

A tabela abaixo lista os desenhos que compõem o presente projeto da EEEB Vale Encantado I. Os mesmos seguem em anexo.

Número da CESAN		Referência do desenho
1	A-050-000-91-5-XX-0157	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO I ã PROJETO HIDRÁULICO ã URBANIZAÇÃO, SITUAÇÃO, DETALHES DE PORTÃO, MURO E FACHADA
2	A-050-000-91-5-XX-0158	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO I ã PROJETO HIDRÁULICO ã PLANTAS INFERIORES E SUPERIORES E LISTA DE MATERIAIS
3	A-050-000-91-5-XX-0159	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO I ã PROJETO HIDRÁULICO ã CORTES AA, BB, CC E DD
4	A-050-000-91-5-XX-0160	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO I ã PROJETO HIDRÁULICO ã DETALHES DAS TAMPAS, GRADEAMENTO, STOP-LOG E GUARDA-CORPO
5	A-050-000-91-5-XX-0161	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO ã VALE ENCANTADO I ã PROJETO HIDRÁULICO ã SISTEMA DE DESODORIZAÇÃO (BIOFILTRO) PLANTA, CORTES E LISTA DE MATERIAIS