

Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo

PROJETO REMANESCENTE DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA DE NOVO HAMBURGO MEMORIAL ESTRUTURAL

Responsável	Função	Nome
Coordenador	Eng° Civil	Hélio Fernandes CREA-10R: 012790-6
Elaboração	Eng° Civil	Amaury Amaral Caldeira de Andrada CREA-10R: 008890-4
Elaboração	Eng° Civil	Vitor Pedro Werlang CREA-10R: 007313-1
Elaboração	Eng.º Sanitarista e Ambiental	Eduardo Pauly Fernandes CREA-10R: 134556-2

MARÇO/2021

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO DOS REMANESCENTES	5
2	MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL TRAVESSIA DA ADUTORA SOBRE O BANHADO DO RIO DOS SINOS – PONTE DE CONCRETO	6
2.1	Dados da obra.....	6
2.2	Recursos utilizados.....	6
2.3	Materiais e configurações.....	6
2.4	Cálculo dos componentes	6
2.5	Normas relacionadas ao projeto	6
2.6	Critérios para durabilidade	7
2.7	Propriedades do concreto	7
2.8	Propriedades do aço	7
2.9	Ações de carregamento	7
2.10	Combinações das ações	8
2.11	Carregamentos previstos.....	11
2.11.1	<i>Carregamentos das lajes da Passarela.....</i>	<i>12</i>
2.11.2	<i>Ação do vento.....</i>	<i>12</i>
2.11.3	<i>Imperfeições globais</i>	<i>13</i>
2.12	Modelo de análise.....	13
2.13	Memorial de cálculo	14
2.13.1	<i>Verificação Da Estabilidade Global Da Estrutura.....</i>	<i>14</i>
2.13.2	<i>Resultado dos Blocos das Estacas.....</i>	<i>14</i>
2.13.2.1	<i>Cálculo do Bloco Tipo B1 – Blocos de coroamento B1 e B22.....</i>	<i>14</i>
2.13.2.2	<i>Cálculo do Bloco Tipo B2 – Blocos de coroamento B2 e B21.....</i>	<i>16</i>
2.13.2.3	<i>Cálculo do Bloco Tipo B3 – Blocos de coroamento B3-4, B5, B6-7, B8, B9-10, B11, B12, B13-14, B15, B16-17, B18, B19-20, B25-26, B27, B28-29, B30, B31-32, B33, B34, B35-36, B37, B38-39, B40 e B41-42.....</i>	<i>17</i>
2.13.2.4	<i>Cálculo do Bloco Tipo B23.....</i>	<i>19</i>
2.13.3	<i>Cálculo de estacas pré-moldadas cravadas.....</i>	<i>20</i>
2.13.3.1	<i>Planilhas de cálculo de estacas.....</i>	<i>20</i>
2.13.4	<i>Resultados de cálculo das Vigas de ligação dos blocos das estacas.....</i>	<i>25</i>
2.13.4.1	<i>Resultados das Vigas TIPO V1</i>	<i>25</i>
2.13.4.2	<i>Resultados das Vigas TIPO V2</i>	<i>25</i>
2.13.4.3	<i>Resultados da S Viga S TIPO V3</i>	<i>25</i>
2.13.5	<i>Resultados de cálculo dos Pilares</i>	<i>26</i>
2.13.6	<i>Resultados de cálculo das Vigas do nível TOPO</i>	<i>29</i>
2.13.6.1	<i>Vigas longitudinais.....</i>	<i>29</i>
2.13.6.2	<i>Vigas transversais</i>	<i>30</i>
2.13.7	<i>Resultados de cálculo das Lajes da Passarela</i>	<i>30</i>
2.13.8	<i>Dimensionamento dos Blocos de Apoio</i>	<i>36</i>
2.14	Quantitativos dos Materiais da Estrutura de Concreto.....	37
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
4	APÊNDICE	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CÁLCULO DE ESTACA COM COMPRIMENTO = 8,0M E SEÇÃO QUADRADA DE 260,0MM – SP01.....	21
FIGURA 2 - CÁLCULO DE ESTACA COM COMPRIMENTO = 10,0M E SEÇÃO QUADRADA DE 260,0MM – SP01.....	22
FIGURA 3 - CÁLCULO DE ESTACA COM COMPRIMENTO = 8,0M E SEÇÃO QUADRADA DE 260,0MM – SP02.....	23
FIGURA 4 - CÁLCULO DE ESTACA COM COMPRIMENTO = 10,0M E SEÇÃO QUADRADA DE 260,0MM – SP02.....	24
FIGURA 5 - TABELA DE SOMA GERAL DOS QUANTITATIVOS.....	37

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL ADOTADA.	7
TABELA 2 - COBRIMENTOS DAS ARMADURAS.	7
TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO.	7
TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DO AÇO.	7
TABELA 5 - COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES.	8
TABELA 6 - COMBINAÇÕES.	9
TABELA 7 - CARREGAMENTOS DAS LAJES DA PASSARELA. AÇÃO DO VENTO.	12
TABELA 8 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA CONSIDERAÇÃO DO VENTO.	13
TABELA 9 - FORÇAS ESTÁTICAS APLICADAS NOS PAVIMENTOS DA ESTRUTURA DEVIDO AO VENTO.	13
TABELA 10 - PARÂMETROS ADOTADOS PARA CONSIDERAÇÃO DAS IMPERFEIÇÕES GLOBAIS.	13
TABELA 11 - VERIFICAÇÃO DO ESTABILIDADE - EIXO X.	14
TABELA 12 - VERIFICAÇÃO DO ESTABILIDADE - EIXO Y.	14
TABELA 13 - VERIFICAÇÃO DO ESTABILIDADE - COEF. GAMA-Z.	14

1 APRESENTAÇÃO DOS REMANESCENTES

O presente trabalho tem como objetivo a apresentação dos Projetos Executivos Remanescentes de Engenharia para Conclusão da Obra da Adutora de Água Bruta do Município de Novo Hamburgo.

Os remanescentes abrangem:

- Transposição da Adutora de Água Bruta nova sobre o Banhado do Rio dos Sinos;
- Continuação do lançamento dos tubos na chegada da EAB (Elevatória de Água Bruta).

O projeto inicial passou por uma verificação/revisão, a qual garantiu e alterou a solução anteriormente projetada em virtude de condições e inconformidades levantadas durante a execução das obras no passado. Essa verificação foi elaborada pela Empresa Hidráulica Engenharia Ltda., no ano de 2017, e resultou em alterações de projeto que são discutidas no decorrer deste trabalho. A Comusa com a finalidade de concluir a execução da Adutora de Água Bruta em sua totalidade agregou ao projeto da citada empresa a instalação dos tubos restantes na chegada da EAB, conforme prancha 18/18.

2 MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL TRAVESSIA DA ADUTORA SOBRE O BANHADO DO RIO DOS SINOS – PONTE DE CONCRETO

A Alternativa escolhida como melhor solução, com aprovação da COMUSA, prevê o apoio da adutora em aço carbono em uma travessia aérea independente da ponte de concreto existente, executada em sua totalidade em estrutura de concreto armado.

2.1 Dados da obra

Título do projeto: ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - TRAVESSIA DO BANHADO DO RIO DOS SINOS

Proprietário: COMUSA

Autoria do projeto: Eng. Civil Amaury Amaral Caldeira de Andrada – CREA SC 008890-4

Coautoria do projeto: Eng. Civil Vitor Pedro Werlang – CREA SC 007313-1

2.2 Recursos utilizados

Para o cálculo das estruturas e fundações foram utilizados os softwares Eberick, Qi CAD e AutoCAD. Os componentes do sistema foram modelados, calculados e seus elementos dimensionados através do Eberick. Planilhas de autoria do Professor Célio Magalhães para o dimensionamento das estacas.

2.3 Materiais e configurações

As estruturas serão executadas em concreto armado, com a utilização de Concreto com resistência característica F_{ck} de 30 MPa. As armaduras serão de aço CA-50 nas bitolas de 6,3mm a 20,0mm, CA-60 para bitolas de 5,0mm. Todas as armaduras deverão ter seus cobrimentos mínimos executados como indicados nas plantas. Estes variam de acordo com a utilização da estrutura. Emendas de barras por traspasse poderão ser executadas em armaduras com comprimentos corridos superiores aos de 12,00 m. O comprimento do ultrapasse, nestes casos, está indicado nas plantas.

2.4 Cálculo dos componentes

O cálculo envolve o lançamento da estrutura, com a sua modelagem, lançamento das cargas, cálculo dos esforços e dimensionamento das seções de ferro resistentes.

2.5 Normas relacionadas ao projeto

Os principais critérios adotados neste projeto, referente aos materiais utilizados e dimensionamento das peças de concreto seguem prescrições normativas.

Normas:

- ABNT NBR 12655:2006 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento

- ABNT NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento

- ABNT NBR 6118:2014 (Versão Corrigida) - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

- ABNT NBR 6120:1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

- ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações

- ABNT NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto

armado - Especificação

- ABNT NBR 8681:2003 (Versão Corrigida) - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

2.6 Critérios para durabilidade

Visando garantir a durabilidade da estrutura com adequada segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a vida útil da estrutura, foram adotados critérios em relação à classe de agressividade ambiental e valores de cobrimentos das armaduras, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

Tabela 1 - Classe de agressividade ambiental adotada.

Nível	Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Risco de deterioração da estrutura
Todos	III	forte	grande

Tabela 2 - Cobrimentos das armaduras.

Pavimento	Elemento	Cobrimento (cm)		
		Peças externas	Peças internas	Peças em contato com o solo
Base	Vigas	4,50	4,50	4,50
	Pilares	4,50	4,50	4,50
	Blocos	-	-	4,50
Topo	Vigas	4,00	4,00	4,50
	Pilares	4,00	4,00	4,50
	Lajes	4,00	-	4,50

2.7 Propriedades do concreto

O concreto considerado neste projeto e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir.

Tabela 3 - Características do concreto.

Pavimento	Elemento	fck (kgf/cm ²)	Ecs (kgf/cm ²)	fct (kgf/cm ²)	Abatimento (cm)
Base	Todos	300	268384	29	9,00
Topo	Todos	300	268384	29	9,00

2.8 Propriedades do aço

O aço considerado neste projeto para dimensionamento das peças em concreto armado e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir.

Tabela 4 - Características do aço.

Categoria	Massa específica (kgf/m ³)	Módulo de elasticidade (kgf/cm ²)	f _{yk} (kgf/cm ²)
CA50	7850	2100000	5000
CA60	7850	2100000	6000

2.9 Ações de carregamento

Para obtenção dos valores de cálculo das ações, foram definidos coeficientes de

ponderação, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 51 - Coeficientes de ponderação das ações.

Ação	Coeficientes de ponderação			Fatores de combinação		
	Desfavorável	Favorável	Fundações	Psi0	Psi1	Psi2
Peso próprio (G1)	1,40	1,00	1,00	-	-	-
Adicional (G2)	1,40	1,00	1,00	-	-	-
Solo (S)	1,40	1,00	1,00	-	-	-
Acidental (Q)	1,40	-	1,00	0,70	0,60	0,40
Água (A)	1,20	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Subpressão (AS)	1,10	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Vento X+ (V1)	1,00	-	1,00	0,60	0,30	0,00
Vento X- (V2)	1,00	-	1,00	0,60	0,30	0,00
Vento Y+ (V3)	1,00	-	1,00	0,60	0,30	0,00
Vento Y- (V4)	1,00	-	1,00	0,60	0,30	0,00
Desaprumo X+ (D1)	1,20	1,00	1,00	-	-	-
Desaprumo X- (D2)	1,20	1,00	1,00	-	-	-
Desaprumo Y+ (D3)	1,20	1,00	1,00	-	-	-
Desaprumo Y- (D4)	1,20	1,00	1,00	-	-	-

2.10 Combinações das ações

A partir das ações de carregamento definidas, obtiveram-se as seguintes combinações para análise e dimensionamento da estrutura nos estados limites (ELU) últimos e de serviço (ELS).

Tabela 6 - Combinações.

Tipo	Combinações
Últimas	1.4G1+1.4G2+0.6V1+D1 1.4G1+1.4G2+0.6V2+D2 1.4G1+1.4G2+0.6V3+D3 1.4G1+1.4G2+0.6V4+D4 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.6V1+D1 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.6V2+D2 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.6V3+D3 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.6V4+D4 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+V1+0.6D1 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+V2+0.6D2 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+V3+0.6D3 1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+V4+0.6D4 1.4G1+1.4G2+1.2D1 1.4G1+1.4G2+1.2D2 1.4G1+1.4G2+1.2D3 1.4G1+1.4G2+1.2D4 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.6V1+0.6D1 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.6V2+0.6D2 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.6V3+0.6D3 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.6V4+0.6D4 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.2D1 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.2D2 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.2D3 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.2D4 1.4G1+1.4G2+V1+0.6D1 1.4G1+1.4G2+V2+0.6D2 1.4G1+1.4G2+V3+0.6D3 1.4G1+1.4G2+V4+0.6D4
Fundações	G1+G2+0.6V1+D1 G1+G2+0.6V2+D2 G1+G2+0.6V3+D3 G1+G2+0.6V4+D4 G1+G2+0.7Q+0.6V1+D1 G1+G2+0.7Q+0.6V2+D2 G1+G2+0.7Q+0.6V3+D3 G1+G2+0.7Q+0.6V4+D4 G1+G2+0.7Q+A+0.6V1+0.6D1 G1+G2+0.7Q+A+0.6V1+D1 G1+G2+0.7Q+A+0.6V2+0.6D2 G1+G2+0.7Q+A+0.6V2+D2 G1+G2+0.7Q+A+0.6V3+0.6D3 G1+G2+0.7Q+A+0.6V3+D3 G1+G2+0.7Q+A+0.6V4+0.6D4 G1+G2+0.7Q+A+0.6V4+D4 G1+G2+0.7Q+A+D1 G1+G2+0.7Q+A+D2 G1+G2+0.7Q+A+D3 G1+G2+0.7Q+A+D4 G1+G2+0.7Q+A+V1+0.6D1 G1+G2+0.7Q+A+V2+0.6D2 G1+G2+0.7Q+A+V3+0.6D3 G1+G2+0.7Q+A+V4+0.6D4 G1+G2+0.7Q+V1+0.6D1

Tipo	Combinações
	G1+G2+0.7Q+V2+0.6D2 G1+G2+0.7Q+V3+0.6D3 G1+G2+0.7Q+V4+0.6D4 G1+G2+A+0.6V1+0.6D1 G1+G2+A+0.6V1+D1 G1+G2+A+0.6V2+0.6D2 G1+G2+A+0.6V2+D2 G1+G2+A+0.6V3+0.6D3 G1+G2+A+0.6V3+D3 G1+G2+A+0.6V4+0.6D4 G1+G2+A+0.6V4+D4 G1+G2+A+D1 G1+G2+A+D2 G1+G2+A+D3 G1+G2+A+D4 G1+G2+A+V1+0.6D1 G1+G2+A+V2+0.6D2 G1+G2+A+V3+0.6D3 G1+G2+A+V4+0.6D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 G1+G2+Q+0.6V1+0.6D1 G1+G2+Q+0.6V2+0.6D2 G1+G2+Q+0.6V3+0.6D3 G1+G2+Q+0.6V4+0.6D4 G1+G2+Q+A+0.6V1+0.6D1 G1+G2+Q+A+0.6V2+0.6D2 G1+G2+Q+A+0.6V3+0.6D3 G1+G2+Q+A+0.6V4+0.6D4 G1+G2+Q+A+D1 G1+G2+Q+A+D2 G1+G2+Q+A+D3 G1+G2+Q+A+D4 G1+G2+Q+D1 G1+G2+Q+D2 G1+G2+Q+D3 G1+G2+Q+D4 G1+G2+V1+0.6D1 G1+G2+V2+0.6D2 G1+G2+V3+0.6D3 G1+G2+V4+0.6D4
Frequentes	G1+G2+0.3V1 G1+G2+0.3V2 G1+G2+0.3V3 G1+G2+0.3V4 G1+G2+0.4Q+A+0.3V1 G1+G2+0.4Q+A+0.3V2 G1+G2+0.4Q+A+0.3V3 G1+G2+0.4Q+A+0.3V4 G1+G2+0.6Q+A+D1 G1+G2+0.6Q+A+D2 G1+G2+0.6Q+A+D3

Tipo	Combinações
	G1+G2+0.6Q+A+D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4
Quase perm.	G1+G2+0.4Q+A+D1 G1+G2+0.4Q+A+D2 G1+G2+0.4Q+A+D3 G1+G2+0.4Q+A+D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4
Raras	G1+G2+0.3V1+D1 G1+G2+0.3V2+D2 G1+G2+0.3V3+D3 G1+G2+0.3V4+D4 G1+G2+0.6Q+A+0.3V1+D1 G1+G2+0.6Q+A+0.3V2+D2 G1+G2+0.6Q+A+0.3V3+D3 G1+G2+0.6Q+A+0.3V4+D4 G1+G2+0.6Q+A+V1+0.3D1 G1+G2+0.6Q+A+V2+0.3D2 G1+G2+0.6Q+A+V3+0.3D3 G1+G2+0.6Q+A+V4+0.3D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 G1+G2+Q+A+0.3V1+0.3D1 G1+G2+Q+A+0.3V2+0.3D2 G1+G2+Q+A+0.3V3+0.3D3 G1+G2+Q+A+0.3V4+0.3D4 G1+G2+Q+A+D1 G1+G2+Q+A+D2 G1+G2+Q+A+D3 G1+G2+Q+A+D4 G1+G2+V1+0.3D1 G1+G2+V2+0.3D2 G1+G2+V3+0.3D3 G1+G2+V4+0.3D4

2.11 Carregamentos previstos

As sobrecargas previstas sobre a estrutura são os seguintes:

- Carregamento da Adutora**

Peso próprio da adutora considerado = O tubo de aço DN1000, $e=1/2"$, adquirido pela COMUSA tem massa de 311,0 Kg/ml.

Peso da água = 785 Kg/ml.

Estas cargas são aplicadas diretamente nos Blocos de apoio - Vigas V19 a V105.

- Empuxos da Adutora**

Estas cargas se referem aos empuxos provocados por deflexões horizontais e verticais nas cabeceiras da travessia aérea e que serão ancoradas na estrutura de concreto. Valores fornecidos pelo projeto hidráulico.

2.11.1 Carregamentos das lajes da Passarela

Os carregamentos, definidos com os seguintes valores:

Tabela 7 - Carregamentos das lajes da Passarela. Ação do vento.

Lajes							
Dados					Sobrecarga (kgf/m ²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1 a L78	Maciça	12	0	300	0	150	0

2.11.2 Ação do vento

O efeito do vento sobre a edificação é avaliado a partir de diversos parâmetros que permitem definir as forças aplicadas sobre a estrutura.

Tabela 8 - Parâmetros adotados para consideração do vento.

Parâmetros	Valor adotado	Observações
Velocidade	45,00m/s	-
Nível do solo (S2)	600,00cm	$S_2 = b Fr (z/10)^p$, sendo "z" = nível do solo, "Fr" = fator de rajada, "b" e "p" parâmetros variáveis.
Maior dimensão horizontal ou vertical (S2)	Maior que 50 m	-
Rugosidade do terreno (S2)	Categoria II	Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas.
Fator topográfico (S1)	1	Demais casos.
Fator estatístico (S3)	0,95	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)
Ângulo do vento em relação à horizontal	0°	-
Direções de aplicação do vento	Vento X+ (V1) Vento X- (V2) Vento Y+ (V3) Vento Y- (V4)	Ver combinações de ações.

As forças estáticas devido ao vento foram calculadas para cada direção a partir dos parâmetros definidos, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 9 - Forças estáticas aplicadas nos pavimentos da estrutura devido ao vento.

Pavimento	Fachada X (cm)	Fachada Y (cm)	Nível (cm)	S2	Coef. Arrasto X	Coef. Arrasto Y	Força X (tf)	Força Y (tf)
Topo	230,00	2.2473,47	1.014,00	0,86	0,70	1,24	0,28	46,98

2.11.3 Imperfeições globais

Imperfeições geométricas globais devido ao desaprumo dos elementos verticais para verificação do estado limite último da estrutura.

Tabela 102 - Parâmetros adotados para consideração das imperfeições globais.

Parâmetros	Valor adotado	Observações
Direções de aplicação	Direção X Direção Y	Ver combinações de ações.

2.12 Modelo de análise

A análise da estrutura foi realizada a partir da criação de um modelo de pórtico, sendo a estrutura formada por pilares e vigas admitidos como elementos lineares representados por seus eixos longitudinais. A modelagem das lajes de concreto do pavimento foi realizada pelo processo da analogia de grelha, onde as lajes são discretizadas em faixas substituídas por elementos estruturais de barras, obtendo-se assim uma grelha de barras plana interconectadas.

2.13 Memorial de cálculo

2.13.1 Verificação Da Estabilidade Global Da Estrutura

Tabela 11 - Verificação do Estabilidade - Eixo X.

Eixo X (1,4G1+1,4G2+1,4S+1,4Q+1,2A+0,6V1+0,6D1)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Topo	524	1135,54	0,17	16,65	0,02	0,55
Base	10	28,22	0,06	5,51	0,00	0,02

Tabela 12 - Verificação do Estabilidade - Eixo Y.

Eixo Y (1,4G1+1,4G2+1,4S+1,4Q+1,2A+0,6V3+0,6D3)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Topo	524	1135,54	0,17	16,65	0,02	0,84
Base	10	28,22	0,06	5,51	0,00	0,03

Tabela 133 - Verificação do Estabilidade - Coef. Gama-Z.

Coeficiente Gama-Z		
	Eixo X	Eixo Y
Momento de tombamento de cálculo (tf,m)	0,89	87,80
Momento de 2a, ordem de cálculo (tf,m)	0,27	9,56
Gama-Z	1,43	1,12

2.13.2 Resultado dos Blocos das Estacas

2.13.2.1 Cálculo do Bloco Tipo B1 – Blocos de coroamento B1 e B22.

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 2 Cobrimento= 4,50 cm	fck = 300 kgf/cm ² Ecs = 268384 kgf/cm ² Peso específico = 2500 kgf/m ³

- Cálculo das dimensões do bloco

Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	Retangular	Útil	60,00	LB	174,00
Seção	26,00 x 26,00	Total	75,00	LH	70,00
Espaçamento entre estacas (e)	104,00	Cobrimento do bloco na estaca	15,00	Cobrimento do bloco (CB)	22,00

Área de forma	3,66 m ²
Volume concreto	0,89 m ³

- Estimativa da carga solicitante**

Peso próprio (tf)	Nmax (tf)	Carga momento (tf)	Carga total (tf)
2,23	15,92	2,02	20,17

- Verificação ao esmagamento da biela** (Válida somente para os blocos calculados pelo método biela-tirante)

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm ²)	15,96	28,33
Tensão admissível (kgf/cm ²)	300,00	135,77
Condição	Ok	Ok

- Determinação do número de estacas**

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (tf)	Carga máx. (tf)	Carga mín. (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (tf)
1	1	90x90	75	1,49	17,42	0,02	1453	2,91
2	2	174x70	75	2,23	9,91	-0,30	583	1,45
Limites					500,00	-50,00	1000	3,00

Valores negativos indicam esforços de tração.

- Estimativa dos esforços nas estacas**

Estaca	Carga máx. (tf)	Carga mín. (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (tf)
E1-1	9,91	1,05	583	1,45
E1-2	8,24	-0,30	583	1,45

- Dimensionamento da armadura (Método de cálculo: biela-tirante)**

	Tensão (tf)	Armadura (cm ²)	Ferros
Armadura principal na direção X	6,22	2,51	4 ø 16,0
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	0,78	0,31	5 ø 6,3
Estribo vertical	0,78	0,31	7 ø 6,3
Armadura superior na direção X	-	0,50	4 ø 6,3
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	1,55	0,62	ø 6,3 c/17

2.13.2.2 Cálculo do Bloco Tipo B2 – Blocos de coroamento B2 e B21

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 2 Cobrimento= 4,50 cm	$f_{ck} = 300 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{cs} = 268384 \text{ kgf/cm}^2$ Peso específico = 2500 kgf/m^3

- Cálculo das dimensões do bloco

Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	retangular	Útil	60,00	LB	174,00
Seção	26,00 x 26,00	Total	75,00	LH	70,00
Espaçamento entre estacas (e)	104,00	Cobrimento do bloco na estaca	15,00	Cobrimento do bloco (CB)	22,00

Área de forma	3,66 m^2
Volume concreto	0,89 m^3

- Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (tf)	Nmax (tf)	Carga momento (tf)	Carga total (tf)
2.23	38.62	0.11	40.97

- Verificação ao esmagamento da biela (Válida somente para os blocos calculados pelo método biela-tirante)

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm^2)	74,00	65,68
Tensão admissível (kgf/cm^2)	300,00	135,77
Condição	Ok	Ok

- Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (tf)	Carga máx. (tf)	Carga mín. (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (tf)
1	1	70x70	75	0,89	39.51	21.17	1589	3.18
2	2	174x70	75	2,23	20.46	11.26	794	1.59
Limites					500,00	-50,00	1000	3,00

- Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (tf)	Carga mín. (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (tf)
E24-1	20,46	11,26	794	1,59
E24-2	20,39	11,26	794	1,59

- Dimensionamento da armadura (Método de cálculo: biela-tirante)

	Tensão (tf)	Armadura(c m ²)	Ferros
Armadura principal na direção X	15,19	5,40	4 ø 16,0
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	1,90	0,68	5 ø 6,3
Estribo vertical	1,90	0,68	7 ø 6,3
Armadura superior na direção X	-	1,08	4 ø 6,3
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	3,80	0,62	ø 6,3 c/17

2.13.2.3 Cálculo do Bloco Tipo B3 – Blocos de coroamento B3-4, B5, B6-7, B8, B9-10, B11, B12, B13-14, B15, B16-17, B18, B19-20, B25-26, B27, B28-29, B30, B31-32, B33, B34, B35-36, B37, B38-39, B40 e B41-42

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 2 Cobrimento= 4,50 cm	fck = 300 kgf/cm ² Ecs = 268384 kgf/cm ² Peso específico = 2500 kgf/m ³

- Cálculo das dimensões do bloco

Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	Retangular	Útil	60,00	LB	174,00
Seção	26,00 x 26,00	Total	75,00	LH	70,00
Espaçamento entre estacas (e)	104,00	Cobrimento do bloco na estaca	15,00	Cobrimento do bloco (CB)	22,00

Área de forma	3,66 m ²
Volume concreto	0,89 m ³

- Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (tf)	Nmax (tf)	Carga momento (tf)	Carga total (tf)
2,23	34,07	0,05	36,35

- Verificação ao esmagamento da biela (Válida somente para os blocos calculados pelo método biela-tirante)

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm ²)	65,66	58,28

Tensão admissível (kgf/cm²)	300,00	135,77
Condição	Ok	Ok

- **Determinação do número de estacas**

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (tf)	Carga máx, (tf)	Carga mín, (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz, (tf)
1	1	70x70	75	0,89	34,97	19,04	1115	2,23
2	2	174x70	75	2,23	18,15	10,19	558	1,12
Limites					500,00	-50,00	1000	3,00

- **Estimativa dos esforços nas estacas**

Estaca	Carga máx. (tf)	Carga mín. (tf)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (tf)
E5-1	18,15	10,19	558	1,12
E5-2	18,15	10,19	558	1,12

- **Dimensionamento da armadura (Método de cálculo: biela-tirante)**

	Tensão (tf)	Armadura(c m ²)	Ferros
Armadura principal na direção X	13.48	4.70	4 ø 16.0
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	1.69	0.59	5 ø 6.3
Estribo vertical	1.69	0.59	7 ø 6.3
Armadura superior na direção X	-	0.94	4 ø 6.3
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	3.37	0.62	ø 6.3 c/17

2.13.2.4 Cálculo do Bloco Tipo B23

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 TRI Cobrimento= 4,50 cm	$f_{ck} = 300 \text{ kgf/cm}^2$ $E_{cs} = 268384 \text{ kgf/cm}^2$ Peso específico = 2500 kgf/m^3

- Cálculo das dimensões do bloco

Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	retangular	Útil	75,00	LB	225,10
Seção	26,00 x 26,00	Total	90,00	LH	194,94
Espaçamento entre estacas (e)	148,00	Cobrimento do bloco na estaca	15,00	Cobrimento do bloco (CB)	15,00

Área de forma	6,08 m^2
Volume concreto	2,50 m^3

- Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (tf)	N _{max} (tf)	Carga momento (tf)	Carga total (tf)
6,26	32,14	7,59	46,00

- Verificação ao esmagamento da biela (Válida somente para os blocos calculados pelo método biela-tirante)

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm^2)	52,47	62,09
Tensão admissível (kgf/cm^2)	375,00	135,77
Condição	Ok	Ok

- Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (tf)	Carga máx, (tf)	Carga mín, (tf)	Momento (kgf,m)	Força horiz, (tf)
1	1	90x90	75	1,49	33,64	18,24	2649	5,30
2	2	174x70	75	2,23	18,02	8,95	1248	2,65
3 TRI	3	225x195	90	6,26	15,31	6,78	0	1,77
Limites					500,00	-50,00	1000	3,00

- Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx, (tf)	Carga mín, (tf)	Momento (kgf,m)	Força horiz, (tf)
E23-1	12,31	7,77	0	1,77
E23-2	10,79	6,78	0	1,77
E23-3	15,31	8,46	0	1,77

- **Dimensionamento da armadura (Método de cálculo: biela-tirante)**

	Tensão (tf)	Armadura(cm²)	Ferros
Armadura principal na direção X	15,01	5,70	4 ø 16,0
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	1,88	0,71	5 ø 6,3
Estribo vertical	-	-	-
Armadura superior na direção X	-	1,14	11 ø 6,3
Armadura superior na direção Y	-	1,14	10 ø 6,3
Armadura distribuição	3,75	1,42	ø 6,3 c/20

2.13.3 Cálculo de estacas pré-moldadas cravadas

O dimensionamento das estacas foi feito através de Planilha de autoria do Professor Célio Magalhães. Calcula-se a Carga Admissível das Estacas em função do laudo de sondagem para a estaca utilizada. Os cálculos são realizados segundo os métodos de Pedro Paulo Costa e Velloso (1979), Acki-Velloso (1975), Decourt-Quaresma (1978), Alberto Henriques Teixeira (1996) e Urbano Rodrigues Alonso (1996). Adota-se o valor médio dos resultados com aplicação do coeficiente de segurança recomendado pela Norma.

Para a determinação da seção de estaca a ser adotada foram avaliadas as suas características técnicas quanto a sua capacidade de carga e a profundidade de penetração na cravação exequível – função das características do solo.

Adotamos como critério prático de impenetrável para efeito de projeto Σ SPT = $\pm$ 80 golpes e também camada profunda impenetrável as de SPT acima de 25 golpes.

Serão adotadas estacas pré-fabricadas de concreto protendido.

2.13.3.1 Planilhas de cálculo de estacas

Figura 2 - Cálculo de Estaca com Comprimento = 10,0m e Seção Quadrada de 260,0mm – SP01.

Planilha cálculo carga admissível estacas - SPT										27/12/2017 09:42 Edificação		Travessia Adutora			
Cliente/emp.		COMUSA								SP01		cidade		Novo Hamburgo	
Licença:		Vitor Pedro Werlang CREA-SC:007313-1								Obra:		Sistema Abastecimento de Água			
ok Cota (m) Nº SPT Argila Silty Argila Arenosa Silte Argiloso Silte Arenoso Areia Argilosa Areia Silty Areia Areia com pedregulhos Tipo de Estaca ☒ Premoldada (concreto) ☐ Franki ☐ Hélice Contínua ☐ Escavadas sem revestimentos ☐ Escavadas com revestimentos ou lama ☐ Hollow Auger ☐ Raiz															
Comprimento total da estaca (m) 10,0 m															
Lado seção quadrada 260,0 mm															
Volume base alargada (Franki) (L) litros															
Tipo de carregamento método "P.P.C.V" Compressão															
Resultado dos Métodos Carga admissível da estaca (t) CS(NORMA)= 2,00 Carga admissível da estaca (t) CS = definido pelo autor Capacidade de carga total da estaca (t) Capacidade de carga resistência de ponta (t) Capacidade de carga atrito lateral (t)															
Pedro Paulo Costa Velloso 32,9 18,3 51,2 20,5 25,6															
Aoki-Velloso 33,0 30,6 63,6 31,8 31,8															
Decourt-Quaresma 34,3 16,2 50,5 30,4 25,3															
Alberto Henriques Teixeira 26,2 6,8 33,0 16,5 16,5															
Urbano Rodrigues Alonso 28,6 6,8 35,4 17,7 17,7															
Média dos processos 31,0 15,7 46,7 23,4 23,4															

Figura 3 - Cálculo de Estaca com Comprimento = 8,0m e Seção Quadrada de 260,0mm – SP02.

Planilha cálculo carga admissível estacas - SPT		27/12/2017 09:50 Edificação		Travessia Adutora	
Cliente/emp.	COMUSA	SP02	cidade	Novo Hamburgo	
Licença:	Vitor Pedro Werlang CREA-SC:007313-1			Obra:	Sistema Abastecimento de Água

ok

Cota (m)	Nº SPT	Tipo do solo							Areia com pedregulhos
		Argila Silty	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Areia Argilosa	Areia Silty	Areia	
1	6	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	7	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	3	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	3	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	4	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	9	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	9	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	10	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	11	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
10	7	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
11	9	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
12	22	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
13	32	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
14		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
21		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
22		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
23		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
24		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
25		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
26		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
27		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
28		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Tipo de Estaca

- ☒ Premoldada (concreto)
- ☐ Franki
- ☐ Hélice Contínua
- ☐ Escavadas sem revestimentos
- ☐ Escavadas com revestimentos ou lama
- ☐ Hollow Auger
- ☐ Raiz

Comprimento total da estaca (m)

8,0 m

Lado seção quadrada

260,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros

Tipo de carregamento método "P.P.C.V"

Compressão

Resultado dos Métodos

Carga admissível da estaca (t) CS(NORMA)= 2,00

Carga admissível da estaca (t) CS = definido pelo autor

Capacidade de carga total da estaca (t)

Capacidade de carga resistência de ponta (t)

Capacidade de carga atrito lateral (t)

	26,9	14,5	41,3	16,5	20,7
Pedro Paulo Costa Velloso					
Aoki-Velloso	13,5	17,9	31,4	15,7	15,7
Decourt-Quaresma	24,6	15,1	39,6	22,7	19,8
Alberto Henriques Teixeira	17,9	6,4	24,3	12,1	12,1
Urbano Rodrigues Alonso	18,9	6,4	25,3	12,7	12,7
Média dos processos	20,3	12,0	32,4	15,9	16,2

Licenciado para: Vitor Pedro Werlang CREA-SC:007313-1

2.13.4 Resultados de cálculo das Vigas de ligação dos blocos das estacas.**2.13.4.1 Resultados das Vigas TIPO V1**

$f_{ck} = 300,00 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 4,50 cm

$E_{cs} = 268384 \text{ kgf/cm}^2$
Peso específico = 2500,00 kgf/m³

Dados			Resultados							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 10 (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm ²)	As Sup (cm ²)	As esq trecho (cm ²)	Asw min (cm ²)	As dir trecho (cm ²)	Asw Pele (cm ²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P23	40,00			7 Ø 10,0 5,40					0,09	
1	195,10	60,00 x 60,00	7 Ø 10,0 5,40			Ø 5,0 c/ 11		2x4 Ø 10,0	0,09	0,00
	40,00								0,00	

2.13.4.2 Resultados das Vigas TIPO V2

$f_{ck} = 300,00 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 4,50 cm

$E_{cs} = 268384 \text{ kgf/cm}^2$
Peso específico = 2500,00 kgf/m³

Dados			Resultados							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 10 (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm ²)	As Sup (cm ²)	As esq trecho (cm ²)	Asw min (cm ²)	As dir trecho (cm ²)	Asw Pele (cm ²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P24	40,00			2 Ø 16,0 2,72					0,09	
1	195,10	30,00 x 60,00	2 Ø 16,0 2,77			Ø 5,0 c/ 11		2x3 Ø 10,0	0,09	0,00
P2	40,00			2 Ø 16,0 2,70					0,00	

2.13.4.3 Resultados das Vigas TIPO V3

$f_{ck} = 300,00 \text{ kgf/cm}^2$
Cobrimento = 4,50 cm

$E_{cs} = 268384 \text{ kgf/cm}^2$
Peso específico = 2500,00 kgf/m³

Dados			Resultados							
Pilar Trecho	Apoio 1 e 10 (cm)	Seção (cm)	As Inf (cm ²)	As Sup (cm ²)	As esq trecho (cm ²)	Asw min (cm ²)	As dir trecho (cm ²)	Asw Pele (cm ²)	Fissura (mm)	Flecha (cm)
P25	40,00			3 Ø 16,0 5,99					0,18	
1	195,10	30,00 x 60,00	3 Ø 16,0 5,76	2 Ø 16,0 2,70		Ø 5,0 c/ 11		2x3 Ø 10,0	0,16	0,01
P3	40,00			2 Ø 16,0 3,39					0,05	

2.13.5 Resultados de cálculo dos Pilares

Topo
Lance 2

fck = 300.00 kgf/cm²

E = 268384 kgf/cm²
cobr = 4.00 cm

Peso Espec = 2500.00 kgf/m³

Dados				Resultados							
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib vinc lih vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf,m)	MHd topo MHd base (kgf,m)	As b Ferros As h % armad total		Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h	
P1 1:25	40,00 X 60,00	1014,00 94,00	94,00 RR 104,00 RR	22,78 3,47	11732 10977	13302 261	6,03 10,05 1,0	3 Ø 16,0 5 Ø 16,0 12 Ø 16,0	Ø 5,0 c/8	8,13 6,00	
P2 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 416,00	426,00 RR 416,00 RR	41,05 25,41	752 29	6775 6338	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	49,13 35,98	
P3 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	16,09 7,49	3915 1707	5782 5381	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P4 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	16,10 7,48	3848 1852	5897 4903	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33	
P5 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	43,93 27,71	323 7	7126 6912	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P6 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	15,81 7,37	3638 1662	6277 5429	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P7 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	15,89 7,29	3858 1715	5823 4885	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33	
P8 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	43,32 27,01	358 6	7838 7327	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P9 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 576,00 RR	15,77 7,23	3769 1820	6339 4996	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 49,82	
P10 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	15,97 7,32	4070 1730	5503 5116	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P11 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	39,18 23,98	1028 21	7219 6763	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P12 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	40,07 24,95	1110 20	6672 6500	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P13 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	16,28 7,72	4070 1784	6173 5326	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P14 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	15,51 6,87	3743 1753	5953 5022	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33	
P15 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	43,44 27,22	394 7	7156 6950	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P16 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	15,87 7,42	3730 1671	6253 5405	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P17 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	15,66 7,17	3753 1697	5763 4850	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33	
P18 1:25	30,00 X 40,00	1066,00 566,00	576,00 RR 566,00 RR	43,30 26,92	367 6	7880 7370	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	66,43 48,96	
P19 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	15,56 6,95	3793 1748	5586 4688	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33	
P20 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	16,46 7,96	3896 1761	5940 5475	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46	
P21	30,00	1014,00	374,00 RR	41,89	592	6383	4,02	2 Ø 16,0	Ø 5,0	43,13	

Dados				Resultados						
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib vinc lih vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf,m)	MHd topo MHd base (kgf,m)	As b Ferros As h % armad total		Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
1:25	X 40,00	364,00	364,00 RR	26,38	31	6180	6,03 1,0	3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	c/11	31,49
P22 1:25	40,00 X 60,00	1014,00 94,00	94,00 RR 104,00 RR	23,12 3,72	11811 11052	13549 279	6,03 10,05 1,0	3 Ø 16,0 5 Ø 16,0 12 Ø 16,0	Ø 5,0 c/8	8,13 6,00
P23 1:25	40,00 X 60,00	1014,00 94,00	94,00 RR 104,00 RR	31,29 16,08	10625 10659	13109 366	4,02 10,05 0,8	2 Ø 16,0 5 Ø 16,0 10 Ø 16,0	Ø 5,0 c/8	8,13 6,00
P24 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 364,00	374,00 RR 364,00 RR	44,40 28,32	702 39	5879 6035	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	43,13 31,49
P25 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	20,20 7,01	3708 1619	6480 5721	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P26 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	20,21 7,51	3525 1624	6446 5140	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P27 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	46,07 27,71	325 9	6605 6767	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P28 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	19,60 7,78	3494 1567	5585 5141	6,03 6,03 1,3	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0 8 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P29 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	20,04 7,31	3556 1508	6008 5002	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P30 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	46,42 27,31	336 9	6699 6923	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P31 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	20,01 7,66	3478 1616	5657 4725	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P32 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	19,61 7,43	3825 1578	5812 5316	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P33 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	41,99 24,32	1046 19	6321 6460	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P34 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	42,05 24,96	1098 23	6292 6414	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P35 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	20,35 8,37	3914 1677	5511 5052	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P36 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	19,98 6,98	3415 1535	6165 5150	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P37 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	45,61 27,28	399 10	6673 6821	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P38 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	19,60 7,81	3530 1546	5553 5113	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P39 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	20,14 7,35	3482 1511	5977 4979	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P40 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	46,37 27,16	341 9	6814 6996	4,02 4,02 0,7	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P41 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 524,00 RR	20,13 7,28	3533 1589	6310 5003	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 45,33
P42 1:25	30,00 X 40,00	1014,00 514,00	524,00 RR 514,00 RR	20,13 7,29	3654 1628	6462 5728	4,02 6,03 1,0	2 Ø 16,0 3 Ø 16,0 6 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	60,43 44,46
P43 1:25	30,00 X 364,00	1014,00 364,00	374,00 RR 364,00 RR	44,59 28,85	574 36	5901 6051	4,02 4,02	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	Ø 5,0 c/11	43,13 31,49

Dados				Resultados					
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib vinc lih vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf,m)	MHd topo MHd base (kgf,m)	As b Ferros As h % armad total	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
	40,00						0,7 4 ø 16,0		
P44	40,00	1014,00	94,00 RR	31,92	10690	13640	6,03 3 ø 16,0		
1:25	X	94,00	104,00 RR	16,48	10729	370	8,04 4 ø 16,0	ø 5,0 c/8	8,13
	60,00						0,8 10 ø 16,0		6,00

2.13.6 Resultados de cálculo das Vigas do nível TOPO

2.13.6.1 Vigas longitudinais

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf,m)	As	Als	Md (kgf,m)	As	Als	
V1	257,30	4 Ø 10,0		-9974,36	4 Ø 10,0		
V2	26184,82 35971,92	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0		-23336,35 -7793,50 -56679,10 -30069,44 -3944,46	3 Ø 16,0 2 Ø 16,0 7 Ø 16,0 4 Ø 16,0 2 Ø 16,0		
V3	32913,18 34630,76	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	-3878,80 -4769,62 -24642,64 -60929,82 -24758,76 -3664,11	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 4 Ø 16,0 7 Ø 16,0 4 Ø 16,0 2 Ø 16,0		
V4	34854,53 32881,27	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	-3885,52 -60249,08 -6922,35 -3814,52	2 Ø 16,0 7 Ø 16,0 2 Ø 16,0 2 Ø 16,0		
V5	35279,20 16111,71 37910,02	4 Ø 16,0 3 Ø 16,0 5 Ø 16,0	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	-4095,25 -50321,26 -27636,76 -4597,75 -20118,88 -51750,88 -17570,34 -4095,51	2 Ø 16,0 6 Ø 16,0 4 Ø 16,0 2 Ø 16,0 6 Ø 10,0 6 Ø 16,0 5 Ø 10,0 2 Ø 16,0		
V6	33677,25 32946,83	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	-3771,22 -35252,57 -60152,36 -13792,14 -3767,41	2 Ø 16,0 4 Ø 16,0 7 Ø 16,0 2 Ø 16,0 2 Ø 16,0		
V7	32257,73 34304,26	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0	-3777,41 -1441,55 -60182,65 -33094,66 -3820,79	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 7 Ø 16,0 4 Ø 16,0 2 Ø 16,0		
V8	33933,13 29033,92	4 Ø 16,0 9 Ø 10,0		-3927,23 -3260,40 -22865,22 -57765,20 -22896,66 -8181,85 -24048,61	2 Ø 16,0 2 Ø 16,0 7 Ø 10,0 7 Ø 16,0 7 Ø 10,0 2 Ø 16,0 7 Ø 10,0		
V9	264,07	4 Ø 10,0		-10523,78	4 Ø 10,0		

2.13.6.2 Vigas transversais

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf,m)	As	Als	Md (kgf,m)	As	Als	
V19	1226,25 7332,48	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0		-263,50 -853,10	2 Ø 12,5 3 Ø 12,5		
V20	1479,71 10210,93	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	5 Ø 10,0	-10789,23 -647,17 -2107,32	4 Ø 16,0 4 Ø 16,0 4 Ø 16,0	4 Ø 10,0	
V21	472,60 3338,87	4 Ø 12,5 4 Ø 12,5		-0,09 -520,73	2 Ø 10,0 3 Ø 12,5		
V25	871,59 6544,97	3 Ø 16,0 3 Ø 16,0		-7792,22 -0,04 -2342,56 -3343,87	6 Ø 10,0 3 Ø 10,0 6 Ø 10,0 6 Ø 10,0	2 Ø 10,0	
V30	3419,55 4736,43	3 Ø 12,5 3 Ø 12,5		-7305,59 -1434,82 -1285,57 -4229,76	3 Ø 12,5 2 Ø 12,5 2 Ø 12,5 2 Ø 12,5		
V37	4600,63	2 Ø 12,5	2 Ø 12,5	-8736,95 -1357,70 -2526,78 -4955,63	4 Ø 12,5 2 Ø 12,5 2 Ø 12,5 3 Ø 12,5		

2.13.7 Resultados de cálculo das Lajes da Passarela

Topo
Lance 2

$f_{ck} = 300,00 \text{ kgf/cm}^2$

$E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$
cobr = 4,00 cm

Peso Espec = 2500,00 kgf/m³

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flech a (cm)
L1	12	450,00	81	301	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,18
L2	12	450,00	224	231	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,66
L3	12	450,00	297	313	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,93
L4	12	450,00	295	271	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,83
L5	12	450,00	213	196	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,36
L6	12	450,00	118	66	As = 1,48 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (Ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,15

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
					cm ² /m)	cm ² /m)	
L7	12	450,00	266	210	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,94
L8	12	450,00	306	337	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,38
L9	12	450,00	313	345	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,35
L10	12	450,00	243	250	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,88
L11	12	450,00	148	82	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,30
L12	12	450,00	291	311	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,09
L13	12	450,00	289	349	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,29
L14	12	450,00	294	260	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,07
L15	12	450,00	202	97	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,44
L16	12	450,00	128	97	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,19
L17	12	450,00	149	102	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,18
L18	12	450,00	260	215	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,91
L19	12	450,00	266	329	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,24
L20	12	450,00	272	153	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,18
L21	12	450,00	222	851	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 4,07 cm ² /m (ø8,0 c/12 - 4,19 cm ² /m)	-1,09
L22	12	450,00	196	730	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 3,46 cm ² /m (ø8,0 c/14 - 3,59 cm ² /m)	-0,68
L23	12	450,00	247	336	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,21

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L24	12	450,00	274	155	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,21
L25	12	450,00	249	307	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,20
L26	12	450,00	218	210	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,65
L27	12	450,00	154	147	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,40
L28	12	450,00	235	111	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,68
L29	12	450,00	305	309	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,20
L30	12	450,00	304	349	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,26
L31	12	450,00	248	769	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 3,66 cm ² /m (ø8,0 c/13 - 3,87 cm ² /m)	-0,87
L32	12	450,00	277	892	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 4,29 cm ² /m (ø8,0 c/11 - 4,57 cm ² /m)	-1,15
L33	12	450,00	314	363	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,64 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,48
L34	12	450,00	312	307	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,36
L35	12	450,00	208	183	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,70
L36	12	450,00	122	97	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	0,00
L37	12	450,00	260	210	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,24
L38	12	450,00	282	269	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,43
L39	12	450,00	288	234	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,35
L40	12	450,00	205	99	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,08
L41	12	450,00	132	105	As = 1,48 cm ² /m	As = 1,62 cm ² /m	-0,01

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flech a (cm)
					(ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	(ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	
L42	12	450,00	155	95	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,32
L43	12	450,00	261	243	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,16
L44	12	450,00	267	349	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,48
L45	12	450,00	273	168	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,41
L46	12	450,00	222	942	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 4,55 cm ² /m (ø8,0 c/11 - 4,57 cm ² /m)	-1,28
L47	12	450,00	221	698	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 3,30 cm ² /m (ø8,0 c/15 - 3,35 cm ² /m)	-0,64
L48	12	450,00	323	328	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,15
L49	12	450,00	315	337	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,25
L50	12	450,00	281	216	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,76
L51	12	450,00	137	71	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,09
L52	12	450,00	158	133	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,32
L53	12	450,00	230	238	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,00
L54	12	450,00	248	134	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,16
L55	12	450,00	256	355	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,31
L56	12	450,00	257	823	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 3,93 cm ² /m (ø8,0 c/12 - 4,19 cm ² /m)	-1,03
L57	12	450,00	191	733	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 3,47 cm ² /m (ø8,0 c/14 - 3,59 cm ² /m)	-0,75
L58	12	450,00	255	137	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,99

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flech a (cm)
					cm ² /m)	cm ² /m)	
L59	12	450,00	296	352	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,26
L60	12	450,00	293	280	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,10
L61	12	450,00	202	180	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,48
L62	12	450,00	113	67	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,11
L63	12	450,00	263	210	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,83
L64	12	450,00	306	327	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,27
L65	12	450,00	312	339	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,25
L66	12	450,00	232	248	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,81
L67	12	450,00	148	87	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,33
L68	12	450,00	292	314	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,16
L69	12	450,00	290	355	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,37
L70	12	450,00	294	269	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-1,15
L71	12	450,00	204	99	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,50
L72	12	450,00	135	93	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,23
L73	12	450,00	156	109	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,12
L74	12	450,00	258	213	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,70
L75	12	450,00	265	307	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,97

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m ²)	Mdx (kgf, m/m)	Mdy (kgf, m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L76	12	450,00	254	135	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,90
L77	12	450,00	202	267	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,81
L78	12	450,00	75	347	As = 1,48 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	As = 1,62 cm ² /m (ø6,3 c/18 - 1,73 cm ² /m)	-0,18

2.13.8 Dimensionamento dos Blocos de Apoio

O dimensionamento das sapatas de apoio da tubulação de ferro fundido dúctil apresenta os resultados a seguir:

Relatório de Cargas na Fundação

Fundação		Carga (kgf)				Carga máxima (kgf)	
Nome	Seção (cm)	Peso próprio	Adicional	Solo	Água	Positiva	Negativa
Pn	30 x 144.5	3857.02	0.00	13427.93	5490.06	22775.01	0.00

Relatório de Cálculo das Sapatas

Sapatas $f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$ $E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$ Peso Espec = 2500.00 kgf/m^3
 Lance 1 $cobr = 4.50 \text{ cm}$

Nome	Esforços			Pressões(kgf/cm²)		Estabilidade				Dimensionamento	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (kgf)	Carga Carga total (kgf)	Padm	Psolo Sig1 Sig2 Sig3 Sig4	Tombamento		Deslizamento Fsd Frd Cond. (1.5)	Arranc. Nt Ns>Nt	Dir. B Md As (cm²/m) A's (cm²/m)	Dir. H Md As (cm²/m) A's (cm²/m)
						Dir. B Msd Mrd Cond. (1.5)	Dir. H Msd Mrd Cond. (1.5)				
Sn	227.75 1097.00	2.70 35.55	22775.01 29960.85	1.20	0.91 0.98 1.18 1.10	227.75 17976.51 78.93	1097.00 35953.02 32.77	35.55 15552.00 437.41		5737.77 6.51 0.00	5737.77 6.51 0.00

2.14 Quantitativos dos Materiais da Estrutura de Concreto

Nas plantas de detalhamento das ferragens constam as tabelas de quantitativos dos materiais, ferro, concreto e formas.

A seguir a tabela da soma geral destes quantitativos.

Figura 5 - Tabela de Soma Geral dos Quantitativos.

TOTAIS DO PROJETO:

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIÂM.(mm)	C.TOTAL(m)	PESO(kg)
CA-50	6.3	4536.5	1110.1
	8.0	209.5	82.7
	10,0	6795.7	4189.8
	12.5	2202.1	2121.4
	16.0	6071.6	9582.9
	5.0	14594.3	2249.5
PESO TOTAL			
(kg)			
CA-50		17086.8	
CA-60		2249.5	

VOLUME DE CONCRETO (C-30) = 271,36m³

ÁREA DE FORMAS = 2139,19m²

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

O dimensionamento, a especificação e normativas utilizadas para a elaboração do presente projeto, estão contidas na seguinte referência bibliográfica:

ABNT NBR 591 – Projeto de Adutora água para abastecimento público.

ABNT NBR 6323 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente.

ABNT NBR 7182 – Solo - Ensaio de Compactação.

ABNT NBR 7675 – Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistemas de adução e distribuição de água – Requisitos.

ABNT NBR 7879 – Bombas hidráulicas de fluxo - Classes segundo os materiais empregados.

ABNT NBR 8682 – Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil – Especificação.

ABNT NBR 11827 – Revestimento externo de zinco em tubos de ferro fundido dúctil – Especificação.

ABNT NBR 12214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;

ABNT NBR 12266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.

ABNT NBR 12639 – Cilindros de aço-carbono sem costura, para armazenamento de gases à alta pressão destinados a instalações contra incêndio.

ABNT NBR 13747 – Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil – Especificação.

Alonso, U. R. Estimativa de adesão em estacas a partir do atrito lateral medido com torque no ensaio SPTT. Revista Solos e Rochas - ABMS. Vol 1, nº 1, 1996.

Aoki, N. Velloso, D. A. An approximate method to estimate the bearing capacity of piles. No V PCSMFE, Buenos Aires, v. 1, 1975.

Andrade, Paula Nobre e de Araújo, John Kenedy - Aplicação Do Tanque De Alimentação Unidirecional Como Dispositivo Atenuador Do Golpe De Aríete Em Adutoras – XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Brasília – 2015.

Aveline, C.C. (org.) Os Banhados do Rio dos Sinos - E Por Que Devem Ser Preservados. Um enfoque multidisciplinar. São Leopoldo. UPAN. Ed. Agatha, 1995.

Barbosa, Marcus Paulo Rosa; de Castro, Marco Aurélio Holanda; de Araújo, John Kenedy - Modelagem Computacional De Chaminés De Equilíbrio E Tanques De Alimentação Unidirecional Como Dispositivos Atenuadores Do Golpe De Aríete Em Adutoras - VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água – 2006.

Beck de Souza Engenharia LTDA. Estudos Ambientais para Obtenção da Licença de Instalação. Responsável Técnico: Engº Civil Alexandre César Beck de Souza. Novo Hamburgo. Fevereiro de 2011.

Beck de Souza Engenharia LTDA. Projeto Das Unidades De Captação E Recalque De Água Bruta – Eab E Adutora: Volume I – Civil – Hidráulico – Mecânico – Arquitetônico (Tomo I: Memorial Descritivo). Responsável Técnico: Engº Civil Alexandre César Beck de Souza. Novo Hamburgo. Dezembro de 2011.

Bedient, P.B.; Rifai, H.S.; Newell, C.J. Ground Water Contamination. Transport and Remediation. 2ª ed. New Jersey: Prentice Hall PTR. Saddle River, 1999. 604p.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990.

Concremat, Engenharia. Elaboração dos Planos Municipais e Regional de Saneamento Básico dos Municípios do Consórcio Pró-Sinos. Subproduto 2.11: Situação Ambiental e dos Recursos Hídricos. Dezembro de 2013.

Décourt, L.; Quaresma, A. R. Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT. 6º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. Rio de Janeiro, v. 1, 1978.

EN 545 – Ductile iron pipes for drinking water supply.

EN 1074-2 – Valves for water supply - Fitness for purpose requirements and appropriate verification tests - Part 5: Control valves.

EN 12266-2 – Industrial valves - Testing of valves - Part 2: Tests, test procedures and acceptance criteria - Supplementary requirements.

Faluhelyi, Peter – Análise de Tensões em Tubulações com e Sem Reparo Composito, Submetidas a Pressões Hidrostáticas Internas – Dissertação de Mestrado – UNB- 2006.

Fetter, C. W. Applied Hydrogeology. 3ª. ed. New Jersey: PrenticeHall, Inc., 1994, 691p.

Garcez, L. N.; Alvarez, G. A. Hidrologia. 2. ed. São Paulo-SP: Editora Edgard Blücher, 1988.

Gomes, S. H. R. Modelagem da qualidade da água do Rio dos Sinos/RS utilizando o modelo QUAL-UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Pelotas, 2016.

Heath, R. C. Basic Ground-Water Hydrology. 1. ed. Denver. 1983.

Hydraulic Transient Modeling Software - HAMMER User's Guide – Haestad Method, 1986.

ISA - Instituto Socioambiental 2008. Almanaque Brasil Socioambiental. Ed. ISA. 551p.

Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, n° 01, Rio de Janeiro. 2002.

Koelle, Prof. Edmundo – Conceituação Física do Fenômeno Transiente _ Textos de Aula.

Koelle, Prof. Edmundo – Educação Continuada em Engenharia Hidromecânica – Cavitação e Transientes Hidráulicos _ Textos de Aula.

LZ Ambiental Consultoria e Serviços Ltda. Laudo de Cobertura Vegetal. Responsável Técnico: Guilherme Reisdorfer. Novo Hamburgo. Janeiro de 2015.

Marangon, Prof. M. - Unidade 5 – Resistência Ao Cisalhamento Dos Solos - Faculdade de Engenharia – NuGeo/Núcleo de Geotecnia.

Martil, A.D. Curva ABC. In: Ciclo operacional da gestão de materiais e logística. Polígrafo 9. ETC/UFRGS, 2002.

Masiero Junior, Pedro Antônio - Análise De Transientes Hidráulicos Em Uma Adutora Utilizando O Método Das Características – UFSC – 2008.

Muradás, K. Análise do Impacto Antrópico no Sistema Banhado do Trecho Inferior do Rio dos Sinos/RS através de Indicadores Isotópicos de C E N. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, dezembro de 2012.

Odum, E. P. 1988. Ecologia. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan S.A. 434p.

Parmakian. John – Análise do Golpe de Aríete - Prefácio a Edição de Dover – 1963.

Pimenta, Prof. Carlito Flávio – Hidrostática e Outros – Fascículos – USC – 1970.

Plano SINOS – Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 149 p. 2009.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual 42.099, de 31 de dezembro de 2002. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Diário Oficial [do Estado do Rio Grande do Sul], 1º de janeiro de 2003.

Rio Grande do Sul. Lei Estadual 9.519, de 21 jan.1992. Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial [do Estado do Rio Grande do Sul], de 21 de janeiro de 1992.

Rio Grande do Sul. Instrução Normativa 01, de 04 de agosto de 2006. Estabelece que quantificação da Reposição Florestal Obrigatória deverá ser efetuada com base no volume da matéria-prima florestal e no número de árvores a serem suprimidas, considerando a estrutura e o estágio sucessional das florestas nativas. Diário Oficial do Estado do Rio Grande.7 Suguio, K. 2003. Geologia sedimentar. Ed. USP. 278p.

Távora Costa, Prof.: Raimundo Nonato - Golpe de Aríete – Transiente Hidráulico - Universidade Federal do Ceará.

Teixeira, A. H. Projeto e Execução de Fundações. III Seminário de engenharia de fundações especiais e Geotecnia. V.1, São Paulo, 1996.

Tomas, M.T.C.D.L.G. Estudo do Fenômeno da Cavitação, Implementação de Técnicas Experimentais. Porto: Centro de Engenharia Civil da Universidade do Porto, 1986. 426p. (Dissertação para Doutorado em Engenharia Civil).

Tosin, Maria Regina e Saunitti, Rosa Maria – Seleção Econômica de Materiais para Tubulações Enterradas – SANARE;

Tourasse, Enio - Avaliação do Golpe de Aríete em Linhas de Recalque – Publicação da Revista DAE;

Tullis, J. P. Cavitação em Sistemas Hidráulicos. São Paulo: CTH USP, 1982. Apostila.

Tundisi, J.; Tundisi, T.M. 2008. Limnologia. Ed. Oficina de Textos, 631 pp.

Turton, R.K. Principles of turbomachinery. 2th ed. London: Chapman & Hall, 1995.

Velloso, P. P. C. Fundações – Aspectos Geotécnicos. PUC/DEC. 5ª ed., v. 3, Rio de Janeiro, 1987.

Winter, T. C. et al. Ground water and surface water: A single resource. U.S. Geological Survey Circular 1139, p. 79, 1998.

Zhou, H.; LI, H. Diagnosis of preliminary cavitation in pumps by wavelet analysis. Proceedings of the 2007 International Conference on Agriculture Engineering, Hannover, Alemanha, 2007.

4 APÊNDICE

Arquivo	FOLHA	Identificação	Papel
013-AG-PE-SAA-ES-001-R01.PDF	01/14	PROJETO ESTRUTURAL – FUNDAÇÕES: PLANTA DE LOCAÇÃO DAS ESTACAS	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-002-R01.PDF	02/14	PROJETO ESTRUTURAL – PLANTA DE FORMAS: NÍVEL DA BASE	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-003-R01.PDF	03/14	PROJETO ESTRUTURAL – PLANTA DE FORMAS: NÍVEL 1014 - FL 01/02	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-004-R01.PDF	04/14	PROJETO ESTRUTURAL – PLANTA DE FORMAS: NÍVEL 1014 - FL 02/02	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-005-R01.PDF	05/14	PROJETO ESTRUTURAL – PLANTA DE FORMAS: CORTE CC – FOLHA 01/02 E FF	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-006-R01.PDF	06/14	PROJETO ESTRUTURAL – PLANTA DE FORMAS: CORTE CC – FOLHA 02/02	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-007-R01.PDF	07/14	PROJETO ESTRUTURAL – PROJETO ESTRUTURAL - BLOCOS DE APOIO: MARGEM DIREITA	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-008-R01.PDF	08/14	PROJETO ESTRUTURAL – PROJETO ESTRUTURAL - BLOCOS DE APOIO: MARGEM ESQUERDA	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-009-R01.PDF	09/14	PROJETO ESTRUTURAL – ARMAÇÃO: BLOCOS DE COROAMENTO, VIGAS DA BASE E PILARES	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-010-R01.PDF	10/14	PROJETO ESTRUTURAL – ARMAÇÃO: VIGAS NÍVEL ADUTORA - FL 01/03	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-011-R01.PDF	11/14	PROJETO ESTRUTURAL – ARMAÇÃO: VIGAS NÍVEL ADUTORA - FL 02/03	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-012-R01.PDF	12/14	PROJETO ESTRUTURAL – ARMAÇÃO: BLOCOS SAPATA E VIGAS NÍVEL ADUTORA - FL 03/03	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-013-R01.PDF	13/14	PROJETO ESTRUTURAL – ARMAÇÃO: LAJES DA PASSARELA	Prancha A1
013-AG-PE-SAA-ES-014-R00.PDF	14/14	PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA MACROMEDIDOR	Prancha A1