

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4J2-003	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	1 de 33
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente: FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Díaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

Documentos de Referência:

DE-3.26.03.01/4J2-001 A DE-3.26.03.01/4J2-018

Documento Resultante:

Observações

0 – Emissão Final	26/11/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
B-Revisão – REV D do REP61B	19/11/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
A - Emissão Inicial	03/07/2015	Prof. José Borelli Neto	MansuetoH.Lunardi	Arq. Cristiane P. Diaz
REV.	DATA	RESP. TÉCN./EMITENTE	APROVAÇÃO EMTU	COORD. TÉCN./EMTU

N.º	MC-3.26.03.01/4J2-003	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	2 de 33
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:	EMITENTE: FUPAM		
FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente	Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333		
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto:	Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8		
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS	Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173		
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B	Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140		

Sumário

1 GEOMETRIAS	4
1.1 Planta e Elevação	4
1.2 Seção Transversal	4
2 MODELO DE CÁLCULO	5
2.1 Visualização do modelo de cálculo	5
2.2 Propriedades das seções	6
2.3 Materiais e propriedades	8
2.3.1 Concreto C25	8
2.4 Eixos globais da obra	11
3 CARREGAMENTOS	11
3.1 Cargas permanentes	11
3.1.1 Cargas verticais devido ao peso próprio da estrutura	11
3.1.2 Pavimentação e defensas (G3)	11
3.2 Carregamento devido à carga móvel	12
3.3 Carregamento devido à variação de temperatura	14
3.4 Carregamento devido ao vento em serviço	14
3.5 Retração e fluência	14
3.6 Empuxes do solo e multidão	15
3.7 Combinações de ações	15
4 ANÁLISE GEOTÉCNICA DAS ESTACAS	16
5 ANÁLISE DE SONDAGENS	17
6 DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS-RAIZ	18
6.1 Esforços Solicitantes	18
6.2 Dimensionamento das Estacas-Raiz	20
7 DIMENSIONAMENTOS DOS PILARES	21
7.1 Esforços Solicitantes	21
7.2 Verificação do Estado Limite Último	23
8 DIMENSIONAMENTOS DA VIGA CENTRAL	24
8.1 Esforços Solicitantes	24
8.2 Verificação do Estado Limite Último de Flexão	27
8.3 Verificação do Estado Limite Último de Cortante	28
9 ANÁLISE DA LAJE	29
9.1 Esforços Solicitantes	29
9.2 Verificação do Estado Limite Último de Flexão	30
10 SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA DA ESTRUTURA	31
10.1 Execução das estacas	31
10.2 Execução dos travamentos das estacas	31
10.3 Execução das paredes da caixa	32
10.4 Execução da travessa de apoio	32

MEMORIAL DE CÁLCULO

N.º	MC-3.26.03.01/4J2-003	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	3 de 33
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

Emitente:		EMITENTE: FUPAM	
FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente		Proj.: Eng.Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto:		Coord. Téc.: Arq.Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8	
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS		Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173	
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B		Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

10.5	Execução da laje e longarina central	33
10.6	Serviços complementares	33

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

4 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

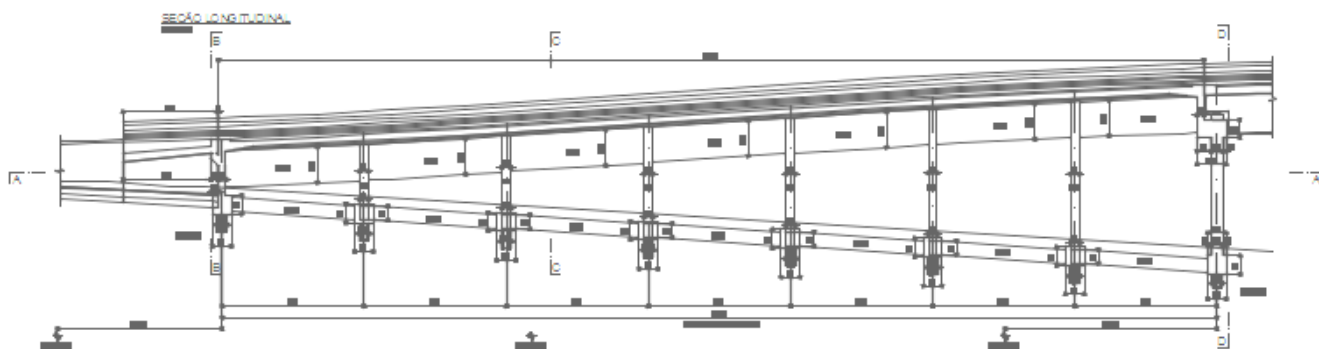
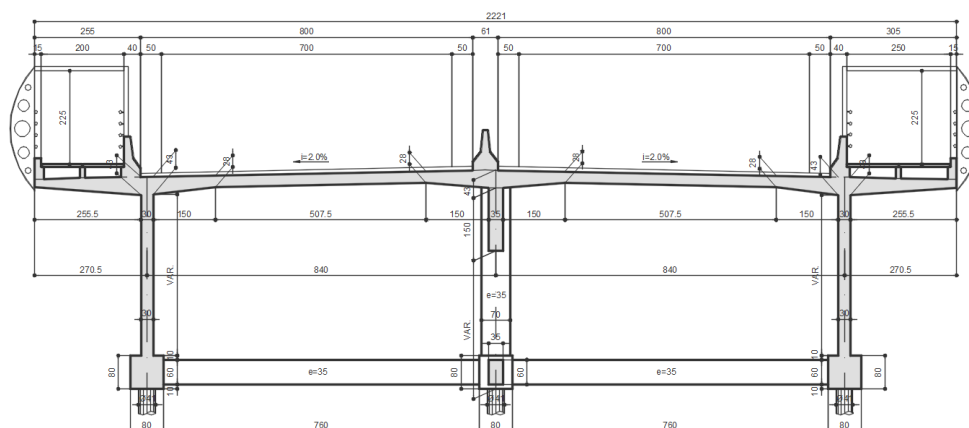
Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Obra: Caixa estaqueada**Objeto: Projeto Básico Estrutural****1 Geometrias****1.1 Planta e Elevação****1.2 Seção Transversal**

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Díaz CAU: A40815-8

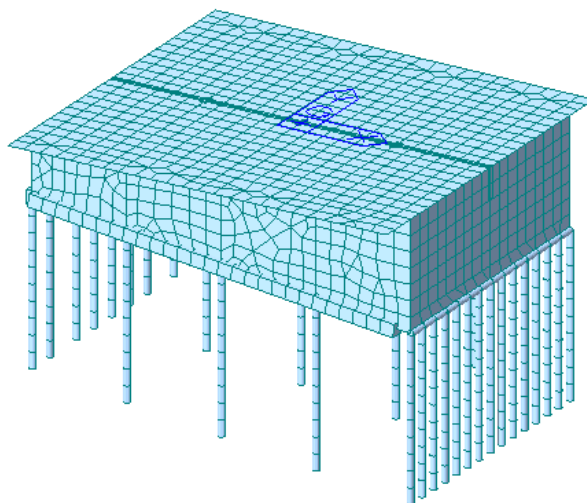
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

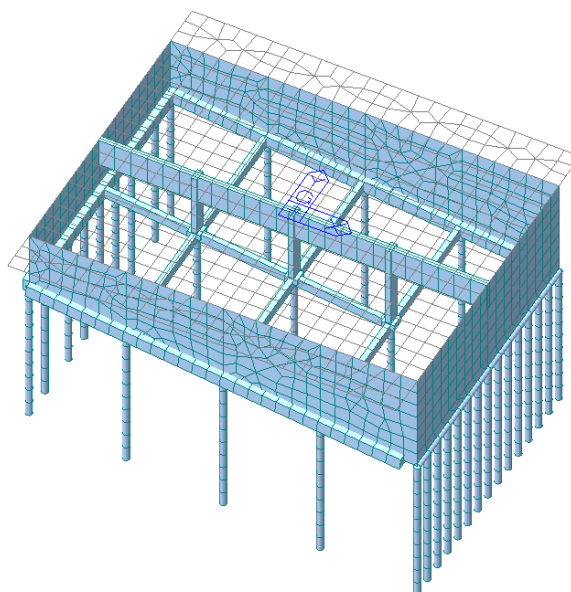
2 Modelo de Cálculo

2.1 Visualização do modelo de cálculo

Vista em perspectiva do modelo de cálculo (superior)



Vista em perspectiva do modelo de cálculo (interior)



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.2 Propriedades das seções

Propriedades geométricas dos tubulões e bases

Estaca-Raiz Ø41

Section Data

DB/User |

Section ID: 1

Material: Solid Round

Name: Estaca-raiz

Source: User

DB: AISC10(US)

Sect. Name:

Built-Up Section: ☒

Get Data from Single Angle:

DB Name: AISC10(US)

Sect. Name:

D: 0.41 m

Consider Shear Deformation: ☒

Offset: Center-Center

Change Offset ...

Show Calculation Results... OK Cancel Apply

Pilar Central

Section Data

DB/User |

Section ID: 3

Material: Solid Rectangle

Name: Pilar 35x70

Source: User

DB: AISC10(US)

Sect. Name:

Built-Up Section: ☒

Get Data from Single Angle:

DB Name: AISC10(US)

Sect. Name:

H: 0.35 m

B: 0.7 m

Consider Shear Deformation: ☒

Consider Warping Effect(7th DOF): ☐

Offset: Center-Center

Change Offset ...

Show Calculation Results... OK Cancel Apply

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Viga central

Section Data

DB/User

Section ID: 4

Section Type: Solid Rectangle

Name: Viga 35x190

User: ☒ User DB: ☐ DB AISC10(US)

Sect. Name:

☒ Built-Up Section

Get Data from Single Angle

DB Name: AISC10(US)

Sect. Name:

H: 1.9 m

B: 0.35 m

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Top

Change Offset ...

Show Calculation Results... OK Cancel Apply

Viga Baldrame

Section Data

DB/User

Section ID: 5

Section Type: Solid Rectangle

Name: Baldrame 35x60

User: ☒ User DB: ☐ DB AISC10(US)

Sect. Name:

☒ Built-Up Section

Get Data from Single Angle

DB Name: AISC10(US)

Sect. Name:

H: 0.6 m

B: 0.35 m

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Center

Change Offset ...

Show Calculation Results... OK Cancel Apply

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

2.3 Materiais e propriedades

ID	Name	Type	Standard	Code	DB	Use Mass Density	Elasticity (tonf/m ²)	Poisson	Thermal (1/[C])	Density (tonf/m ³)	Mass Density (tonf/m ³ /g)
1	CONC20MP	User Defined	None			<input type="checkbox"/>	2.1287e+00	0.2	1.0000e-005	2.5000e+00	0.0000e+000
2	CONC25MP	User Defined	None			<input type="checkbox"/>	2.3800e+00	0.2	1.0000e-005	2.5000e+00	0.0000e+000
3	CONC30MP	User Defined	None			<input type="checkbox"/>	2.6072e+00	0.2	1.0000e-005	2.5000e+00	0.0000e+000
4	CONC35MP	User Defined	None			<input type="checkbox"/>	2.8161e+00	0.2	1.0000e-005	2.5000e+00	0.0000e+000

O programa Midas considera os efeitos de fluência, retração e avanço do módulo de elasticidade ao longo do tempo.

Para a retração e fluência utilizaremos a formulação do CEB (creep = fluência / shrinkage = retração).

O mesmo código será usado para o avanço do módulo de elasticidade com o tempo.

Assim temos:

2.3.1 Concreto C25

Add/Modify Time Dependent Material (Creep / Shrinkage)

Name : Code :

CEB

Compressive strength of concrete at the age of 28 days : tonf/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : %

Notational size of member : m

$h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

Type of cement

☐ Rapid hardening high strength cement (RS)

☒ Normal or rapid hardening cement (N, R)

☐ Slowly hardening cement (SL)

Age of concrete at the beginning of shrinkage : day

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

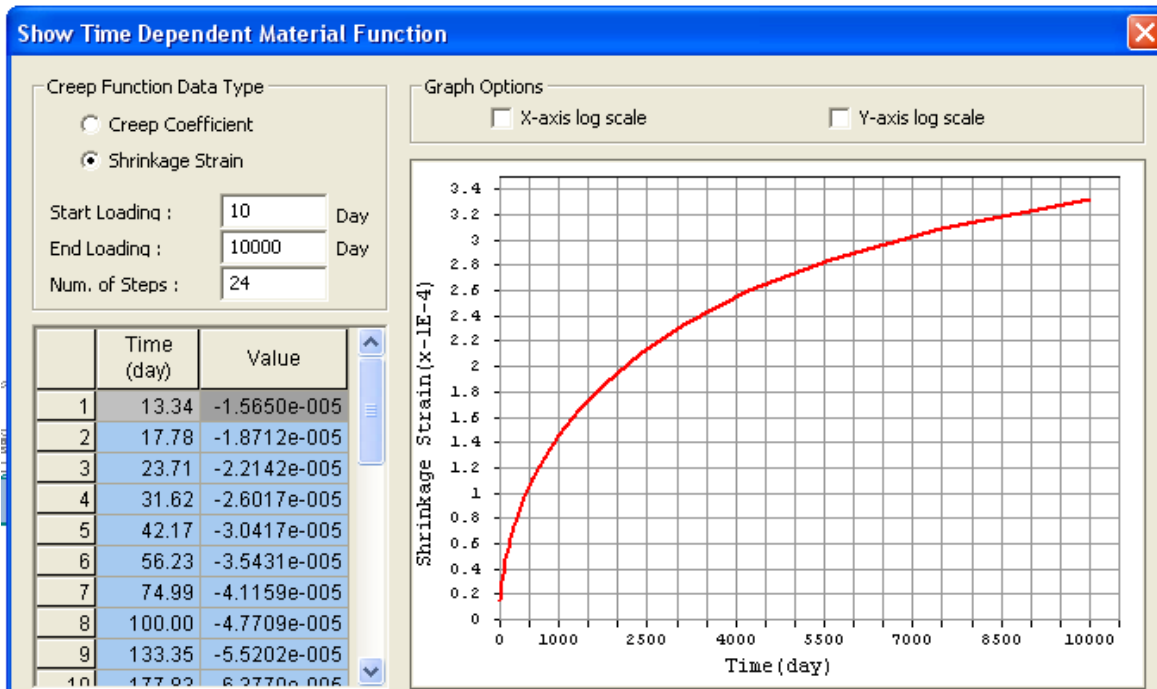
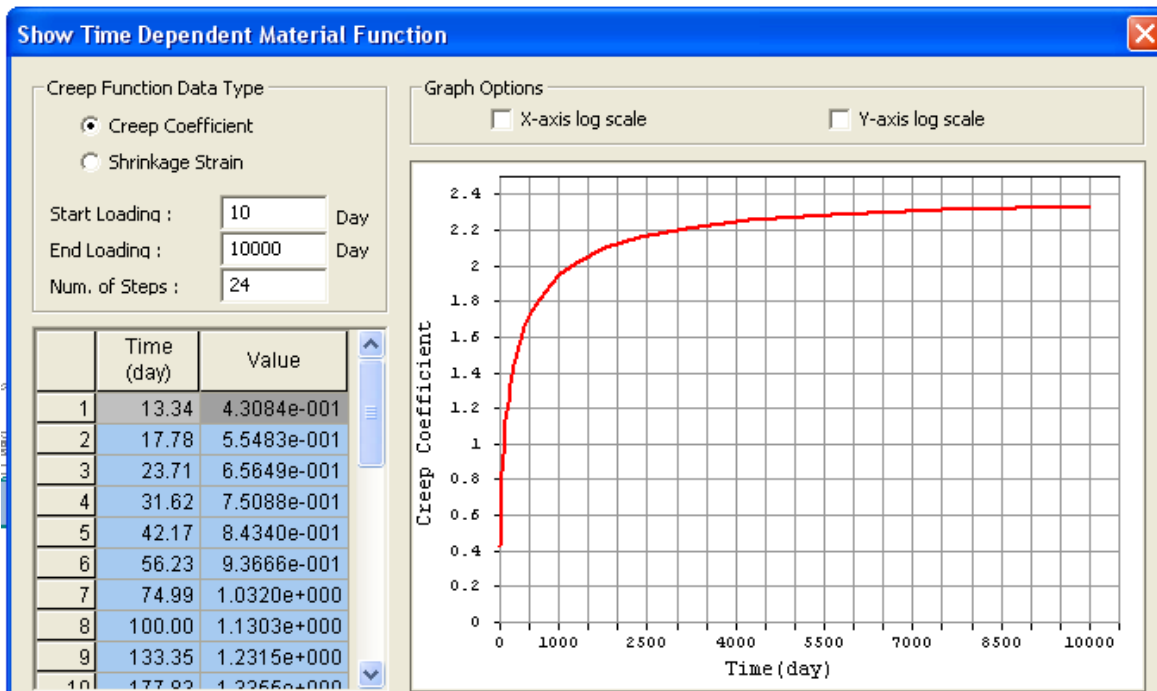
Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

10 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

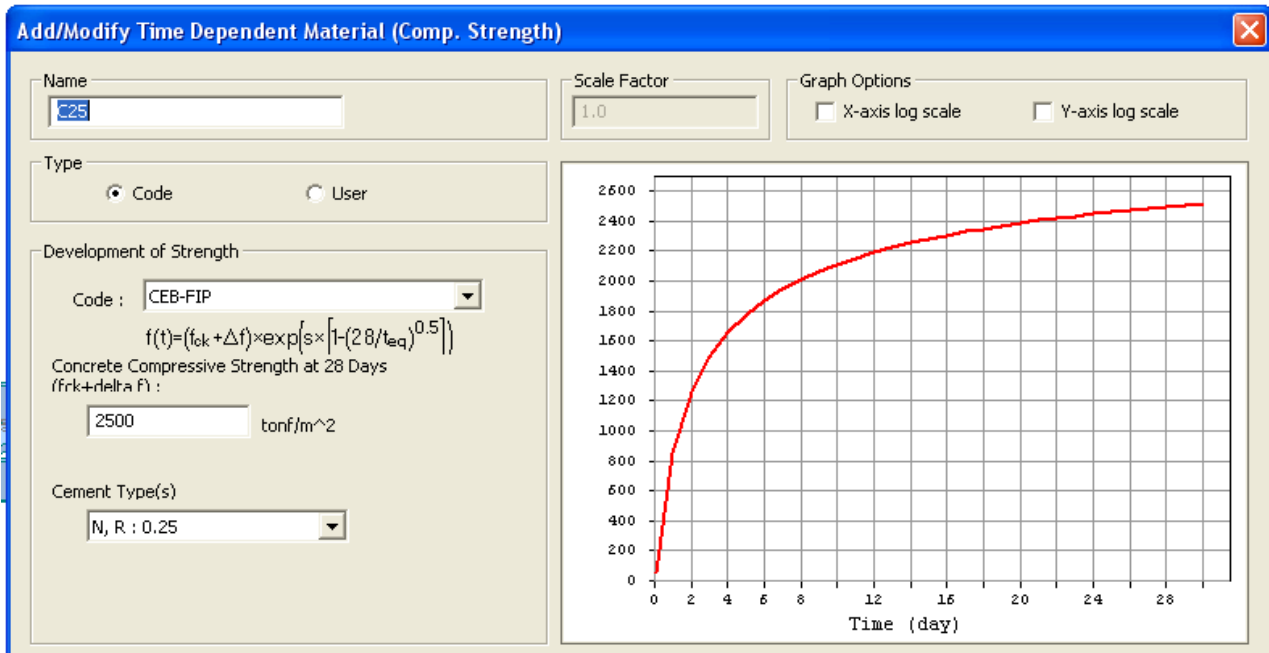
Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140



N.º	MC-3.26.03.01/4J2-003	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	11 de 33
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente: FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente		EMITENTE: FUPAM Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333	
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7	
Sub Trecho: TRECHO 3		EMTU	
Objeto: PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS ESTAKEADAS – OAE 7 – P64B		Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8 Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173 Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140	

2.4 Eixos globais da obra



X – Paralelo ao eixo longitudinal da obra
Y – Paralelo ao eixo transversal da obra
Z - Paralelo ao eixo vertical da obra

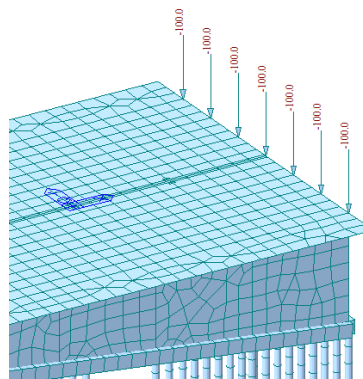
3 CARREGAMENTOS

3.1 Cargas permanentes

3.1.1 Cargas verticais devido ao peso próprio da estrutura

O carregamento devido ao peso próprio da estrutura é calculado automaticamente pelo programa Midas baseado nas propriedades geométricas das seções introduzidas na estrutura.

Vão adjacente de 32.0m considerado por introdução das reações estimadas em cada calço (*vide figura ao lado*)



3.1.2 Pavimentação e defensas (G3)

Cargas das defensas e pavimentação:

$$\begin{aligned}
 \text{Área de cada defesa lateral} &= 0,21 \text{ m}^2 \\
 \text{Área da defesa central} &= 0,29 \text{ m}^2 \\
 \text{Área das muretas laterais} &= 0,35 \times 0,3 + 0,2 \times 0,3 = 0,165 \text{ m}^2 \\
 \text{Área das placas laterais} &= 0,25 \text{ m}^2 \\
 g_{\text{def}} &= (0,21 + 0,29 / 2 + 0,165 + 0,25) \times 2,5 \\
 &= 1,9 \text{ tf/m}
 \end{aligned}$$

$$g_3 = g_{\text{pav}} + g_{\text{def}}$$

Espessura de pavimento considerada: 7cm

$$g_{\text{pav}} = 0,07 \times 2,4 = 0,167 \text{ tf/m}$$

$$g_{\text{gcorpo}} = 0,1 \text{ tf/m}^2$$

$$g_{\text{terra e laprox}} = 0,67 \times 2,5 + 0,44 \times 1,8 = 2,5 \text{ tf/m}$$

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

3.2 Carregamento devido à carga móvel

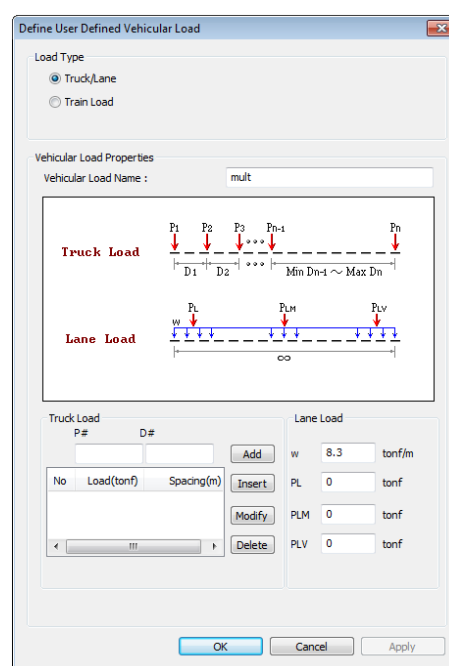
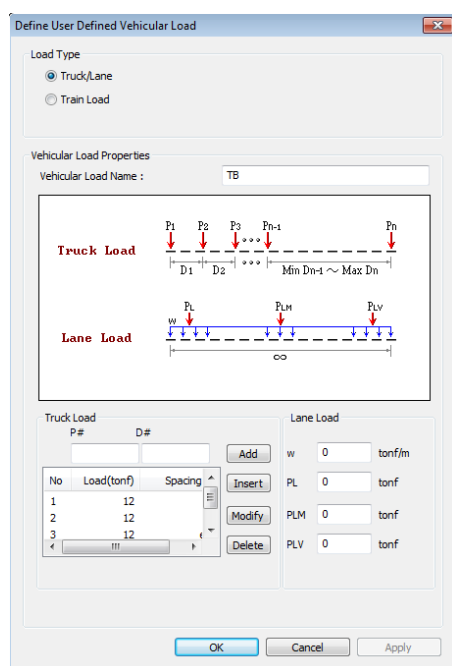
Cargas devido à multidão:

Para a multidão foram consideradas as duas pistas de tráfego cada uma com 8.0m de largura, podem atuar de forma independente ou concomitante. Além das faixas de passeio laterais.

Assim, temos a carga de $16.60\text{m} \times 0,5\text{ tf/m}^2 = 8.3\text{ tf/m}$.

Cargas devido ao veículo tipo

Definição da carga da multidão e veículo :



Multidão nos passeio foi considerada com um carga de 0.5 tf/m, para a largura de 2.0m definida em projeto.

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

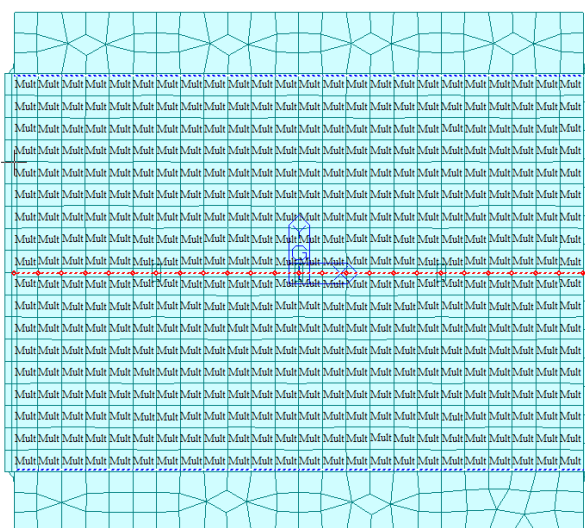
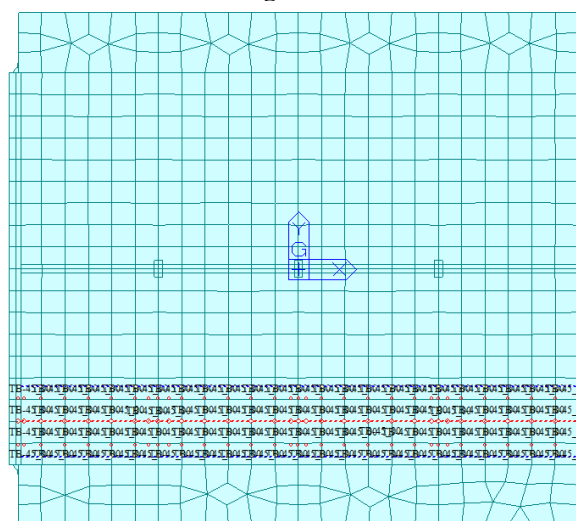
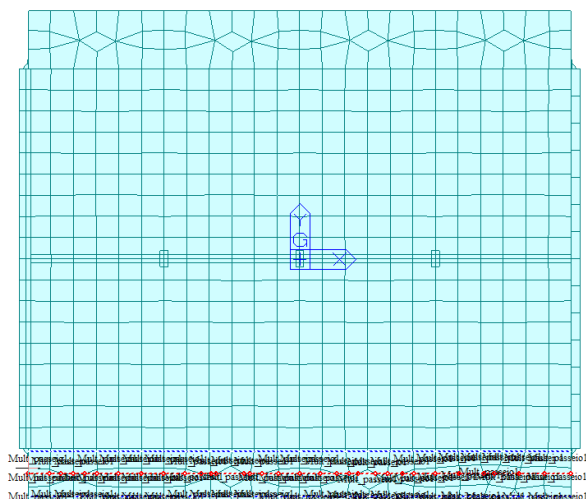
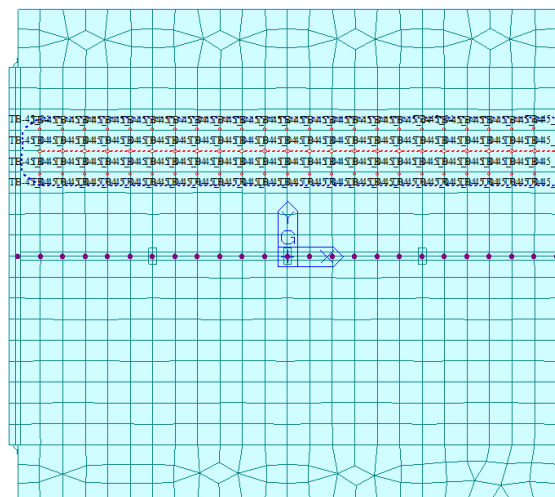
Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Linha de tráfego com a multidão aplicada**Uma das 6 Linhas de tráfego do TB considerado****Linha de tráfego - multidão num dos passeios****Uma das 6 Linhas de tráfego do TB considerado**

O software MIDAS determina as superfícies de influência para momentos fletores, esforços cortantes, torção e esforço axial em cada seção. Para cada superfície de influência são determinados os maiores e os menores esforços.

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

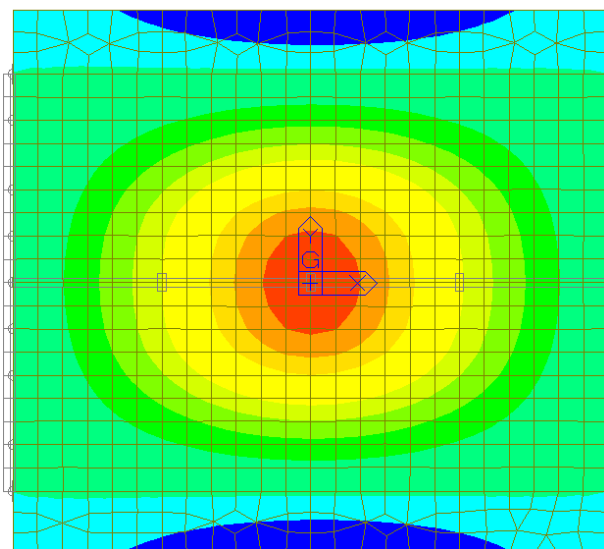
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

A seguir se apresenta a superfície de influência para a máxima carga axial no pilar central:

Base

H



MIDAS/Civil

POST-PROCESSOR

MVL TRAC.

AXIAL

8.96557e-002

3.72806e-002

0.00000e+000

-6.74698e-002

-1.19845e-001

-1.72220e-001

-2.24595e-001

-2.76971e-001

-3.29346e-001

-3.81721e-001

-4.34096e-001

-4.86471e-001

KEY ELEM., 89

PART, 1-node

MAX.VAL.=

5.0798e-001

MVmax: Móvel

MAX : None

MIN : None

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: 0.000 Y

Y: 0.000 Z X

Z: 1.000

Frenagem

Multidão no leito carroçável numa pista $q = 0,5 \text{ tf/m}^2$

Carga devido à frenagem $= 5\% \times 0,5 \text{ tf/m}^2 = 0,025 \text{ tf/m}^2$

3.3 Carregamento devido à variação de temperatura

Variação de temperatura $\Delta T = + 15^\circ\text{C}$ nos elementos externos à terra

Variação de temperatura $\Delta T = - 15^\circ\text{C}$ nos elementos externos à terra

3.4 Carregamento devido ao vento em serviço

Para a ação do vento foi considerada uma pressão de $0,10 \text{ tf/m}^2$ atuando nas paredes da estrutura.

O mesmo carregamento também foi aplicado na direção oposta.

3.5 Retração e fluência

Os esforços devido à retração e fluência ocorrem com a evolução do tempo, os esforços de compressão na estrutura, propriedades geométricas e características dos materiais.

Assim para a consideração destes esforços foi considerado uma evolução de 10.000 dias depois da execução do tabuleiro.

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

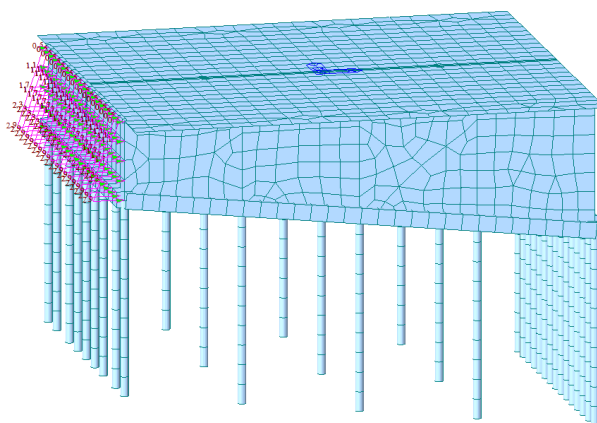
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

3.6 Empuxes do solo e multidão

Empuxo do solo considerado sobre o encontro é determinado pela altura total da parede, de 4.0m, admitindo o coeficiente de empuxo passivo de 1/3 e um peso volúmico do solo de 1.8 tf/m³.

$$\text{Pressão na base}_{\text{emp}} = 1.8 \times 4.0 \times 1/3$$

Para o empuxo da multidão se considera uma carga uniforme de 0.5 tf/m².



3.7 Combinações de ações

A análise ao Estado Limite Último, de acordo com norma vigente ABNT NBR 6118:2014, respeita a seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q \left[F_{Gi,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,k} \right]$$

onde:

 $F_{Gi,k}$ – é o valor característico das ações permanentes $F_{Qj,k}$ – é o valor característico da ação variável considerada como ação principal na combinação γ_q – coeficiente de ponderação para as ações variáveis, conforme valores tabelados abaixo:

Ações	γ_q
Vento	1.4
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	1.5

$\psi_{0j} F_{Qj,k}$ – é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis conforme tabelado abaixo:

Ações	$\psi_{0j,k}$
Vento	0.6
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	0.7
Temperatura	0.6

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

16 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

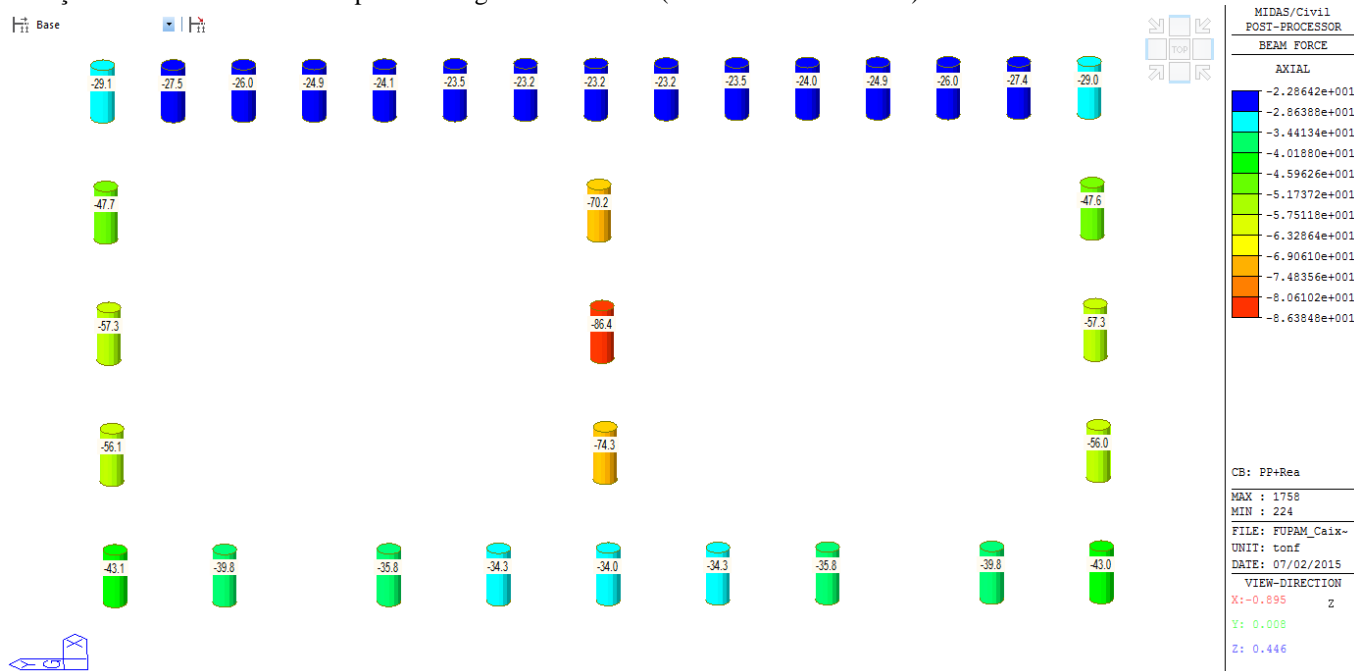
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

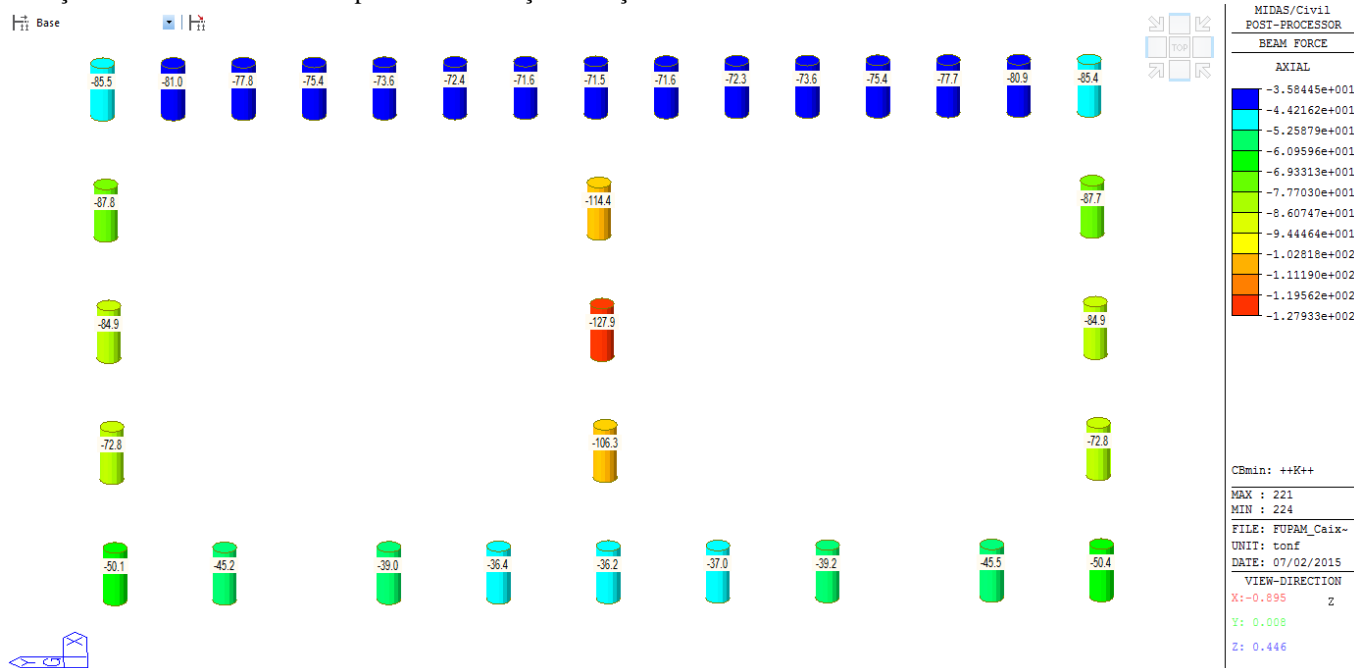
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

4 ANÁLISE GEOTÉCNICA DAS ESTACAS

Esforço Axial na base das estacas para as Cargas Permanentes (Valores característicos)



Esforço Axial na base das estacas para a Combinação de Ações Características



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

5 ANÁLISE DE SONDAGENS

Para a carga máxima registrada, nomeadamente na estaca central da estrutura com 127 tonf, será adotado um comprimento de 22.0m, de acordo com a sondagem apresentada em em seguida.

Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral

Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral													
Sondagem: SP- 39				Valores de β_1 e β_2									
SOLO				Coeficiente para Rocha					Solo				
Ø estaca = 41.0 cm				Atrito Lat. = 5.0 kgf/cm²					Areia 7 3				
Perímetro = 128.8 cm				Ponta = 30.0 kgf/cm²					Areia siltosa 8 2.8				
Área da ponta = 1320.3 cm²									Areia argilosa 8 2.3				
									Silte 5 1.8				
									Silte arenoso 6 2				
									Silte argiloso 3.5 1				
ROCHA				Coeficientes de Segurança					Argila 5 1				
Ø estaca = 30.5 cm				Lateral = 2.0					Argila arenosa 5 1.5				
Perímetro = 95.8 cm				Ponta = 2.0					Argila siltosa 4 1				
Área da ponta = 730.6 cm²													
Prof. (m)	Material	N SPT	Pressão (kgf/cm²)	β_0	β_1 (%)	β_2	$\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm²)	$\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm²)	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)	Cota
1	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	724.35
2	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	723.35
3	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	722.35
4	Argila Siltosa	2	2	0.81	4.0	1.0	0.06	1.62	0.8	0.8	2.1	1.5	721.35
5	Argila Siltosa	1	2	0.81	4.0	1.0	0.03	0.81	0.4	1.3	1.1	1.2	720.35
6	Argila Siltosa	5	2	0.81	4.0	1.0	0.16	4.05	2.1	3.3	5.3	4.3	719.35
7	Argila Siltosa	16	2	0.81	4.0	1.0	0.52	12.96	6.7	10.0	17.1	13.6	718.35
8	Argila Siltosa	35	2	0.81	4.0	1.0	1.13	28.35	14.6	24.6	37.4	31.0	717.35
9	Argila Siltosa	14	2	0.81	4.0	1.0	0.45	11.34	5.8	30.5	15.0	22.7	716.35
10	Argila Siltosa	9	2	0.81	4.0	1.0	0.29	7.29	3.8	34.2	9.6	21.9	715.35
11	Argila Siltosa	13	2	0.81	4.0	1.0	0.42	10.53	5.4	39.6	13.9	26.8	714.35
12	Argila Siltosa	16	2	0.81	4.0	1.0	0.52	12.96	6.7	46.3	17.1	31.7	713.35
13	Argila Siltosa	18	2	0.81	4.0	1.0	0.58	14.58	7.5	53.8	19.2	36.5	712.35
14	Argila Siltosa	50	2	0.81	4.0	1.0	1.62	40.50	20.9	74.7	53.5	64.1	711.35
15	Argila Siltosa	38	2	0.81	4.0	1.0	1.23	30.78	15.9	90.6	40.6	65.6	710.35
16	Argila Siltosa	43	2	0.81	4.0	1.0	1.39	34.83	17.9	108.5	46.0	77.2	709.35
17	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	127.7	49.2	88.4	708.35
18	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	146.9	49.2	98.0	707.35
19	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	166.1	49.2	107.6	706.35
20	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	185.3	49.2	117.2	705.35
21	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	204.5	49.2	126.8	704.35
22	Argila Siltosa	46	2	0.81	4.0	1.0	1.49	37.26	19.2	223.7	49.2	136.4	703.35

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

18 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

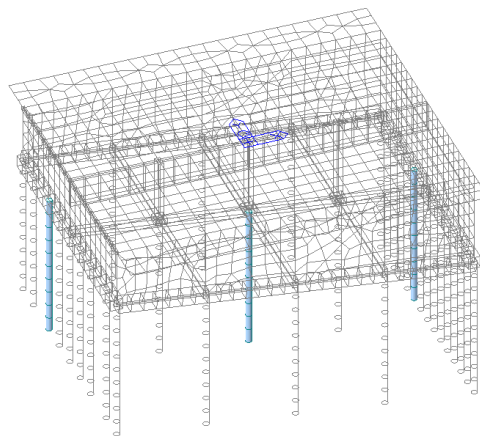
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6 DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS-RAIZ

6.1 Esforços Solicitantes

São apresentados em seguida os esforços para 3 estacas, designadamente: encontro, no centro da obra e no apoio dos vãos subsequentes.

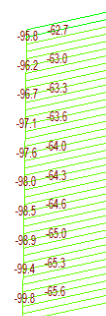
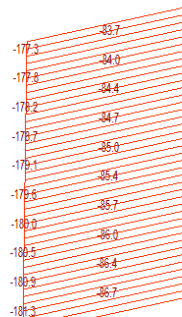
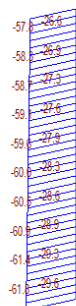
Os 3 casos procuram representar a globalidade da obra.



Esforço Normal para combinação E.L.U.(tf)

Base

Hi

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

AXIAL

-2.62795e+001
-4.03766e+001
-5.44738e+001
-6.85710e+001
-8.26682e+001
-9.67654e+001
-1.10863e+002
-1.24960e+002
-1.39057e+002
-1.53154e+002
-1.67251e+002
-1.81348e+002

CBell: ++ELU_sum-

MAX : 1608

MIN : 224

FILE: FUPAM_Caixa-

UNIT: tonf

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X:-0.285 Z

Y:-0.763

Z: 0.581

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

19 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

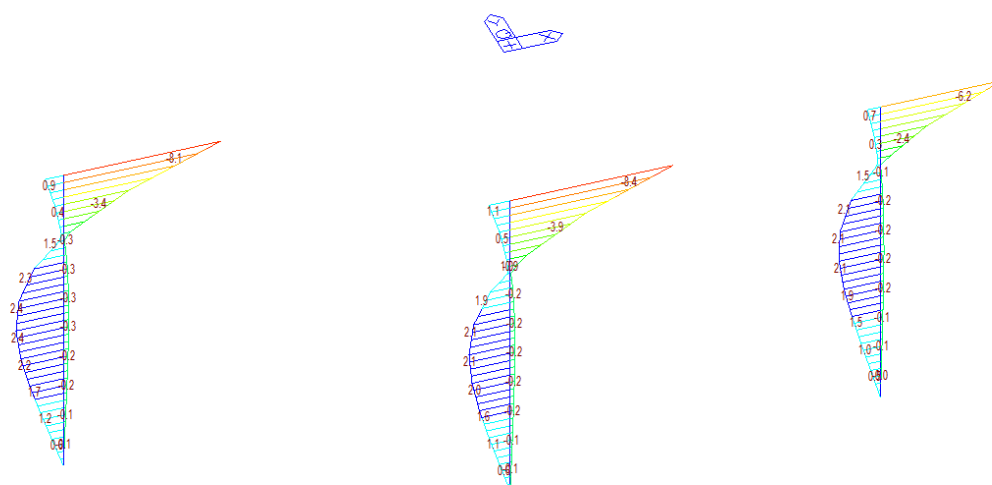
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Momento Fletor Longitudinal (tfm/m):

Base

H



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y

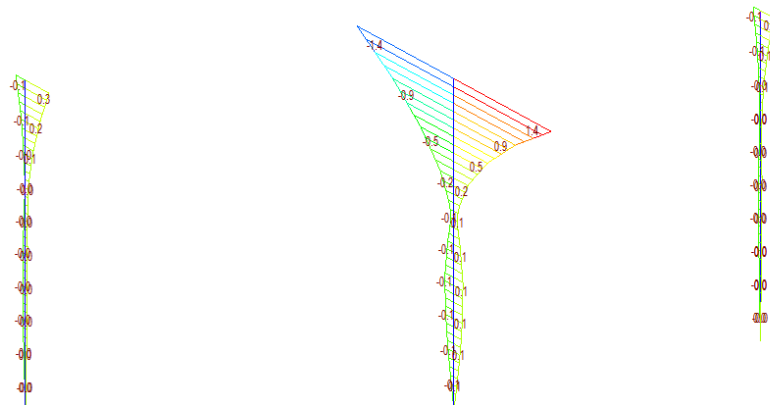
2.43608e+000
1.45352e+000
0.00000e+000
-5.11585e-001
-1.49414e+000
-2.47669e+000
-3.45925e+000
-4.44180e+000
-5.42436e+000
-6.40691e+000
-7.38947e+000
-8.37202e+000

CBall: ++ELU_sum-
MAX : 1613
MIN : 89
FILE: FUPAM_Caixa-
UNIT: tonf*m
DATE: 07/02/2015
VIEW-DIRECTION
X:-0.285 Z
Y:-0.763
Z: 0.581

Momento Fletor Transversal:

Base

H



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-z

1.35952e+000
1.11284e+000
8.66165e-001
6.19487e-001
3.72808e-001
1.26130e-001
0.00000e+000
-3.67227e-001
-6.13906e-001
-8.60584e-001
-1.10726e+000
-1.35394e+000

CBall: ++ELU_sum-
MAX : 89
MIN : 89
FILE: FUPAM_Caixa-
UNIT: tonf*m
DATE: 07/02/2015
VIEW-DIRECTION
X:-0.520 Z
Y:-0.771
Z: 0.367

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

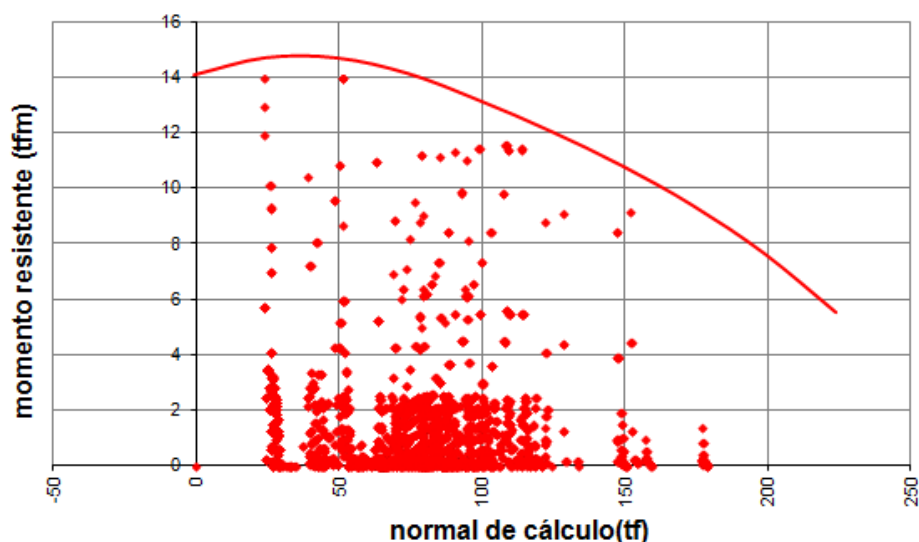
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

6.2 Dimensionamento das Estacas-Raiz

Plotamos abaixo os esforços solicitantes de cálculo no gráfico de esforços resistentes obtido pelo programa de Lauro Modesto dos Santos, do livro Sub-rotinas básicas do dimensionamento do concreto (programa FOC) temos:

Dados de entrada para o programa (kgf e cm):

fck	200
gamac	1.8
fyk	5000
gamas	1.15
es	2100000
classe	A
diâmetro	41
dlinha	8
ntotal	7
asunit	5



Como todos os esforços estão contidos internamente ao gráfico podemos concluir que os tubulões dos encontros estão verificados.

O dimensionamento apresentado apenas procura sustentar a viabilidade da fundação adotada, sem preocupação de atender a questões de otimização de quantidades e sim atendendo o máximo registrado. Em fase de projeto executivo serão particularizados cada caso em função da taxa de armadura para chegar a uma otimização e também serão realizadas as verificações com relação aos esforços horizontais referente ao elemento estaca e iteração com o solo.

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

21 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

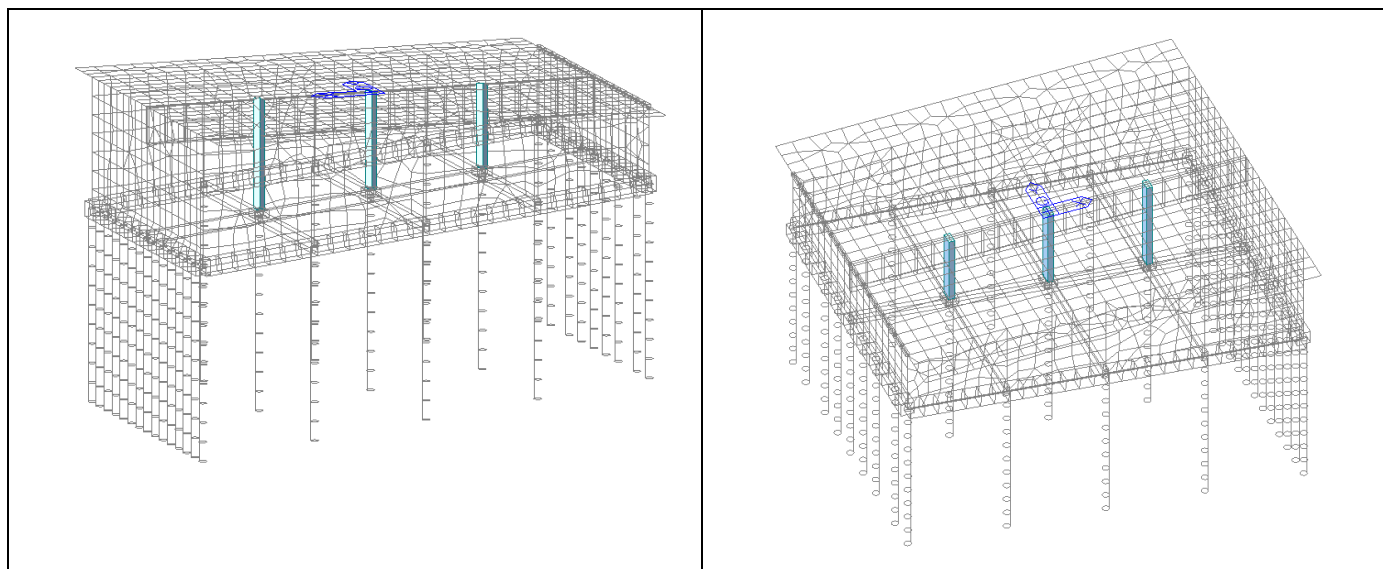
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7 DIMENSIONAMENTOS DOS PILARES

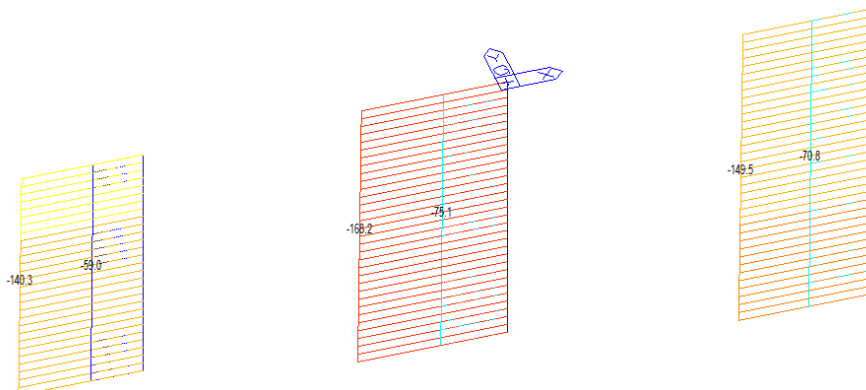
7.1 Esforços Solicitantes



Esforço Normal para combinação E.L.U.(tf)

Base

Top

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

AXIAL

-5.64199e+001
-6.65850e+001
-7.67501e+001
-8.69151e+001
-9.70802e+001
-1.07245e+002
-1.17410e+002
-1.27575e+002
-1.37740e+002
-1.47906e+002
-1.58071e+002
-1.68236e+002

CBall: ++ELU_sum-

MAX : 63

MIN : 64

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: -0.243

Z

Y: -0.749

Z: 0.616

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

22 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

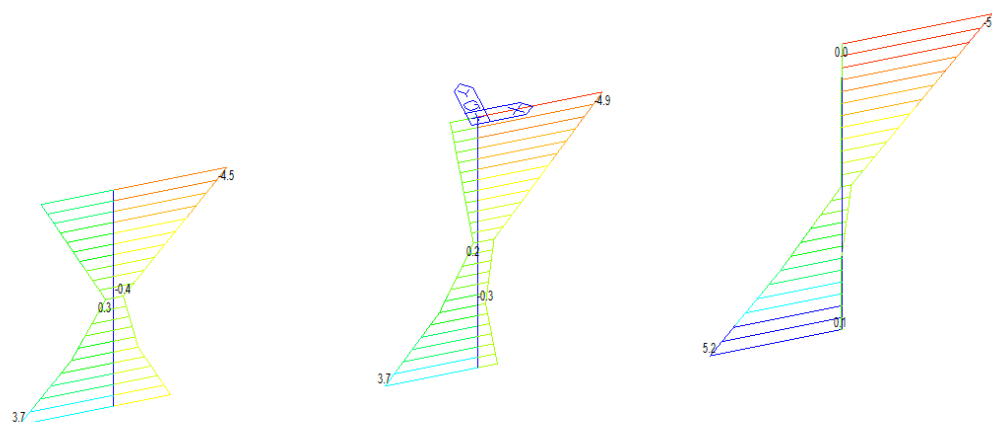
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Momento Fletor Longitudinal para combinação E.L.U.(tf.m)

Base

H



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
BEAM DIAGRAM	
MOMENT-y	
5.21017e+000	
4.19865e+000	
3.18713e+000	
2.17560e+000	
1.16408e+000	
0.00000e+000	
-8.58958e-001	
-1.87048e+000	
-2.88200e+000	
-3.89352e+000	
-4.90504e+000	
-5.91656e+000	

CBall: ++ELU_sum-

MAX : 65

MIN : 65

FILE: FUPAM_Caixa-

UNIT: tonf*m

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X:-0.243 Z

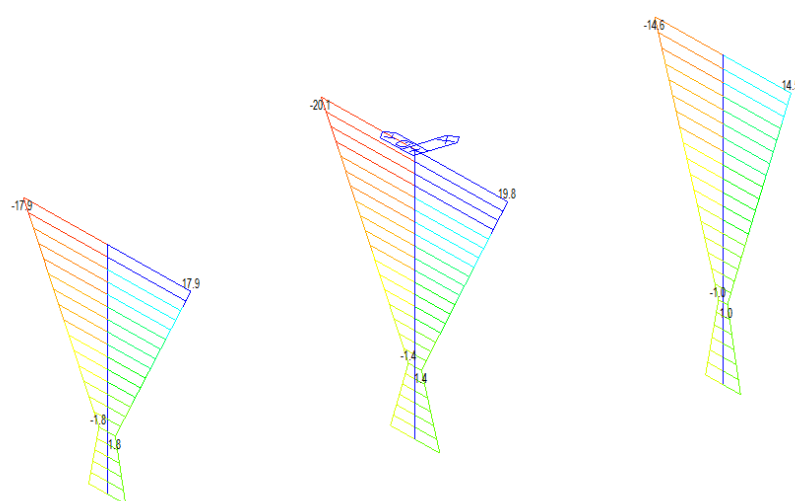
Y:-0.749

Z: 0.616

Momento Fletor Transversal para combinação E.L.U.(tf.m)

Base

H



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
BEAM DIAGRAM	
MOMENT-z	
1.98061e+001	
1.61822e+001	
1.25583e+001	
8.93446e+000	
5.31057e+000	
0.00000e+000	
-1.93719e+000	
-5.56107e+000	
-9.18495e+000	
-1.28088e+001	
-1.64327e+001	
-2.00566e+001	

CBall: ++ELU_sum-

MAX : 64

MIN : 64

FILE: FUPAM_Caixa-

UNIT: tonf*m

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X:-0.541 Z

Y:-0.732

Z: 0.415

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

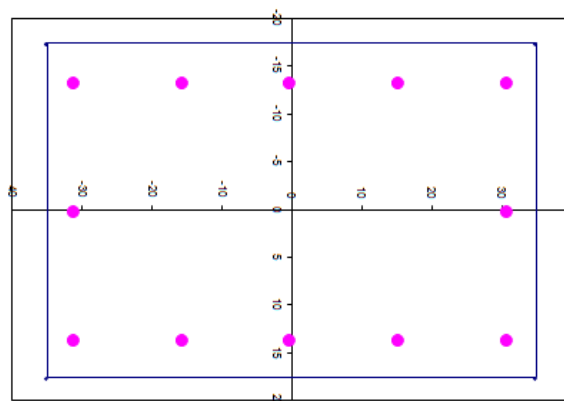
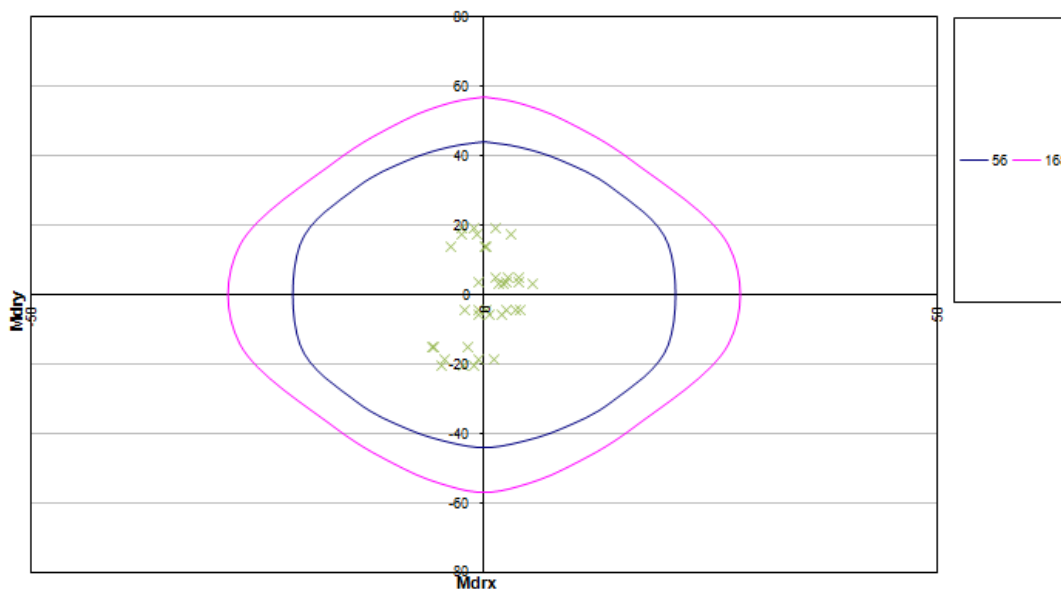
Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

7.2 Verificação do Estado Limite Ultimo

Plotamos abaixo os esforços solicitantes de cálculo no gráfico de esforços resistentes obtido pelo programa de Lauro Modesto dos Santos, do livro Sub-rotinas básicas do dimensionamento do concreto (programa TABFOC) temos:

fck	300
gamac	1.4
fyk	5000
gamas	1.15
es	2 100 000
classe	A
ntotal	12
n vértices	4
nd mín (tf)	56
nd máx (tf)	168
Delta Alfa	20

**Gráfico de momentos resistentes**

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

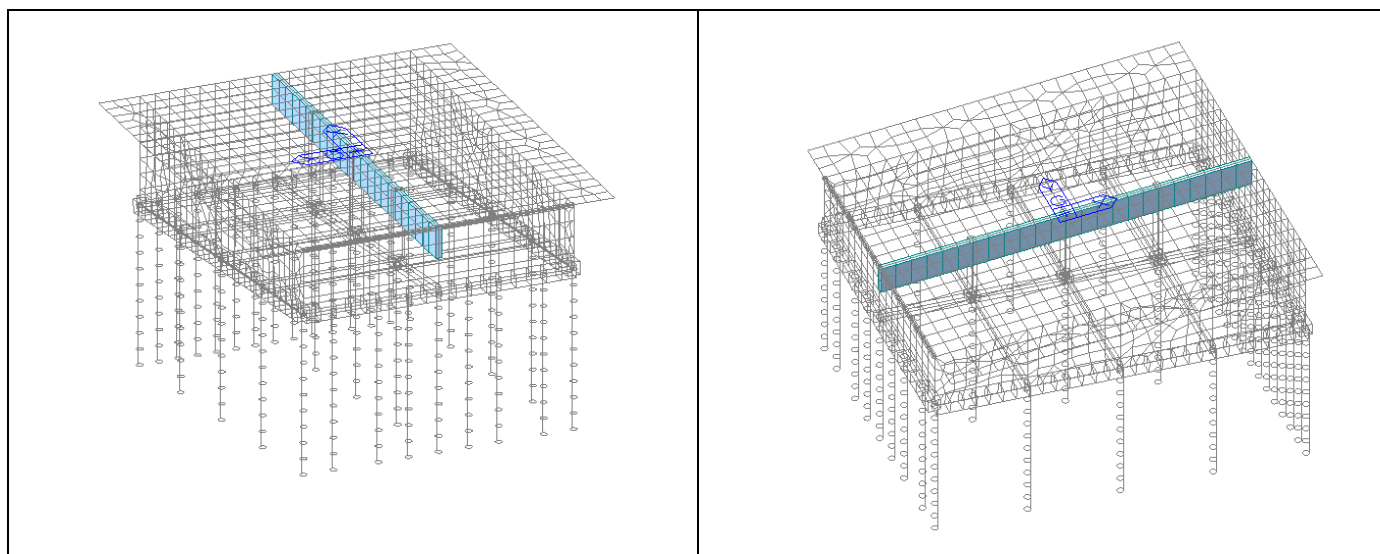
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

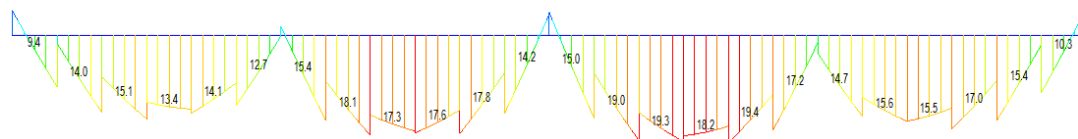
8 DIMENSIONAMENTOS DA VIGA CENTRAL

8.1 Esforços Solicitantes

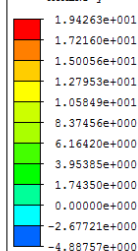


Momento Fletor para Cargas Permanentes (tonf.m)

Base

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT - y



ST: PESO PRÓPRIO

MAX : 1589

MIN : 1593

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf*m

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: -1.000

Z: 0.000

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

25 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

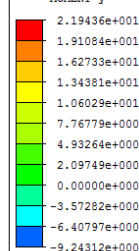
Momento Fletor para Cargas Móveis com impacto (tonf.m)

Base

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

MOMENT-y



MWall: Móvel

MAX : 1591

MIN : 40

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf*m

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: -1.000

Z: 0.000



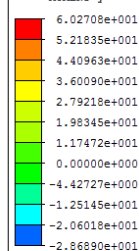
Momento Fletor para fase serviço E.L.U. (tonf.m)

Base

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

MOMENT-y



CBall: ++ELU_sum-

MAX : 1587

MIN : 1588

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf*m

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: -1.000

Z: 0.000



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

26 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

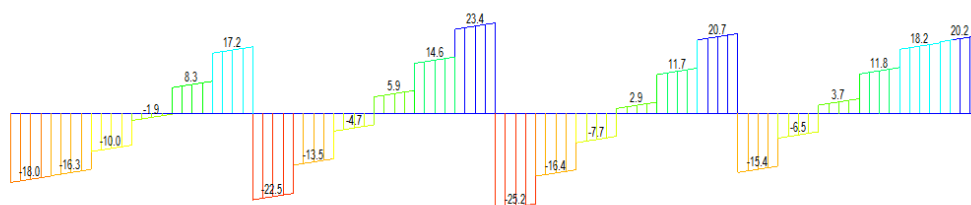
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

Cortante para Cargas Permanentes (tonf.m)

Base

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

2.34337e+001
1.90120e+001
1.45904e+001
1.01687e+001
5.74708e+000
0.00000e+000
-3.09622e+000
-7.51787e+000
-1.19395e+001
-1.63612e+001
-2.07828e+001
-2.52045e+001

CB: PP

MAX : 1583

MIN : 41

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

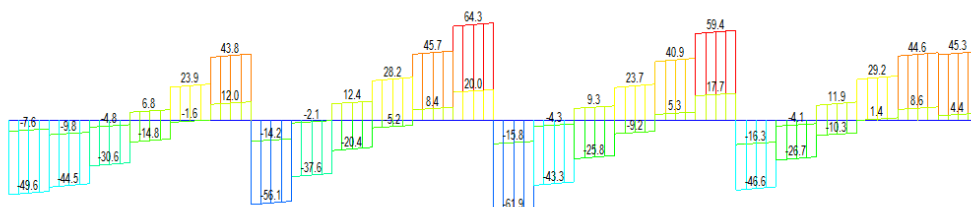
X: 0.000

Y: -1.000

Z: 0.000

Cortante para fase serviço E.L.U. (tonf)

Base

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR

BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

6.43106e+001
5.28383e+001
4.13660e+001
2.98937e+001
1.84214e+001
6.94912e+000
0.00000e+000
-1.59955e+001
-2.74678e+001
-3.89401e+001
-5.04124e+001
-6.18847e+001

CBall: ++ELU_sum-

MAX : 1583

MIN : 41

FILE: FUPAM_Caix-

UNIT: tonf

DATE: 07/02/2015

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: -1.000

Z: 0.000

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.2 Verificação do Estado Limite Último de Flexão

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$\gamma_g =$	1.35	$\gamma_q =$	1.50
$\gamma_g =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$\gamma_g =$	1.00	$\psi_1 =$	0.50
Nº de Ciclos	2.00E+06		

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$\gamma_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração	15
$\gamma_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga	10

Fissur. / Condições do meio ambiente - tab 6.1

☐ Classe I - fraca

● Classe II e III- moderada a forte

☐ Classe IV - Muito forte

ver 0.5

Calcular

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES -

Esforços solicitantes	Vão
M _{gk}	(tfm) 18.00
M _{qk max}	(tfm) 38.00
M _{qk min}	(tfm) 10.00

Propriedades dos materiais

f _{ck}	(MPa) 30
f _{yk}	(MPa) 500

Propriedades da seção

b _f	(cm)	
h _f	(cm)	
b _w	(cm)	35.00
h	(cm)	190.00
b _{inf}		
h _{inf}		
espaç. barra horizontal	(cm)	10

Armadura inferior

φ (mm)	(mm) 20.0
barras por camada	10
cobrimento na armadura	(cm) 5.00

Armadura superior

A _{s'}	(cm²)	
d'	(cm)	5.00

DIMENSIONAMENTO

M _d	(tfm)	81.3
d	(cm)	184.0
x	(cm)	8.83
A _s	(cm²)	10.36
A _{s'} nec.	(cm²)	

CONTROLE DA FISSURAÇÃO

σ _{smax}	(kgf/cm²)	2053
σ _{si}		0.015
w ₁	(mm)	0.15
w ₂	(mm)	0.22
ELS-W w _k ≤	(mm)	0.30
K		1.00
A _{s,corr.}	(cm²)	10.36

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

8.3 Verificação do Estado Limite Último de Cortante

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$\gamma_{E1} =$	1.35	$\gamma_{E2} =$	1.50
$\gamma_{E3} =$	1.00	$\gamma_{E4} =$	0.90

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$\gamma_{E1} =$	1.00	$\psi_1 =$	0.50
Nº de Ciclos	2.00E+06	$\Delta\sigma_d$ fadiga (MPa)	85

Modelo de verificação

☒ Modelo I☐ Modelo II

Calcular

COEF. DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$\gamma_c =$	1.4
$\gamma_s =$	1.15

MATERIAIS E ÂNGULO DOS ESTRIBOS:

f_{ck} (MPa)	35	Ø Bainha (cm)	8
f_{yk} (MPa)	500	TETA (°)	45
α (graus)	90		

Estado limite último - Cisalhamento/Torção**ESFORÇOS SOLICITANTES:**

		Apoio
V_{gk}	(tf)	25.00
V_{gkmax}	(tf)	64.00
V_{gkmin}	(tf)	8.00
V_{pk}	(tf)	0.00
T_{gk}	(tf m)	0.00
T_{qk}	(tf m)	5.00

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DA SEÇÃO:

		Apoio
d	(cm)	185.00
bw	(cm)	35.00
bainha na alma		n
bw útil	(cm)	35.00
bitola (mm)	(mm)	12.5
Ramos de estribo		2
Ae	(cm²)	6475
hef	(cm)	810.00
uef	(cm)	7.99

CÁLCULO:**VERIFICAÇÃO DO CONCRETO**

		Apoio
V_{sd}	(tf)	130
V_{rd2}	(tf)	376
T_{sd}	(tf m)	8
T_{rd2}	(tf m)	5638
$T_{sd}/T_{rd2} + V_{sd}/V_{rd2}$		0.35

DIMENSIONAMENTO CISALHAMENTO

f_{ctm}	(MPa)	3.21
f_{ctd}	(MPa)	1.60
$V_c = V_{co}$	(tf)	62
Taxa mínima		0.13
A_{swmin}	(cm²/m)	4.49
A_{sw}	(cm²/m)	9.31

DIMENSIONAMENTO TORÇÃO

$A_{l/s}$ (pele)	(cm²/m)	1.33
$A_{sT/s}$ (torção)	(cm²/m)	1.33

VERIFICAÇÃO DA FADIGA CISALHAMENTO

V_{Sdmax}	(tf)	57
V_{Sdmin}	(tf)	29
$\sigma_{s wmax}$	(MPa)	167
$\sigma_{s wmin}$	(MPa)	0
$\Delta\sigma_s$	(MPa)	167
$\Delta\sigma_{sadm}$	(MPa)	85
$K < 2$		1.96
$A_{swcorr.}$	(cm²/m)	18.25

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

29 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente

Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP

Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP

Sub Trecho: TRECHO 3

Objeto:

PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B

EMITENTE: FUPAM

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

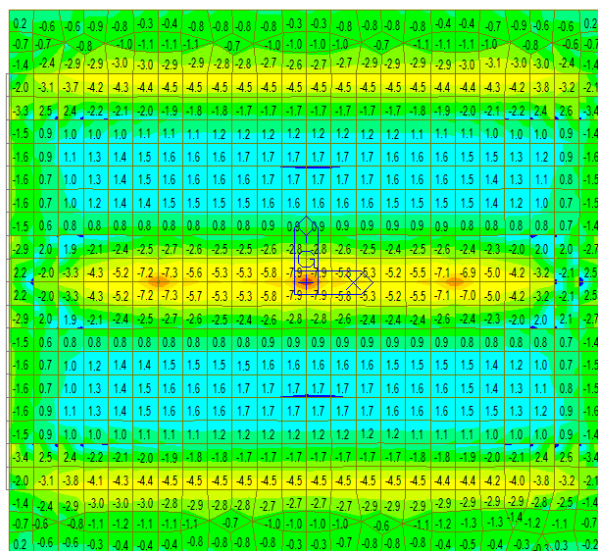
9 ANÁLISE DA LAJE

9.1 Esforços Solicitantes

Momentos Fletores Máximos para Cargas Permanentes (tfm/m)

Base

H



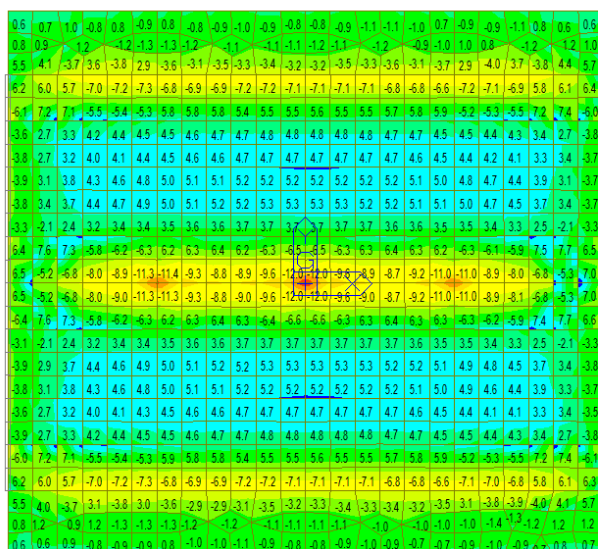
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
MOMENT-AbsMax	
2.62135e+000	
1.66240e+000	
7.03446e-001	
0.00000e+000	
-1.21445e+000	
-2.17340e+000	
-3.13235e+000	
-4.09130e+000	
-5.05025e+000	
-6.00920e+000	
-6.96815e+000	
-7.92710e+000	

ST: PESO PRÓPRIO	
ELEMENT	
MAX : 1546	
MIN : 1486	
FILE: FUPAM_Caixa-	
UNIT: tonf*m/m	
DATE: 07/02/2015	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	Y
Y: 0.000	Z X
Z: 1.000	

Momentos Fletores Máximos para Cargas Móveis (tfm/m)

Base

H



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
MOMENT-AbsMax	
7.71134e+000	
5.91960e+000	
4.12787e+000	
2.33614e+000	
0.00000e+000	
-1.24733e+000	
-3.03907e+000	
-4.83080e+000	
-6.62253e+000	
-8.41427e+000	
-1.02060e+001	
-1.19977e+001	

MWall: Móvel	
ELEMENT	
MAX : 1554	
MIN : 1256	
FILE: FUPAM_Caixa-	
UNIT: tonf*m/m	
DATE: 07/02/2015	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	Y
Y: 0.000	Z X
Z: 1.000	

N.º	MC-3.26.03.01/4J2-003	Revisão	0
Emissão	26/11/2015	Folha	30 de 33
O.S. Ordem de Serviço Inicial:	26/09/2013		
Contrato N.º:	028/2013		

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:	EMITENTE: FUPAM		
FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e Ambiente	Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333		
Trecho: Hortolândia-Sumaré-SP	Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7		
Sub Trecho: TRECHO 3	Local: Santa Bárbara D'Oeste - SP		
Objeto:	EMTU		
PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS ESTAKEADAS – OAE 7 – P64B	Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8		
	Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173		
	Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140		

9.2 Verificação do Estado Limite Ultimo de Flexão

Análise do ponto crítico localizado sobre o pilar central.

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$\gamma_{f1} =$	1.35	$\gamma_{f2} =$	1.50
$\gamma_{f3} =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$\gamma_{f1} =$	1.00	$\psi_1 =$	0.80
Nº de Ciclos	2.00E+06		

Fissuração / Condições do meio ambiente - tal

- ☐ Classe I - fraca
☒ Classe II e III- mod. a forte
☐ Classe IV - Muito forte

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$\gamma_c =$	1.4	Es/Ec fissuração	15
$\gamma_s =$	1.15	Es/Ec fadiga	10

Calcular

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES

Esforços solicitantes	Apoio
M _{gk} (tfm/m)	8.00
M _{gk max} (tfm/m)	12.00
M _{gk min} (tfm/m)	2.00

Propriedades dos materiais

f _{ck} (MPa)	30
f _{yk} (MPa)	500

Propriedades da seção

h (cm)	43.0
bw (cm)	100.0

Armadura inferior

ϕ (mm)	16.0
cobrimento na i (cm)	5.00

Armadura superior

A _{s'} (cm²/m)	
d' (cm)	

DIMENSIONAMENTO

M _d (tfm/m)	28.80
d (cm)	37.20
x (cm)	5.66
A _s (cm²)	18.96
A _{s' nec.} (cm²)	

VERIFICAÇÃO DA FADIGA

M _{Dmax} tensões (tfm/m)	17.60
M _{Dmin} tensões (tfm/m)	9.60
σ_{smax} (kgf/cm²)	2704
σ_{smin} (kgf/cm²)	1475
$\Delta\sigma_s$ (kgf/cm²)	1229
$\Delta\sigma_s$ Admissível (kgf/cm²)	1900
K	1.00
A _{s corr.} (cm²/m)	18.96

CONTROLE DA FISSURAÇÃO

σ_{smax} (kgf/cm²)	2733
ρ_{ri}	0.011
w ₁ (mm)	0.21
w ₂ (mm)	0.31
ELS-W w _k ≤ (mm)	0.30
K	1.00
A _{s corr.} (cm²/m)	18.96

MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

31 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

10 SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA DA ESTRUTURA

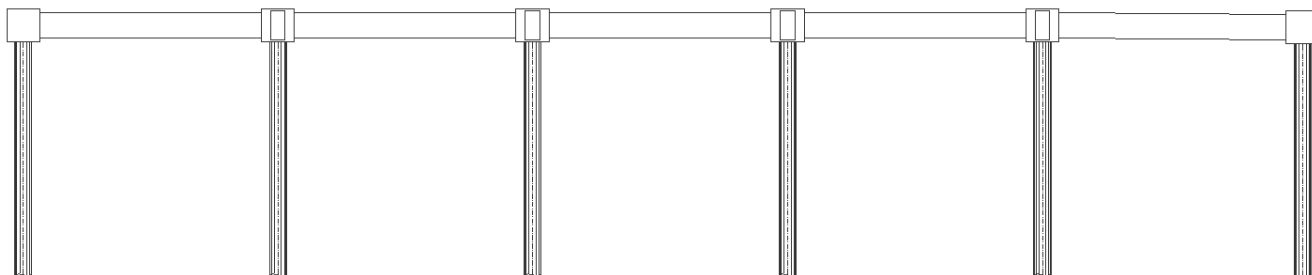
Segue etapas da execução da estrutura.

10.1 Execução das estacas

Execução das estacas raiz de 41 cm de diâmetro.

**10.2 Execução dos travamentos das estacas**

Arrasamento das estacas e execução dos travamentos.



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emissão

26/11/2015

Folha

32 de 33

O.S. Ordem de Serviço Inicial:

26/09/2013

Contrato N.º:

028/2013

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

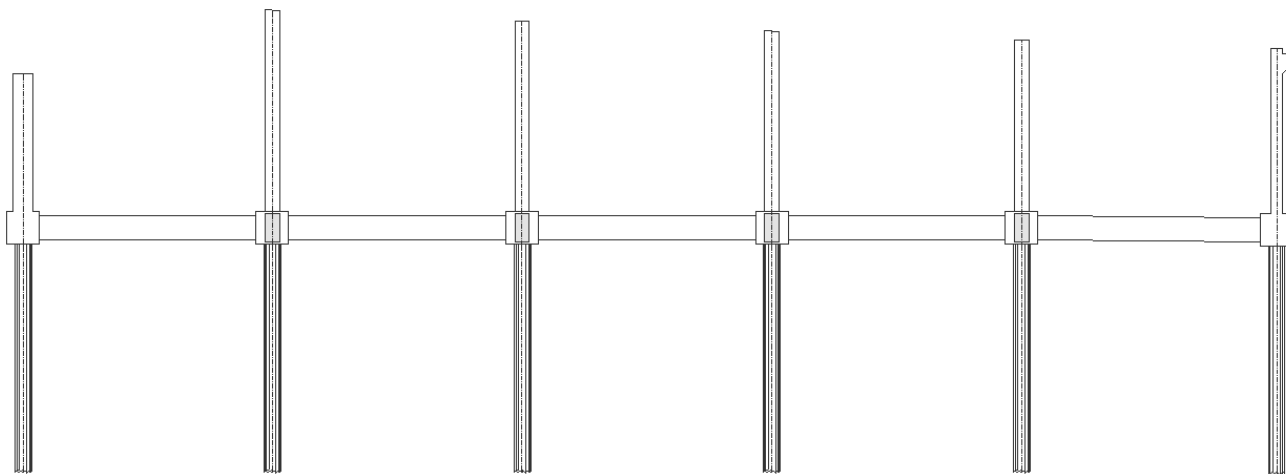
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

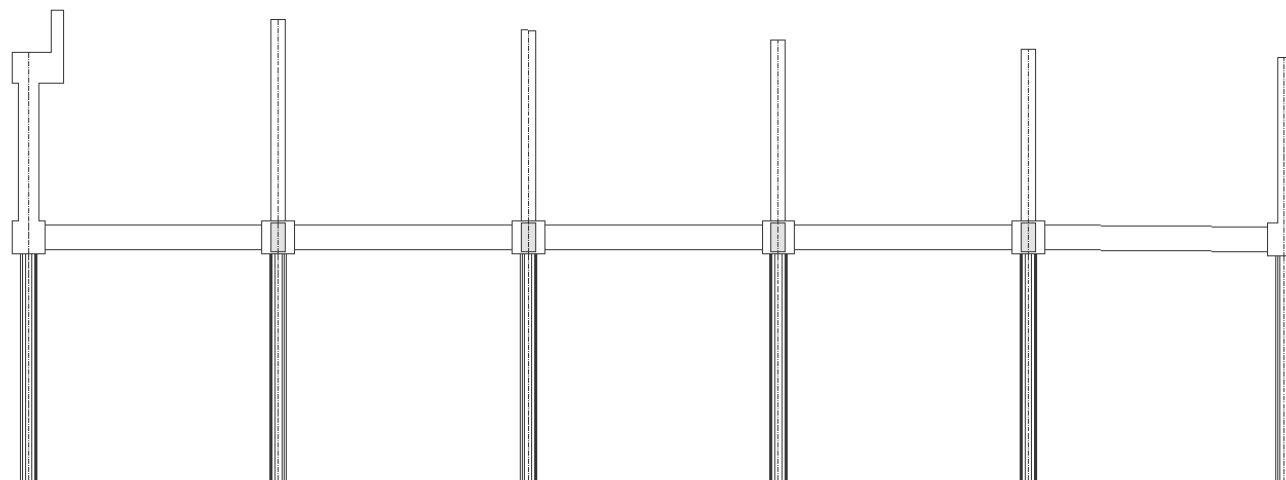
Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

10.3 Execução das paredes da caixa

Execução das paredes longitudinais e transversais da caixa.

**10.4 Execução da travessa de apoio**

Execução da travessa de apoio.



MEMORIAL DE CÁLCULO

Emitente:

FUPAM – Fundação para Pesquisa em Arquitetura e AmbienteTrecho: **Hortolândia-Sumaré-SP**Local: **Santa Bárbara D'Oeste - SP**Sub Trecho: **TRECHO 3**

Objeto:

**PROJETO BÁSICO ESTRUTURAL – MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS CAIXAS
ESTAQUEADAS – OAE 7 – P64B**EMITENTE: **FUPAM**

Proj.: Eng. Catão Francisco Ribeiro CREA:0600512333

Resp. Téc.: Prof. Dr. José Borelli Neto. CAU:A1697-7

EMTU

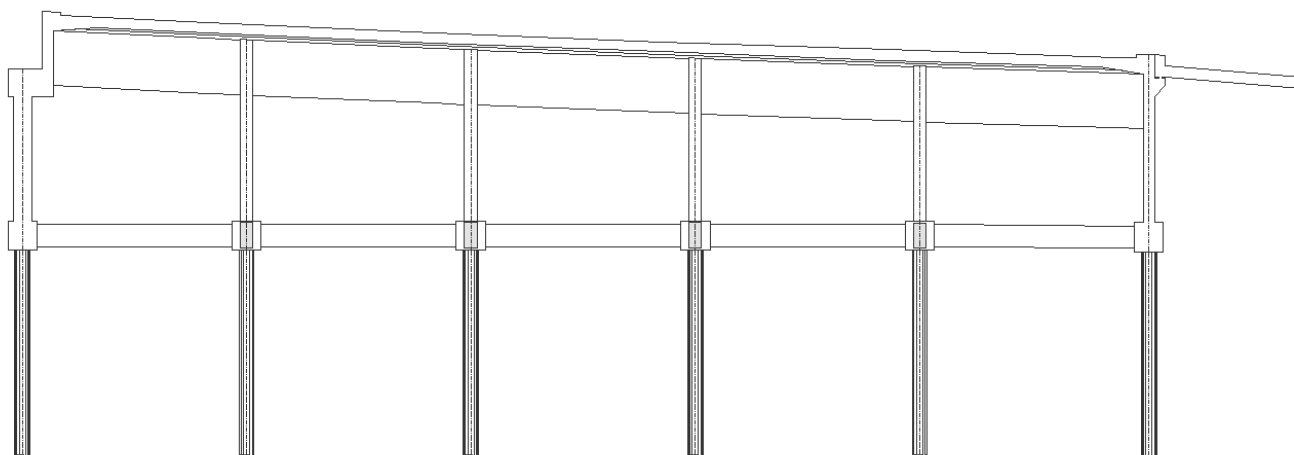
Coord. Téc.: Arq. Cristiane P. Diaz CAU: A40815-8

Aprov.: Eng. Mansueto H. Lunardi CREA:0601218173

Resp. Téc.: Eng.º Luiz C. P. Grillo CREA:0600233140

10.5 Execução da laje e longarina central

Execução da laje e longarina central da caixa.

**10.6 Serviços complementares**

Execução das defensas, pavimentação e pórticos metálicos do passeio e ciclovia.

