

ELABORAÇÃO DOS PROJETOS  
BÁSICOS DOS SISTEMAS DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
DAS CIDADES DE PARAMIRIM,  
TANQUE NOVO, BOTUPORÃ  
E RIO DO PIRES  
LOCALIZADAS NO  
ESTADO DA  
BAHIA

Contrato N° 0.06.08.0024.00

EG0084-R-BTP-PBA-28-V5-01

**BOTUPORÃ**

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO  
VOLUME 5  
PROJETO ESTRUTURAL



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
**CODEVASF**

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS  
DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE  
PARAMIRIM, TANQUE NOVO, BOTUPORÃ E RIO DO PIRES  
LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA**

**EG0084-R-BTP-PBA-28-V5-01**  
**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO**  
**VOLUME 5 – PROJETO ESTRUTURAL**  
**BOTUPORÃ**

**DEZEMBRO/2008**

### *CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO*

| <i>Código do Relatório:</i>           | EG0084-R-BTP-PBA-28-V5-01  |                  |                            |
|---------------------------------------|--|------------------|----------------------------|
| <i>Título do Documento:</i>           | RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO<br>VOLUME 5 – PROJETO ESTRUTURAL |                  |                            |
| <i>Resp. Aprovação Inicial:</i>       | Luiz Carlos Kraemer Campos   |                  |                            |
| <i>Data da Aprovação Inicial:</i>     | 27/10/2008   |                  |                            |
| <i>Quadro de Controle de Revisões</i> |  |                  |                            |
| <i>Revisão n°:</i>                    | <i>Justificativa/Discriminação da Revisão</i>                      | <i>Aprovação</i> |                            |
|                                       |  | <i>Data</i>      | <i>Nome do Responsável</i> |
| 01                                    | Inclusão Memorial Estrutural                                       | 03/12            | Stephan Prates             |
|                                       |  |                  |                            |
|                                       |  |                  |                            |



## ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS CIDADES DE PARAMIRIM, TANQUE NOVO, BOTUPORÃ E RIO DO PIRES, LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.

### ÍNDICE GERAL

| Código  | Identificação do Relatório  | Data Entrega                           |
|---|---|--|
| EG0084-R-GER-EST-01-00  | RT-01 – Detalhamento do Programa de Trabalho  | 04/04/2008                             |
| EG0084-R-____-EST-02-00   | RT-02 – Coleta de Dados e Reconhecimento  | 11/04/2008                             |
| EG0084-R-____-EST-03-00   | RT-03 – Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário Existente   | 06/05/2008                             |
| EG0084-R-____-EST-04-00   | RT-04 – Estudo Populacional e Contribuições Sanitárias  | 28/04/2008                             |
| EG0084-R-____-EST-05-00   | Minuta do Relatório dos Estudos de Reconhecimento   | 21/05/2008                             |
| EG0084-R-____-EST-06-00   | Relatório Final dos Estudos de Reconhecimento   | 11/06/2008                             |
| EG0084-R-GER-VBD-07-00  | RT-05 – Serviços Preliminares de Campo  | 22/04/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-08-00   | RT-06 – Concepção das Alternativas Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário  | 23/05/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-09-00   | RT-07 – Pré-dimensionamento das Alternativas Propostas  | 30/05/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-10-00   | RT-08 – Avaliação Ambiental das Alternativas  | 14/07/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-11-00   | RT-09 – Comparação e Seleção da Melhor Alternativa  | 14/07/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-12-00   | RT-10 – Análise de Pré-Viabilidade da Alternativa Selecionada   | 21/07/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-13-00   | Minuta do Relatório do Estudo de Concepção e Viabilidade  | 21/07/2008                             |
| EG0084-R-____-VBD-14-00   | Relatório Final do Estudo de Concepção e Viabilidade  | 31/07/2008                             |
| EG0084-R-GER-PBA-15-V1-00<br>EG0084-R-GER-PBA-15-V2-00<br>EG0084-R-GER-PBA-15-V3-00 | RT-11 – Execução de Serviços de Campo<br>Volume 1: Memorial Descritivo e Boletins de Sondagem<br>Volume 2: Peças Gráficas<br>Volume 3: Topografia de Tanque Novo, Botuporã e Rio do Pires | 14/07/2008<br>14/07/2008<br>08/08/2008 |
| EG0084-R-____-PBA-16-00   | RT-12 – Projeto Básico das Redes Coletoras  | 23/07/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-17-00   | RT-13 – Projeto Básico de Coletores Tronco, Interceptores e Emissários  | 23/07/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-18-00   | RT-14 – Projeto Básico de Estações Elevatórias  | 28/07/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-19-00   | RT-15 – Projeto Básico de Linhas de Recalque e Emissários Finais  | 31/07/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-20-00   | RT-16 – Projeto Básico de ETE's   | 05/08/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-21-00   | RT-17 – Projetos Complementares   | 05/08/2008                             |
| EG0084-R-____-PBA-22-00   | RT-18 – Tomo I - Especificações ET-00 a ET 31   | 25/07/2008                             |

| Código   | Identificação do Relatório   | Data Entrega             |
|--|--|--------------------------|
| EG0084-R-___-PBA-22-00                           | RT-18 –Tomo II - Especificações ET-32 a ET 48  | 25/07/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-22-00                           | RT-18 –Tomo III - Quantitativos e Orçamento  | 25/07/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-23-00                           | RT-19 – Projeto de Desapropriações   | 05/08/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-24-00                           | RT-20 – Avaliação Socioambiental   | 05/08/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-25-00                           | RT-21 – Manuais de Operação e Manutenção   | 29/07/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-26-00                           | RT-22 – Estudos de Viabilidade   | 11/08/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-27-00<br>EG0084-R-___-PBA-27-00 | Minuta do Relatório do Projeto Básico<br>Volume 1 – Tomo I – Resumo do Projeto Básico<br>Volume 1 – Tomo II – Peças Gráficas | 11/08/2008<br>11/08/2008 |
| EG0084-R-___-PBA-28-V1-00                        | Relatório Final do Projeto Básico<br>Volume 1 – Resumo do Projeto Básico   | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V2-00                        | Volume 2 – Projetos Hidráulico, Arquitetônico e Civil  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V3-00                        | Volume 3 – Projeto Elétrico  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V4-00                        | Volume 4 – Projeto de Automação  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V5-00                        | Volume 5 – Projeto Estrutural  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V6-00                        | Volume 6 – Avaliação Socioambiental  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V7-00                        | Volume 7 – Viabilidade Econômica e Financeira  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V8-00                        | Volume 8 – Relação de Materiais, Relação de Serviços e Orçamentos  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V9-00                        | Volume 9 – Especificações Técnicas   | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V10-00                       | Volume 10 – Manual de Operação e Manutenção  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V11-00                       | Volume 11 – Estudos Topográficos   | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V12-00                       | Volume 12 – Estudos Geotécnicos e Geológicos   | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V13-00                       | Volume 13 – Desapropriações  | 28/10/2008               |
| EG0084-R-___-PBA-28-V14-00                       | Volume 14 – Desenhos   | 28/10/2008               |

Com exceção dos relatórios RT-01, RT-05 e RT-11, os demais os relatórios foram programados para serem editados de forma individualizada para as cidades de Paramirim, Tanque Novo, Botuporã e Rio do Pires, com a seguinte codificação:

PRM – Paramirim;

TQN – Tanque Novo;

BTP – Botuporã;

RPR – Rio do Pires.

## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DAS CIDADES DE PARAMIRIM, TANQUE NOVO, BOTUPORÃ E RIO  
DO PIRES, LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO  
BOTUPORÃ**

**SUMÁRIO EXECUTIVO**

**Volume 1 – Resumo do Projeto Básico**

**Volume 2 – Projetos Hidráulico, Arquitetônico e Civil**

**Volume 3 – Projeto Elétrico**

**Volume 4 – Projeto de Automação**

**Volume 5 – Projeto Estrutural**

**Volume 6 – Avaliação Socioambiental**

**Volume 7 – Viabilidade Econômica e Financeira**

**Volume 8 – Relação de Materiais, Relação de Serviços e Orçamentos**

**Volume 9 – Especificações Técnicas**

Tomo I – Especificações de Obras, Materiais e Serviços – ET-00 a ET-31

Tomo II – Especificações de Obras, Materiais e Serviços – ET-32 a ET-48

Tomo III – Especificações de Equipamentos Mecânicos – Hidráulicos – Elétricos

**Volume 10 – Manual de Operação e Manutenção**

**Volume 11 – Estudos Topográficos**

**Volume 12 – Estudos Geotécnicos e Geológicos**

**Volume 13 – Desapropriações**

**Volume 14 – Desenhos**

Tomo I

Tomo II





**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICOS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DAS CIDADES DE PARAMIRIM, TANQUE NOVO, BOTUPORÃ E RIO  
DO PIRES LOCALIZADAS NO ESTADO DA BAHIA.**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO BÁSICO  
VOLUME 5 – PROJETO ESTRUTURAL**

**BOTUPORÃ**

**ÍNDICE**

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| APRESENTAÇÃO .....                          | 1                                    |
| 2 INTRODUÇÃO .....                          | 4                                    |
| 2.1 Ficha Técnica do Sistema Projetado..... | 5                                    |
| 3 PROJETO ESTRUTURAL.....                   | 8                                    |
| 4 ANEXOS .....                              | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |

## **APRESENTAÇÃO**

## 1 APRESENTAÇÃO

O Ministério da Integração Nacional, através do seu órgão executivo, a Codevasf, vem focando um dos problemas mais crônicos da bacia do São Francisco, que é a poluição dos recursos hídricos por esgotos sanitários. Para tanto, vem destinando recursos financeiros para projetos de implantação ou melhoria dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, reservando uma parcela de recursos para a elaboração de projetos de engenharia, em apoio aos municípios mais carentes da região.

Sendo assim, foi licitada a Elaboração dos Projetos Básicos dos Sistemas de Esgotamento Sanitário das cidades de Paramirim, Tanque Novo, Botuporã e Rio do Pires, com localização ilustrada adiante na Figura 1.1, de forma a integrar estes municípios no Programa de Revitalização do Rio São Francisco, objetivando a redução substancial da carga poluidora na bacia.

Em prosseguimento ao processo licitatório, os serviços foram adjudicados à empresa Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda.

Os principais dados e informações que caracterizaram o Contrato são os seguintes:

- Tipo/Identificação da Licitação: Concorrência N° 037/2007;
- Data da Licitação: 5/11/2007;
- Contrato n°: 0.06.08.0024.00;
- Data da Assinatura do Contrato: 30/01/2008;
- Prazo de Execução: 180 dias;
- Valor do Contrato: R\$ 791.908,05;
- Nota de Empenho: 2007NE701566 data: 30/01/2008.

Com base nas cláusulas e condições desse Contrato, bem como nas especificações dos Termos de Referência do Edital de Concorrência N° 037/2007, cujo objeto é a “Elaboração dos Projetos Básicos dos Sistemas de Esgotamento Sanitário de Paramirim, Tanque Novo, Botuporã e Rio do Pires”, em continuação é apresentado o Volume 5 – Projeto Estrutural, que compõe o Relatório Final do Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário de Botuporã.



## 2 INTRODUÇÃO

## 2 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se ao Projeto Estrutural do Sistema de Esgotamento Sanitário, em atendimento aos Termos de Referência indicados no Edital de Concorrência N° 037/2007.

O Projeto Estrutural apresentado neste Volume engloba as unidades hidráulicas e de comando do fluxo das EBE's e da ETE.

Esse projeto está descrito em continuação, sendo que os desenhos que ilustram e consolidam as informações descritas estão apresentados no Volume 14 - Desenhos.

### 2.1 Ficha Técnica do Sistema Projetado

O Sistema de Esgotos Sanitários projetado para a localidade de Botuporã está constituído das seguintes unidades:

1. Ligações Prediais de Esgotos;
2. Rede Coletora de Esgotos;
3. Estações de Bombeamento;
4. Linhas de Recalque;
5. Estação de Tratamento de Esgotos – ETE;
6. Emissário Final.

As principais características das unidades projetadas estão relacionadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Características das unidades projetadas

| Item | Unidades do Sistema      | Componentes                                    | Características Principais                             | Quantidades  |
|------|--------------------------|--|--|--|
| 2.1  | Ligações Prediais        | População Atendida<br>Kit de Ligação Predial   | DN 100   | 8.049 hab.<br>2.013 lig.                             |
| 2.2  | Rede Coletora de Esgotos | Bacias de Contribuição<br><br>Tubulação de PVC | Bacia 1<br>Bacia 2<br>Bacia 3<br>DN 150                | 127,649 ha<br>20,647 ha<br>2,970 ha<br>31.705 m      |
| 2.3  | Estações de Bombeamento  | EBE-1  | Vazão da Bomba<br>AMT<br>Potência<br>Bombas Instaladas | 22,44 L/s<br>71,6 m.c.a.<br>88 hp<br>1 + 1 (reserva) |

| Item | Unidades do Sistema                    | Componentes           | Características Principais                             | Quantidades  |
|------|--|-----------------------|--|--|
|      |  | EBE-2                 | Vazão da Bomba<br>AMT<br>Potência<br>Bombas Instaladas | 4,68 L/s<br>8,00 m.c.a.<br>3,5 hp<br>1 + 1 (reserva) |
|      |  | EBE-3                 | Vazão da Bomba<br>AMT<br>Potência<br>Bombas Instaladas | 4,68 L/s<br>17,5 m.c.a.<br>5 hp<br>1 + 1 (reserva)   |
| 2.4  | Linhas de Recalque                     | EBE-1                 | DN<br>Material<br>Extensão                             | 150 mm<br>F°F°<br>1.819 m                            |
|      |  | EBE-2                 | DN<br>Material<br>Extensão                             | 100 mm<br>F°F°<br>445 m                              |
|      |  | EBE-3                 | DN<br>Material<br>Extensão                             | 100 mm<br>F°F°<br>247 m                              |
| 2.5  | Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) | Sistema de Tratamento | Lagoas de Estabilização                                |  |
|      |  | Vazão Média (L/s)     |  | 14,54 L/s  |
|      |  | Vazão Máxima (L/s)    |  | 22,44 L/s  |
|      |  | Alcance               | 2029   |  |
|      |  | Caixa de Areia        | Tipo Canal   |  |
|      |  | Lagoa Anaeróbia       | Número de lagoas<br>Tempo Detenção                     | 2 unid.<br>3 dias                                    |
|      |  |                       | Dimensões (LxC)  | 15 m x 44 m  |
|      |  |                       | Profundidade   | 4 m  |
|      |  | Lagoa Facultativa     | Número de lagoas<br>Tempo Detenção                     | 2 unid.<br>12 dias                                   |
|      |  |                       | Dimensões (LxC)  | 126 m x 42 m   |
|      |  |                       | Profundidade   | 1,5 m  |



| Item | Unidades do Sistema | Componentes              | Características Principais                       | Quantidades            |
|------|---------------------|--------------------------|--|------------------------|
|      |                     | Eficiência de Tratamento | Remoção DBO<br>Remoção Coliformes                | 95,24%<br>92,40%       |
| 2.6  | Emissário Final     | Corpo Receptor           | DN<br>Extensão<br>Material<br>Riacho dos Novatos | 200 mm<br>848 m<br>PVC |

## **3 PROJETO ESTRUTURAL**

### 3 PROJETO ESTRUTURAL

O projeto estrutural foi elaborado para as unidades hidráulicas e de comando de fluxo que serão executadas em concreto armado.

Nesse projeto estão definidas as dimensões construtivas das peças para a execução das formas e das armaduras.

Para o sistema de esgotos sanitários de Botuporã foram projetadas as seguintes unidades:

- Estação de Bombeamento de Esgotos (EBE-1):

- PV de Chegada;
- Poços de Registros (2 unidades);
- Poço de Grade;
- Poço de Areia;
- Poço Úmido (Poço de Bombas); e
- Câmara de Manobras.

- Estação de Tratamento de Esgotos (ETE):

- Caixa de Areia

Para as definições das armaduras foram considerados os seguintes parâmetros:

- concreto estrutural:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- concreto magro:  $f_{ck} = 9 \text{ MPa}$  com espessura de 10 cm nas bases
- aço: CA-50 A
- cobrimento: 4 cm

As bitolas e as disposições das armaduras nas peças de concreto estão indicadas nos seguintes desenhos do Projeto:

- BTP-FOR-01 – Projeto Básico – Estação de Tratamento de Esgoto – Caixa de Areia – Estrutural – Formas
- BTP-FOR-02 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-1 – Estrutural – Formas – Planta Baixa
- BTP-FOR-03 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-2 – Estrutural – Formas – Planta Baixa

- BTP-FOR-04 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-3 – Estrutural – Formas – Planta Baixa
- BTP-FOR-06 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-1 – Estrutural – Formas – Corte AA e Detalhes
- BTP-FOR-07 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-2 – Estrutural – Formas – Corte AA, BB e CC
- BTP-FOR-08 – Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-3 – Estrutural – Formas – Corte AA, BB e CC
- BTP-ARM-01- Projeto Básico – Estação de Tratamento de Esgoto – Estrutural – Caixa de Areia - Armadura
- BTP-ARM-02 Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-1 – Estrutural – Armadura
- BTP-ARM-03 Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-2 – Estrutural – Armadura
- BTP-ARM-04 Projeto Básico – Estação de Bombeamento EBE-3 – Estrutural – Armadura

Essas unidades deverão ser executadas nas dimensões apresentadas nos desenhos que constam no Volume 14 - Desenhos e deverão seguir os procedimentos definidos nas especificações técnicas do Projeto.



## **4 ANEXOS**

A seguir são apresentadas as memórias de cálculo dos projetos estruturais referentes à caixa de areia e estações de bombeamento e também dos blocos de ancoragem.

CODEVASF  
ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DA CIDADE DE BOTUPORÃ

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBE-1  
CONCRETO ARMADO - MEMÓRIA DE CÁLCULO

| ESPECIFICAÇÕES GERAIS |  |               |  |              |  |       |  |                 |  |
|-----------------------|--|---------------|--|--------------|--|-------|--|-----------------|--|
| Concreto: fck=        |  | <b>30 Mpa</b> |  | Aço: CA 60 B |  | Fy=   |  | <b>600 Mpa</b>  |  |
| fc=                   |  | <b>1.4</b>    |  | CA 50 A      |  | Fy=   |  | <b>500 Mpa</b>  |  |
| Ec=                   |  | 306725        |  | Epsi=        |  | 0.628 |  | Es=             |  |
| Ecs=                  |  | 260716        |  | Mi=          |  | 0.320 |  | fs=             |  |
| fct,m=                |  | 2.90 Mpa      |  | hf=          |  | 10    |  | Sd=             |  |
|                       |  |               |  |              |  |       |  | c=              |  |
|                       |  |               |  |              |  |       |  | δ =             |  |
|                       |  |               |  |              |  |       |  | Estribos        |  |
|                       |  |               |  |              |  |       |  | ø 5 ø 6.0 ø 8.0 |  |
|                       |  |               |  |              |  |       |  | b'= 21 b'= 29   |  |

DESENHOS REFERÊNCIA : BTP-EST-01  
BTP-EST-02

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EBE-1 DIÂMETRO = 4.00 PAREDE = 0.30  
ALTURA = 5.04 FUNDO = 0.30

FUNDO LAJE CIRCULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

CARGA PP= 77500 VOLUME CONCRETO 31.0  
LIQ= 63000  
TOTAL 140500 q = 11181

MOMENTO  $M = q * r^2 / 12$   
M = 3727

ARMADURA As = 4.73 MALHA DUPLA ø10 c15  
y = 1.13 NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO  
BITOLA 10 17

PAREDE CIRCULAR ENGASTADA NO FUNDO

CARGA TRIANGULAR  
q,t = 5040

MÁXIMA TRAÇÃO NO ANEL  
T = 15000  
As = 7  
σs = 300  
BITOLA 10 22 MALHA DUPLA ø10 c15 - HORIZONTAL -  
MALHA DUPLA ø10 c15 - VERTICAL - ENGASTAMENTO COM O FUNDO  
NA TAMPA EM FUNÇÃO DAS FURAÇÕES - MALHA ø12.5 c15

|                    |          |      |          |      |
|--------------------|----------|------|----------|------|
| CÂMARA DE MANOBRAS | L =      | 2.45 | PAREDE = | 0.20 |
|                    | B =      | 1.96 | FUNDO =  | 0.20 |
|                    | ALTURA = | 1.45 |          |      |

FUNDO LAJE RETANGULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

|       |       |       |                 |      |
|-------|-------|-------|-----------------|------|
| CARGA | PP=   | 10750 | VOLUME CONCRETO | 4.3  |
|       | LIQ=  | 6963  |                 |      |
|       | TOTAL | 17713 | q =             | 2832 |

|          |      |     |                    |           |     |
|----------|------|-----|--------------------|-----------|-----|
| MOMENTOS | My = | 161 | .001 * Q * LY * 29 | ly / lx = | 0.8 |
|          | Xy = | 372 | .001 * Q * LY * 67 |           |     |

|          |        |      |   |
|----------|--------|------|---|
| ARMADURA | As =   | 2.00 | MALHA DUPLA ø8 c15                      |
|          | y =    | 0.18 | NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 8    | 25                                      |

PAREDE ENGASTADA NO FUNDO

CARGA TRIANGULAR  
q.t = 1450

|          |      |     |                    |           |     |
|----------|------|-----|--------------------|-----------|-----|
| MOMENTOS | My = | 48  | .001 * Q * LY * 23 | ly / lx = | 0.6 |
|          | Xy = | 120 | .001 * Q * LY * 57 |           |     |

|          |        |      |  |
|----------|--------|------|--|
| ARMADURA | As =   | 2.00 | MALHA DUPLA ø8 c15                       |
|          | y =    | 0.06 | NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 8    | 25                                       |
|          |        |      | NA TAMPA MALHA ø10 c15                   |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| PV DE CHEGADA | DIÂMETRO = | 1.10 | PAREDE = | 0.15 |
|               | ALTURA =   | 2.20 | FUNDO =  | 0.15 |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| POÇO REGISTRO | DIÂMETRO = | 1.10 | PAREDE = | 0.20 |
|               | ALTURA =   | 2.30 | FUNDO =  | 0.20 |

MALHA DUPLA ø8 c15  
NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

MALHA DUPLA ø8 c15  
NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

NA TAMPA MALHA ø10 c15



CODEVASF  
ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DA CIDADE DE BOTUPORÃ

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBE-2  
CONCRETO ARMADO - MEMÓRIA DE CÁLCULO

| ESPECIFICAÇÕES GERAIS |  |          |  |              |  |       |  |                 |  |
|-----------------------|--|----------|--|--------------|--|-------|--|-----------------|--|
| Concreto: fck=        |  | 30 Mpa   |  | Aço: CA 60 B |  | Fy=   |  | 600 Mpa         |  |
| fc=                   |  | 1,4      |  | CA 50 A      |  | Fy=   |  | 500 Mpa         |  |
| Ec=                   |  | 306725   |  | Epsi=        |  | 0,628 |  | Es=             |  |
| Ecs=                  |  | 260716   |  | Mi=          |  | 0,320 |  | fs=             |  |
| fct,m=                |  | 2,90 Mpa |  | hf=          |  | 10    |  | Sd=             |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | c= 4,0          |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | δ = 0,85        |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | Estribos        |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | ø 5 ø 6,0 ø 8,0 |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | b'= 21 b"= 29   |  |

DESENHOS REFERÊNCIA : BTP-ARM-03

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EBE-1      DIÂMETRO =      3,60      PAREDE =      0,30  
ALTURA =      4,90      FUNDO =      0,30

FUNDO LAJE CIRCULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

CARGA      PP=      68750      VOLUME CONCRETO      27,5  
LIQ=      49876  
TOTAL      118626      q =      11654,26

MOMENTO       $M = q \cdot r^2 / 12$   
M =      3146,7

ARMADURA      As =      3,98      MALHA DUPLA ø10 c15  
y =      0,95      NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO  
BITOLA      10      20

PAREDE CIRCULAR ENGASTADA NO FUNDO

CARGA TRIANGULAR  
q,t =      5450

MÁXIMA TRAÇÃO NO ANEL  
T =      15000  
As =      7,00  
σs =      300  
BITOLA      10      22      MALHA DUPLA ø10 c15 - HORIZONTAL -  
MALHA DUPLA ø10 c15 - VERTICAL - ENGASTAMENTO COM O FUNDO  
NA TAMPA EM FUNÇÃO DAS FURAÇÕES - MALHA ø12.5 c15

|                    |          |      |          |      |
|--------------------|----------|------|----------|------|
| CÂMARA DE MANOBRAS | L =      | 2,80 | PAREDE = | 0,20 |
|                    | B =      | 2,18 | FUNDO =  | 0,20 |
|                    | ALTURA = | 1,71 |          |      |

FUNDO LAJE RETANGULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

|       |       |       |                 |      |
|-------|-------|-------|-----------------|------|
| CARGA | PP=   | 13250 | VOLUME CONCRETO | 5,3  |
|       | LIQ=  | 10438 |                 |      |
|       | TOTAL | 23688 | q =             | 3060 |

|          |      |     |                    |                 |
|----------|------|-----|--------------------|-----------------|
| MOMENTOS | My = | 193 | .001 * Q * LY * 29 | ly / lx = 0,779 |
|          | Xy = | 447 | .001 * Q * LY * 67 |                 |

|          |        |      |   |
|----------|--------|------|---|
| ARMADURA | As =   | 2,00 | MALHA DUPLA ø8 c15                      |
|          | y =    | 0,22 | NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 8 25 |   |

PAREDE ENGASTADA NO FUNDO

|                  |      |
|------------------|------|
| CARGA TRIANGULAR |      |
| q,t =            | 1900 |

|          |      |     |                    |               |
|----------|------|-----|--------------------|---------------|
| MOMENTOS | My = | 75  | .001 * Q * LY * 23 | ly / lx = 0,6 |
|          | Xy = | 185 | .001 * Q * LY * 57 |               |

|          |        |      |  |
|----------|--------|------|--|
| ARMADURA | As =   | 2,00 | MALHA DUPLA ø8 c15                       |
|          | y =    | 0,09 | NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 8 25 | NA TAMPA MALHA ø10 c15                   |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| PV DE CHEGADA | DIÂMETRO = | 1,10 | PAREDE = | 0,15 |
|               | ALTURA =   | 2,15 | FUNDO =  | 0,15 |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| POÇO REGISTRO | DIÂMETRO = | 1,10 | PAREDE = | 0,20 |
|               | ALTURA =   | 2,11 | FUNDO =  | 0,20 |

MALHA DUPLA ø8 c15  
NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

MALHA DUPLA ø8 c15  
NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

NA TAMPA MALHA ø10 c15

CODEVASF  
ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DA CIDADE DE BOTUPORÃ

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBE-3  
CONCRETO ARMADO - MEMÓRIA DE CÁLCULO

| ESPECIFICAÇÕES GERAIS |  |          |  |              |  |       |  |                 |  |
|-----------------------|--|----------|--|--------------|--|-------|--|-----------------|--|
| Concreto: fck=        |  | 30 Mpa   |  | Aço: CA 60 B |  | Fy=   |  | 600 Mpa         |  |
| fc=                   |  | 1,4      |  | CA 50 A      |  | Fy=   |  | 500 Mpa         |  |
| Ec=                   |  | 306725   |  | Epsi=        |  | 0,628 |  | Es=             |  |
| Ecs=                  |  | 260716   |  | Mi=          |  | 0,320 |  | fs=             |  |
| fct,m=                |  | 2,90 Mpa |  | hf=          |  | 10    |  | Sd=             |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | c= 4,0          |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | δ = 0,85        |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | Estribos        |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | ø 5 ø 6,0 ø 8,0 |  |
|                       |  |          |  |              |  |       |  | b'= 21 b"= 29   |  |

DESENHOS REFERÊNCIA : BTP-ARM-04

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EBE-1      DIÂMETRO =      3,60      PAREDE =      0,30  
ALTURA =      4,90      FUNDO =      0,30

FUNDO LAJE CIRCULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

CARGA      PP=      68750      VOLUME CONCRETO      27,5  
LIQ=      49876  
TOTAL      118626      q =      11654,26

MOMENTO       $M = q \cdot r^2 / 12$   
M =      3146,7

ARMADURA      As =      3,98      MALHA DUPLA ø10 c15  
y =      0,95      NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO  
BITOLA      10      20

PAREDE CIRCULAR ENGASTADA NO FUNDO

CARGA TRIANGULAR  
q,t =      5450

MÁXIMA TRAÇÃO NO ANEL  
T =      15000  
As =      7,00  
σs =      300  
BITOLA      10      22      MALHA DUPLA ø10 c15 - HORIZONTAL -  
MALHA DUPLA ø10 c15 - VERTICAL - ENGASTAMENTO COM O FUNDO  
NA TAMPA EM FUNÇÃO DAS FURAÇÕES - MALHA ø12.5 c15

|                    |          |      |          |      |
|--------------------|----------|------|----------|------|
| CÂMARA DE MANOBRAS | L =      | 2,80 | PAREDE = | 0,20 |
|                    | B =      | 2,18 | FUNDO =  | 0,20 |
|                    | ALTURA = | 1,71 |          |      |

FUNDO LAJE RETANGULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

|       |       |       |                 |      |
|-------|-------|-------|-----------------|------|
| CARGA | PP=   | 13250 | VOLUME CONCRETO | 5,3  |
|       | LIQ=  | 10438 |                 |      |
|       | TOTAL | 23688 | q =             | 3060 |

|          |      |     |                    |                 |
|----------|------|-----|--------------------|-----------------|
| MOMENTOS | My = | 193 | .001 * Q * LY * 29 | ly / lx = 0,779 |
|          | Xy = | 447 | .001 * Q * LY * 67 |                 |

|          |        |      |   |
|----------|--------|------|---|
| ARMADURA | As =   | 2,00 | MALHA DUPLA ø8 c15<br>NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | y =    | 0,22 |   |
|          | BITOLA | 8 25 |   |

PAREDE ENGASTADA NO FUNDO

|                  |      |
|------------------|------|
| CARGA TRIANGULAR |      |
| q,t =            | 1900 |

|          |      |     |                    |               |
|----------|------|-----|--------------------|---------------|
| MOMENTOS | My = | 75  | .001 * Q * LY * 23 | ly / lx = 0,6 |
|          | Xy = | 185 | .001 * Q * LY * 57 |               |

|          |        |      |  |
|----------|--------|------|--|
| ARMADURA | As =   | 2,00 | MALHA DUPLA ø8 c15<br>NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO<br>NA TAMPA MALHA ø10 c15 |
|          | y =    | 0,09 |  |
|          | BITOLA | 8 25 |  |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| PV DE CHEGADA | DIÂMETRO = | 1,10 | PAREDE = | 0,15 |
|               | ALTURA =   | 2,15 | FUNDO =  | 0,15 |

|               |            |      |          |      |
|---------------|------------|------|----------|------|
| POÇO REGISTRO | DIÂMETRO = | 1,10 | PAREDE = | 0,20 |
|               | ALTURA =   | 2,11 | FUNDO =  | 0,20 |

MALHA DUPLA ø8 c15  
NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

MALHA DUPLA ø8 c15  
NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO

NA TAMPA MALHA ø10 c15

CODEVASF  
ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO DA CIDADE DE BOTUPORÃ

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - CAIXA DE AREIA  
CONCRETO ARMADO - MEMÓRIA DE CÁLCULO

| ESPECIFICAÇÕES GERAIS |  |          |  |              |  |     |  |         |  |                     |  |
|-----------------------|--|----------|--|--------------|--|-----|--|---------|--|---------------------|--|
| Concreto: fck=        |  | 30 Mpa   |  | Aço: CA 60 B |  | Fy= |  | 600 Mpa |  | c= 4,0              |  |
| fc=                   |  | 1,4      |  | CA 50 A      |  | Fy= |  | 500 Mpa |  | δ = 0,85            |  |
| Ec=                   |  | 306725   |  | Epsi= 0,628  |  | Es= |  | 2100000 |  | Estribos            |  |
| Ecs=                  |  | 260716   |  | Mi= 0,320    |  | fs= |  | 1,15    |  | ø 6   ø 6,3   ø 8,0 |  |
| fct,m=                |  | 2,90 Mpa |  | hf= 10       |  | Sd= |  | 1,40    |  | b'= 21   b''= 29    |  |

|                     |          |       |          |      |
|---------------------|----------|-------|----------|------|
| CAIXA AREIA - CANAL | L =      | 10,00 | PAREDE = | 0,15 |
|                     | B =      | 1,45  | FUNDO =  | 0,20 |
|                     | ALTURA = | 0,98  |          |      |

FUNDO LAJE RETANGULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

|          |        |         |  |      |
|----------|--------|---------|--|------|
| CARGA    | PP=    | 500     | VOLUME CONCRETO  | 0,2  |
|          | LIQ=   | 1000    |  |      |
|          | TOTAL  | 1500    | q =  | 1500 |
| MOMENTOS | My =   | 89      | ly / lx = 0,145  |      |
|          | Xy =   | 183     |  |      |
|          |        |         | .001 * Q * LY * 41   |      |
|          |        |         | .001 * Q * LY * 84   |      |
| ARMADURA | As =   | 2,00    | MALHA DUPLA $\varnothing 8$ c15<br>NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |      |
|          | y =    | 0,09    |  |      |
|          | BITOLA | 8    25 |  |      |

PAREDE ENGASTADA NO FUNDO

|                  |        |      |  |               |
|------------------|--------|------|--|---------------|
| CARGA TRIANGULAR |        |      |  |               |
|                  | q,t =  | 1000 |  |               |
| MOMENTOS         | My =   | 25   | .001 * Q * LY * 26   | ly / lx = 0,1 |
|                  | Xy =   | 61   | .001 * Q * LY * 62   |               |
| ARMADURA         | As =   | 1,50 | MALHA DUPLA ø8 c15<br>NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |               |
|                  | y =    | 0,04 |  |               |
|                  | BITOLA | 8 34 |  |               |

|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
|--------------------------|----------|---------|-------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------------|
| <b>V1</b>                | 15x 118  |         |             | <b>PAREDE DA CAIXA AREIA</b> |                        |                       |             | 20          | 20              | 10,225                  |
| Dimensões e Cargas       |          | 1       | 1           |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
|                          |          |         |             | Pi,ai                        |                        |                       |             |             |                 |                         |
| Vão 1                    | 15x 118  | 1600    | 1,66        |                              |                        |                       |             |             |                 | <b>Armadura de Pele</b> |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             | 1,3         | 2x 4 $\phi$ 6,3 |                         |
| Vão 2                    | 15x 118  | 1600    | 2,59        |                              |                        |                       |             |             |                 | <b>Armadura de Pele</b> |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             | 1,3         | 2x 4 $\phi$ 6,3 |                         |
| Vão 3                    | 15x 118  | 1600    | 5,78        |                              |                        |                       |             |             |                 | <b>Armadura de Pele</b> |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             | 1,3         | 2x 4 $\phi$ 6,3 |                         |
| Solicitações e Armaduras |          |         |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
| Momentos Negativos       |          |         |             | Momentos Positivos           |                        |                       |             | Cortantes   |                 |                         |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             | <b>Emin</b> | $\phi$ 6,3      | c/ 20                   |
| X0=                      |          |         |             |                              |                        | 2 $\phi$ 16           |             |             |                 |                         |
|                          |          |         |             | M1=                          | 793                    | 2,66                  | 2 $\phi$ 16 | V0=         | 1593            | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
|                          |          |         |             |                              | f=                     |                       |             | V1=         | 1058            | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
| X1=                      | -443     | 2,66    | 2 $\phi$ 16 |                              |                        | 2 $\phi$ 16           |             |             |                 |                         |
| $\delta=0,85$            | x/d=0,00 |         |             | M2=                          | 460                    | 2,66                  | 2 $\phi$ 16 | V1=         | 231             | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
|                          |          |         |             |                              | f=                     |                       |             | V2=         | 3917            | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
| X2=                      | 4336     | 2,66    | 2 $\phi$ 16 |                              |                        | 2 $\phi$ 16           |             |             |                 |                         |
| $\delta=0,85$            | x/d=0,02 |         |             | M3=                          | 4678                   | 2,66                  | 2 $\phi$ 16 | V2=         | 5371            | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
|                          |          |         |             |                              | f=                     |                       |             | V3=         | 3869            | $\phi$ 6,3 c/ 20        |
| X3=                      |          |         |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             |             |                 | R3= 3869                |
|                          |          |         |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
| PILAR PAREDE             | N=       | 18,50 t |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
| SEÇÃO                    | H=       | 20      |             | Lfi=                         | 150                    |                       |             |             |                 |                         |
|                          | B=       | 145     |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
| ARMADURA                 | As=      | 11,60   |             | 14 $\phi$ 10                 | ESTRIBO $\phi$ 6.3 c15 |                       |             |             |                 |                         |
| SAPATA                   | N=       | 20,40   |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
|                          | A=       | 99      |             | TENSÃO SOLO=                 | 1,421                  |                       |             |             |                 |                         |
|                          | B=       | 145     |             |                              |                        |                       |             |             |                 |                         |
|                          | H=       | 20      |             | PUNÇÃO=                      | 4,88                   |                       |             |             |                 |                         |
| ARMADURA                 | As=      | 4,32    |             | $\phi$ 10                    | c/ 18                  | ADOTAR c/ 15 CRUZADOS |             |             |                 |                         |

|                 |          |      |          |      |
|-----------------|----------|------|----------|------|
| CÂMARA COLETORA | L =      | 1,50 | PAREDE = | 0,15 |
|                 | B =      | 1,38 | FUNDO =  | 0,20 |
|                 | ALTURA = | 3,15 |          |      |

FUNDO LAJE RETANGULAR, ENGASTADA, CONFORME MONTOYA

|       |       |       |                 |      |
|-------|-------|-------|-----------------|------|
| CARGA | PP=   | 10500 | VOLUME CONCRETO | 4,2  |
|       | LIQ=  | 6520  |                 |      |
|       | TOTAL | 17020 | q =             | 6140 |

|          |      |     |                    |           |      |
|----------|------|-----|--------------------|-----------|------|
| MOMENTOS | My = | 212 | .001 * Q * LY * 25 | ly / lx = | 0,92 |
|          | Xy = | 500 | .001 * Q * LY * 59 |           |      |

|          |        |      |   |
|----------|--------|------|---|
| ARMADURA | As =   | 2,00 | MALHA DUPLA ø10 c15                     |
|          | y =    | 0,24 | NO FUNDO E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 10   | 39                                      |

PAREDE ENGASTADA NO FUNDO

|                  |      |
|------------------|------|
| CARGA TRIANGULAR |      |
| q,t =            | 3150 |

|          |      |     |                    |           |     |
|----------|------|-----|--------------------|-----------|-----|
| MOMENTOS | My = | 258 | .001 * Q * LY * 26 | ly / lx = | 0,5 |
|          | Xy = | 615 | .001 * Q * LY * 62 |           |     |

|          |        |      |  |
|----------|--------|------|--|
| ARMADURA | As =   | 1,84 | MALHA DUPLA ø10 c15                      |
|          | y =    | 0,44 | NA PAREDE E NO ENGASTAMENTO PAREDE FUNDO |
|          | BITOLA | 10   | 43                                       |
|          |        |      | NA TAMPA MALHA ø10 c15                   |

Cidade: Botuporã  
 Linha de Recalque: EMI-1  
 Cálculo de Blocos de Ancoragem (Área de Transmissão do Empuxo ao terreno)

**Dados:**

Pressão máx (mca) **25,00** Pressão de Dimensionamento (Kg/cm2) **3,75**  
 $E=2S_{psen}(\alpha/2)$   
 Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na vertical **1,00**  
 Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na horizontal **0,50**  
 Área = E/Tensão Admissível na direção do esforço

| Nº Nó   | Peça  | DN (mm) | S(cm2) | Ângulo (º) | Sen $\alpha/2$ | E (Kg) | A (cm2) | B (cm) | H (cm) | L (cm) | Volume de Concreto (m³) |
|---------|-------|---------|--------|------------|----------------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------------------|
| PIH-1   | Curva | 150     | 176,71 | 22,3       | 0,38           | 503    | 1.006   | 115    | 9      | 9      | 0,009                   |
| PIHV-3  | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-5  | Curva | 150     | 176,71 | 67,3       | 0,92           | 1.223  | 2.445   | 115    | 21     | 21     | 0,052                   |
| PIH-6   | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-8  | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-10 | Curva | 150     | 176,71 | 101,15     | 0,98           | 1.300  | 2.601   | 115    | 23     | 23     | 0,059                   |
| PIHV-11 | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-12 | Curva | 150     | 176,71 | 33,45      | 0,55           | 731    | 1.461   | 115    | 13     | 13     | 0,019                   |
| PIH-13  | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-14 | Curva | 150     | 176,71 | 33,45      | 0,55           | 731    | 1.461   | 115    | 13     | 13     | 0,019                   |
| PIH-15  | Curva | 150     | 176,71 | 45         | 0,71           | 937    | 1.874   | 115    | 16     | 16     | 0,031                   |
| PIHV-16 | Curva | 150     | 176,71 | 56,15      | 0,83           | 1.101  | 2.201   | 115    | 19     | 19     | 0,042                   |
| PIH-19  | Curva | 150     | 176,71 | 22,3       | 0,38           | 503    | 1.006   | 115    | 9      | 9      | 0,009                   |
| PIHV-20 | Curva | 150     | 176,71 | 11,15      | 0,19           | 256    | 513     | 115    | 4      | 4      | 0,002                   |
| PIHV-22 | Curva | 150     | 176,71 | 67,3       | 0,92           | 1.223  | 2.445   | 115    | 21     | 21     | 0,052                   |
| PIHV-23 | Curva | 150     | 176,71 | 67,3       | 0,92           | 1.223  | 2.445   | 115    | 21     | 21     | 0,052                   |
| PIH-26  | Curva | 150     | 176,71 | 90         | 1,00           | 1.325  | 2.651   | 115    | 23     | 23     | 0,061                   |



Cidade: Botuporã  
 Linha de Recalque: EMI-2  
 Cálculo de Blocos de Ancoragem (Área de Transmissão do Empuxo ao terreno)

**Dados:**

Pressão Nominal (mca) **25,00** Pressão de Dimensionamento (Kg/cm2) **3,75**  
 $E = 2S \cdot \sin(\alpha/2)$   
 Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na vertical **1,00**  
 Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na horizontal **0,50**  
 Área = E/Tensão Admissível na direção do esforço

| Nº Nó  | Peça  | DN (mm) | S(cm2) | Ângulo (º) | Sen a/2 | E (Kg) | A (cm2) | B (cm) | H (cm) | L (cm) | Volume de Concreto (m³) |
|--------|-------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------------------|
| PIHV-1 | Curva | 100     | 78,54  | 90         | 1,00    | 589    | 1.178   | 115    | 10     | 10     | 0,012                   |
| PIH-3  | Curva | 100     | 78,54  | 45         | 0,71    | 417    | 833     | 115    | 7      | 7      | 0,006                   |
| PIHV-5 | Curva | 100     | 78,54  | 90         | 1,00    | 589    | 1.178   | 115    | 10     | 10     | 0,012                   |
| PIHV-7 | Curva | 100     | 78,54  | 90         | 1,00    | 589    | 1.178   | 115    | 10     | 10     | 0,012                   |

Cidade: Botuporã  
 Linha de Recalque: EMI-3  
 Cálculo de Blocos de Ancoragem (Área de Transmissão do Empuxo ao terreno)

**Dados:**

Pressão Nominal (mca) **25,00** Pressão de Dimensionamento (Kg/cm2) **3,75**

$E = 2S \cdot \sin(\alpha/2)$

Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na vertical **1,00**

Tensão Admissível do terreno (Kg/cm2)-na horizontal **0,50**

Área = E/Tensão Admissível na direção do esforço

| Nº Nó  | Peça  | DN (mm) | S(cm2) | Ângulo (º) | Sen a/2 | E (Kg) | A (cm2) | B (cm) | H (cm) | L (cm) | Volume de Concreto (m³) |
|--------|-------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------------------|
| PIH-1  | Curva | 100     | 78,54  | 90         | 1,00    | 589    | 1.178   | 115    | 10     | 10     | 0,012                   |
| PIHV-2 | Curva | 100     | 78,54  | 90         | 1,00    | 589    | 1.178   | 115    | 10     | 10     | 0,012                   |